XVIII

SBGFA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

LIDRIANA DE SOUZA PINHEIRO
ADRYANE GORAYEB (ORG.)

PINHEIRO, L. S. ; GORAYEB, A. (ORG). **GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS.** FORTALEZA: EDITORA UFC, 2019

ISBN: 978-85-7282-778-2.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
Labomar
CENTRO DE CIÊNCIAS-UFC
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA - UFC
CNPq
CAPES
PÁTRIA AMADA BRASIL

XVIII

SBGFA

Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Sumário

Análise Crítica dos Trabalhos de Caracterização Morfométrica do Relevo e Drenagem na Bacia Amazônica 17
João Paulo Soares de Cortes, Johnathas Siqueira Rodrigues

A configuração de vale e sua relação na cobertura e uso da terra do rio aripibú — pe . 27
Leandro Dioméio João dos Santos, Carla Suelania da Silva, Wemerson Flávio da Silva, Osvaldo Girão da Silva

A importância da participação dos municípios na gestão das águas através dos comitês de bacias hidrográficas, o caso do cbh-jbm-ro 39
Ana Paula Alves Gonçalves, Catia Eliza Zuffo(b, Grasiela Rocha Torres Goveia

A influência dos rios negro e solimões nas comunidades rurais ribeirinhas no município de iranduba - amazonas 51
Matheus Silveira de Queiroz, Antonio Gomes Tomaz Neto

A influência dos usos e ocupações do solo nos índices de vazão de retirada das microbacias do distrito federal 63
Bárbara Costa da Silva, Pedro Alves da Silva

A ocorrência de “terras-caídas” na várzea da região do médio solimões..... 75
Tatiane de Souza Nascimento, Jônatas de Araújo Matos

A problemática dos resíduos sólidos flutuantes em uma perspectiva geoambiental: o caso da baía de guanabara (Rio de Janeiro, Brasil) 80
Luiza Amaro Pessoa, Carlos Marclei Arruda Rangel, Leandro Amaro Pessoa

Acesso à água para consumo humano: considerações sobre qualidade d’água na localidade de jaibaras, sobral-ce. 91
Ana Jéssica de Sousa dos Santos, Francisco Bruno Monte Gomes

Alterações no regime hidrológico da bacia hidrográfica do rio do peixe, oeste do estado de são paulo –Brasil 102
Renata Pereira Prates, Lucinete Ferreira de Andrade, Paulo Cesar Rocha

Ambientes morfológicos e ocorrência de vegetação, na baía do sadao, na margem direita do rio paraguai, cáceres-mt 114
Antonia Brito Farias, Celia Alves de Souza, Rosana dos Santos D’Ávila, Daniela Karen Paezano, Maria Aparecida Pereira Pierangeli

Análise ambiental da sub-bacia hidrográfica do rio batoque, hidrolândia/CE..... 124
Ana Mesquita Paiva, Ernane Cortez Lima

Análise crítica da definição das unidades de paisagem do zoneamento ambiental produtivo (zap) de minas gerais..... 136
Rafael Mendes Rosa, Vanderlei de Oliveira Ferreira

Análise da hipsometria e da declividade da bacia hidrográfica do rio pardo (são paulo, Brasil) como subsídio para o planejamento ambiental da área 148
Fernanda Bomfim Soares, Edson Luís Piroli

Análise da intensidade e das áreas de erosão marginal no médio-baixo rio doce (ES) 161
André Luiz Nascentes Coelho, Lúcio Cunha

Análise da produção de sedimentos da bacia e sub-bacias hidrográficas do rio doce 173
André Luiz Nascentes Coelho, André Luís Demuner Ramos

Análise da variação temporal das feições morfológicas no baixo curso do rio cabaçal entre 1984 a 2018, em cáceres – mato grosso 185
Cristiane da Silva Lima, Thales Ernildo de Lima, Celia Alves de Souza

Análise das condições de uso e ocupação das áreas de preservação permanente (app's) dos cursos d'água e nascentes da bacia hidrográfica foz ribeirão sta.marta/ ribeirão cervo..... 197
Pâmela Camila Assis, Ana Elisa de Lima Oliveira, Maximiliano Bayer

Análise das condições de uso e ocupação do solo das áreas de preservação permanente (nascentes) da bacia hidrográfica do rio claro – sub bacia do rio araguaia 203
Pâmela Camila Assis, Ana Elisa de Lima Oliveira, Maximiliano Bayer

Análise das séries históricas de vazão máxima dos rios capivara e capivari na bacia do médio rio paranapanema (SP) 210
Alyson Bueno Francisco

Análise de clorofila "a" e feofitina em duas nascentes do povoado baixa da areia, alagoas..... 222
Anderson Marques Araújo do Nascimento, Emyr Vinícius Santos Pereira, Álvaro dos Santos, Gabriel do Nascimento Alves

Análise de impactos nos cursos hídricos da bacia hidrográfica do ribeirão santa rosa 227
Pâmela Camila Assis, Natalia Barbosa Mateus, Ana Paula Matos e Silva

Análise de parâmetros limnológicos em duas nascentes do povoado baixa da areia, alagoas..... 233
Anderson Marques Araújo do Nascimento, Emyr Vinícius Santos Pereira, Álvaro dos Santos, Gabriel do Nascimento Alves

Análise de vazões da bacia hidrográfica do rio chopim (pr), varibilidade, intensidade e período de retorno 238
Anderson Borges, Rafaela Harumi Fujita

Análise do método de identificação e caracterização de áreas de várzeas e margens de rios para elaboração de taus. 250
Bárbara Adriana Pires Barata, Fábio de Lima Marques

Análise do uso e ocupação da terra no baixo curso do rio jiquiá, recife-pe..... 258
Emanuelle Cristine Batista da Silva, Osvaldo Girão da Silva

Análise do uso e ocupação em áreas de preservação permanente através da matriz de impacto ambiental 269
Delony de Queiroz Ribeiro, Renata Maria Sousa Castro, Gabriel Irvine Ferreira Alves dos Santos, Walefe Lopes da Cruz, Ediléa Dutra Pereira

Análise e compartimentação morfométrica da rede de drenagem da vertente úmida da serra de uruburetama – ce 281
Antônia Elisangela Ximenes Aguiar, Maria Lúcia Brito da Cruz, Heloísa Helena Gomes Coe

Análise espacial multicriterial para seleção de sub-bacias prioritárias para a restauração florestal visando à proteção e recuperação do manancial de abastecimento do rio macacu/rj 293
Laís Almeida da Costa Pessanha, Patrícia Rosa Martines Napoleão, Tadeu Tostes de Souza

Análise morfométrica da bacia do rio jacutinga 305
Ana Flavia Teixeira Maciel, Dayane da Silva Oliveira, Hellen Braga Serpeloni, João Vitor Ferreira Gonçalves, Vinícius Augusto Marques dos Santos

Análise morfométrica da bacia do rio marrecas - pr 318
Pâmela da Silva Gaedke, Marciel Lohmann, Rafael Pietroski Galvão

Análise morfométrica da área das nascentes do rio pardo pequeno em diamantina – mg empregando técnicas de geoprocessamento 330
Ana Clara Mendes Caixeta, Juliano Alves de Senna e Alessandra Mendes Carvalho Vasconcelos

Análise morfométrico e transporte de sedimentos da confluência do córrego pasto ruim com o rio aporé, chapadão do sul, ms 342
Lana Mara Silva Teixeira , Jaila Raiane Barbosa de Souza , Chrystiano Alves de Souza Luis Felipe Soares Cherem

Análise morfotemporal do arquipélago fluvial de anavilhanas – amazonas 352
Matheus Silveira de Queiroz, Neliane de Sousa Alves

Análise sedimentar do córrego pasto ruim com o rio aporé, chapadão do sul, ms: análises preliminares 364
Chrystiano Alves de Souza, Jaila Raiane Barbosa de Souza Lana Mara Silva Teixeira Lucas Espindola Rosa, Luis Felipe Soares Cherem

Análise sedimentológica em canais de drenagem na região pontal do paranapanema – ugrhi – 22, são paulo 375
Sinthia Silvestre Gonçalves, Prof. Dr. Paulo César Rocha

Análise temporal do uso e ocupação em 20 anos da bacia rio de caldas para possível abastecimento de água em goiânia 388
Amanda Morais, Pedro Damasceno, Danillo Luyyije

Aplicação da teoria da paisagem na bacia hidrográfica do córrego guaiçarinha/SP 393
Fernanda Bomfim Soares, Angélica Estigarriba São Miguel, Letícia Roberta Amaro Trombeta

Aplicação de protocolo para verificar o uso e degradação na área de expansão urbana de cáceres no rio paraguai - mato grosso 408
Claudete Silveira Damas Machado, Vanda A. Souza Lima, Priscila C. Santos, José Aldair Pinheiro, Célia Alves de Souza

Aporte de sedimentos de fundo e suspensão e variáveis hidrodinâmicas no rio paraguai adjacente à baía do sadao, cáceres - mato grosso 420
Luana Rodrigues de Carvalho, Thales Ernildo de Lima, Alessandra Rodrigues Gamero, Celia Alves de Souza, Cleidiane dos Santos Carvalho, Josimar Lemos

Aporte de sedimentos e variáveis hidrodinâmicas na bacia hidrográfica do córrego taquaral, afluente da margem esquerda do rio paraguai 432
Antonia Brito Farias, Celia Alves de Souza

Aspectos físicos da bacia hidrográfica do rio jaru – baixo machado - rondônia..... 444
Ana Paula Alves Gonçalves, Catia Eliza Zuffo, Grasiela Rocha Torres Goveia

Aspectos geológicos e recursos hídricos do alto/médio curso da bacia hidrográfica do rio apodi mossoró – rn 455
Anny Catarina Nobre de Souza, Sérgio Domiciano Gomes de Souza, Maria Losângela Martins de Souza

Avaliação da dinâmica da paisagem da bacia hidrográfica do rio bacanga, são luís - ma..... 460
Kalynne Maria de Oliveira Cardoso, Denyse Rayanna Rodrigues Ribeiro, Elison André Leal Pinheiro, Antônio Carlos Leal de Castro, Arkley Marques Bandeira e Leonardo Silva Soares

Avaliação da eficiência e condição de conservação da microdrenagem e relação com os processos erosivos na área de contribuição do jardim botânico de goiânia/go. 471
Ricardo de Faria Nicolau, Karla Maria Silva de Faria

Avaliação da qualidade da água na bacia hidrográfica do córrego açude em jataí-go em dezembro de 2018. 483
Simone Marques Faria Lopes, Lazara Francielle Barros, Maria Alice Santos Lima

Avaliação da qualidade da água superficial, a partir do índice iqa, na bacia hidrográfica do rio da guarda (RJ)..... 495
Andreilson Bispo Silva, Niriele Bruno Rodrigues, Laura Delgado Mendes

Avaliação das barras fluviais entre o riacho sacrabetó e a ilha do maroto, alto submédio são francisco 506
Mateus Castro Rosendo, Davi Vasconcelos Calado, Luiz Henrique de Barros Lyra, Lúcio Alberto Pereira

Análise hidrológica das sub-bacias dos rios preto e carinhanha, Brasil..... 518
Msc. Nilton de Oliveira, Dr. Mário Jorge de Souza Gonçalves, Dr. Antonio Puentes Torres, Geovana Araujo Rios, Jaiane Caldas Casais

Análise integrada dos recursos hídricos em guaraciaba do norte/CE..... 530
Maria Raiane de Mesquita Gomes, Bruna Lima Carvalho, Pedro Henrique Eleoterio De Assis José Falcão Sobrinho

Análise da pressão antrópica nos recursos hídricos da bacia do córrego conceição, estado de goiás..... 542
Clarisse dos Santos Rodrigues, Ila Santos Araújo, Aline dos Santos Oliveira, Andressa Gonçalves Araújo, Andrelisa Santos de Jesus, Manuel Eduardo Ferreira

Análise dos processos morfodinâmicos e diagnóstico dos impactos ambientais no baixo curso do córrego neblina, araguaína (to) 547
Daniel Araujo Ramos dos Santos, Louislane Araujo Pinto , Silvania Reis de Araújo Carlos Augusto Machado

Análise morfométrica da bacia de captação da cachoeira do imigrante (rs): subsídios à geoconservação..... 559
Kelvin Dutra Xavier, Adriano Luis Heck Simon

Análise morfométrica da bacia do ribeirão dos apertados - pr 571
Rafael Pietroski Galvão, Marciel Lohmann e Pâmela da Silva Gaedke

Análise morfométrica da bacia hidrográfica do rio pratagy, al – uma contribuição para estudos ambientais. 583
Gabriel do Nascimento Alves, Daniel Nivaldo da Conceição, Esdras de Lima Andrade, Alex Nazário Silva Oliveira, Júlio de França Rodrigues Tenório Costa, Manuelle de Almeida Oliveira

Barragens de rejeito de minério: implicações para a qualidade ambiental e usos múltiplos da água no alto rio das velhas (mg) 595
Nayara Mariana Gonzaga Rosa, Guilherme Eduardo Macedo Cota, Camila Esteves Romeiro, Izabela Aparecida da Silva Mendes, Antônio Pereira Magalhães Jr

Caracterização da drenagem da sub-bacia do rio dos macacos/rj (2018) 607
Gabriel Barros de Abreu, Renata dos Santos Galvão, Daniele Cristine Gomes, Adriano Tamm

Caracterização da geodiversidade da bacia hidrográfica do rio preto-ma..... 612
Idevan Gusmão Soares, Luiz Carlos Araujo dos Santos

Caracterização das unidades geoambientais na bacia hidrográfica do rio igarapé-açu/pa 624
Clícia da Silva Santos, Lúcio Correa Miranda, Carlos Alexandre Leão Bordalo

Caracterização de tres sub- bacias na bacia hidrografica do rio xingu e mudanças na dinamica de inundações após a construção da usina hidreletrica de belo monte em altamira, pa..... 636
Rita Oliveira, João Vitor Gomes dos Santos; Marina Amador

Caracterização dos impactos hídricos nas bacias hidrográficas da cidade de tabatinga - região de tríplice fronteira/Brasil, colômbia e peru..... 650
Ercivan Gomes de Oliveira, Adorea Rebello da Cunha Albuquerque

Caracterização e monitoramento de seção transversal ao rio macabu, região norte fluminense. 662
Pedro Pessanha Frotté, Isabela Belmira Santos Giarola, Camila Ignez Santana, Pedro Ferreira Chagas Araújo, Mônica dos Santos Marçal, Adão Osdayan Cândido de Castro

Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio camisas (rs) 667
Anderson Borges, Daniella R.M. de Oliveira, Jacson Gosman Gomes de Lima, Karina Gazola

Caracterização multitemporal de feições erosivas e deposicionais na planície fluvial do rio bananeiras (alto vale do rio são joão, silva jardim – rj) 679
Carolina Ramos Menezes (1), Carla Maciel Salgado

Cobertura e uso da terra como subsídio ao programa de pagamento por serviços ambientais em pelotas (rio grande do sul) 691
Rodrigo de Oliveira Siqueira, Daiana Fonseca Bierhals, Viviane Spiering, Letícia Penno de Sousa, Ernestino de Souza Gomes Guarino, Jacira Porto dos Santos

Compartimentação geoambiental da sub-bacia hidrográfica do rio itacolomi-ce..... 703
Livana Sousa Guimarães 1, Ernane Cortez Lima

Considerações acerca da qualidade da água e nível trófico da bacia do rio paciência (ma) 715
Allana Pereira Costa, Elna Lucilia Santos Corrêa, Manuela Costa da Rocha, Karina Suzana Feitosa Pinheiro

Considerações sobre a evolução geomorfológica e a dinâmica fluvial a partir da interpretação de perfis longitudinais e de índices morfométricos de afluentes do médio/baixo rio paraopeba, mg 725
Alex de Carvalho, Antonio Pereira Magalhães Junior Letícia Augusta Faria de Oliveira

Controle litológico e dinâmica fluvial em unidades de relevo na bacia do médio/baixo rio paraopeba e áreas adjacentes, minas gerais 737
Alex de Carvalho, Antônio Pereira Magalhães Junior Letícia Augusta Faria de Oliveira

Correlação temporal do indice de precipitação padronizada com o volume de água armazenada no açude de orós, Ceará, Brasil. 749
Fábio Vinicius Marley Santos Lima (1),Rodrigo Mikosz Gonçalves (2),Raquel Arcoverde Vila Nova (3),Laisa Mirelle Barreto Morais

Conexões entre o uso e ocupação da terra e a degradação do ribeirão do onça, belo horizonte - MG. 761
Antônio Pereira Magalhães Júnior, Gabriel Andrade Camilo, Gabriel Lucas Vieira Lázaro, Mariana Azevedo dos Santos e Matheus de Oliveira Reis

Degradação ambiental do rio guaribas, no trecho urbano do município de picos-pi 776
Francisco Wellington de Araujo Sousa, Iracilde Maria de Moura Fe Lima

Determinação da carga de material particulado em suspensão (mps) no rio paraíba do meio durante um ano hidrológico 788
Anderson Marques Araújo do Nascimento, Emyr Vinícius Santos Pereira, Paulo Ricardo Petter Medeiros

Diagnóstico físico conservacionista da bacia hidrográfica do rio são nicolau-piauí 793
Cristiane Maria Cordeiro Santiago, Marta Celina Linhares Sales, Edson Vicente da Silva, Jorge Eduardo de Abreu Paula

Dinâmica da cobertura arbórea na bacia hidrográfica do arroio são lourenço (rs) 805
Gracieli Trentin, Adriano Luis Heck Simon

Drenagem ácida de rochas em ambiente periglacial da antártica marítima 817
Daví do Vale Lopes, José João Lelis Leal de Souza, Fábio Soares de Oliveira, Carlos Ernesto G.R. Schaefer, Jonas de Almeida Pernes

Distribuição espacial das taxas de infiltração e sua complexa relação com a granulometria dos solos. 829
Estêvão Botura Stefanuto, Cenira Maria Lipinacci

Escoamento superficial na bacia hidrográfica do açude forquilha – ce pelo método scs-cn 841
Nazaré Suziane Soares, Juliana Alcântara Costa, Carlos Alexandre Gomes Costa

Espacialização e discussão dos reservatórios de geração de energia elétrica na bacia hidrográfica do alto jacuí/rs 853
Patrícia Ziani, Eliane Maria Foleto

Estilos fluviais na bacia hidrográfica do sistema campelo 865
Leidiana Alonso Alves, Sandra Baptista da Cunha

Estrada na serra da canastra e seus impactos em nascente 877
Giliander Allan da Silva, Silvio Carlos Rodrigues

Análise ambiental na bacia hidrográfica do mampituba/sc. 889
Heloisa de Campos Lalane Graziela Maziero Pinheiro Bini

Evolução das feições morfológicas e balanço erosivo do rio araguaia entre 2010 a 2018, na região de aruanã/go: análises preliminares 901
Chrystiano Alves de Souza, Helci Ferreira Ramos, Maximiliano Bayer

Evolução temporal das "terras-caídas" no paraná do careiro da várzea-am. 916
Jônatas de Araújo Matos

Feições erosivas lineares da alta bacia do rio passa cinco (SP) 928
Cenira Maria Lupinacci, Karen Rieti Litholdo

Geotecnologias na caracterização do uso e cobertura vegetal da terra da microbacia hidrográfica do igarapé ambé - baixo rio xingu 941
Alexandre Augusto Cardoso Lobato, Eder Mileno Silva De Paula

Identificação de anomalias de drenagem na bacia do rio mundaú pe al a partir da apliacação do índice de hack 946
Jonas Herisson Santos de Melo, Kleython de Araujo Monteiro

Identificação de anomalias de drenagem no rio macabu (RJ) partir da análise do perfil longitudinal e aplicação do índice sl 951
Isabela Belmira Santos Giarola, Mônica dos Santos Marçal , Camila Ignez Santana

Identificação dos conflitos de uso do solo nas áreas de preservação permanente (app's) dos cursos d'água e nascentes da bacia hidrográfica do rio são domingos (GO) 963
Ana Elisa de Lima Oliveira, Pâmela Camila Assis, Maximiliano Bayer

Identificação dos padrões de confinamento de vale fluvial e sua influência no comportamento do rio jaboatão - pernambuco 969
Carla Suelania da Silva, Wemerson Flávio da Silva, Leandro Diomério J. Dos Santos, George Pereira de Oliveira Osvaldo Girão

Identificação dos processos erosivos em margens fluviais no rio jaguaribe – Ceará ... 981
José Hamilton Ribeiro Andrade, Oscar Vicente Quinonez Fernandez

Incongruências entre ações públicas para gestão de inundações e preservação de sistemas hídricos em belo horizonte: o caso do parque do brejinho 993
Luisa Lima Borges Ferreira, Cecilia Siman Gomes, Antônio Pereira Magalhães Jr

Influência das características do meio físico e do uso da terra na disponibilidade hídrica da bacia do rio linha anta, sul de santa catarina 1005
Edna Lindaura Luiz, Rose Maria Adami, Maurício Pamplona

Importância do aqüífero poti-piauí para a perenidade do rio poti no baixo curso da bacia hidrográfica (piauí-Brasil) 1020
Livânia Norberta de Oliveira, Eugênia C. G.Pereira

Inundações urbanas: a problemática no bairro batista de amorim no município de esperantina – pi..... 1032
Livania Norberta de Oliveira, Isabel Cristina Santos Vale

Mapeamento da rede de drenagem e delimitação da microbacia hidrográfica do rio sargi, ilhéus-uruçuca, bahia 1042
Samuel de Amaral Macedo, Maurício Santana Moreau Rui Barbosa da Rocha

Mapeamento do uso e ocupação do solo na sub-bacia do canal água cristal - belém/pa, entre 2006 e 2018 1054
Bianca Rafaela Leite da Costa, José Edilson Cardoso Rodrigues

Migração de meandros do baixo rio vermelho, entre britânia e aruanã, oeste do estado de goiás..... 1059
Charles Vinícius Gonçalves Tiarini , Yan de Mello Aleixo , Márcio Henrique de Campos Zancopé

Nascentes Em Áreas Urbanas: Usos, Funções Sociais E Ambientais Em Belo Horizonte, Minas Gerais 1064
Cecilia Siman Gomes, Luisa Lima Borges Ferreira, Jordânia de Souza Barros, Renata Jordan Henriques, Regina Paula Benedetto de Carvalho, Antônio Pereira Magalhães Jr

Morfometria da drenagem do alto curso da bacia hidrográfica do santo antônio, ilha do maranhão 1077
Dayana Serra MACIEL, Quésia Duarte da SILVA, Danyella Vale Barros FRANÇA , Samyra Yanka Almeida PINHEIRO

Morfometria de bacias hidrográficas alogênicas associadas aos sumidouros das cavernas do parque estadual de terra ronca (peter) 1082
Guilherme Marques de Lima, Lucas Espíndola Rosa Luís Felipe Soares Cherem Márcio Henrique de Campos Zancopé

Morfometria fluvial: estudo de caso córrego da buraca..... 1094
Marina S. Araújo, Silvio Carlos Rodrigues

Migração dos meandros do baixo curso superior do rio vermelho, afluente destro do rio araguaia, centro-oeste do Brasil 1105
Márcio Henrique de C. Zancopé, Letycia Milene Neves Correia, Elizon Dias Nunes

Morfometria da bacia hidrográfica do rio una–ba: aplicação e correlação de índices para caracterização e análise ambiental 1110
Vinícius Borges Moreira, Archimedes Perez Filho

O alto curso da sub-bacia hidrográfica do jaibaras: análise ambiental das áreas de nascentes 1120
Ana Cristina Azevedo Lima(1), Isorlanda Caracristi

O descarte de resíduos sólidos no porto marina do davi em manaus/am 1133
Sayane Nery dos Santos, Flávio Wachholz

O evento de cheias na foz do igarapé do quarenta após sua revitalização pelo programa social e ambiental dos igarapés de manaus (prosamim)..... 1141
Andreia Oliveira de Andrade, Beatriz Diogo Pessoa, Carlossandro Carvalho de Albuquerque

O papel dos condicionantes da evolução geomorfológica na bacia do ribeirão soberbo, serra do espinhaço meridional – mg 1146
Alex de Carvalho, Fabrício Antonio Lopes

O relevo de cuestas no estado de são paulo: estudo em busca do entendimento de sua dinâmica erosiva 1158
Cenira Maria Lupinacci, Tissiana de Almeida Souza

O rio berlengas e sua importância para o município de várzea grande-pi..... 1169
Francisco Wesley Marques Brandão[1]; Mara Célia Pereira da Silva Fontenele[3]; Fernanda da Silva Marques[3]; Jorge Eduardo Abreu Paula

O significado da análise da qualidade da água na compreensão da dinâmica ambiental em duas sub-bacias na região de sorocaba – sp 1175
Ricardo Vinícius de Arruda, Emerson Martins Arruda

O uso da água superficial da bacia hidrográfica do rio doce/es: um panorama após o desastre-crime de mariana/MG 1187
Gabriel Pedro Alves Lopes, Viviane dos Santos Coutinho

O uso e cobertura das terras: uma análise multitemporal da bacia hidrográfica do córrego anhuma, bonito/MS..... 1198
Rafael Brugnolli Medeiros, Lorrane Barbosa Alves , Charlei Aparecido da Silva

Perfil longitudinal e relação declividade-extensão (rde) do alto curso do rio corumbá, cocalzinho de goiás (GO) 1215
Yan de Mello Aleixo, Márcio Henrique de Campos Zancopé

Pressões e impactos em áreas úmidas situadas em parques municipais de belo horizonte-MG..... 1220
Luisa Lima Borges Ferreira, Catharina de Oliveira Maia, Felipe Gabriel Silva Alves, Paulo Henrique Batista, Antônio Pereira Magalhães Jr

Projeto “conhecendo o comitê e mapeando a bacia”: contribuição metodológica na análise e gestão da ugrhi turvo/grande-sp..... 1232
Salvador Carpi Junior, Flávia Darré Barbosa, Maria Conceição Lopes

Proposta de delimitação automática de áreas de proteção permanente de topo de morro na bacia hidrográfica do rio camanducaia 1245
Marcel Granadier Bizelo de Assis, Raul Reis Amorim

Proposta teórico-metodológica para monitoramento ambiental de córregos urbanos..... 1254
Anne Krummenauer , Luís Alberto Basso

Protocolo de avaliação rápida para rios como possibilidade de análise no meio urbano: aplicação no rio dos seixos, salvador - bahia..... 1266
Cassio de Jesus Viana, Juliana P. P. dos Santos, Jorge R. A. Góes Junior, Plínio Martins Falcão

Protocolos de avaliação rápida (par's) para avaliação ambiental de cursos d´água: aplicação no ribeirão da prata (quadrilátero ferrífero, mg) 1271
Nayara Mariana Gonzaga Rosa, Antônio Pereira Magalhães Jr

Proposta de classificação da conectividade vertical relativa em bacias urbanas: uma releitura dos estudos sobre o potencial de infiltração, baseado na cobertura vegetal e usos da terra 1283
Regina Paula Benedetto de Carvalho, Paulo Walter Freire do Nascimento, Vivian Castilho da Costa

Quantificação morfométrica da bacia hidrográfica do rio bacanga, são luís – ma 1295
Denyse Rayanna Rodrigues Ribeiro, Elison André Leal Pinheiro, Antonio Carlos Leal de Castro, Arkley Marques Bandeira e Leonardo Silva Soares

Região hidrográfica dos rios chapecó e irani (rh2) na paisagem e dinâmica regional do oeste catarinense 1307
Janete Facco a, Daiane Regina Valentini b, Manuela Gazzoni dos Passosc, Sival Francisco de Oliveira Junior

Relações entre gestões municipais, estaduais e de recursos hídricos - o caso da ute ribeirão da mata 1324
Daniel Machado Facury,Ana Carolina Mayrinck Braga de Moura, Catharina de Oliveira Maia, Victor José Brey-Gil Brito de Carvalho, Antônio Pereira Magalhães Junior

Revitalização do rio água branca em itabuna-ba: uso e ocupação da terra, seleção de área prioritária para reflorestamento e plantio de mudas de árvores nativas 1336
Samuel de Amaral Macedo, Maurício Santana Moreau

Regime de descarga do rio mundaú (al/pe), nordeste do Brasil 1343
Genisson Panta, Kleython de Araújo Monteiro

Relação entre os usos da terra e a qualidade das águas na bacia hidrográfica do córrego do glória, uberlândia (mg): uma proposta metodológica 1353
Jean Roger Bombonatto Danelon, Anna Carolina Barcelos

Risco e vulnerabilidade do aquífero furnas na baixa bacia do Rio Claro/GO 1366
Larissa Veridiane Coutinho , Chrystiano Alves de Souza Maximiliano Bayer

Segmentos fluviais do sistema fluvial uberaba-rio grande, triângulo mineiro 1377
Marcos Vinicius da Silva Ferreira, Fabrício Aníbal Corradini, Josenilson Bernardo da Silva

Tipologia de canais urbanos e meio físico como sistema de contenção e prevenção de inundações na bacia do tucunduba Belém-PA 1385
Luiz Fernando de Souza Nogueira, José Lucas Oliveira Andrade, José Edilson Cardoso Rodrigues, Adrielle Pena Carneiro Lopes, Luiz Carlos Margalho de Souza Júnior

Trabalho de campo e geoprocessamento na geração de carta de uso da terra da bacia do ribeirão da confusão - Rancharia (SP) 1391
Alyson Bueno Francisco

Técnicas para caracterização de regime hidrológico do rio paraíba do sul no período entre 1958 a 1998 1403
Bruno Gonçalves, Luana Novais de Andrade

Uso conflitivo das áreas de preservação permanentes (código florestal Brasileiro,2012) na sub-bacia do riacho do ipiranga, presidente tancredo neves, ba... 1415
Daiana de Andrade Matos, Antonio Puentes Torres

Uso e ocupação do solo e as dinâmicas urbanísticas na zona rural de são luís na bacia do rio tibiri 1425
José Lindomar da Silva Moraes Júnior Larissa Thaís Santos de Macedo Adriano de Lima Santos Marcelino Silva Farias Filho

Utilização de geotecnologias para espacialização dos barramentos na rede hidrográfica e análise dos impactos na bacia do ribeirão samambaía - GO 1436
Aline dos Santos Oliveira, Noely Vicente Ribeiro

Uso e cobertura da terra entre as fazenda porto do campo e ajusta conta no rio sepotuba em 1986 - 2016..... 1441
Vanilda Soares Prudencio, William Cosme da Silveira de Paula, Sebastião dos Santos Junior

Uso e ocupação das terras e as áreas de preservação permanente (apps) da bacia hidrográfica do córrego laranja doce/MS 1449
Lorrane Barbosa Alves, Charlei Aparecido da Silva, Ivan Ramires, Rafael Brugnolli Medeiros

Velocidade do fluxo e concentração de sedimentos suspensos do alto curso do rio corumbá, cocalzinho de goiás (GO) 1465
Yan de Mello Aleixo, Aline dos Santos Oliveira, Márcio Henrique de Campos Zancopé

Vulnerabilidade de contaminação do lençol freático na sub-bacia hidrográfica do córrego bebedouro uberaba-MG 1470
Carlos Alberto Araujo Campos, Giulia Leme Dei Santi

Vulnerabilidade natural dos aquíferos na bacia hidrográfica do ribeirão santa rosa 1482
Ana Paula Matos e Silva, Natalia Barbosa Mateus

Variações diurnas e sazonais da temperatura das águas dos rios da bacia do rio são vicente no parque estadual de terra ronca (peter) - GO 1488
Guilherme Marques de Lima, Yan de Mello Aleixo, Márcio Henrique de Campos Zancopé

Áreas úmidas urbanas em parques municipais de belo horizonte/MG..... 1500
Luisa Lima Borges Ferreira, Antônio Pereira Magalhães Jr

A divisão do estado do pará em regiões hidrográficas para o planejamento e o gerenciamento dos recursos hídricos 1513
Carlos Alexandre Leão Bordalo

A expansão urbana da cidade de serrinha - bahia e suas repercussões sobre os recursos hídricos..... 1525
Elmo José Carneiro Carvalho

Abordagem sistêmica aplicada a sedimentologia em uma perspectiva geográfica 1537
Edivaldo Geffer , Tatiane Wouk

Análise ambiental do córrego do açude em jataí (go) 1548
Antônia Maria Nascimento Silva , Carine Cabral Souza , Natana Lemes de Souza

Análise da densidade de drenagem da bacia hidrográfica do rio coreaú, noroeste do ceará 1558
Daniel dos Reis Cavalcante , Frederico de Holanda Bastos , Abner Monteiro Nunes Cordeiro

Análise do uso e cobertura das terras e sua relação com os atributos climáticos caçu-go..... 1568
Regina Maria Lopes(a)José Ricardo Rodrigues Rocha , Ezequiel Pereira da Silva(c) Germano Silva Albuquerque

Análise dos aspectos geológicos e geomorfológicos relacionados à propagação sonora subaquática à jusante da uhe de lajeado – lajeado - tocantins..... 1581
Sandro Sidnei Vargas de Cristo , Luis Eduardo de Souza Robaina Romário Trentin

Análise geomorfométrica da bacia hidrográfica do rio pantanoso, canguçu/rs 1593
Danilo da Silva Dutra, Luís Eduardo de Souza Robaina André Ricardo Furlan

Análise morfométrica da bacia do rio apucaraninha, londrina – pr 1605
Ana Paula Rodrigues dos Santos , Graziele de Melo Bicca, Helian Araújo Oliveira, Larissa Cristina Figueiredo Ramiro, Matheus Henrique de Lala Burity, Marciel Lohmann

Análise temporal do uso do solo na sub-bacia hidrográfica do rio cabuçu-piraquê, zona oeste do município do rio de janeiro, brasil..... 1617
Fabrizio da Costa Barros , Leandro Andrei Beser de Deus), Alexander Josef Sá Tobias da Costa

Aplicação de protocolos rápidos para a avaliação ambiental de nascentes: empecilhos e possibilidades 1633
Juliana A. Cantarino Toledo[1], Mirella Nazareth de Moura[2] , Nicolle Rodrigues Grizendi Rocha[3], Dominique Brunno de Castro Morem[4], Miguel Fernandes Felippe

Aplicação do protocolo de avaliação rápida do córrego sangradouro na cidade de cáceres – mato grosso..... 1645
Cleidiane dos Santos Carvalho , Célia Alves de Souza , Deise Mara Siqueira, Solaine Lourdes Silva, Vinicius Neves da Silva

As mudanças na dinâmica natural dos canais fluviais devido a urbanização 1660
Alessandro Kominecki

Aspectos quantitativos e qualitativos das águas superficiais do reservatório pedras brancas, ce..... 1672
Carine Fernandes Praxedes , Ítalo Sampaio Rodrigues Fernando Bezerra Lopes

Avaliação da qualidade das águas do ribeirão das rosas, juiz de fora/mg, através dos parâmetros od, dbo e e. Coli 1684
Geisa Dias Gaio , Pedro José de Oliveira Machado

Avaliação de métodos de estimativa da descarga sólida total na bacia hidrográfica do rio cascavel em guarapuava/pr 1695
Edivaldo Geffer , Tatiane Wouk

Análise da qualidade da água da bacia hidrográfica do córrego diacuí em jataí - go em novembro de 2018. 1707
Maria Alice Santos Lima , Simone Marques Faria Lopes , Josemária Zulmira Araújo da Silva

Avaliação quantitativa dos impactos da barragem de apertado na estação andaraí (51120000), no rio paraguaçu, bahia. 1719
Msc. Nilton de Oliveira , Dr. Mário Jorge de Souza Gonçalves , Dr. Antonio Puentes Torres, Msc. Robério Barbosa Bomfim

Ação antrópica nas sub-bacias hidrográficas no espaço urbano de teresina – piauí.... 1731
Aline de Araújo Lima , Francisco de Assis Veloso Filho

Bacia hidrográfica do rio muzema e obras de macrodrenagem 1743
Debora Rodrigues Barbosa , Carlos Alberto De Moura Cardoso, Alex Santos Reis, Rafael José Mesquita Pallas

Caracterização fisiográficas da bacia hidrográfica do rio carnaíba de dentro em guanambi – ba. 1755
Jane Mary Lima Castro , Meirilane Rodrigues Maia

Caracterização físico-quimica da água no município de verê-pr 1768
Ronei da Silva Zefino, Ana Paula Mendonça, Carina Petsh, Daniele Sayuri Fujita, Rafaela Harumi Fujita

Caracterização hidrogeoquímica dos sistemas ambientais de cabeceiras de drenagem na depressão do paraíba do sul, município de simão pereira (mg)..... 1780
Luiz Otávio Marques , Lídia Aparecida dos Reis , Saulo de Paula Faria , Stefanie Vieira da Silva , Miguel Fernandes Felippe

Caracterização hidrográfica do rio coruripe-al: aspectos geográficos, ecológicos na drenagem territorial alagoana. 1792
Sandoval Dias Duarte, Ailton Feitosa

Compartimentação territorial em unidades de paisagem aplicada a gestão de bacias hidrográficas 1804
Joalana Araújo Macêdo , Francisco Davy Braz Rabelo , Edson Vicente da Silva

Conectividade hidrossedimentológica na bacia hidrográfica do alto curso do rio piranhas - semiárido paraibano 1816
Jeferson Mauricio Rodrigues , Jonatas Oliveira Vasconcelos Jonas Otavinao Praça de Souza

Caracterização morfométrica e sua relação com as inundações na bacia hidrográfica do rio sesmaria e subbacias, em resende-RJ..... 1828
Angel Loo , Pedro José de Oliveira Machado

Cartografia geomorfológica retrospectiva do setor sul da cidade de araras (sp)..... 1839
Valéria Coghi Bernardelli , Cenira Maria Lupinacci

Diagnóstico dos aspectos geoambientais do alto curso da bacia hidrográfica do santo antônio, ilha do maranhão 1851
Samyra Yanka Almeida Pinheiro Dayana Serra Maciel Quésia Duarte da Silva Danyella Vale Barros França

Erosão lateral na borda do rio amazonas: um estudo na encosta fluvial na orla de parintins, amazonas 1856
João D´Anuzio M. de Azevedo Filho, Rafael dos Anjos Carvalho

Estilos fluviais no alto curso da bacia do rio piancó 1867
Mariá Pires Cunha Graciano Romano , Jonas Otaviano Praça de Souza

Evaporação no lago da barragem de sobradinho, ba..... 1877
Mateus Tomé de Sousa , Gláuber Pontes Rodrigues, José Carlos de Araújo

Geomorfologia fluvial e interações ecológicas na bacia hidrográfica do rio guandu - rj .. 1883
Adão Castro Osdayan , Mônica dos Santos Marçal,, Gabriel Ferreira de Oliveira, Juliana Consolação Dias

Hidrologia do rio paraguai entre cáceres-mt e corumbá-ms, pantanal brasileiro 1894
Edson Rodrigo dos Santos da Silva , Aguinaldo Silva , José Cândido Stevaux

Influência da mudança no uso e cobertura do solo nas apps de nascentes da bacia hidrográfica da foz do rio claro e ribeirão indaiá, goiás. 1906
Ana Flávia Soares Carneiro, Pâmela Camila Assis

Identificação dos estilos fluviais do rio macabu, região norte do estado do rio de janeiro 1911
Camila Ignez Santana , Mônica dos Santos Marçal , Isabela Belmira Santos Giarola

O ritmo das águas e o cotidiano das escolas ribeirinhas de parintins-am: a vazante e os desafios para a educação do campo na escola municipal são sebastião 1923
Rildo Oliveira Marques , Cláudia Cristina Garcia Batalha, Hugo Levy da Silva de Melo, Roberto Greco

Planejamento ambiental e gestão das águas: inventário ambiental da bacia hidrográfica do rio buquira – monteiro lobato (sp) 1935
Kátia Fernanda Pereira Marques

Pressões ambientais e alterações de uso e ocupação do solo na bacia do alto rio das velhas, região de belo horizonte - MG 1946
Rodrigo Silva Lemos , Guilherme Eduardo Macedo Cota , Jeam Alcântara , Antônio Pereira Magalhães Júnior

Rede de drenagem, conectividade e agrotóxicos na região pontal do paranapanema, São Paulo, Brasil..... 1958
Paulo Cesar Rocha; Carla Rodrigues Santos; Renata Ribeiro de Araújo; Maria Cristina Rizk; Aline Aparecida dos Santos; Beatriz A. Carmo

Regime hidrológico do sistema fluvial tocantins- araguaia na região de marabá-PA. .. 1972
Cleiton Sodré Guedes, Fabrício Aníbal Corradini, Carlos Alberto Araújo Campos

Tempo de recorrência da vazão de margens plenas nos rios das regiões oeste e sudoeste do estado do paraná 1984
Oscar Vicente Quinonez Fernandez

Tipos de uso e ocupação da terra e seus efeitos sobre a geoquímica das águas em uma bacia hidrográfica do sudoeste amazônico – acre..... 1997
Waldemir Lima dos Santos , Cristina Helena Ribeiro Rocha Augustín

Transporte fluvial de sedimentos sob escoamento de base: o caso dos rios saco e codozinho, codó-MA 2011
Nazaré Suziane Soares , Gabriela Pinheiro Feitosa, José Carlos de Araújo

Uso da terra e situação ambiental das faixas marginais de proteção de corpos hídricos (fmps) da bacia hidrográfica do rio uberabinha/mg..... 2023
Lara Luíza Silva , Vanderlei de Oliveira Ferreira

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ANÁLISE CRÍTICA DOS TRABALHOS DE CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DO RELEVO E DRENAGEM NA BACIA AMAZÔNICA

João Paulo Soares de Cortes [a], Johnathas Siqueira Rodrigues [a]
João Paulo Soares de Cortes, Johnathas Siqueira Rodrigues

[a] Instituto de Ciência e Tecnologia das Águas, Universidade Federal do Oeste do Pará, decortesjps@gmail.com

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

A utilização de índices morfométricos para caracterização de padrões de relevo e drenagem, assim como para formulação de estrategias de gestão e planejamento ambiental tem sido ampliada com o acesso às geotecnologias e técnicas de sensoriamento remoto. Na bacia hidrográfica amazônica, apesar de certas limitações para extração destes dados, como baixa amplitude média do relevo, se torna fundamental o uso de ferramentas que sejam capazes de fornecer informações em áreas de acesso restrito e com dados de base escassos e em escalas iadequadas para análise regional. Este trabalho analisa parte da produção bilbiográfica que se utiliza de dados morfométricos na bacia amazônica de modo a avaliar a aplicabilidade destes dados, a espacialidade das amostragens e das produções, entre outros padrões. Os resultados indicam a possibilidade de que seja intensificada a interpretação dos dados levantados por parte dos pesquisadores que se utilizam destes índices.

Palavras chave: Análise Quantitativa; Planejamento Ambiental; Gestão de Recursos Hídricos; Geomorfologia; Metodologia

Introdução

A utilização de dados morfométricos em geomorfologia têm sido difundida desde a segunda metade do século passado, como uma maneira de se buscar resultados mais objetivos e replicáveis. Dentre as vantagens da utilização destes dados está a possibilidade de buscar padrões que possam evidenciar processos em curso ou passados e categorizar áreas de acordo com critérios objetivos, permitindo a comparação entre diferentes bacias, por exemplo. Por outro lado, o tratamento estatístico destes dados permite que os mesmos sejam confrontados com padrões esperados como uma ferramenta de investigação de processos tectônicos (Jordan, 2003). Outra aplicação importante se refere à caracterização de bacias hidrográficas como suporte para análises de impactos e riscos ambientais e ações de planejamento e manejo.

No Brasil, esta abordagem passou a ser amplamente utilizada com o auxílio dos trabalhos de Christofoletti (1980). Com o avanço dos sistemas de informação geográficos (SIGs), o aumento da capacidade computacional e a disponibilidade de dados gratuitos e com resolução adequada sobre o relevo a nível global, o acesso à métricas que representem o relevo e a drenagem foi ampliado e facilitado. A extração automática destes parâmetros, no entanto, apresenta limitações, que podem ser ampliadas em determinados terrenos (onde há baixa amplitude de relevo, por exemplo) e de acordo com os sensores utilizados na aquisição dos dados que podem ou não ser sensíveis a fatores como presença de nuvens e cobertura vegetal espessa. Neste sentido, a região amazônica apresenta uma série de fatores que devem ser considerados na aplicação de técnicas de extração e análise de dados morfométricos.

O objetivo deste trabalho é avaliar uma gama de trabalhos publicados no Brasil utilizando como critério espacial a bacia hidrográfica amazônica, de modo a se comprender a aplicabilidade destes estudos e outros padrões relativos a esta produção, como índices mais utilizados, áreas amostradas e origem das pesquisas.

1. Materiais e Métodos

Foram levados em consideração trabalhos publicados entre os anos de 2007 e 2017, em língua Portuguesa, e disponíveis nas bases de dados Google Acadêmico e Scielo. A Tabela 1 foi organizada com o nome do primeiro autor e o ano de publicação, instituição do primeiro autor, localização das bacias onde foram realizadas as análises, classe de índices morfométricos utilizados e os objetivos do trabalho. As localizações das bacias hidrográficas foram plotadas em um mapa contendo como plano de fundo a rede hidrográfica amazônica dividida em subbacias de maior ordem com auxílio do software ARCGIS 10.2.

A classificação dos índices morfométricos seguiu a proposta de Tonello (2005), que considera três classes distintas; características geométricas (ex. coeficiente de compacidade, fator de forma, área, perímetro, índice de circularidade, densidade hidrográfica) características do sistema de drenagem (ex. ordem hierárquica de Strahler, densidade de drenagem-Dd, qualificação da Dd, extensão média de escoamento superficial, índice de sinuosidade, razão de bifurcação) e características do relevo (ex. índices de declividade, curva hipsométrica, elevação média da bacia, altitudes máxima, mínima e média, amplitude altimétrica, gradiente de canais, relação de relevo, fator de simetria topográfica transversal).

Os objetivos dos trabalhos foram classificados em caracterização fisiográfica, quando não houve uma proposta de aplicação clara aos dados levantados e gestão e planejamento ambiental, quando os resultados apontaram para medidas e fatores a serem observados no processo de gestão das bacias analisadas.

2. Resultados e Discussão

Os trabalhos analisados revelaram que há uma concentração de áreas amostradas, que incluem bacias em áreas urbanas e próximas aos centros de produção dos conhecimentos. Belém e Manaus foram as cidades com mais estudos de caso aplicados. Os desafios enfrentados por estas cidades com respeito à drenagem urbana incluindo problemas com

enchentes alagamentos ou mesmo estiagem são utilizados como justificativa para realização dos trabalhos (figura 1A). O padrão de produção de conhecimentos nesta área de certa forma refletiu o próprio processo de ocupação da região amazônica, com bacias extensas como a dos rios Trombetas e Nhamundá não tendo sido representadas dentro da amostragem analisada, gerando grandes lacunas de produção de conhecimento nesta área.

Um ponto interessante observado foi que a maior parte das instituições onde foram realizados os estudos pertencem à região da Amazônica, um fator considerado positivo devido a estas instituições estarem próximas aos problemas que envolvem suas respectivas áreas de atuação. Os demais autores dos trabalhos foram advindos de instituições amazônicas e de outras regiões brasileiras o que indica também a presença de redes de investigação ativas nestas áreas de pesquisa.

Com relação a aplicação dos dados morfométricos levantados, foi observado que a maioria dos trabalhos objetiva caracterizar fisicamente as bacias, a fim de gerar subsídios para aplicações futuras, sem no entanto se aprofundar na aplicação concreta dos resultados. Exceções a esta regra aparecem em Ataíde *et al* (2017), Santos *et al* (2016), Rocha *et al* (2016), Nascimento *et al* (2012), Umetsu *et al* (2011) e Lira *et al* (2010) que apresentam análises mais complexas dos dados levantados, interpretando o significado dos índices morfométricos com relação ao planejamento e uso dos recursos hídricos. A figura 1B ilustra a porcentagem de trabalhos que expressaram claramente em seus objetivos e resultados as implicações dos índices obtidos em estratégias de gestão e manejo das bacias estudadas.

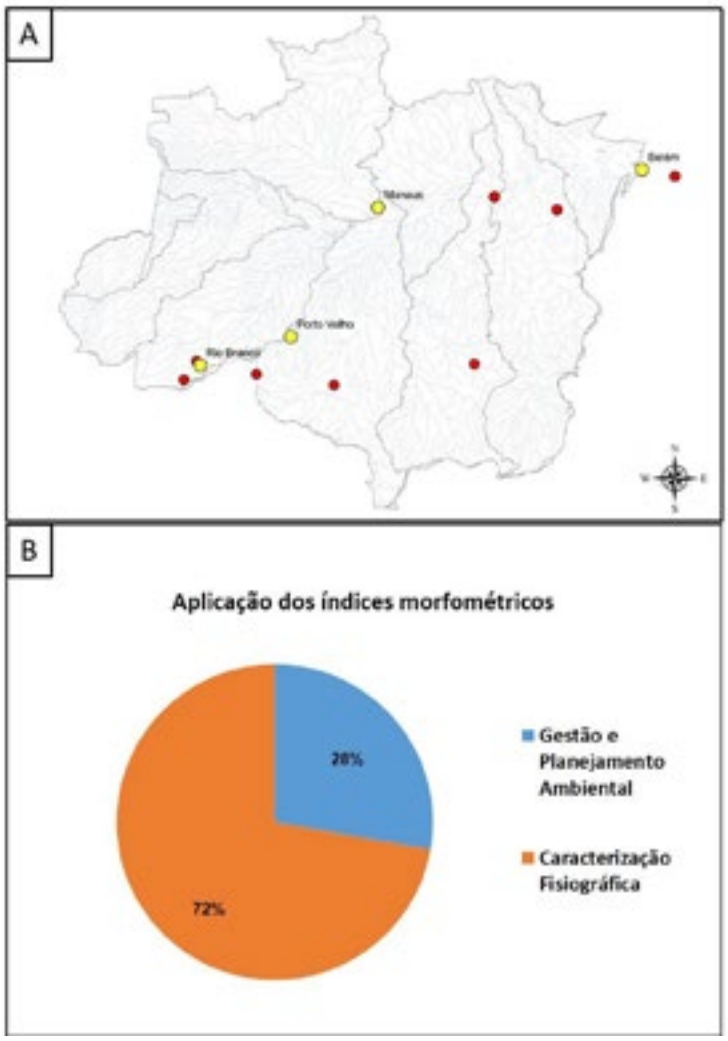


Figura 1- Distribuição espacial das bacias estudadas nos trabalhos amostrados (A) e porcentagem relativa de trabalhos que associaram os resultados obtidos com estratégias de gestão e planejamento ambiental (B)

Os resultados obtidos foram sintetizados na Tabela 1, que relaciona os autores e ano, instituição de origem do primeiro autor, área da bacia hidrográfica estudada, tipos de índices extraídos (geométricos, de relevo e drenagem) e os objetivos do trabalho. Através da análise da tabela, é possível observar, entre outras coisas que a maioria dos trabalhos considerou índices associados de relevo e drenagem assim como os geométricos.

AUTOR/ANO	INSTITUIÇÃO	ÁREA DE ESTUDO	FATORES/INDICES MORFOMÉTRICOS	OBJETIVO DO TRABALHO
Ataide et al (2017)	UFPA	Bacia hidrográfica do Rio Taua (PA)	**Geométrica** **Drenagem** **Relevo**	Gestão e Planejamento Ambiental
Pontes et al (2017)	UFCG	11 bacias hidrográficas, no município de Belém-PA	**Geométrica** **Drenagem** **Relevo**	Gestão e Planejamento Ambiental
Santos et al (2016)	UEPA	Rio Moju, bacia do rio Curuá-Una. (PA)	**Geométrica** **Drenagem** **Relevo**	Caracterização Fisiográfica
Sousa et al (2016)	UFAM	16 municípios, alto Solimões e médio Amazonas (AM)	**Geométrica** **Drenagem** **Relevo**	Caracterização Fisiográfica
Rodrigues et al (2016)	UFPA	Igarapé da Prata, Capitão Poço, PA	**Geométrica** **Drenagem** **Relevo**	Caracterização Fisiográfica
Santos et al (2016)	UEPA	Belém (PA)	**Geométrica** **Drenagem** **Relevo**	Gestão e Planejamento Ambiental
Marinho et al (2016)	UFAM	Manaus (AM),	**Geométrica** **Drenagem** **Relevo**	Caracterização Fisiográfica
Rocha et al (2016)	UFPB	Ji-Paraná (RO)	**Geométrica** **Drenagem** **Relevo**	Gestão e Planejamento Ambiental
Abud et al (2015)	Secretaria de Estado de Extensão Rio Branco (AC)	Xapuri (AC)	**Geométrica** **Drenagem** **Relevo**	Caracterização Fisiográfica
Ribeiro et al (2015)	UFRA	Igarapé do Una, Belém. (PA)	**Geométrica** **Drenagem** **Relevo**	Caracterização Fisiográfica

Araújo et al (2015)	UFRA	Altamira (PA)	**Geométrica** **Drenagem**	Caracterização Fisiográfica
Costa et al (2013)	UFAM	Manaus (AM)	**Geométrica** **Drenagem** **Relevo**	Caracterização Fisiográfica
Lira et al (2012)	UFAC	A bacia do Igarapé Amaro está localizada no município de Rio Branco	**Geométrica** **Drenagem** **Relevo**	Caracterização Fisiográfica
Melo et al (2012)	UEA	Bacia do rio Solimões, (AM)	**Geométrica** **Relevo**	Caracterização Fisiográfica
Nascimento et al (2012)	UFAC	Rio Branco e Bujari (AC)	**Geométrica** **Drenagem**	Gestão e Planejamento Ambiental
Umetsu et al (2011)	UNEMAT	Carlinda, MT.	**Geométrica** **Drenagem** **Relevo**	Gestão e Planejamento Ambiental
Ibanez et al (2011)	USP	Rios Urubu e Uatumã (AM)	**Relevo**	Caracterização Fisiográfica
Marcuzzo et al (2011)	CPRM/SGB	A sub-bacia abrange 70 municípios (AM, MT, PA e RO)	**Relevo**	Caracterização Fisiográfica
Lira et al (2010)	UFAC	Rio Branco (AC)	**Geométrica** **Drenagem** **Relevo**	Gestão e Planejamento Ambiental
Lima et al (2009)	UNIR	Porto Velho e Nova Mamoré (RO)	**Geométrica** **Drenagem** **Relevo**	Caracterização Fisiográfica

Tabela I – Síntese dos trabalhos analisados

3. Considerações Finais

Os resultados obtidos permitem que seja traçado um panorama das pesquisas em geociências que se utilizam de índices morfométricos ao longo da porção brasileira da bacia hidrográfica amazônica entre os anos de 2007-2017. A amostragem realizada não buscou

esgotar todos os trabalhos mas sim obter uma parcela dos estudos que indicasse padrões de produção do conhecimento, especialmente em termos espaciais (quais áreas estão sendo analisadas, onde estão os pesquisadores) e de aplicação. Sobre a aplicação destes estudos a pergunta feita foi "os dados extraídos estão sendo interpretados em termos de seu significado na conformação do relevo ou para aplicação em estratégias de gestão e planejamnto ambiental?". Os resultados indicaram que a intepretação e aplicação destes índices muitas vezes é deixada para trabalhos futuros, limitando o objetivo dos trabalhos à caracterização fisiográfica de bacias.

Desta maneira, o padrão encontrado a partir do recorte feito indica a possibilidade de que os índices morfométricos sejam aplicados de maneira mais efetiva nos estudos em que são utilizados. Uma possibilidade de investigar se de fato há uma percepção concreta das possibilidades de aplicação destes índices é através de um levantamento semelhante em estudos técnicos a partir da seguinte prespectiva; estarão os estudos técnicos de ordenamento territorial e ambiental (planos de manejo, diagnósticos ambientais, zoneamentos ecológico-econômicos, planos diretores) levantando e utilizando informações morfométricas e as interpretando para formulação de estratégias de gestão e planejamento?

3. Referências Bibliográficas

ABUD, E. A.; LANI, J. L.; ARAÚJO, E. A; AMARAL, E.F.; BARDALES, N. G; FILHO, E. I. F. Caracterização morfométrica das sub-bacias no município de Xapuri: subsídios à gestão territorial na Amazônia Ocidental. Secretaria de Estado de Extensão Agro-florestal e Produção Familiar, Rio Branco, AC. 11p. 2015.

ARAÚJO, M. G. S.; ALVES, E. S.; CAMPOS, M. S.; MONTEIRO, N. B. Delimitação e caracterização morfométrica da sub-bacia da foz do rio iriri no município de Altamira-Pará-Amazônia. In: VI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 23 a 26., 2015.

ATAIDE, L. C. P.; RODRIGUES, R. S. S.; PESSOA, F. C. L. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Tauá, nordeste paraense. In: Revista Brasileira de Gestão Ambiental, 07., 2017, Pombal – PB. Anais. v. 11, p.130-138.

CHRISTOFOLETTI, A., Geomorfologia. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

COSTA, E. B. S.; SILVA, C. L.; SILVA, M. L. Caracterização física de bacias hidrográficas na região de Manaus– AM. Revista Caminhos de Geografia, 17., 2013, Uberlândia. Anais. v. 14, p. 93–100.

IBANEZ, D. M.; RICCOMINI, C. O uso da assimetria de bacias para o estudo neotectônico na Amazônia Central. Curitiba, PR: INPE. 2011. p.3467.

JORDAN G Morphometric analysis and tectonic interpretation of digital terrain data: a case study. Earth Surf Proc Land 28:807–822, 2003.

LIMA, J. S.; CAETANO, N. R. ; NUNES, D. D. CHECCHIA, T. E. Caracterização Mormofétrica da Bacia do Rio Mutum Paraná-RO. In: XVIII Seminário Final de Iniciação Científica, 2009, Porto Velho. XVIII Seminário Final de Iniciação Científica, 2009.

LIRA, E. M.; SANTOS, W. L.; OLIVEIRA, J. S. Correção da rede de drenagem e morfometria da bacia do igarapé judia – Acre – brasil. In: VIII Simpósio Nacional de Geomorfologia, 2010, Rio Branco. p. 8-20.

LIRA, E. M.; NASCIMENTO, F. I. C.; ALMEIDA, G. O. Análise morfométrica da bacia hidrográfica do igarapé amaro, Acre-brasil. Revista Geonorte, 2012, Rio Branco. V.3, N.4, p. 606-616.

MARINHO, R. R.; SILVA, E. C. M. Análise morfométrica de áreas afetadas por inundação urbana em Manaus (AM). Revista Caminhos da Geografia, Uberlândia, v. 17, n. 59, p. 162–176, 2016.

MARCUZZO, F. N.; ROMERO, V.; CARDOSO, M. R. D.; FILHO, R. F. P. Hipsometria da sub-bacia 17 na região hidrográfica do rio Amazonas. In: XL Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola – CONBEA, 28., 2011, Cuiabá - MT, Brasil.

MELO, E. C. Fatores de controle dos fluxos fluviais de material em suspensão em diferentes cenários climáticos na bacia do rio Solimões. Manaus, 2012. 166 p.

NASCIMENTO, F. I. C.; SANOTS, W. L.; LIRA, E. M.; ARCOS, F. O. Caracterização Morfométrica como Base para o Manejo da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco – Acre. Revista Brasileira de Geografia Física, 2012, Rio Branco. V.06, N.02. 170-183.

PONTES, M. L. C.; LIMA, A. M. M.; JUNIOR, J. A. S.; SADECK, C. C. A. Dinâmica das áreas de várzea do município de Belém/PA e a influência da precipitação pluviométrica na formação de pontos alagamentos. Caderno de Geografia, 2017, Belém-PA. v.27, n.49, p. 285.

RIBEIRO, E. G. P.; FERREIRA, B. M.; MACIEL, M. N. M.; PEREIRA, B. W. F.; SOARES, J. A. C. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do igarapé do una por meio de

geotecnologias. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer, 2015, Goiânia. v.11 n.21; p. 2961.

ROCHA, V. N. L.; SANTOS, C. A. G. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio nazaré, ji-paraná, Rondônia. In: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, 2016, JI-PARANÁ-RO. Anais do Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental e Sustentabilidade Vol. 4, 2318-7603.

RODRIGUES, R. S. S.; FERNANDES, L. L.; CRISPIM, D. L.; VIEIRA, A.S.A.; PESSOA, F.C.L. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Igarapé da Prata, Capitão Poço, Pará, Brasil. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, 2016, Pombal-PB. v. 11, n.3, p.143-150.

SANTOS, L. S.; GUTIERREZ, C. B. B.; PONTES, A. N.; SOUZA, A. A. A.; MARTORAN, L. G.; JUNIOR, O. M. S. Geotecnologia aplicada na análise de bacias hidrográficas e rede de drenagem: estudo das bacias hidrográficas do murucutu e aurá, Belém, Pará. Revista Sodebras, 2016, Belém- PA. Vol. 11, n. 124, p. 1809-3957.

SANTOS, L. S.; MARTORANO, L. G.; BATALHA, S. S. A.; PONTES, A. N.; TANCREDI, N. S. H. Morfometria da sub-bacia do rio Moju na flona do tapajós, oeste do Pará. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer, 2016, Goiânia. v.13, n.24; p. 755.

SOUSA, J. S.; ARRAES, C. L.; COSTA, A. L. Caracterização morfométrica de sub-bacias hidrográficas na calha do rio Solimões /Amazonas. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia para Recursos Amazônicos (Sensoriamento Remoto)-UFAM-ICET. Manaus-AM. 2016.

TONELLO, K.C. Análise hidroambiental da bacia hidrográfica da cachoeira das Pombas, Guanhães, MG. 2005. 69p. Tese (Doutorado em Ciências Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

UMETSU, R. K.; PEREIRA, N.; CAMPOS, E. M.; UMETSU, C. K.; MENDONÇA, R. A. M.; BERNASCONI, P.; CAMARGO, M. F. Análise morfométrica e socioambiental de uma bacia hidrográfica amazônica, Carlinda, MT. Revista Árvore, 2012, Viçosa-MG. v.36, n.1, p.83-92.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

A CONFIGURAÇÃO DE VALE E SUA RELAÇÃO NA COBERTURA E USO DA TERRA DO RIO ARIPIBÚ — PE

Leandro Dioméio João dos Santos [(a)], Carla Suelania da Silva [(b)], Wemerson Flávio da Silva [(c)], Osvaldo Girão da Silva [(d)]

[(a)] Departamento de Gegrafia / UFPE, leandrodiomerio@hotmail.com
[(b)] Departamento de Gegrafia / UFPE, csuelania.geografia@gmail.com
[(c)] Departamento de Gegrafia / UFPE, wemerson.fsilva@gmail.com
[(d)] Departamento de Gegrafia / UFPE, osgirão@gmail.com

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo/

A área de estudo fica localizada na mata meridional de Pernambuco, tendo como objetivo a identificação do confinamento do vale do rio Aripibú e sua relação com o uso da terra, analisando os processos morfodinâmicos vigentes dessa paisagem. Nesse sentido, apropriou-se das técnicas de geoprocessamento, sobretudo relacionadas a drenagem de bacias hidrográficas, utilizando o *software* ArcGis 10.3. A metodologia baseou-se na determinação de confinamento de vale de *Brierley* e *Fryirs*, e no trabalho de campo houve a validação dos mapas, dos tipos de vales, das coberturas e usos da terra. Os resultados apontaram a existência dos 03 tipos de confinamento de vales do rio Aripibú divididos em 06 trechos, dos quais cada confinamento tem uma maior predisposição aos processos atuantes, a carta assim criada contribui nos estudos relacionados a geomorfologia fluvial, na compreensão dos diferentes processos erosivos e deposicionais, principalmente no entendimento do sistema fluvial do rio Aripibú.

Leandro Dioméio João dos Santos, Carla Suelania da Silva, Wemerson Flávio da Silva, Osvaldo Girão da Silva

Palavras chave: Vale fluvial. Uso da terra. Morfologia do canal. Rio Aripibú.

1. Introdução

A geomorfologia é imprescindível na análise da paisagem, destaca-se nesse trabalho a geomorfologia fluvial para melhor compreensão da dinâmica do espaço das bacias hidrográficas (BIGARELLA, 2003; CHRISTOFOLETTI, 1981). Sendo a bacia uma demostração perfeita do sistema geomorfológico, visto a mesma receber energia do clima e liberar energia e matéria através do deflúvio, ocasionando toda a dinâmica ocorrente no sistema fluvial (LIMA, 2008). Assim, a bacia hidrográfica segundo Botelho e Silva (2004), seria a célula básica na análise do ambiente para um sistema constituído naturalmente. O vale fluvial seria a forma de relevo esculpida pelos cursos fluviais, tendo uma representação transversal indo do talvegue até as duas vertentes.

Ressaltando a intenção do cursos fluviais com as vertentes interfluviais, além da dissecação gerada é influenciada por outros componentes do sistema, a exemplo da tectónica, litologia, clima e dentre outros (GUERRA e GUERRA, 1997; CHRISTOFOLETTI, 1981). O confinamento do vale proposta por *Brierley* e *Fryirs* (2005), na qual se tem a classificação dos estilos fluviais, onde associa varias características geomorfológicas e hidrodinâmicas marcadas a partir do segmento do rio. Isto é, o mesmo é segmentado de acordo com as suas particularidades levando a compreensão do funcionamento e desenvolvimento do sistema fluvial. As partes do canal são analisadas por três elementos, sendo eles: planta do canal, unidades geomórficas da bacia e textura do leito (*BRIERLEY* e *FRYIRS*, 2005).

Em relação aos processos morfodinâmicos temos a erosão linear e laminar, movimentos de massa, alagamentos e assoreamento do canal. No qual, a morfodinâmica se refere às relações processuais na escala de tempo histórico, onde a espécie humana é o principal agente das modificações na paisagem (CASSETI, 2005). O homem atualmente é um agente modelador da morfologia da superfície da Terra, tendo técnica e tecnologia para alterar de maneira rápida e intensa a fisiologia da paisagem. O conhecimento dos usos da terra na bacia são primordiais e os vales fluviais do rio Aripibú tem seus usos principais relacionados as ativdades agropecuárias (cana-de-açúcar e pecuária) e as áreas urbanas. Essas atividades agrícolas crescem através da destruição da vegetação (STEVAUX, 2017). A agropecuária traz muitos problemas ao sistema fluvial com destaque para a qualidade da água, aumento do escoamento e entulhamento da drenagem (CUNHA, 2012).

2. Materiais e métodos

A pesquisa se encontra localizada na bacia hidrográfica do rio Aripibú (FIGURA 01). O rio Aripibú tem sua nascente no município de Escada, com extensão aproximada de 25 km, percorrendo uma direção noroeste-sul atravessando o território dos municípios de: Escada, Gameleira, Primavera e Ribeirão (FIGURA 01). O canal principal corta a cidade de Ribeirão, incluída na Mesorregião da Mata Pernambucana, na Microrregião da Mata Meridional.

A metodologia foi baseada no método sistêmico vislumbrando as interações dos elementos naturais e antrópicos presentes na paisagem. Isso contribuiu no conhecimento do funcionamento do sistema fluvial da bacia hidrográfica do Aripibú, analisando a morfodinâmica do ambiente de forma holística. A pesquisa se baseou no geoprocessamento, trabalho de campo e a classificação de vales fluviais de *Brierley* e *Fryirs* (2005). Os mapas foram confecionados com as imagens da ALOS (2006), o ArcGis 10.3, o Google Earth Pro e o Manual de uso da terra do IBGE (2013).

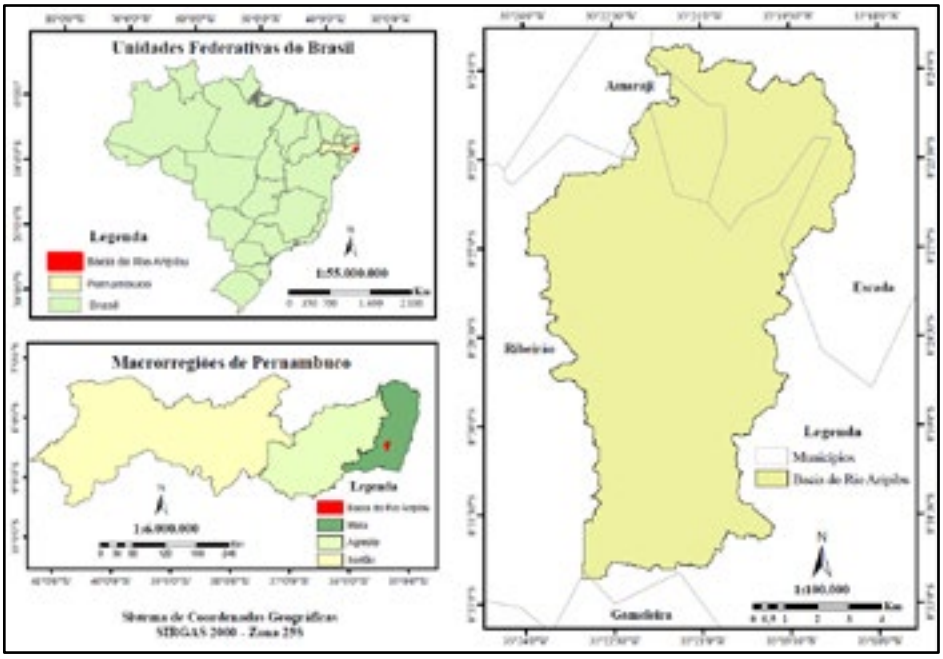


Figura 01 – Localização da area de pesquisa.
Fonte - Santos *et al.* 2018, modificado pelos autores.

3. Resultados e discussões

O rio Aripibú tem seu canal principal constituído dos três tipos de confinamento do vale: confinado, lateralmente não confinado e parcialmente não confinado (FIGURA 02). Tendo este um tamanho longitudinal de 25 km, sendo dividida em 02 segmentos confinado, abrangendo cerca de 3,10 km, 02 lateralmente não confinado, compreendendo aproximadamente 10 km e 02 partes de parcialmente confinado, com 11, 9 km. O ponto

01(FIGURA 02), é vale confinado, onde tem menos de 10% de planície de inundação. Esse detém um controle das encostas sobre o mesmo, devido à questões estruturais e litológicas. Isso leva esse seguimento do rio a ter um vale com perfil transversal em forma de V, tendo uma forte incisão vertical do canal e com encostas com declividades muito forte. Dessa maneira, o rio tem seus processos e formas mais restritos, possuindo matacões na encosta (FIGURA 03 A), fundo rochoso e patamares com bolsão de sedimentos após os *knickpoints*.

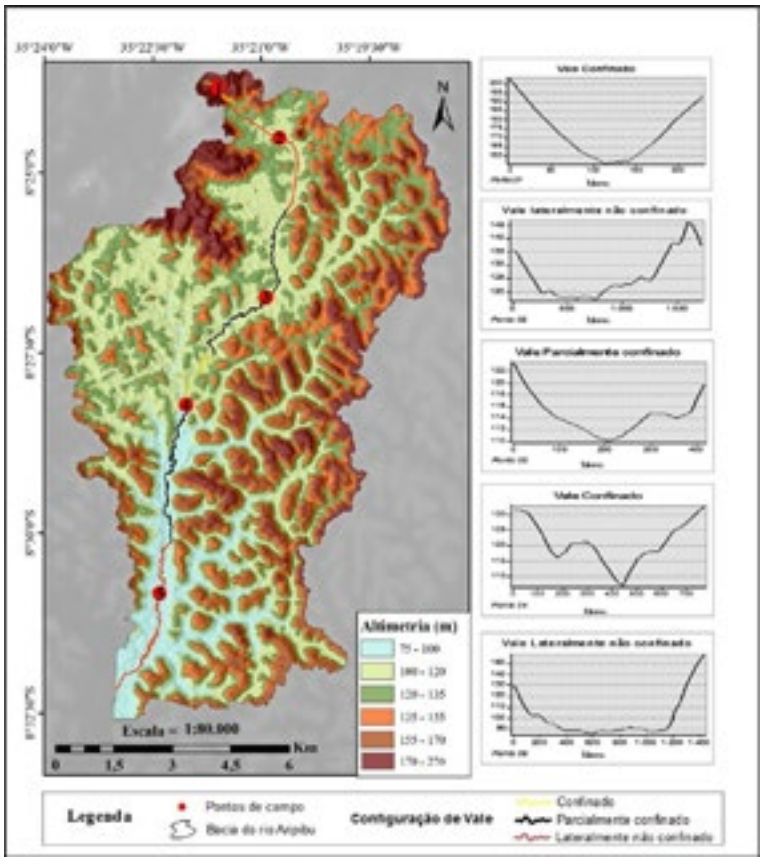


Figura 02 - Padrões de confinamento do vale da bacia do rio Aripibú, Pernambuco. Fonte – Santos *et al.* 2018, modificando pelos autores.

Esse segmento do canal (FIGURA 02), com vale confinado encontra-se no alto curso do rio, e o ponto 1 está localizado no conjunto das nascentes múltiplas da bacia Aripibú. E mesmo estando numa área de características de alto curso com encostas íngremes, existem pequenos patamares dos quais após a queda da água ocorre pequenos depósitos nos vários

canais. Em relação ao uso e ocupação da terra, nessa parte do vale confinado, encontramos cana-de-açúcar, pecuária, usos diversos, vegetação e área de uso não identificado (FIGURA 03).

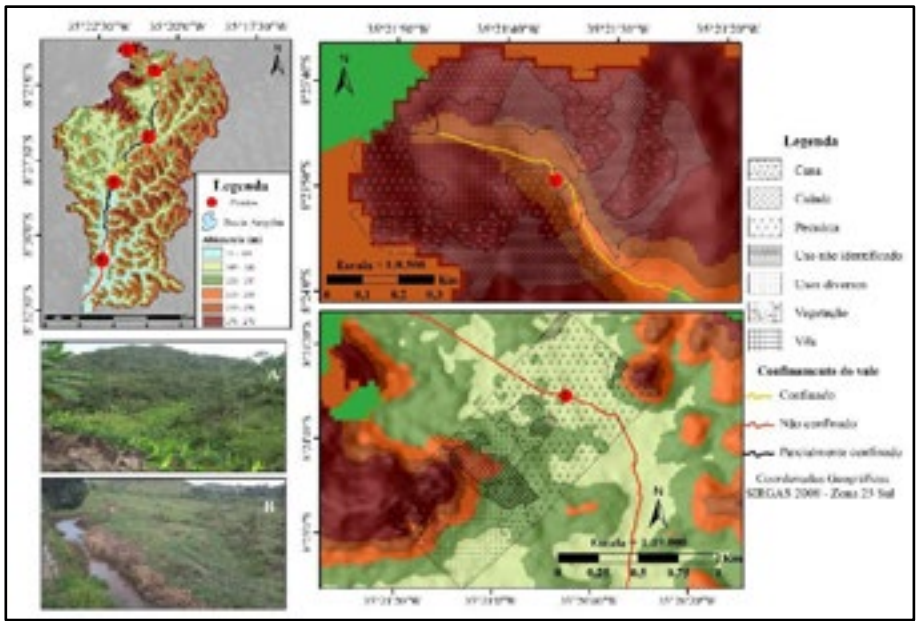


Figura 03 - Uso e ocupação da terra do vale no ponto 1 e 2 e duas fotos (A; B) do trecho de vale confiando e vale lateralmente não confinado, respectivamente.

A cana-de-açúcar, ocupa as áreas de encostas das colinas e após a retirada da cana o solo fica exposto num período das precipitações. Nesse sentido, a exposição do solo a chuva, a declividade muito forte e o comprimento grande da encosta desencadeiam e intensifica os processos erosivos laminares e lineares. No fundo, estreito e rochoso do vale no ponto 1 (FIGURA 03), os bolsões de sedimentos ficam estocados até um evento de grande *input* climático para carrear esse material. A pecuária nesse espaço ocupa duas partes do vale, com sua maior parte da área ocupada por vegetação herbácea. Esse uso encontra-se também na encosta tendo sua declividade variando de muito forte a forte, chegando até o canal principal. Os animais criados são na sua maioria bovina e em seguida viria os equinos, utilizando-se o sistema de pecuária extensiva. Os processos na área é a erosão laminar e linear, sendo constatado a concentração do escoamento superficial pelo caminho percorrido dos animais.

A área de usos diversos é caracterizada por conter pequenas áreas destinadas a subsistência, como os cultivos permanentes das frutíferas onde se encontra a banana (FIGURA 03 A), manga, cajá e dentre outras; pequenas residências; alocações para os animais; pequenos espaços a animais a exemplo boi, cavalo, galinhas, cabra e outros. Nesse segmento, os processos são as inundações nos momentos de precipitações significativas e a erosão laminar e linear. A erosão linear ocorre através das feições de sulcos e ravinas próximo as residências desses espaços.

A vegetação do ponto 1(FIGURA 03 A), seria resquício da área florestal pioneira. Essa ocupação detém três áreas ocupando boa parte da encosta tanto na margem esquerda como na direita, com um grau de conservação regular. A vegetação protege as várias nascentes da formação do rio Aripibú, atenuando os processos erosivos, movimentos de massa e retroalimenta as nascentes com a infiltração. Por fim, o uso não identificado do ponto 1, no qual a observação no laboratório e campo foi insuficiente para afirmar a utilidade daquele espaço. A hipótese primordial dessa área seria locais onde já ocorreu alguma atividade agropecuária e foi abandonada estando a mesma em processo de recuperação da vegetação.

O ponto 2 (FIGURA 02), retrata o primeiro trecho com o vale lateralmente não confinado, no qual tem mais de 90% de planícies de inundação contínuas, possibilitando os canais retrabalhar os seus limites. Nesse sentido, o perfil transversal do vale deixa de ser em forma de V e vai para encostas mais distantes do canal principal, tendo um terraço maior. Neste segmento, o rio tornar-se mais sinuoso inclusive com presença de meandro abandonando, isso ocorre devido a baixa declividade e pouca energia do fluxo fluvial. Assim, o vale fica colmatado dos sedimentos fazendo o canal meandrar nesse material (FIGURA 03).

O uso e ocupação da terra desse ponto 02 são cana de açúcar, pecuária, usos diversos, vegetação e área de uso não identificado (FIGURA 03). O cultivo da cana ocorre tanto na encosta como na planície. A pecuária extensiva ocupa a maior parte da planície (FIGURA 03 B). Os diversos usos encontrados no ponto 2, estão localizados na encosta visto a pecuária ser

o uso primordial e ocupar a maior parte da planície. Nesses diversos usos, tem a fruticultura como o coco, algumas árvores frutíferas a exemplo da manga, criação de pequenos animais e áreas para pasto próximo a casas dos animais e residências. A vegetação encontra-se em pequenos espaços nas colinas, sendo diminuída pela queimada da cana, pecuária e dos usos diversos. A área de uso não identificado condiz com as mesmas características do ponto 1, estando localizada na parte baixa da colina. Os processos existentes no ponto 2 (FIGURA 03), são similares do ponto 1, sendo eles: erosão linear e laminar, inundação e movimentos de massa.

O ponto 03 (FIGURA 02), tem vale parcialmente confinado com a presença de 10 a 90% da planície de inundação descontínua, tendo a presença de materiais antigos e coesos, e formação de várzeas. No ponto 3, observa-se uma barra de acreção lateral e longitudinal (FIGURA 04 A), com incisão no material sedimentar na margem esquerda. Além da margem direita ter o terraço mais elevado, logo no momento de inundação não ocorre extravasamento. Nesse sentido, o canal é caracterizado como parcialmente confinado, por não ocorrer inundação de água e sedimentos na margem direita. Frisando, que a margem esquerda acontece o transbordamento, onde na margem direita só acontece com um *input* de energia maior no sistema fluvial. E sobre a borda direita existe uma ferrovia, agravando o barramento do fluxo.

Em relação aos usos e ocupação da terra do ponto 3 (FIGURA 04), temos cana-de-açúcar, pecuária, usos diversos, vegetação e vila. A cana está inserida nas colinas do topo a encosta nas áreas mais afastadas do canal e na base da encosta próximo ao rio na margem direita. A pecuária ocupa novamente o maior território do espaço mapeado, dispondo-se desde as proximidades do canal até as encostas das colinas. Os usos diversos são três pequenas áreas com residências no centro e algumas árvores e casas dos animais no entorno tendo uma menor expressão territorial em relação ao ponto 2.

A vegetação (FIGURA 04), continua sendo pequenos núcleos cercados pela atividade da pecuária extensiva e o cultivo monocultor da cana-de-açúcar, encontrando-se na maioria distante do canal principal, nas colinas. A vila tem sua disposição nas proximidades do canal,

por ser áreas de declividades mais planas e necessitar do rio como recurso hídrico para diversos fins. Os processos morfodinâmicos relacionados ao uso e ocupação do ponto 03 são: movimentos de massa, inundação, erosão linear e laminar.

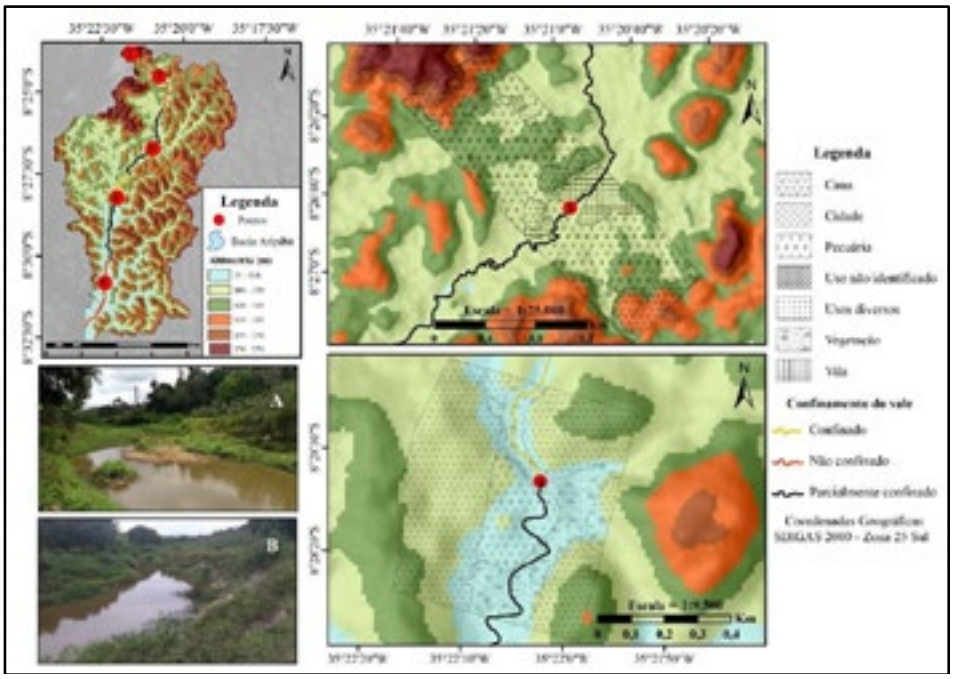


Figura 04 - Uso e ocupação da terra do vale no ponto 3 e 4 e duas fotos (A; B) do trecho de vale parcialmente confiando e vale lateralmente confinado, respectivamente.

Na plantação da cana-de-açúcar predomina a erosão laminar, com presença de pequenas incisões principalmente nas encostas das colinas. E devido o corte das estradas nas encostas das colinas para dar acesso ao cultivo da cana surge uma maior susceptibilidade a movimentos de massa, principalmente os deslizamentos. A pecuária, mesmo ocupando a maior parte da área analisada está mais sobre baixa declividade, isso contribui para o principal impacto ser a erosão laminar e inundação. Às três áreas dos usos diversos possuem o mesmo impacto da pecuária e a vila atua na impermeabilização do solo, ocasionando maior escoamento superficial e por se encontrar na proximidade do canal principal sofre com inundações.

O ponto 4 (FIGURA 04), tem dois confinamentos de vale, sendo caracterizados como confinado e parcialmente confinado. Nessa área de transição é perceptível o alargamento do

vale a jusante do ponto e o estreitamento a montante do mesmo. Essa maior planície de inundação permite mais espaço de acomodação para os sedimentos, sejam eles advindos das encostas circunvizinhas e ou do material transportado do canal principal. O uso e ocupação da terra desse ponto 04 (FIGURA 04 B), é constituído por três usos a cana-de-açúcar, pecuária e a vegetação. A cana abrange a maior área se distribuindo por todas as colinas, estando mais próxima do canal na área do vale confinado e afastando-se do vale parcialmente confinado.

A pecuária envolve a planície de inundação (FIGURA 4), sendo este uso mais expressivo territorialmente no vale parcialmente confinado por ter uma planície ampla. A vegetação compreende as demais áreas com destaque para as próximas ao canal, isso porque o cultivo da cana ocupa toda a colina e a pecuária está crescendo sobre o território da vegetação. Em relação aos processos do ponto 4, temos erosão laminar e linear nas colinas dominadas pelo uso da cana-de-açúcar e a pecuária. E os sedimentos no vale de perfil confinado são carreados por não ter espaço de acomodação para estes, já no trecho de vale parcialmente confinado os sedimentos transportados ficam nas margens do canal. Isso ocasiona o entulhamento do vale, levando o rio a ser mais sinuoso sobre os seus sedimentos no vale parcialmente confinado e mais retilíneo no confinado (FIGURA 04). A vegetação no ponto 04, atenua erosão, diminui a entrada do sedimento no canal e contribui para a infiltração.

O Ponto 5 (FIGURA 05), localiza-se no segundo trecho de vale lateralmente não confinado, contendo o segmento do rio Aripibú com a maior planície de inundação. O ponto 5 é o baixo curso, tendo baixa energia e grande deposição dos sedimentos, principalmente os finos. Essa configuração faz o canal principal meandrar bastante nesse trecho, visto ter baixa energia do fluxo e pouca declividade tornando o rio mais sinuoso. O perfil transversal do rio no ponto 5 (FIGURA 02), tem o formato de U sem a ocorrência de patamares até a encosta do rio, tendo assim uma ampla planície de inundação.

O uso e ocupação da terra no ponto 5 (FIGURA 05 A), são: cidade, cana, pecuária e usos diversos. A área da cidade ocupa a maior parte do território analisado no ponto 5, indo

desde a ampla planície de inundação até as colinas. A cana ocupa duas pequenas áreas sendo uma próxima ao rio e a outro indo da encosta de uma colina até a planície fluvial. A pecuária se estende pelas margens do canal e duas áreas pelas partes baixas entre as colinas, sendo esta usada para subsistência e de caráter extensivo. Os usos diversos tem uma área pequena junto ao leito do rio, sendo utilizada para pecuária no momento vazante e retirada de água do canal.

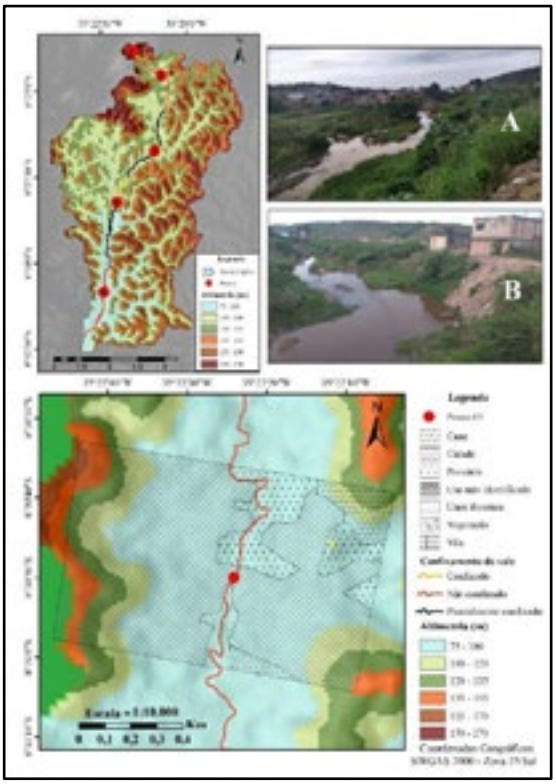


Figura 05 - Uso da terra do vale e duas fotos no ponto 5 do trecho lateralmente não confiando.

Os processos desenvolvidos nesse ponto 5, é assoreamento, inundação e erosão. Na área da cidade é evidente o despejo de matérias tecnogênicos na planície (FIGURA 05 B), para fins de planificar o terreno. Essa ação descaracteriza a função da planície de inundação, levando o rio a ocupar sua área de espraiamento e dissipação de energia induzindo a ocasionar prejuízos a população ribeirinha no período das precipitações. A área da cana e pecuária tem incidência de erosão nas partes das encostas e inundação nos espaços próximos ao canal. No território dos usos diversos, por se encontrar muito perto do rio, sofre com processos de inundação.

Destaque, a cidade localizada no ponto 05 (FIGURA 05), recebe naturalmente muitos sedimentos e a ação antrópica contribui com material tecnogênico assoreando o canal ainda mais, além de aumentar o escoamento superficial pela impermeabilização do solo urbano. A soma desses fatores associados a um evento extremo de precipitação faz a cidade de Ribeirão sofrer com a inundação, levando a ter percas de bens matérias e vidas. A gestão sustentável deve verificar a não possibilidade de ocupação da planície de inundação do rio Aripibú no seu baixo curso, visto ser uma área muito susceptível as inundações frequentes.

4. Considerações finais

Os vales fluviais são utilizados a muitos anos pela humanidade devido à facilidade da água e solos férteis, ao longo do tempo os usos foram mudando e se tornaram diversos. Nesse contexto, a espécie humana atribuiu os usos de acordo com as características dos vales, ou seja, o tipo de confinamento tem relação direta ao uso e ocupação da terra nesse espaço. A pesquisa no rio Aripibú evidenciou 06 trechos do rio principal, com os três tipos de configuração, sendo 02 confinados, 02 parcialmente confinado e 02 lateralmente não confinado. E encontrou relacionados a estes os usos da terra: cidade, vila, cana-de-açúcar, pecuária, vegetação e outros.

Os vales confinados por conter ausência ou pequena planície de inundação tem os usos restritos perto do canal, levando a ocupar as encostas mesmo estas tendo uma considerável declividade. Os parcialmente confinados detém uma planície maior dando maior possibilidade a ocupação humana e atividades agropecuárias, tendo a encosta também sua função de usos menos dependentes da água. Por fim, os larealmente não confinados com amplas planícies e baixa declividade, com o uso principal a edificação e atividades agropecuárias.

Os vales e os usos da terra no rio Aripibú desenvolve os processos morfodinâmicos, sendo estes os principais encontrados: erosão laminar e linear, movimentos de massa, inundação e assoreamento. Em cada tipo de vale e uso da terra os processos superficiais da paisagem estão associados, visto a relação encosta canal vai variar em cada configuração de vale e consequentemente aonde a localização desse uso da terra estiver terá processos morfodinâmicos

específicos. Ressaltando, que as particularidades do vale contribuem na velocidade dos fluxos superficiais e transporte dos sedimentos interferindo no padrão do canal.

5. Referências

ALOS. **Advanced Land Observing Satellite**. Disponível em: <https://vertex.daac.asf.alaska.edu/#>. Acessado em:10/05/2018. 2006.

BIGARELLA, João José. **Estruturas e origem das paisagens tropicais e subtropicais**, Florianópolis, vol III, Editora da UFSC, p 877- 1436. 2003.

BOTELHO, R. G. M; SILVA, A. S. da. Bacia Hidrográfica e Qualidade Ambiental. In Rio de VITTE, A. C; GUERRA. A, J. T. (Org.). **Reflexões sobre a geografia física no Brasil.** Janeiro: Editora Bertrand Brasil, p. 153 - 188. 2004.

BRIERLEY, G. J.; FRYIRS, K. A. **Geomorphology and River Management Applications of the River Styles Framework**. 1° ed, Blackwell Publishing Ltd, 412p. 2005.

CASSETI, V. **Geomorfologia**. Disponível em: <www.funape.org.br/geomorfologia>. Acessado em: 09/08/2017. 2005.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. **Geomorfologia Fluvial**, Ed. Edgard Blücher, São Paulo, 1981.

CUNHA, Sandra Baptista da**.** Canais Fluviais e a Questão Ambiental. In: **A Questão Ambiental: diferentes abordagens**. S. B. CUNHA; A. J. T. GUERRA (org). Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 2012.

GUERRA, Antonio Teixeira; GUERRA, José Antonio Teixeira. **Novo dicionário geológico-geomorfológico**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 648p. 1997.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de uso da terra.** Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Primeira Divisão de Geociências do Nordeste, Rio de Janeiro 2013.

LIMA, Walter de Paula. **Hidrologia florestal aplicada ao manejo de bacias hidrográficas**, ESALQ/USP, 2° ed. Piracicaba, 253p. 2008.

SANTOS, L.D.J.; SILVA, W.F.; SILVA, C.S.; LISTO, F.L.R.; Girão, O. **Identificação dos Padrões de Configuração de Vale e sua Influência na Morfologia do Canal Rio Aripibú – Pernambuco**. Anais do XII SINAGEO - Simpósio Nacional de Geomorfologia. Ceará, Crato de 27 a 30 de maio de 2018. Disponível em: <http://www.sinageo.org.br/2018/trabalhos/8/8-283-595.html>. Acessado em: 20/11/18.

STEVAUX, José Candido. **Geomorfologia Fluvial**, Oficina de Textos, São Paulo, 336p. 2017.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

A IMPORTÂNCIA DA PARTICIPAÇÃO DOS MUNICÍPIOS NA GESTÃO DAS ÁGUAS ATRAVÉS DOS COMITÊS DE BACIAS HIDROGRÁFICAS, O CASO DO CBH-JBM-RO

Ana Paula Alves Gonçalves[(a)], Catia Eliza Zuffo[(b], Grasiela Rocha Torres Goveia[(c)]

[(a)] Engª Ambiental, docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia – IFRO *Campus* Jaru e discente do Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - PROFÁGUA – Polo Universidade Federal de Rondônia - UNIR *Campus* Ji-Paraná, ana.goncalves@ifro.edu.br
[(b)]Geógrafa, docente do Departamento de Geografia da Universidade Federal de Rondônia – UNIR *Campus* Porto Velho e do PROFÁGUA – Polo UNIR *Campus* Ji-Paraná, catiazuffo@unir.br
[(c)] Geógrafa e Mestre em Geografia da Karipunas – Associação Ecológica da Amazônia, grasiela.torres@gmail.com

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

A gestão dos recursos hídricos está pautada na Lei 9.433/1997, com o preceito que esse gerenciamento deve ser realizado de forma descentralizada e participativa, tendo representantes de diversos segmentos. Desta forma, estão sendo criados comitês para gerir os recursos hídricos a nível de bacia hidrográfica. No contexto da Amazônia Meridional, detalha-se como estudo de caso o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Jamari e Baixo Machado, em Rondônia. A pesquisa foi realizada através de levantamento bibliográfico, documentais e entrevistas, obtendo-se como resultado a confirmação da importância estratégica da participação do Poder Público Municipal para a efetivação deste tipo de colegiado essencial para acompanhar dinâmicas socio-econômicas e ambientais, com foco na gestão das águas por bacias hidrográficas.

Palavras chave: comitê de bacia hidrográfica, gestão, recursos hídricos, Rondônia.

1. Introdução

O Planeta Terra tem caminhado para um período de escassez hídrica, devido aos índices de crescimento populacional e a utilização muitas vezes indevida da água. Estes fatores têm aumentado a competição pelo uso da água, com enormes implicações para a produção de alimentos, saúde humana e estabilidade política.

A água apresenta usos diversos, tais como o abastecimento humano, a irrigação, a dessedentação de animais, processo produtivo das indústrias, preservação ambiental, geração

de energia elétrica dentre outros. Nesse sentido, a gestão das águas é de suma importância para dar suporte ao atendimento das demandas sociais, ambientais e econômicas em níveis sustentáveis dos recursos hídricos, de modo a garantir sem conflitos a convivência harmônica dos usos atuais e futuros da água.

A Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997, instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e estabelece que a gestão dos recursos hídricos seja descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários de água e das comunidades, no qual esse gerenciamento deve ser realizado por bacia hidrográfica, sendo essa a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997).

Essa mudança na legislação sobre recursos hídricos culminou na criação dos Comitês de Bacias Hidrográficas – CBHs, como uma forma de se democratizar o sistema, pois os Comitês são órgãos deliberativos considerados como um fórum de debates, ou até, como um parlamento das águas (ZUFFO, 2010). Apesar desta nova forma de gerenciamento das águas ter sido estabelecida em lei federal a todos os estados brasileiros, devido a muitas peculiaridades, os comitês estão sendo instalados de forma gradativa no Brasil (RIBEIRO, 2006).

Assim, os CBHs possuem formas de participação diferente das previstas nas demais políticas públicas, pois têm como atribuição legal deliberar sobre a gestão da água fazendo isso de forma compartilhada com o poder público (ANA, 2011).

Este estudo busca sintetizar informações sobre o processo de criação e implantação dos CBHs em Rondônia e refletir sobre a importância da participação dos municípios na gestão das águas, por meio destes colegiados, enfatizando o CBH-JBM-RO por sua conjuntura atual.

2. Materiais e Métodos

Para o alcance do objetivo proposto, foi realizada uma pesquisa bibliográfica, conforme descrito por Gil (1996), relativa à gestão das águas no Brasil e da participação dos atores que compõem os CBHs.

Os dados usados para a análise das informações foram extraídos de artigos científicos, dissertações, teses e sites oficiais de instituições governamentais, como a Agência Nacional de Águas - ANA. Concomitantemente realizou-se pesquisa documental em legislações que tratam sobre os comitês de bacias hidrográficas, suas competências e formação, dentre outros.

A fim de contribuir para o processo de implantação exitosa do CBH-JBM-RO, além dos apontamentos desta equipe de pesquisadoras, também foram entrevistadas lideranças de dois CBHs rondonienses que já passaram por esta etapa entre os anos de 2015 a 2018, do Rio Jamari e Rios São Miguel – Vale do Guaporé (RSMVDG).

3. Resultados e discussões

A gestão dos recursos hídricos ao nível de bacia hidrográfica tem papel fundamental para garantir o acesso à água em quantidade e qualidade adequadas às demandas atuais e futuras. Isso poderá ser alcançado por meio do gerenciamento desse recurso, de forma que garanta harmonia entre os múltiplos usos da água na bacia, combinando a aplicação de diferentes mecanismos de regulação, instrumentos de gestão e controle ambiental.

Segundo Morais (2018), grande parte dos CBHs atualmente em funcionamento não tem sustentabilidade financeira, carecem de apoio político e de capacitação para que seus membros possam efetivar sua representação a contento. Mas, são órgãos colegiados importantes no gerenciamento dos recursos hídricos, sendo dotados de poder, pois disciplinam sobre as questões hídricas primárias do estado, de maneira descentralizada, com a finalidade de administrar de forma satisfatória os conflitos de interesse entre o poder público, os usuários dos recursos hídricos e a sociedade civil organizada.

De acordo com o Art. 39 da Lei 9.433, os CBHs devem ser compostos por representantes: da União; dos Estados e do Distrito Federal cujos territórios se situem, ainda que parcialmente, em suas respectivas áreas de atuação; dos municípios situados, no todo ou em parte, em sua área de atuação; dos usuários das águas de sua área de atuação e das entidades civis de recursos hídricos com atuação comprovada na bacia (BRASIL, 1997).

Neste âmbito, os comitês são colegiados deliberativos, consultivos e propositivos e tem competências que estão especificadas no art. 38 da Lei 9.433/1997 e são detalhadas na Figura 1, a seguir:

Deliberativas	Arbitrar em primeira instância administrativa os conflitos pelo uso da água.
	Aprovar o Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica e consequentemente: - Metas de racionalização de uso, aumento da quantidade e melhoria da qualidade; - Prioridades para outorga de direito de uso de recursos hídricos; - Diretrizes e critérios gerais para cobrança; e - Condições de operação de reservatórios, visando a garantir os usos múltiplos.
	Estabelecer os mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos.
	Estabelecer critérios e promover o rateio de custo das obras de uso múltiplo, de interesse comum ou coletivo.
Propositivas	Acompanhar a execução do Plano de Recursos Hídricos da Bacia e sugerir as providências necessárias ao cumprimento de suas metas.
	Indicar a Agência de Água para aprovação do Conselho de Recursos Hídricos competente.
	Propor os usos não outorgáveis ou de pouca expressão ao Conselho de Recursos Hídricos competente.
	Escolher a alternativa para enquadramento dos corpos d'água e encaminhá-la ao Conselho de recursos hídricos competente.
	Sugerir os valores a serem cobrados pelo uso da água.
	Propor ao Conselho de Recursos Hídricos a criação de áreas de restrição de uso, com vista à proteção dos recursos hídricos.
	Propor ao Conselho de Recursos Hídricos as prioridades para aplicação de recursos oriundos da cobrança pelo uso dos recursos hídricos do setor elétrico na bacia.
Consultivas	Promover o debate das questões relacionadas a recursos hídricos e articular a atuação das entidades intervenientes.

Figura 1 - Atribuições dos comitês de bacias hidrográficas. Fonte: ANA (2011).

Conforme observado no quadro acima os comitês de bacias possuem várias atribuições, destaca-se que a principal decisão a ser tomada é a aprovação do Plano de Recursos Hídricos da Bacia. Este funciona como instrumento de orientação para os usos das águas da bacia, sendo construído a partir de bases técnicas que avaliam as condições e

disponibilidades, demandas de água, as prospecções futuras dos usos e programas a serem implementados na referida bacia apresentando as metas de racionalização de uso, melhoria da qualidade dos recursos hídricos disponíveis e as prioridades de uso para efeito de concessão da outorga (ANA, 2011).

No Brasil existem três tipos de CBHs, os comitês de bacias estaduais; interestaduais quando abrangem mais de um estado e a gestão deve ser compartilhada entre os estados e a União; e os comitês únicos, quando tanto as bacias estaduais e interestaduais apresentam uma única instância deliberativa.

De acordo com levantamento efetuado com base nos dados da ANA (2018), em relação aos tipos e quantidades de CBHs existentes no Brasil, a maioria dos CBHs brasileiros são estaduais, com um total de 214, representando 95% dos comitês, em seguida com 4% estão os CBHs interestaduais, no qual estão classificados 9 comitês e por fim com apenas 1% estão os Comitês Únicos, sendo apenas 2 no Brasil, são eles o CBH Piranhas-Açu e o Verde Grande.

No estado de Rondônia foram instituídos em 2014 cinco CBHs estaduais (ZUFFO, 2014), Figura 2, dos quais, até o momento, foram implantados os seguintes: RSMVDG - Rios São Miguel – Vale do Guaporé; Rio Jamari e RBC - Rios Branco e Colorado.

Há dois CBHs que abrangem o maior rio rondoniense, o do AMMA - Rio Alto e Médio Machado e o JBM - Rio Jaru – Baixo Machado, este último mais detalhado no presente estudo, que ainda aguardam a deflagração do seu processo de implantação com recursos financeiros oriundos de programas oficiais a serem liberados pelo órgão gestor de recursos hídricos que é a Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental – SEDAM, embora os estudos iniciais tenham sido protocolados desde 2006 (ZUFFO, 2006 a e b) e a organização prévia para tal mobilização foi há três anos (ZUFFO *et al.* 2016).

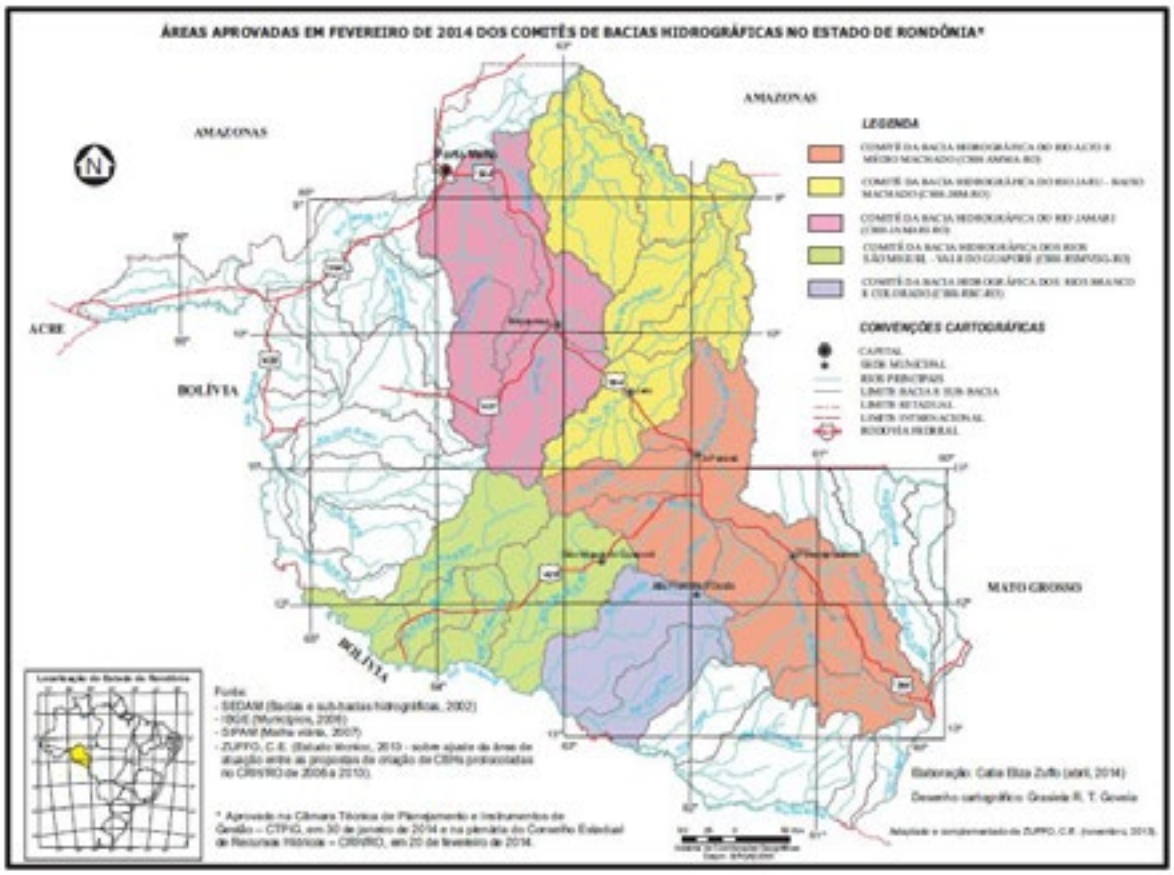


Figura 2 - Mapa das áreas aprovadas em fevereiro de 2014 dos Comitês de Bacias Hidrográficas no Estado de Rondônia. Fonte:Zuffo (2014).

As sugestões abaixo foram coletas junto às lideranças entrevistadas de outros dois CBHs (RSMVDG e JAMARI), que se encontram em funcionamento e que também são frutos do esforço conjunto do programa de extensão da Universidade Federal de Rondônia – UNIR, denominado ACQUA VIVA REDE UNIR – PELAS ÁGUAS DE RONDÔNIA, este coordenado pelo Grupo Acqua Viva – UNIR e com o apoio da organização não governamental Karipunas – Associação Ecológica da Amazônia:

- que o entendimento da importância deste tipo de colegiado requer um bom trabalho de conscientização e motivação junto aos segmentos envolvidos;

- que o apoio do poder público colaborando com logística, seja no transporte, alimentação, local dos eventos e conforme a agenda, até no alojamento dos participantes é fundamental;

- que além de móveis e equipamentos, as sedes dos CBHs necessitam de pelo menos um estagiário para auxiliar nas demandas diversas, inclusive no atendimento ao público;

- que recursos financeiros recebidos pelo Estado pelo uso dos recursos hídricos, sejam revertidos consideravelmente aos CBHs;

- aproximação da agenda ambiental dos CBHs com outras demandas semelhantes no Estado.

Em relação ao CBH-JBM-RO, o processo administrativo na SEDAM, para a Criação e Instalação deste CBH, um dos desmembramentos do protocolo inicial de 2006, iniciou-se em abril de 2013, foi objeto de análise na Câmara Técnica de Planejamento e Instrumentos de Gestão – CTPIG, com aprovação em janeiro de 2014 pela Câmara Técnica e na plenária do Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CRH/RO em fevereiro de 2014 (Figura 2), culminando em 11 de junho de 2014, com a publicação da Resolução CRH/RO nº 06.

A Figura 3 apresenta uma gama de informações deste Comitê de extensão territorial expressiva, a saber:

- é constituído por 06 sub-bacias hidrográficas da bacia do Rio Ji-Paraná ou Machado, que é o maior rio totalmente rondoniense – Alto Rio Jaru (3.921,8658 km^2), Baixo Rio Jaru (3.339,7186 km^2),Rio Médio Machado (7.063,7683 km^2),Rio Baixo Machado (5.495,3178 km^2), Rio Machadinho (5.514,3627 km^2) e Rio Preto (11.037,1047 km^2), totalizando 36.372,1379 km^2;

- corresponde a 02 (duas) Unidades Hidrográficas de Gestão (UHG) – Rio Jaru e Baixo Rio Machado, conforme Plano Estadual de Recursos Hídricos aprovado pelo CRH/RO em 2018 (RONDÔNIA, 2018).

- é composto por áreas de 17 municípios, 08 dos quais a sede municipal encontra-se dentro do perímetro do CBH: Nova União, Governador Jorge Teixeira, Jaru, Vale do Paraíso, Theobroma, Vale do Anari, Machadinho do Oeste e Cujubim. Salienta-se que 14 municípios apresentam área parcial neste CBH e apenas 03 estão integralmente inseridos, Theobroma, Vale do Anari e Machadinho do Oeste (Figura 3).

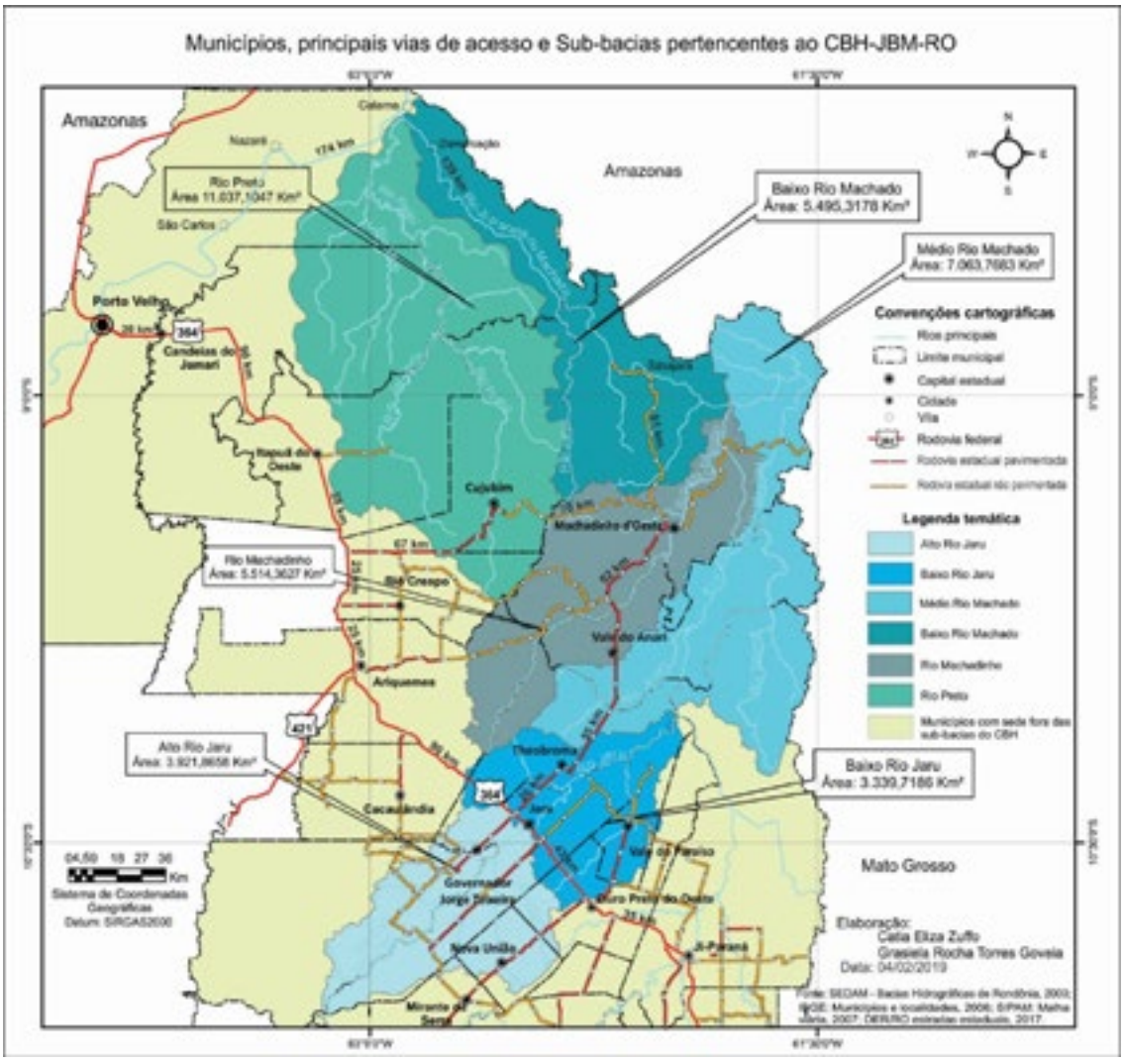


Figura 3 – Municípios, principais vias de acesso e Sub-Bacias pertencentes ao CBH-JBM-RO.

- Quanto às peculiaridades que afetam os recursos hídricos na região, Zuffo (2013) elaborou um documento com as Principais informações sobre as áreas onde existem demandas para a criação de CBHs em Rondônia. Na Figura 4 apresenta-se os tópicos relativos às duas sub-divisões que perfazem o CBH-JBM-RO e cujas informações ainda condizem com a realidade atual, de crescentes demandas e degradações e consequentemente afetando a qualidade em alguns trechos, mas principalmente comprometendo a quantidade, aumentando o grau e abrangência da escassez hídrica.

RIO JARU	- poluição urbano-industrial crescente pontualmente e preocupante; - só parte do alto curso que se encontra em Terra Indígena está preservado, o restante da bacia está muito desmatada e na maior parte sem manutenção das matas ciliares; - é a principal bacia leiteira do Estado de Rondônia, com pecuária muito expressiva, matadouros, laticínios, etc., vários outros usos da água são emergentes, mas há um grau de *escassez de água* crescente e alarmante.
BAIXO RIO MACHADO	-poluição urbano-industrial crescente pontualmente; - fronteira agropecuária em expansão, inclusive no entorno de unidades de conservação; - vários usos da água são emergentes, como a geração de energia.

Figura 4 – Características das bacias hidrográficas que compõem o CBH-JBM-RO - Fonte: Zuffo (2013).

- Outra questão que merece atenção são as distancias rodoviárias (federal pela BR 364 e as estaduais, nem todas asfaltadas - Figura 3), uma vez que apesar da intensa drenagem fluvial, por encontrar-se na Amazônia Meridional, nesta bacia predominam os rios com corredeiras ou encachoeirados, frequentemente intercalados por trechos navegáveis, mas a curtas ou médias distâncias, com exceções nos baixos cursos dos rios e principalmente nas sub-bacias do Rio Preto e do Baixo Rio Machado que são as áreas que apresentam menor malha viária. Assim, da capital Porto Velho até Jaru, o principal centro regional localizado na área de atuação deste CBH e provável sede do mesmo, são 288 km de distância pela principal rodovia no Estado, somado aos 174 km que tem que ser navegados pelo Rio Madeira até chegar à população ribeirinha existente nas proximidades da foz do Rio Ji-Paraná ou

Machado, fica claro a necessidade de apoio logístico para prover de condições minimamente favoráveis a estes representantes de comunidades tradicionais da Amazônia.

Não obstante, deve ser ressaltado que os CBHs ainda estão em processo de consolidação em muitas regiões do país, visto que, há obstáculos e desafios a serem superados no decorrer do processo, principalmente em regiões que possuem escassez hídrica, pois existem conflitos crescentes pelo uso da água.

4. Considerações finais

Uma vez que os CBHs constituem fórum de debate para a tomada de decisão sobre questões relacionadas à gestão dos recursos hídricos de uma bacia, eles devem buscar a promoção de uma gestão participativa e descentralizada, auxiliando na implementação dos instrumentos de gestão previstos na lei 9.433/1997.

Com a implantação e efetivo funcionamento dos CBHs, haverá avanços significativos para a gestão de recursos hídricos, com possível aproximação da população ao gerenciamento, que muitas vezes, não é realizado da forma como deveria, pois, uma grande parcela da população ainda não possui conhecimento em relação ao seu papel e da importância de sua participação nos comitês, assim outros podem utilizar essa ferramenta para promoção de seus interesses, não alcançando o objetivo principal deste colegiado que é de ser um fórum integrador para promoção de políticas de gestão sustentável e integrada dos recursos hídricos na bacia hidrográfica.

Diante das informações apresentadas, nota-se que os comitês são os espaços adequados para as discussões e decisões ao nível local sobre os usos das águas, sendo de extrema relevância que exista uma maior ampliação da comunicação com a sociedade, não apenas sobre a importância da água, mas sobre a gestão participativa e integrada, para que os comitês de bacia possam ter maior visibilidade para a sociedade da sua importância no processo de gestão dos recursos hídricos.

Dessa maneira os comitês já estão contribuindo para fortalecer o papel dos diversos atores presentes na discussão e criação de políticas públicas, mas é importante salientar que existem implicações nesse processo de democratização do acesso aos usos das águas que contemplem os interesses de uma camada maior da população para que os comitês possam estar cumprindo com a missão de serem agentes na mediação dos conflitos pelo uso da água.

Fica evidenciada a importância da participação do poder público municipal, tanto para efetivação de diretrizes relacionadas aos instrumentos de gestão das águas, quanto ações de logística, como: colaborar no transporte de membros do colegiado de diferentes segmentos (pequenos usuários e representantes da sociedade civil organizada), notadamente dos povos tradicionais da Amazônia, que no caso do CBH-JBM-RO, destacam-se os ribeirinhos.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, agradecemos também ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua, Projeto CAPES/ANA AUXPE Nº. 2717/2015, pelo apoio técnico científico aportado até o momento.

Referências bibliográficas

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Comitê de bacia hidrográfica: o que é e o que faz?.** Brasília, 2011. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2012/CadernosDeCapacitacao1.pdf>. Acesso em 29 novembro 2018.

_____ . **Dados abertos**. 2018. Disponível em: <http://dadosabertos.ana.gov.br/datasets/14c8098157454aeb9e49d0bebee97c67_0>. Acesso em 18 de novembro 2018.

BRASIL. **Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm>. Acesso em 15 novembro 2018.

GIL, A. C.**Como elaborar projetos de pesquisa**. 3.ed. São Paulo: Atlas, 1996.

MORAIS, J. L. M. et al. Limites e desafios na gestão de recursos hídricos por comitês de bacias hidrográficas: um estudo nos estados do nordeste do Brasil. **Revista Eletrônica de Administração**. Porto Alegre – Vol. 24 – nº 1 – janeiro/abril 2018 – p. 238-264.

RESOLUÇÃO CRH/RO Nº 06, DE 11 DE JUNHO DE 2014. (Publicada no D.O.E. de 09/07/2014). Disponível em: <http://www.sedam.ro.gov.br/images/Recursos_H%C3% ADdricos/resolucao2014-06.pdf>. Acesso em 28 novembro 2018.

RIBEIRO, C. B. **A Importância dos Comitês de Bacia na Gestão dos Recursos Hídricos**. 2006. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Departamento de Geografia, Universidade de Brasília - UNB, Brasília.

RONDÔNIA. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental. (SEDAM**). Resumo Executivo do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Rondônia**– PERH/RO. Rondônia, 2018.

ZUFFO, C. E. **Gestão integrada das águas em Rondônia**. Tese (Doutorado em Geologia) - Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2010.

_____. **Principais Informações sobre as Áreas onde existem demandas para a Criação de CBHs em Rondônia**. Trabalho técnico incorporado aos processos analisados pela CTPIG-CRH/RO, 2013.

_____. **Proposta para criação do CBH do Rio Alto e Médio Machado - RO**. Trabalho técnico protocolado na SEDAM. Porto Velho, 2006a.

_____.**Proposta para criação do CBH do Rio Jaru - Baixo Machado - RO**. Trabalho técnico protocolado na SEDAM. Porto Velho, 2006b.

_____. **Mapa das áreas aprovadas em fevereiro de 2014 dos comitês de bacias hidrográficas no estado de Rondônia**. Porto Velho, 2014. Disponível em: <http://www.sedam.ro.gov.br/images/Recursos_H%C3%ADdricos/anexo-I-resolucoes_CRH_05-06-07-08-09.pdf>. Acesso em 18 outubro 2018.

ZUFFO, C. E.; GOVEIA, G. R. T.; CRISTALDO, J. C.; MACIEL, F. do N. **Proposta de mobilização dos CBHs do rio Machado - RO**. Trabalho técnico apresentado às diretorias provisórias dos CBHs. Porto Velho, 2016.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

A INFLUÊNCIA DOS RIOS NEGRO E SOLIMÕES NAS COMUNIDADES RURAIS RIBEIRINHAS NO MUNICÍPIO DE IRANDUBA - AMAZONAS

Matheus Silveira de Queiroz [(a)], Antonio Gomes Tomaz Neto [(b)]

[(a)] Escola Normal Superior, Universidade do Estado do Amazonas - UEA, matheussilveiradequeiroz@gmail.com

[(b)] Escola Normal Superior, Universidade do Estado do Amazonas – UEA, antoniogomestomazneto@gmail.com

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo/

As comunidades ribeirinhas amazônicas possuem, historicamente, uma intíma relação com os rios, porém podem possuir diferentes características de acordo com o rio que as banha. Este trabalho tem como objetivo analisar as características das comunidades rurais ribeirinhas dos rios Negro, localizadas na margem direita do baixo curso e Solimões, na margem esquerda do baixo curso, no município de Iranduba. Foram pesquisadas quinze comunidades (quatro no Negro e onze no Solimões). As do Solimões tem uma relação de subsistência com as águas ricas em nutrientes que fertilizam o solo para o cultivo, porém também sofrem com o fenômeno da erosão fluvial que muda a paisagem das comunidades diariamente. Nas do Negro as águas não fertilizam o solo impossibilitando a agricultura de subsistência e comercial o que faz o turismo um importante fator de renda aproveitando a balneabilidade das águas. O canal não sofre alterações significativas pelos processos erosivos, mantendo o canal e sua planície de inundação estáveis.

Palavras chave: Geomorfologia Fluvial; Planícies de Inundação; Rio Negro; Rio Solimões; Iranduba.

Matheus Silveira de Queiroz,
Antonio Gomes Tomaz Neto

1. Introdução

A Amazônia é conhecida por sua grande disponibilidade hídrica, que se distribui por uma densa rede de drenagem entrecortando uma vasta área geográfica com lagos, rios com grandes variabilidades tanto na extensão e largura, quanto no volume de água por eles transportado. A bacia hidrográfica Amazônica cobre aproximadamente 6.112.000 km². A vazão média do rio Amazonas, que é o rio principal da bacia, é a maior do mundo nesse quesito com 209.000 m^3/s^{-1} (MOLINIER et al., 1996).

Desde as primeiras expedições como a de Francisco Orellana na Amazônia (1541-1542) se notava a íntima relação do homem com as águas (PEREIRA, 2007). Podemos analisar as comunidades rurais ribeirinhas de acordo com a sua localização perante o corpo d'água que as banha, podendo estar localizadas as margens de rios, lagos, igarapés, furos. Dependendo da sua localização podem apresentar características únicas.

O município de Iranduba (Figura 1) está localizado ao sul da cidade de Manaus e faz fronteira fluvial e rodoviária (através da ponte Phellipe Daou, popularmente conhecida como ponte Rio Negro) com a metrópole. O seu território é banhado tanto pelo rio Solimões quanto pelo rio Negro, exatamente onde um deságua no outro passando a formar o Rio Amazonas.

O rio Solimões possui águas brancas, amareladas e barrentas devido aos sedimentos erodidos e transportados (SIOLI, 1965). A grande oferta de sedimentos em conjunto com os processos fluviais de erosão, transporte e deposição é fundamental para as transformações quase diárias o rio sofre (CONSTANTINE et al., 2013; IBGE, 1977). O principal processo erosivo que atinge os rios de água branca na Amazônia é a erosão fluvial, conhecida regionalmente por "terras caídas" (CARVALHO, 2012).

O rio Negro possui águas pretas com pouca carga sedimentar sendo transportada, em comparação ao Solimões, e uma coloração escura devido à matéria orgânica dissolvida proveniente da decomposição da floresta, é um rio estável devido às poucas transformações promovidas pelos processos fluviais (HORBE e OLIVEIRA, 2008; SIOLI, 1965).

ISBN: 978-85-7282-778-2

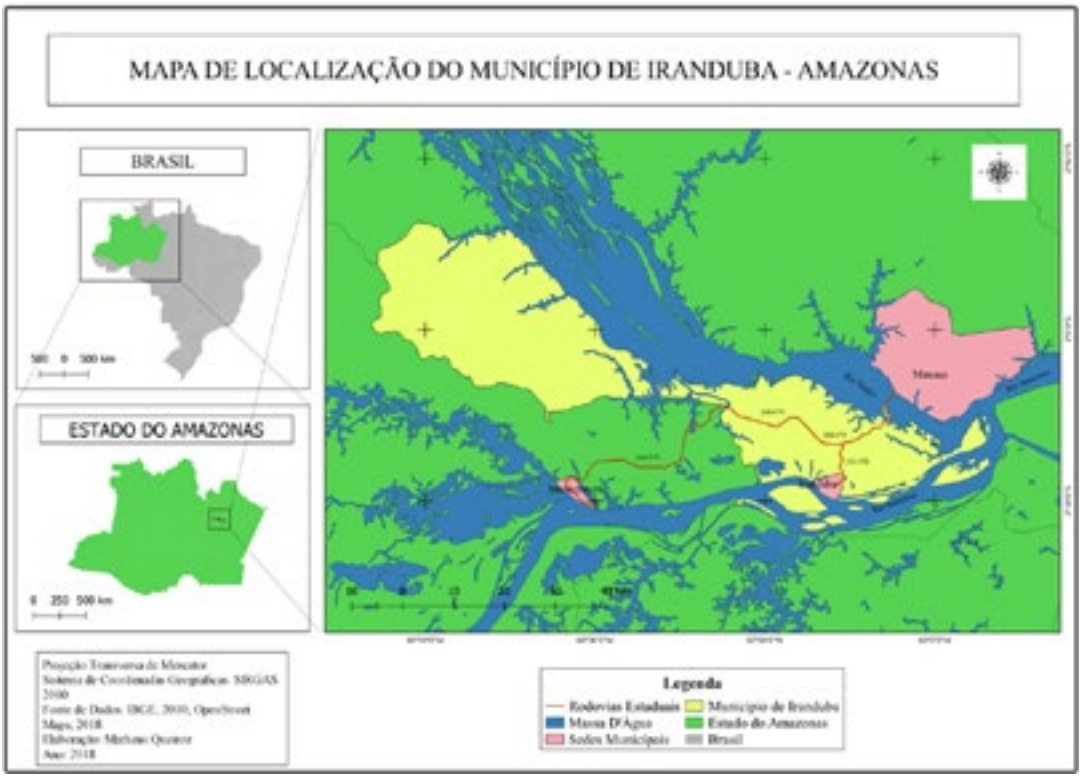


Figura 1: Localização do município de Iranduba no estado do Amazonas. Elaboração: QUEIROZ, M.S, 2018.

O estudo das comunidades rurais ribeirinhas é importante para entender as dinâmicas socioespaciais amazônicas e como os recursos hídricos se relacionam com o homem. Logo, o presente trabalho tem como objetivo analisar as características das comunidades rurais ribeirinhas de acordo com os rios Negro e Solimões.

2. Materiais e Métodos

Para definir o comportamento sazonal do canal foram obtidos dados de cota que "é a altura (H) atingida pelo espelho d'água na seção em relação a uma determinada referência. Pode ser um valor instantâneo ou a média em um determinado intervalo de tempo (dia, mês, ano)" (MARTINS, 1976, p. 39).

Foi definido o período de histórico de 30 (trinta) anos (1983-2013) para análise usando dados de cota anual média das estações fluviométricas de Manaus (14990000), no rio

ISBN: 978-85-7282-778-2

Negro, e Manacapuru (14100000), no rio Solimões, que foram disponibilizados pelo Ore-Hybam (Disponível em: http://www.ore-hybam.org/). Com isso foi possível identificar o regime hidrológicos de enchente, cheia e vazante que os rios Negro e Solimões são submetidos ao longo do ano hidrológico.

Para entender as comunidades rurais ribeirinhas fundamentou-se em pesquisa de campo, por meio da observação direta das atividades do grupo estudado (GIL, 2002). As pesquisas de campo foram realizadas em 15 (quinze) comunidades rurais ribeirinhas, sendo 11 (onze) na margem esquerda do baixo curso do rio Solimões e 4 (quatro) localizadas na margem direita do baixo curso do rio Negro (Figura 2) entre os anos de 2017 e 2018.

Figura 2: Mapa de localização das Comunidades Rurais Ribeirinhas. Elaboração: QUEIROZ, M.S, 2018.

Coletadas as coordenadas das comunidades com o GPS eTrex Vista® C; para o registro fotográfico foi utilizado aparelho telefônico móvel; consulta na literatura disponível.

3. Resultados e Discussões

Para entender as características das comunidades localizadas tanto no rio Negro quanto no Solimões este tópico foi dividido em dois: *Comunidades rurais do rio Solimões; Comunidades rurais do rio Negro.*

3.1 Comunidades Rurais do Rio Solimões

O regime hidrológico no rio Solimões, na estação de Manacapuru, é definido com a enchente entre os meses de Dezembro e Abril, a cheia entre os meses de Maio e Julho e a vazante entre os meses de Agosto e Novembro (Figura 3). A área de drenagem da estação de Manacapuru é de 2.147.740 km² e possui uma descarga média anual de 103.000 m³/s (FILIZOLA, 1999; MOLINIER, 1995 apud FILIZOLA et al., 2009).

O rio Solimões transporta uma média anual de 447.10^6 $ton.ano^{-1}$ de sedimentos em suspensão (FILIZOLA e GUYOT, 2011). A grande oferta de sedimentos em conjunto com outros fatores como a declividade do canal no alto rio Solimões, a competência do corpo d'água em transportar partículas granulométricas e os processos fluviais são fundamentais para as transformações que este rio sofre.

ISBN: 978-85-7282-778-2

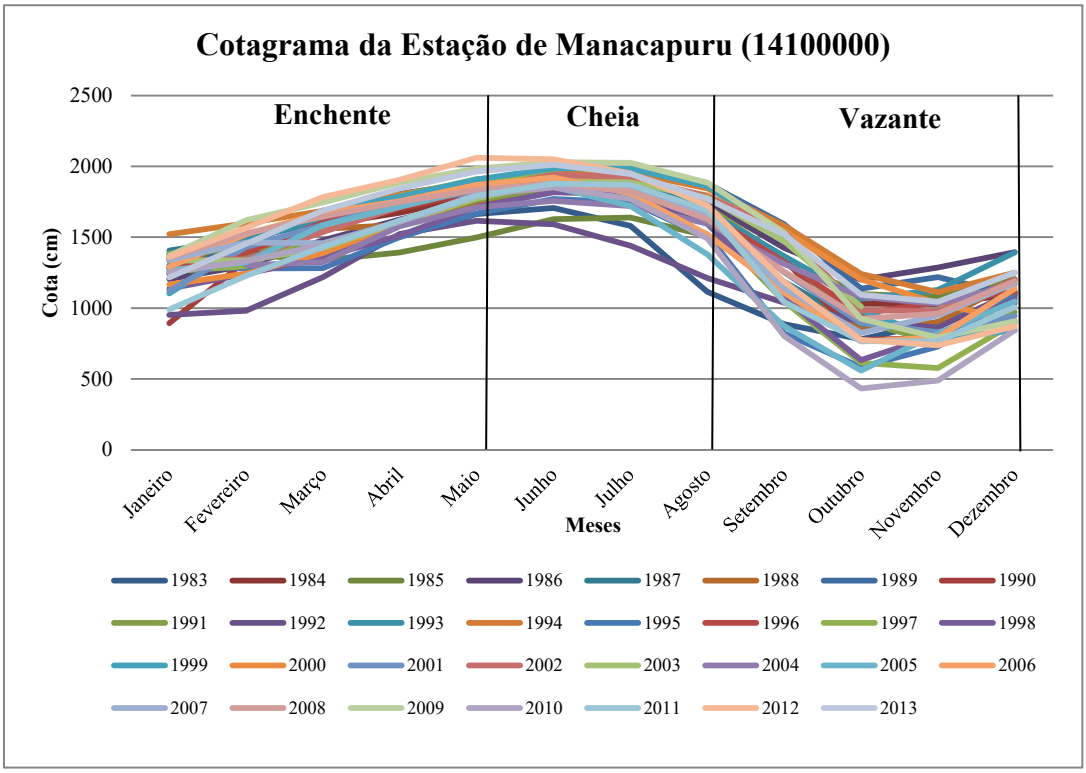


Figura 3: Cotas médias anuais da estação fluviométrica de Manacapuru. Fonte: Ore-Hybam. Elaboração: QUEIROZ, M.S, 2018.

Nos três primeiro meses do ano o rio enche rápido, no mês de Abril começa a estabilizar para no mês de Maio se iniciar a cheia. Durante o período da cheia as cotas não sofrem grande variação, mantendo-se estáveis até o início da vazante no mês de Agosto. Nos dois primeiros meses de vazante o rio vaza rapidamente alcançando uma estabilidade nos meses de Outubro e Novembro.

Os solos da planície de inundação do rio Solimões possuem uma grande quantidade de nutrientes e minerais devido à quantidade de sedimentos que o rio deposita durante a sua sazonalidade anual (JUNK, 1983). As comunidades aproveitam a fertilização anual sazonal para uso agrícola no plantio de culturas de ciclo curto (hortaliças, leguminosas).

As culturas agrícolas só podem ser plantadas no período da vazante e parte da enchente. Durante cerca de meio ano as comunidades ficam quase totalmente submersas o que

ISBN: 978-85-7282-778-2

limita a produção. A pecuária também é afetada, os animais precisam ser deslocados para a terra firme ou são construídos currais suspensos chamados regionalmente de "maromba", esse método limita o número de animais que podem ser confinados.

O fenômeno das "terras caídas" como é regionalmente conhecido (Figura 4 b) é um processo de erosão fluvial que atinge as comunidades (apenas na Santa Luzia da Ilha do Baixio esse fenômeno não foi encontrado). Esse fenômeno de perda de terras pode ocorrer por diversos fatores como a hidrodinâmica, através da ação mecânica das águas. A Pressão hidrostática, com a relação o acúmulo de água e a pressão no pacote sedimentar. Ação das chuvas e ventos, com a formação de ondas pela ação dos ventos e durante as tempestades. E em menor escala, a ação antrópica com o desmatamento das margens facilitando a erosão pluvial e a ação do atrito entre a rotação dos motores dos barcos e água produzindo ondas que se chocam contra as margens (CARVALHO, 2012). A ação das embarcações também afeta a moradia dos ribeirinhos durante as cheias, inundando-as e prejudicando a sua estrutura.

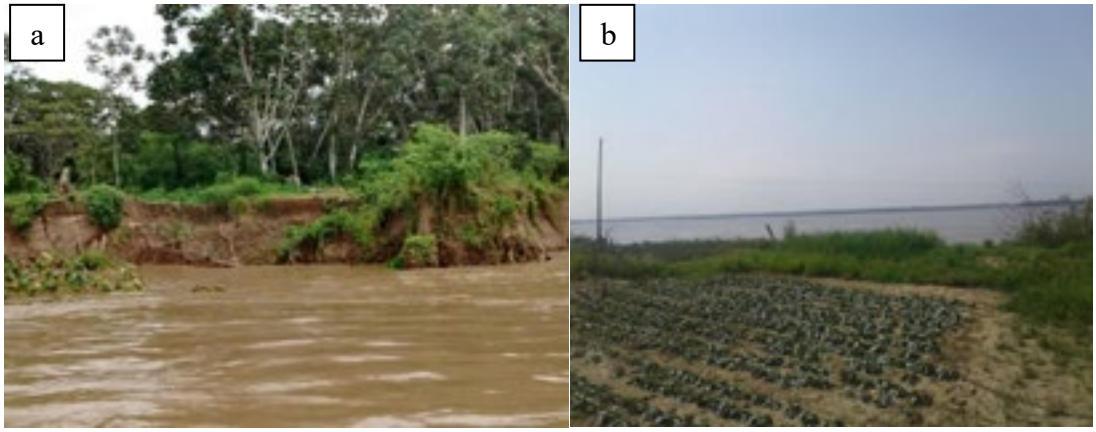


Figura 4 a: Terras Caídas na comunidade Bom Jesus do Paraná do Xiborena, margem esquerda do rio Solimões-Amazonas. Figura 4 b: Plantação de couve (*Brassica oleracea*), comunidade Costa do Catalão, margem esquerda do rio Solimões-Amazonas. Fotos: QUEIROZ, M.S, fevereiro, 2018.

As comunidades precisam estar sempre modificando de lugar estradas, postes de energia e até as residências, tendo casos, de casas que foram totalmente levadas pelas águas. As comunidades mais próximas da confluência com o rio Negro são as mais afetas pelo fenômeno. A comunidade Costa do Catalão (última da margem esquerda do baixo rio

Solimões) está passando por uma intensa migração dos moradores para áreas de terra firme no interior de Iranduba ou para a metrópole Manaus devido à perda de terras, atualmente conta com 28 (vinte e oito) famílias, sendo que a comunidade possuía mais de 100 (cem) famílias cerca de dez anos atrás.

3.2 Comunidades Rurais do Rio Negro

O regime hidrológico do rio Negro na estação de Manaus corresponde ao da estação de Manacapuru no rio Solimões (Figura 5), em uma área de drenagem de 696.810 km² (FILIZOLA, 1999; MOLINIER, 1995 apud FILIZOLA et al., 2009). E uma carga sedimentar em suspensão na estação de Paricatuba, a montante da estação de Manaus, de 8.10^6 ton.ano^{-1} (FILIZOLA e GUYOT, 2011). Comparado com outros rios da região amazônica como o Solimões o transporte de sedimentos no Negro é cerca de 55 (cinquenta e cinco) vezes menor.

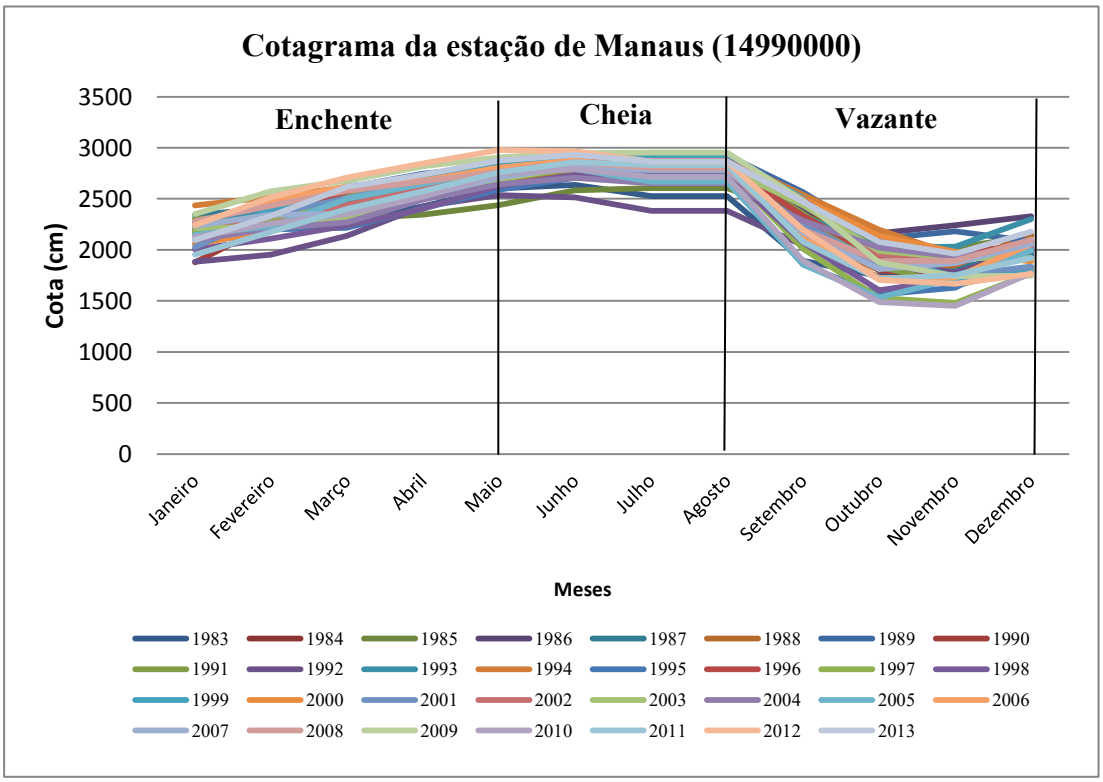


Figura 5: Cotas médias anuais da Estação fluviométrica de Manaus. Fonte: Ore-Hybam. Elaboração: QUEIROZ, M.S, 2018.

ISBN: 978-85-7282-778-2

A variação nas cotas é menor em comparação ao Solimões. Nos três primeiros meses ocorre a enchente com mais intensidade, para em Abril começar a estabilizar e em Maio se iniciar a cheia. A cheia no rio Negro é mais estável que a do Solimões tendo variações mínimas nas cotas de Maio, Junho e Julho. Em Agosto e Setembro a vazante ocorre com mais intensidade para estabilizar a partir de Outubro.

Os processos fluviais (erosão, transporte e deposição de sedimentos) ocorrem com menor intensidade no rio Negro do que em outros rios amazônicos, por isso o canal fluvial se mantém estável. A oferta de sedimentos denota os baixos índices de erosão ao longo do canal e, consequentemente, a baixa deposição. Os principais tipos de erosão que ocorrem no rio negro são através dos ventos e da precipitação que formam ondas que se chocam contra as margens. Durante as tempestades esse fenômeno se agrava (CARVALHO, 2012).

A ação antrópica também influencia na erosão fluvial. Devido às comunidades se localizarem em uma área de intenso transporte fluvial (próximas da metrópole Manaus) a ação da velocidade dos motores das embarcações criam ondas artificiais que se chocam contra as margens. A ação dos processos fluviais no canal garante que as comunidades tenham uma estabilidade de forma que apenas os eventos extremos de cheia e vazante causem estragos estruturais.

As comunidades estão localizadas geograficamente próximas da confluência do rio Negro com o Solimões. Com exceção da comunidade Vila Brasil as comunidades se localizam em áreas inundáveis. Porém, as habitações, em grande maioria, se localizam sobre as águas em casas-flutuantes (Figura 6). Essas moradias são construídas com o tronco da árvore Assacú (*Hura crepitans*) como fundação, permitindo que a estrutura de madeira possa flutuar sobre as águas. As casas-flutuantes permitem que os ribeirinhos acompanhem o regime hidrológico (Enchente, Cheia, Vazante) sem prejudicar os bens materiais.

Na comunidade do Lago do Catalão nenhuma moradia é construída sobre o solo. Nas demais possuem predominância de casas-flutuantes, porém possuem moradias edificadas

sobre o solo. A comunidade Vila Brasil é a única que não possui nenhuma casa flutuante e é a única que possui ligação rodoviária com o restante do município, sendo as demais 100% dependentes dos recursos hídricos para se locomover. Para a locomoção são utilizados motores de popa, regionalmente conhecidos como "rabeta" e "voador" (Figura 6).

Figura 6: Casas-flutuantes ao fundo, motor de popa do tipo "voador" usado na locomoção dos ribeirinhos à frente, comunidado Lago do Catalão, período da enchente, abril de 2018. Foto: TOMAZ NETO, A. G.

As comunidades do rio Negro não possuem sua planície de inundação fertilizada pela sazonalidade das águas (JUNK, 1983). Logo, a agricultura e criação de gado são prejudicadas. Diferente das comunidades do rio Solimões que tem na agricultura sua principal fonte de renda, as do rio Negro possuem no turismo e no artesanato produzido pelos próprios ribeirinhos a principal fonte de renda. Aproveitando a balneabilidade das águas e a proximidade com a metrópole as comunidades recebem turistas nacionais e internacionais mobilizados por agências de turismo. As comunidades também criam animais de pequeno porte para a venda em pequena escala e subsistência em currais suspensos sobre as águas durante a cheia.

4. Considerações Finais

As comunidades rurais ribeirinhas dos rios Negro e Solimões estão localizadas geograficamente na planície de inundação desses rios. Esses corpos d'água exercem

ISBN: 978-85-7282-778-2

diferentes níveis de influência na vida das populações que ali residem. A começar pela sazonalidade dos rios que alterna durante o ano hidrológico (enchente, cheia, vazante).

As comunidades do rio Solimões tem na agropecuária sua principal fonte de renda, porém apesar de possuir uma planície de inundação mais fértil em comparação à do rio Negro as comunidades sofrem com o fenômeno terras caídas. As comunidades do rio Negro apesar de estarem sobre um canal estável sem uma influência significativa dos processos fluviais, não possuem terras fertilizadas naturalmente. Logo, sua principal fonte de renda vem no turismo e artesanato.

Referências Bibliográficas

CARVALHO, J. A. L. **Erosão Nas Margens do Rio Amazonas:** o Fenômeno das Terras Caídas e suas Implicações na vida dos moradores**.** Tese - Programa de Pós-Graduação em Geografia. Niterói/RJ: Universidade Federal Fluminense, 2012.

CONSTANTINE, J. A.; DUNNE, T.; AHMED, J.; LEGLEITER, C.; LAZARUS, E. D. Sediment supply as a driver of river meandering and floodplain evolution in the Amazon Basin. **Nature Geoscience**, Vol 7, 2014.

FILIZOLA, N.; SPINOLA, N.; ARRUDA, W.; SEYLER, F.; CALMANT, S.; SILVA, J. The Rio Negro and Rio Solimões confluence point – hydrometric observations during the 2006/2007 cycle. **River, Coastal and Estuarine Morphodynamics**: RCEM, 2009.

FILIZOLA, N; GUYOT, J.L. Fluxo de sedimentos em suspensão nos rios da Amazônia. **Revista Brasileira de Geociências**, 41, pp. 566-576, 2011.

HORBE, A.M. C; OLIVEIRA, L.G.S. Química de igarapés de água preta do nordeste do Amazonas – Brasil. **ACTA AMAZÔNICA**, 38, pp. 753-760, 2008.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Geografia do Brasil - Região Norte**. Rio de Janeiro, 1, 1977.

JUNK,W. J. As Águas da Região Amazônica. In: **Amazônia** – Desenvolvimento, Integração, Ecologia. São Paulo: Brasiliense, Brasília: CNPQ, 1983.

LATRUBESSE, E. M. Patterns of anabranching channels: The ultimate end-member adjustment of mega rivers. **Geomorphology** 101, pp. 130–145, 2008.

MARTINS, J. A. Escoamento Superficial. In:. PINTO, N. S.; HOLTZ, A. C. T.; MARTINS, J. A.; GOMIDE, F. L. S. (Orgs.). **Hidrologia Básica**. Rio de Janeiro: Fundação Nacional de Material Escolar, 1976, pp. 36-43.

MOLINIER, M.; GUYOT. J.L.; OLIVEIRA, E.; GUIMARÃES, V. Les Régimes Hydrologiques de L'amazone et de ses Affl uents. In: CHEVALLIER, P.; POUYAUD, B. (org.) **L'hydrologie Tropicale: Géoscience et Outil Pour le Développement**. Paris, IAHS, pp. 209-222, 1996.

PEREIRA, H.S. A Dinâmica da Paisagem Socioambiental Das Várzeas Do Rio Solimões-Amazonas. In: FRAXE, T.; PEREIRA, H. S.; WITKOSKI, A.C. (Org). **Comunidades ribeirinhas amazônicas**: modos de vida e uso dos recursos naturais. Manaus: EDUA, 2007, pp. 11-32.

SIOLI, H. A limnologia e a sua importância em pesquisas da Amazônia. **Amazoniana**, 1965, pp. 11-35.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

A INFLUÊNCIA DOS USOS E OCUPAÇÕES DO SOLO NOS ÍNDICES DE VAZÃO DE RETIRADA DAS MICROBACIAS DO DISTRITO FEDERAL

Bárbara Costa da Silva [a], Pedro Alves da Silva [b]

[a] Departamento de Geografia, Universidade de Brasília, babec.silva@gmail.com

[b] Departamento de Geografia, Universidade de Brasília, pedro.allves1998@gmail.com

Eixo: Dinâmica e Gestão de Bacias Hidrográficas

Resumo

Os processos dados no Brasil relativos à ocupação e expansão urbana-agrícola têm provocado diversos impactos nos sistemas naturais dentre esses os recursos hídricos, vitais à vida. O presente documento, pretendeu identificar a influência do uso e ocupação dos solos nas microbacias hidrográficas e os atuais planos de gestão de quantidade e qualidade dos recursos hídricos no Distrito Federal, tendo em vista a realidade de amplo crescimento demográfico nas últimas décadas. Para examinar essa relação foram utilizadas ferramentas em SIG na análise de dados disponibilizados pela ANA - Agência Nacional de Águas e pelo projeto Mapbiomas, ambos referentes aos anos de 2009 a 2014. Concluiu-se que o DF possui bons índices de Balanço Hídrico apesar dos elevados valores de Vazão de Retirada, necessitando melhor gestão dos recursos hídricos tendo em vista o constante aumento populacional e expansão da mancha urbana, de forma a visar alternativas integradas e aplicáveis à realidade do DF

Palavras chave: Recursos Hídricos. Uso e ocupação dos solos. Distrito Federal.

Bárbara Costa da Silva, Pedro Alves da Silva

1. Introdução

O processo de urbanização a partir da segunda metade do século XX intensificou a necessidade por recursos, em especial os solos e a água, comprometendo a biodiversidade (Tucci, 2008). Os padrões de concentração populacional e as demais modificações espaciais atreladas ao processo anteriormente citado geram impactos ambientais que podem ser observados em diversas regiões metropolitanas do Brasil, sendo esses potencializadas pelo histórico de ocupações com planejamento incipiente.

Brasília é uma cidade planejada localizada 15° 46′ 48″ S e 47° 55′ 45″ O, criada pela iniciativa governamental com o desenho pré-determinado. Apesar disto, o processo de urbanização não se deu muito diferente do restante do país e ao longo dos anos passou por diversas políticas de ocupação do espaço que resultou nos atuais problemas de congestionamento do centro, desemprego nas cidades satélites, mobilidade urbana precária, questões sanitárias e de saneamento sensíveis, além da grande demanda por recursos hídricos.

Em meados de 1970, foram feitas as primeiras tentativas de ordenamento territorial, porém havia dilemas entre a preservação das bacias hidrográficas para o abastecimento de água, o que implicava na interdição de novas ocupações. Em 1990 homologou-se o Plano de Ocupação e Uso do Solo que consistia na categorização do território do Distrito Federal nas categorias de Solo Urbano e Solo Rural, ainda nesse mesmo ano foi elaborado pela CAESB - Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal, o Plano Diretor de Águas e Esgotos e Controle da Poluição Hídrica do Distrito Federal, de extrema importância para uso e ocupação do solo.

Instrumentos de planejamento que visam conservar, recuperar e utilizar melhor os recursos hídricos disponíveis também foram elaborados, sendo o principal deles o PGIRH - Plano de Gerenciamento Integrado dos Recursos Hídricos (2006), gerido pela ADASA - Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal; que utiliza como unidade de planejamento a “Bacia Hidrográfica”, sendo “Microbacia” a categoria de análise deste trabalho.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Apesar de dispor de oito bacias hidrográficas, o DF enfrenta sérios problemas com a gestão dos recursos hídricos, fruto do uso e ocupação desordenada do solo (Azevedo e Barbosa, 2011). Os recursos hídricos têm tomado protagonismo visto a crise hídrica de 2017 e 2018 que acarretou em 513 dias de racionamento domiciliar de uso d'água. Desta forma, com dados disponibilizados pela ANA - Agência Nacional de Águas e pela ADASA, procurou-se espacializar e compreender se o processo de urbanização e expansão das fronteiras agrícolas têm influenciado nos índices de vazão de retirada das microbacias hidrográficas do DF. Para os índices de vazão de retirada utilizou-se os parâmetros de vazão de retirada total, vazão de retirada para demanda rural e vazão de retirada para irrigação, além do balanço hídrico.

2. Materiais e Métodos

Para a realização deste trabalho foram utilizados diversos dados abertos disponibilizados pelos seguintes órgãos: ANA (Agência Nacional de Águas), ADASA (Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal), Geoportal DF (Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano e Habitação do Distrito Federal) e dados raster do Projeto MapBiomas coleção 3.1. Todos estes foram filtrados para os anos de 2009 e 2014, isto porque corresponde aos anos das coletas de dados de balanço hídrico e vazão de retirada feitos pela ANA (Agência Nacional de Águas).

Segundo a ANA (2016), o balanço hídrico qualitativo é calculado tendo em vista os padrões utilizados pela *European Environment Agency* e pelas Nações Unidas, com base no índice de retirada de água, que é igual ao quociente entre a retirada total anual e a vazão média de longo período. Estes dados variam entre < 5% (Excelente) e 40% (Muito Crítica). Os índices de vazão de retirada são calculados pela relação entre a demanda consumida total acumulada (vazão de retirada) e a disponibilidade hídrica dos rios.

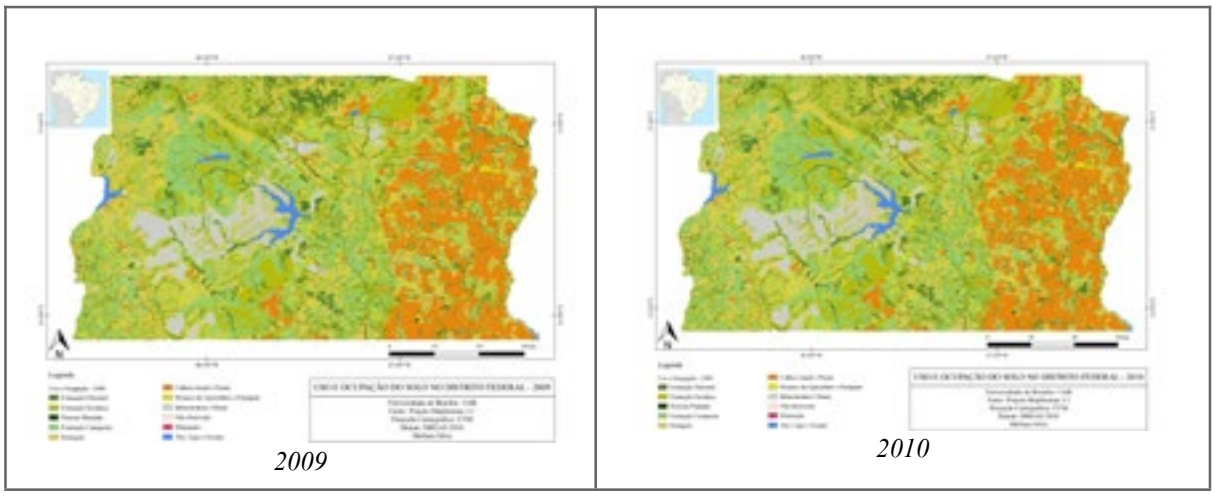
Em ambiente SIG, esta informação foi espacializada com base nas microbacias do Distrito Federal. Para isso, foi utilizado o software livre QGIS 3.4.0 visando a elaboração de mapas que demonstrassem os índices de balanço hídrico, demanda de água para uso rural,

demanda de água para irrigação e uso e ocupação do solo no Distrito Federal, respeitando a escala temporal adotada. As legendas dos mapas foram graduadas em intervalos iguais (5 intervalos), permitindo melhor análise comparativa entre os mapas.

Quanto aos mapas de Uso e Ocupação dos Solos, os dados raster adquiridos através do Mapbiomas foram tratados em ambiente SIG. Foi realizado o cálculo de área (ha) para cada uma das classes de uso e ocupação, a fim de verificar possíveis alterações no uso do território que tivessem impacto direto no balanço hídrico, bem como nos índices de vazão de retirada. Ao final, foram realizadas comparações com os índices de balanço hídrico e vazão de retirada com as mudanças nas classes de uso e ocupação.

3. Resultados e Discussão

Para Fontoura (2013), o uso e ocupação do solo são determinantes para o adensamento demográfico tendo como base as transformações que o espaço urbano provoca nos meios físicos, gerando grave impacto aos ecossistemas. No Distrito Federal, a ocupação do território se deu por maneiras regulares e irregulares, que implicaram em graves supressões da vegetação natural e aumento das demandas por recursos naturais. Na Figura 1 são apresentados os usos e ocupações dos solos no Distrito Federal para os anos de 2009 a 2014.



2009 *2010*

ISBN: 978-85-7282-778-2

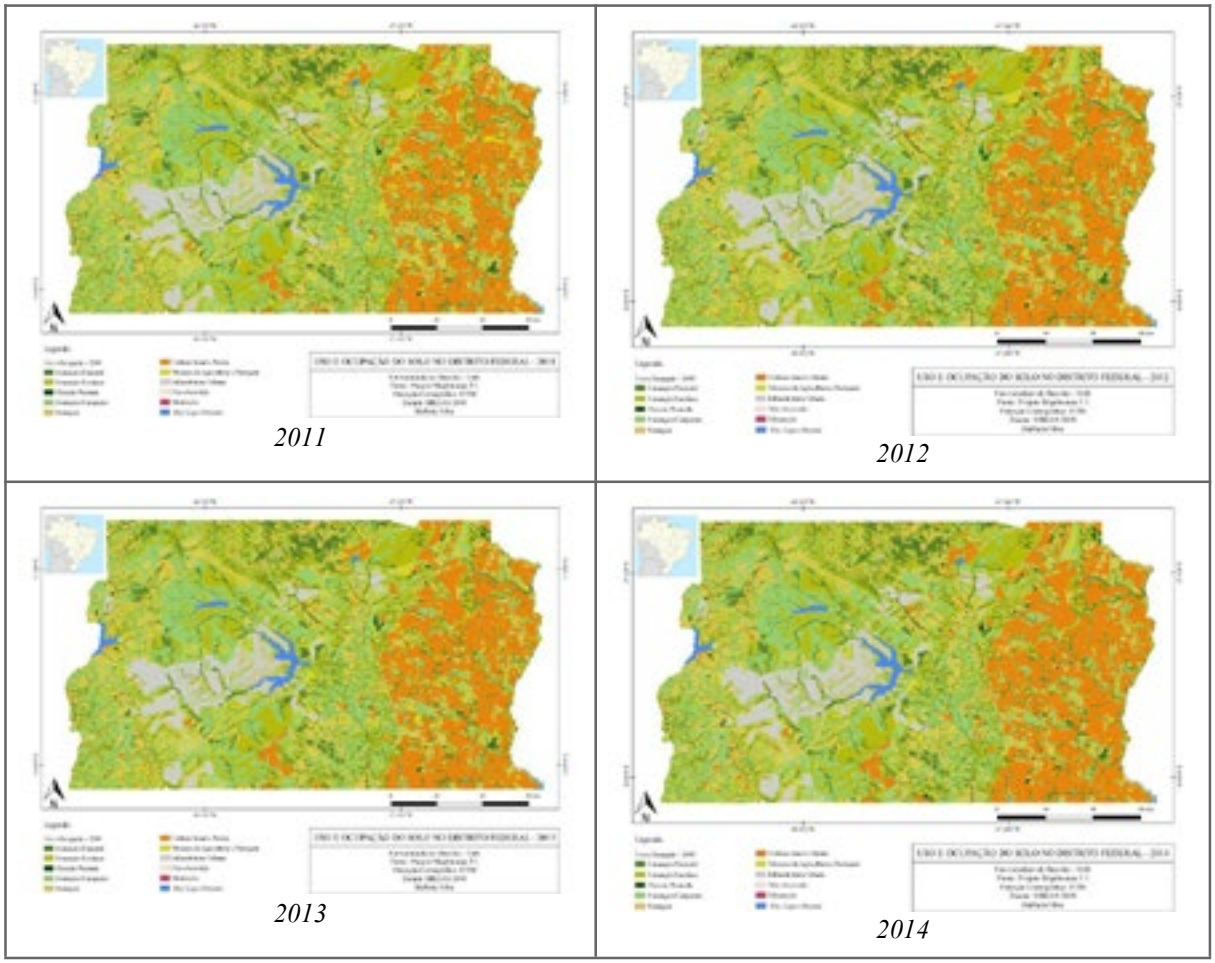


Figura 1: Distrito Federal – Mapa de Uso e Ocupação do Solo para os anos de 2009 a 2014. Fonte: Mapbiomas 3.1. Acesso em Agosto de 2018

Nota-se que o uso do solo no Distrito Federal é diversificado, variando desde formações florestais conservadas até área destinadas ao uso rural e à irrigação. Todavia, os usos e ocupações inadequados geram graves problemas ao meio natural e social, como agravos à percolação das águas pluviais e ao regime hídrico (Carvalho *et al.*, 2000 *apud* Nunes e Roig, 2015), contaminação da água por agrotóxicos e fertilizantes (Macedo, 2004 *apud* Nunes e Roig, 2015), se fazendo necessário planejamento articulado entre as questões sociais e naturais.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Na Figura 2, são apresentadas as áreas em hectares referentes às classes de uso e ocupação do solo para o Distrito Federal ao longo dos anos de 2009 a 2014. As classes mais representativas são "Agropecuária", "Floresta", "Formação Natural não Florestal". Floresta e Formação Natural não Florestal são relativos às formações do Cerrado, que representam áreas significativas de preservação do Cerrado, em contrapartida, grandes áreas são ocupadas por atividades agropecuárias, em especial as culturas perenes e anuais.

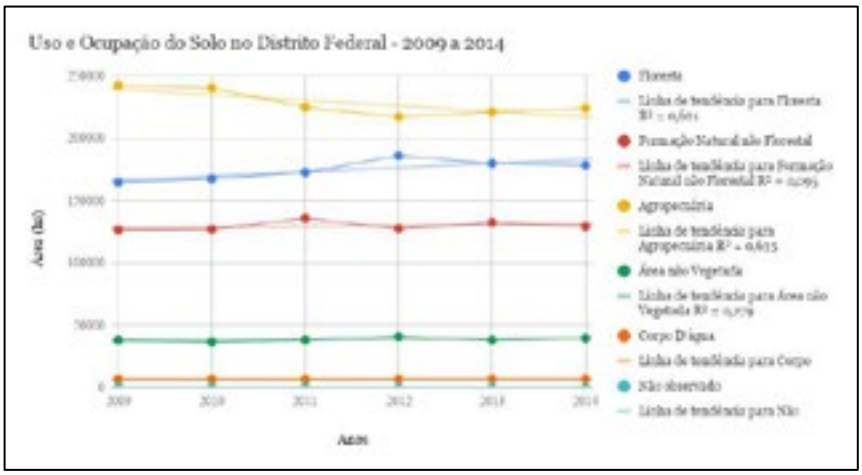


Figura 2 - Gráfico comparativo de Uso e Ocupação do Solo no Distrito Federal para os anos de 2009 a 2014.
Fonte: Mapbiomas 3.1. Acesso em Agosto de 2018

A partir da década de 1970, Governo do Distrito Federal, juntamente com a secretaria responsável, promoveram incentivos de ocupação do território e entre eles estava o Programa de Assentamento Dirigido. Este programa visava a ocupação da parte leste do DF por atividades econômicas, sobretudo, atividades agrícolas. Apesar disto, a APA do Planalto Central abrange boa parte do Distrito Federal (cerca de 70%), ou seja, é uma unidade de conservação de uso sustentável que visa preservar todo o ecossistema permitindo atividades de caráter menos impactante ao meio.

Apesar das Unidades de Conservação, os impactos ambientais no DF são significativos e com isso, torna a questão da água uma das mais contundentes da atualidade

ISBN: 978-85-7282-778-2

devido a necessidade vital às atividades ecossistêmicas e da humanidade no geral. Nos anos de 2017 e 2018, o DF passou por racionamento no uso da água devido aos baixos níveis dos reservatórios e como principal causa pode ser apontada a ausência de planejamento na ocupação do território e no uso dos recursos, além da falta de investimento em infraestrutura na captação e na melhoria da distribuição da água (Teixeira, 2017).

Observando os mapas com os dados de Balanço Hídrico (Figura 3) observa-se as boa parte das microbacias são consideradas como "Excelente" (43,60%) enquanto que poucas delas obtiveram a classificação de "Muito Crítica" (4,51%). Estes dados são dos anos de 2009 a 2014, ou seja, anterior ao racionamento, enfatizando a necessidade urgente de melhor gestão, cuidado e interpretação dos dados referentes aos recursos naturais, nesse caso a água.

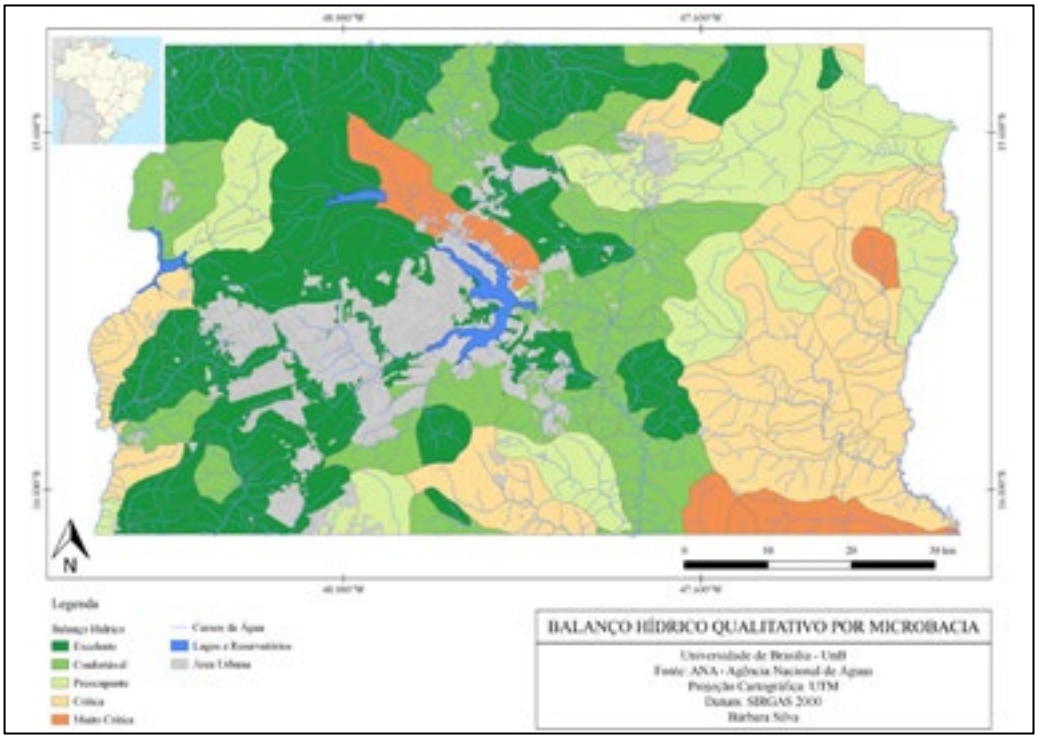


Figura 3: Distrito Federal – Mapa de Balanço Hídrico Qualitativo por Microbacia – 2009 a 2014. Fonte: Dados Abertos - ANA. Elaboração de Bárbara Costa da Silva, 2018.

ISBN: 978-85-7282-778-2

O balanço hídrico é uma das variáveis utilizadas para o cálculo das demandas hídricas (ANA, 2015). Assim, mesmo com boa parte das microbacias do Distrito Federal categorizadas como "Excelente", ainda assim há elevado consumo de água para os mais diversos fins segundo os mapas abaixo. Comparando os mapas de Balanço Hídrico e Demanda por Água, nota-se que as categorias "Excelente" coincidem com as microbacias com menor vazão de retirada, onde o contrário é igualmente válido, as microbacias categorizadas como "Críticas" e "Muito Crítica" são as com maiores vazões de retirada. Os índices de vazão de retirada variam de 0,000 a 4,000 m³/s .

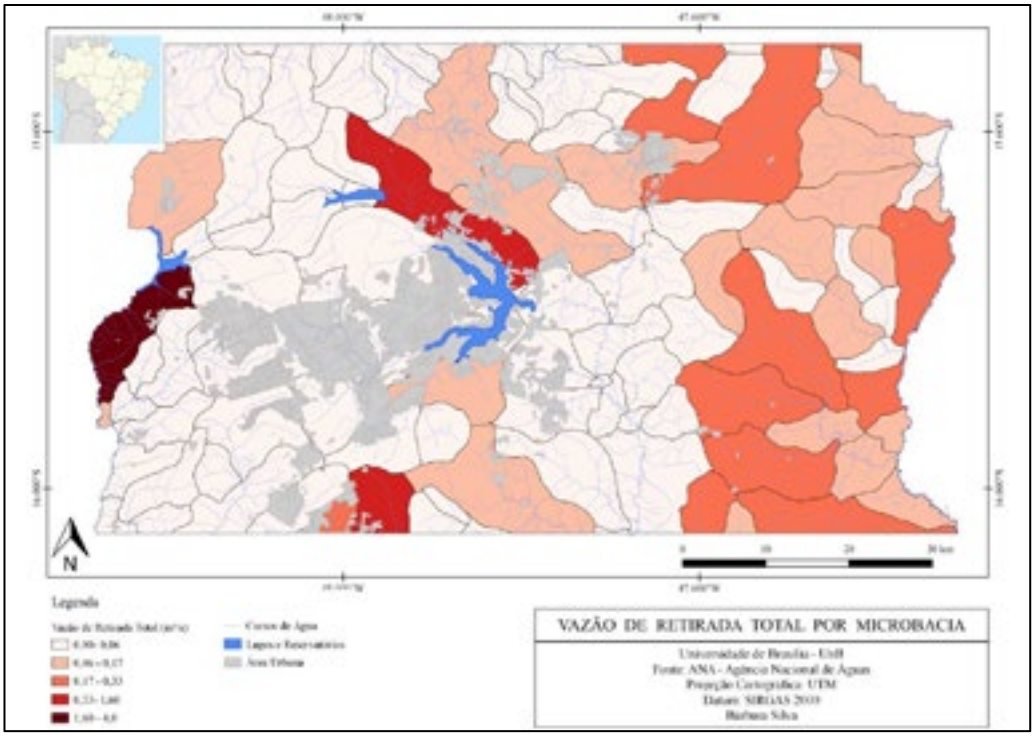


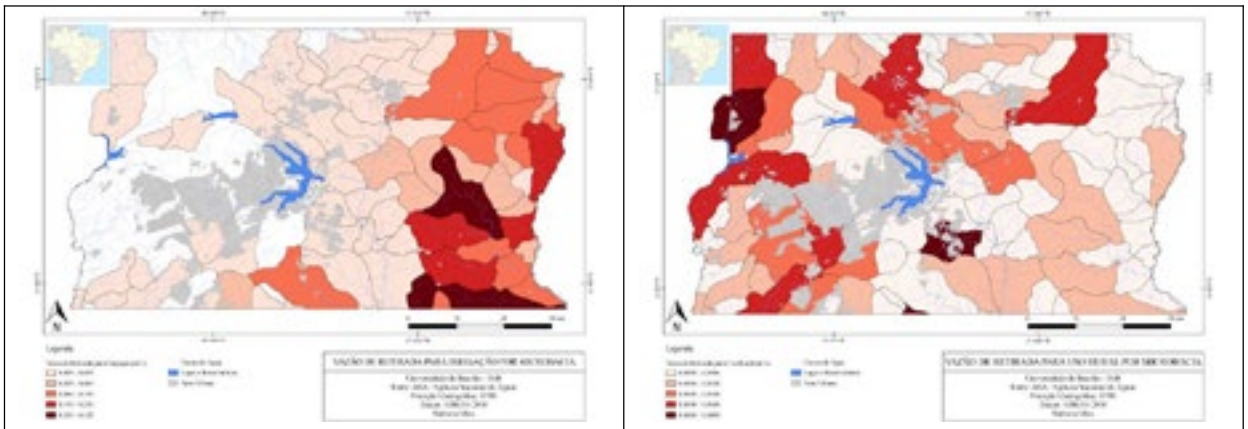
Figura 4: Distrito Federal – Mapa de Vazão de Retirada Total por Microbacia – 2009 a 2014. Fonte: Dados Abertos - ANA. Elaboração de Bárbara Costa da Silva, 2018.

As demandas totais incluem a vazão de retirada para abastecimento animal, abastecimento industrial, irrigação abastecimento rural e abastecimento urbano. Observa-se que o intervalo de maior retirada de água por vazão (m³/s) encontra-se na microbacia do

ISBN: 978-85-7282-778-2

Médio Rio Descoberto, localizado à oeste do Distrito Federal. Essa região abrange os maiores índices populacionais do Distrito Federal e encontra-se em níveis críticos de Balanço Hídrico. Esta microbacia dispõe de um dos maiores reservatórios de água para a região e sofreu com a crise hídrica nos anos de 2017/2018.

De acordo com a Figura 5, observa-se que a parte leste do Distrito Federal é que possui maiores demandas para irrigação e total da região analisada, assemelhando-se aos dados de situação Crítica a Muito Crítica em termos de Balanço Hídrico da microbacia. Nesta região, historicamente, houve amplo incentivo governamental para desenvolvimento das atividades agropecuárias, como é o caso do PAD-DF (Programa de Assentamento Dirigido).



Vazão de Retirada para Irrigação | Vazão de Retirada para Uso Rural

Figura 5: Distrito Federal – Mapa de Vazão de Retirada para Irrigação por Microbacia e Vazão de Retirada para Uso Rural – 2009 a 2014. Fonte: Dados Abertos - ANA. Elaboração de Bárbara Costa da Silva, 2018.

Os usos rurais incluem o abastecimento à população de setores agrários do Distrito Federal, concentrados à oeste do território. Além do projeto urbano, houve também um planejamento de onde se concentrariam as atividades agrícolas, garantindo o abastecimento do capital. (Bertolini, 2015). Diferentemente das demandas para irrigação, as de uso rural possuem valores elevados de retirada, porém encontram-se em estado “Excelente” e

ISBN: 978-85-7282-778-2

"Confortável" em termos de Balanço Hídrico. Apesar disto, o uso dos recursos hídricos deve ser sustentável e de forma a respeitar a legislação vigente.

Entender quais são as atuais demandas por recursos hídricos requer compreensão do quadro físico geral, isto é diagnóstico da situação, balanço entre disponibilidades atuais e previsão das demandas, entendendo as médias pluviométricas da região e como se dá o ciclo hidrológico para que se possa pensar em melhores diretrizes para uso dos recursos hídricos. O Distrito Federal possui média de 1450 mm anuais de acordo com o INMET, indicando considerável entrada de água no sistema. Entretanto, infere-se pelos mapas de demanda que os níveis de retirada se encontram acima da capacidade de recarga do meio físico.

É possível observar que os maiores índices de retiradas por vazão encontram-se nas unidades hidrográficas da região leste do Distrito Federal para irrigação de cultivos e à oeste para demais demandas rurais como a sedentação animal e abastecimento, demonstrando como se deu o processo de ocupação territorial, visando também o desenvolvimento do setor agroalimentar, de forma a pressionar a distribuição dos recursos hídricos

4. Considerações Finais

O Distrito Federal é um caso sensível, visto a realidade de seus aspectos físicos. Os corpos hídricos menos caudalosos e a sazonalidade climática que dita a entrada de água no sistema em conjunto com o processo de ocupação crescente e por vezes irregular de algumas bacias são os fatores que compõem essa realidade.

A existência dos mecanismos legais e dos planos de gerenciamento de recursos, atualmente estabelecidos, é fundamental. Ainda assim urge a necessidade de repensar os modelos de uso e consumo dos recursos hídricos, visto que mesmo apresentando situação "Excelente" em termos de Balanço Hídrico em boa parte do território, não se pode negar a existência de sensibilidades em microbacias, especialmente as da região leste do DF. Portanto, acredita-se que há medidas que melhor auxiliam na conservação dos recursos, estes abrangem

ISBN: 978-85-7282-778-2

desde planos e táticas de gestão e fiscalização apropriados até a adoção de técnicas alternativas para consumo de água na agricultura e sedentação animal.

O espaço é configurado a partir das diversas relações entre sociedade e ambiente, para o bom equilíbrio desta são necessários planos de gestão dos recursos naturais. O Estado como agente produtor do espaço urbano deve se debruçar em construir práticas efetivas de conservação e uso dos recursos hídricos, sugere-se que haja melhor tratamento do esgoto doméstico, proteção e revegetação das nascentes, veredas e matas de galeria além de maior compatibilização dos recursos hídricos com as demandas de retirada com base no desenvolvimento regional, sugerindo-se assim, o uso de gotejamento ou irrigação subsuperficial de acordo com as características físicas de cada lavoura, conforme exemplificado em Embrapa (1982).

Ademais as informações aqui prestadas salientam a necessidade de um monitoramento efetivo e de longa duração para a compreensão das transformações dos recursos ao longo do tempo, levando em consideração a dinâmica associada ao ciclo da água e ao processo de construção do espaço urbano, para que assim seja possível a produção de políticas públicas de gestão eficiente dos recursos hídricos.

5. Referências

ADASA, Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento do Distrito Federal. 2012. **Plano de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos do Distrito Federal PGIRH/DF**. Brasília. Julho 2012. v. 2, 965 p.

ADASA, Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento do Distrito Federal. 2019. **Relatório de Monitoramento Regular do Consumo de Água Tratada no Distrito Federal.** Brasília. Disponível em http://www.adasa.df.gov.br/fiscalizacao-sae1/fiscalizacao-indireta/monitoramento-regular.

ANA, Agência Nacional de Águas. **Nota Técnica nº 56/2015/SPR**. Atualização da base de demandas de recursos hídricos no Brasil. Disponível em <https://bit.ly/2BwKuFi>. Acesso em Janeiro de 2018.

AZEVEDO, H. ; BARBOSA, R. **Gestão de Recursos Hídricos no Distrito Federal: uma análise da gestão dos Comitês de Bacias Hidrográfica.** Ateliê Geográfico Goiânia-GO v. 5, n. 1 mar/2011 p.162-182. Disponível em: <https://bit.ly/2SJAse4> Acesso em Janeiro 2019.

BERTOLINI, V. **Para onde vai o rural no DF? Análise de processos sócio espaciais ocorridos nas áreas rurais do Distrito Federal - de 1960 à 2000**. 2015. 192 p. Tese. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília. Disponível em <https://bit.ly/2GDk4W2>. Acesso em Fevereiro de 2018.

BRANDÃO, A.; PAVIANI, A. 2018. **A crise e o consumo de água em Brasília**. Brasília: Companhia de Planejamento do Distrito Federal, Texto para Discussão, n. 39, 26 p.

CODEPLAN. **Nota Técnica | DEURA - Codeplan | Julho 2018**. Análise do Consumo de Água Tratada no Período de Racionamento no Distrito Federal. Diponivel em <https://bit.ly/2ByzVBP>. Acesso em Janeiro de 2018

EMBRAPA. **Irrigação: alternativas atuais.** Brasília, EMBRAPA-DID, 1982. 40p. Disponível em <https://bit.ly/2I9L81u> Acesso em Fevereiro de 2018.

FONTOURA, L. **Planejamento urbano-ambiental: o uso e ocupação do solo no Distrito Federal.** Revista Especialize On-line IPOG - Goiânia - 5ª Edição nº 005 Vol.01/2013 – julho/013. Disponível em <https://bit.ly/2I8Bkod>. Acesso em Fevereiro de 2019.

NUNES, J.F. e ROIG, H.L. **Análise e Mapeamento do Uso e Ocupação do Solo da Bacia do Alto do Descoberto, DF/GO, por meio de Classificação Automática Baseada em Regras e Lógica Nebulosa.** Revista Árvore, Viçosa-MG, v.39, n.1, p.25-36, 2015

TEIXEIRA, J.C. **A crise hídrica no Distrito Federal e suas causas.** Disponível em http://www.adasa.df.gov.br/central-de-conteudo/artigos/central-de-conteudo/artigos/643-a-crise-hidrica-no-distrito-federal-e-suas-causas. 2017.

TUCCI, Carlos E. M.. **Águas urbanas**. São Paulo , v. 22, n. 63, p. 97-112, 2008 .

ISBN: 978-85-7282-778-2

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

A OCORRÊNCIA DE "TERRAS-CAÍDAS" NA VÁRZEA DA REGIÃO DO MÉDIO SOLIMÕES

Tatiane de Souza Nascimento [(a)], Jônatas de Araújo Matos [(b)]

[(a)] Discente de Engenharia Ambiental e Sanitária (Faculdade FUCAPI).
E-mail: tatianenascimento72@gmail.com

[(b)] Orientador (Docente do Curso de Eng. Ambiental e Sanitária e Eng. Civil na Faculdade FUCAPI).
E-mail: jmatos.araujo@gmail.com

Eixo: Dinâmica e Gestão de Bacias Hidrográficas

Tatiane de Souza Nascimento,
Jônatas de Araújo Matos

Resumo

Na calha do Rio Solimões é frequente a ocorrência de erosão fluvial na modalidade "terras-caídas". Fatores como a configuração do canal e características físicas do solo de várzea contribuem nesse processo. Diante da atuação do rio Rio Solimões nas planícies fluviais amazônicas, o objetivo da pesquisa foi descrever e explicar os processos erosivos fluviais no Paraná do Careiro da Várzea – AM. A pesquisa foi desenvolvida a partir de observações diretas em campo com visitas *in loco*, sendo de natureza exploratória, de caráter investigativo e descritivo. Os resultados obtidos indicam que durante o período anual de inundação na várzea, sedimentos são depositados tornando o ambiente de várzea propício ao cultivo de hortaliças. Observou-se que os agricultores da localidade têm na agricultura familiar de ciclo curto e na criação de pequenos animais sua fonte de renda, e que estão sujeitos ao período de cheia e atuação da erosão fluvial, causando a perda de parte das propriedades dos ribeirinhos e perda das plantações quando ocorre erosão fluvial.

Palavras chave: Carga Sedimentar; Dinâmica Fluvial; Sedimentos; Terras Caídas; Várzea Amazônica.

1. INTRODUÇÃO

Na calha do Rio Solimões é frequente a ocorrência de erosão fluvial na modalidade "terras-caídas". Fatores como a configuração do canal e características físicas do solo de várzea contribuem nesse processo. É comum em canais fluviais recentes o transporte de sedimentos e a capacidade erosiva dos canais ativos devido às configurações dos canais.

De acordo com Grizio-Orita & Costa (2013, p.1) "o transporte de sedimento pelo canal é o produto final da atuação de uma série de processos que se iniciam com a precipitação que cai sobre a bacia e ao longo de seu caminho pelas vertentes interage com um conjunto de variáveis como cobertura vegetal, tipo de solo e de rocha [...]". No caso da região do Médio Solimões, devido às condições litológicas e geomorfológicas, a erosão ocorre por conta de fatores os quais para Carvalho (2006, p.55) estão incluídos "desde os processos mais simples a altamente complexos".

A várzea apresenta uma paisagem "que varia frequentemente devido a Hidrodinâmica do rio Amazonas e de seus tributários de águas barrentas que transformam continuamente o ambiente de várzea pelo seu intenso dinamismo" (SIOLI, 1975, *apud* LIMA *et al*, 2007, p.36). Por isso, considerando a atuação do rio na erosão fluvial, buscou-se descrever e explicar os processos erosivos fluviais no Paraná do Careiro da Várzea – AM.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O método adotado nessa pesquisa foi o analítico, pois trabalhamos com dados de fontes secundárias. Quanto à abordagem, essa pesquisa é caracterizada como descritiva. De acordo com Marconi & Lakatos (2003, p.83):

> Método é o conjunto das atividades sistemáticas e racionais que, com maior segurança e economia, permite alcançar o objetivo - conhecimentos válidos e verdadeiros -, traçando o caminho a ser seguido, detectando erros e auxiliando as decisões do cientista. (MARCONI & LAKATOS, 2003, p.83).

A pesquisa foi desenvolvida a partir de observações diretas com visitas *in loco*, sendo de natureza exploratória e de caráter investigativo, sendo estruturada da seguinte forma: levantamento bibliográfico, obtenção de informações na área de estudo via aplicação de questionário; análise dos dados, trabalho de gabinete, sistematização e análise dos dados.

Delimitou-se a pesquisa em uma localidade conhecida como Paraná do Careiro da Várzea (Estado do Amazonas). Nessa localidade ocorre com frequência a ocorrência de erosão fluvial, conhecida regionalmente como "terras-caídas".

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Analisamos o perfil dos moradores da comunidade, onde identificou-se que os moradores vivem às margens do rio, cultivam hortaliças de ciclo curto, convivem com a dinâmica hidrológica e os efeitos na produção de hortaliças e a atuação da erosão fluvial.

O ambiente de várzea resulta de acúmulo de aluviões holocênicos recentemente depositados, constituindo mudanças na configuração da paisagem de várzea, pois anualmente durante o período de cheia a planície recebe depósitos sedimentares.

De acordo com Palmieri & Larach (2011, p.109):

> Estas paisagens compreendem extensos domínios das planícies fluviais e fluviolacustres e distribuem-se por todo o Brasil, [...], a vegetação natural pode ser constituída por florestas e/ou campos de várzea com espécies tolerantes a excesso de água (hidrófilas e higrófilas) e com fitofisionomia de aspecto perenifólio. (PALMIERI & LARACH, 2011, p.109).

Verificamos que devido aos períodos anuais de inundações na várzea, sedimentos são depositados e tornam o ambiente de várzea propício ao cultivo de hortaliças. Os agricultores têm na agricultura familiar de ciclo curto e na criação de pequenos animais sua fonte de renda, alternando os cultivos agrícolas em dois ambientes: a várzea inundável e a várzea inundada.

Identificamos na pesquisa os fatores deflagradores das "terras-caídas", os quais dependem dos constituintes e das características morfológicas do solo de várzea, dentre os

quais se destacam: a saturação após a cheia, lençol freático elevado e hidromorfismo do solo na várzea (figura 1), onde a cor mais escura após o evento de "terras-caídas" revela presença de água no interior do solo, e devido à baixa coesão ocorrem desabamentos nas margens.

Figura 1: Solo de várzea no Careiro da Várzea-AM (Trabalho de campo em 31/10/2015).
Autor: MATOS, J.A (2015).

De acordo com Matos (2014):

> A ocorrência de "terras-caídas" é um fator natural provocado pela ação da água do rio em contato com as margens do rio, entretanto, essa dinâmica promove mudanças na paisagem que só são compreendidas por quem mora no lugar, pois as experiências que as pessoas têm do lugar as levam a ter um cuidado com possíveis riscos da natureza (MATOS, 2014, p.77).

Quanto à morfologia do canal, para Cunha & Guerra (2011, p.355) "um decréscimo da profundidade e a maneira encontrada pelo rio, para ajustar seu equilíbrio, foi aumentar a largura do canal através da erosão das margens". Todavia, essa dinâmica afeta a comunidade quando as terras são levadas pela ação do rio, pois os mesmos cultivam nas restingas fluviais formadas por dos depósitos aluviais durante a cheia.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As comunidades situadas às margens do Rio Solimões estão vulneráveis à erosão fluvial. Os retoques causados pelo contato da água do rio com a margem causa a remoção de material particulado do solo pela intensa dinâmica do Rio Solimões.

Acrescenta-se ainda o aspecto hidrológico e geomorfológico, os quais podem influenciar o modo de produção e a forma de construir as moradias. Nas observações realizadas foi possível verificar a dinâmica do rio na comunidade e seus impactos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARVALHO, José Alberto Lima de. **Terras caídas e consequências sociais: Costa do Miracauera – Paraná da Trindade, Município de Itacoatiara – AM, Brasil.** Manaus, 2006. Dissertação de Mestrado (Pós-Graduação em Sociedade e Cultura na Amazônia) – Universidade Federal do Amazonas.

CUNHA, Sandra Baptista da; GUERRA, Antônio Teixeira. **Degradação ambiental.** *In*: **Geomorfologia e meio ambiente.** GUERRA, Antônio Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da (org.). 10ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

GUERRA, Antônio Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da. **Geomorfologia e meio ambiente.** Antônio Teixeira Guerra; Sandra Baptista da Cunha (org.). 10ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

GUERRA, Antônio Teixeira. GUERRA, Antônio José Teixeira. **Novo dicionário geológico-geomorfológico.** 9ª edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

MATOS, Jônatas de Araújo. CURSINO, Alcirene Maria da Silva. **Caracterização geomorfológica das "terras-caídas" em área de várzea na comunidade Miracauera, Careiro da Várzea-AM.** In: REVISTA GEONORTE, Edição Especial, V.1, N.4, p.515 – 525, 2012.

PALMIERI, Francesco. LARACH, Jorge Olmos Iturri. **Pedologia e Geomorfologia.** In: **Geomorfologia e meio ambiente.** GUERRA, Antônio Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da (org.). 10ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

STERNBERG, Hilgard O'Reilly. **A água e o homem na várzea do Careiro.** 2.ª ed. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1998. 330 p.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

A PROBLEMÁTICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS FLUTUANTES EM UMA PERSPECTIVA GEOAMBIENTAL: O CASO DA BAÍA DE GUANABARA (RIO DE JANEIRO, BRASIL)

Luiza Amaro Pessoa [(a)], Carlos Marclei Arruda Rangel[(b)], Leandro Amaro Pessoa[(c)]

[(a)]Licencianda em Geografia, Instituto de Educação de Angra dos Reis – Universidade Federal Fluminense, luizapessoacd@hotmail.com

[(b)]Departamento de Geografia e Políticas Públicas, Instituto de Educação de Angra dos Reis – Universidade Federal Fluminense

[(c)]Doutorando em Planejamento Ambiental e Energético, COPPE - UFRJ, pessoa_ufrj@yahoo.com.br

Luiza Amaro Pessoa, Carlos Marclei Arruda Rangel, Leandro Amaro Pessoa

Resumo

Os resíduos sólidos flutuantes podem ser considerados como uma das maiores problemáticas do século XXI. Diferente de outras áreas do mundo, onde o lixo tem sua origem em atividades no oceano, como navios, recreação e pesca, na Baía de Guanabara o material catalogado tem sua origem principal no continente, transportado por rios que atravessam áreas densamente urbanizadas e sem coleta de lixo eficiente. O presente trabalho possui como objetivo realizar um diagnóstico dos resíduos sólidos que chegam na Baía de Guanabara, utilizando como ferramenta a análise de documentos que apresentam a quantidade de lixo coletado nos municípios do seu entorno e levando em consideração as perspectivas apresentadas pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, a qual afirma que para cada 1 tonelada de lixo coletado, 7 quilos (kg) vão parar nos oceanos.

Palavras chave: Resíduos Sólidos, Resíduos Sólidos Flutuantes, Baía de Guanabara.

1. Introdução

O nível de desenvolvimento econômico é um dos principais fatores que determinam a quantidade e a variedade de resíduo produzido que, associado ao processo de globalização, aumentam a quantidade e modificam os materiais que compõem esse resíduo sólido. Nos últimos 50 anos, por sua vez, houve estímulo ao rápido crescimento da produção de materiais sintéticos persistentes, alterando significativamente o tipo e a qualidade dos resíduos gerados. No modelo consumista atual, passou-se a produzir cerca de 1,3 bilhão de toneladas de lixo urbano por ano de acordo com as Nações Unidas. Os materiais que mais estão presentes nos resíduos produzidos pela sociedade sofrem alterações durante os anos, sendo resultado de mudanças referentes aos tipos de consumo, em que o lixo do homem primitivo caracteriza-se como ossos e cascas, já do homem contemporâneo, plásticos, vidros, metais (Eigenheer, 1999).

A poluição causada por resíduos sólidos é um grave problema da atualidade que, quando mal gerenciado, pode resultar em diversas adversidades que atingem inúmeras vertentes, como a interferência no meio ambiente e até mesmo na saúde. Nesse sentido, cabe destacar que a expressão resíduos sólidos é determinado na "Política Nacional dos Resíduos Sólidos" (PNRS - Lei 12.205/2010) da seguinte maneira:

> material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou 3 exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.

A ausência de ações com o objetivo de tratar e armazenar esse resíduo de forma correta resulta na falta de controle desse material, como consequência disso muitas vezes esse resíduo sólido tem como destino os corpos hídricos. Dessa maneira, é possível entender a problemática do Lixo Marinho como o principal tema de preocupação do século XXI, já que segundo a ONU os resultados das últimas estimativas indicam que até o ano de 2050 existirão mais plásticos do

que peixes nos oceanos.

Os resíduos que chegam aos oceanos geram problemas em muitos aspectos, que vão desde a interferência na qualidade de vida dos animais marinhos até a sua influência no turismo. Segundo (Franz, 2011), os principais danos que os itens de lixo flutuante na Baía de Guanabara (BG) desencadeiam são: atrapalham as atividades de esportes náuticos, representam um perigo aviário ao tráfego aéreo (pois atraem os urubus), impedem o desenvolvimento de manguezais (o plástico, por exemplo, sufoca as mudas de espécies vegetais) e favorecem o assoreamento da Baía de Guanabara. Dessa maneira, é de extrema relevância pesquisar modos de diminuir o número de materiais que chegam nos corpos d'água e estabelecer estratégias de mitigação possíveis de serem aplicadas nas áreas que possuem um alto índice de poluição.

A Baía de Guanabara é uma das áreas de referência quando se aborda o tema poluição, por ser considerado um dos ambientes mais degradados do país. Tal fato está relacionado ao forte processo de ocupação dos centros urbanos localizados nas adjacências de sua bacia hidrográfica, no contexto da expansão da Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ) (Figura 1), utilizado por muitos anos como o principal destino de materiais poluentes. Segundo Tucci *et al.* (2008), o processo de ocupação desordenada ocorreu em muitas áreas periféricas nas cidades urbanas da América Latina, as quais são geralmente desprovidas de infraestrutura tradicional de água, esgoto, drenagem, transporte e coleta de resíduos sólidos.

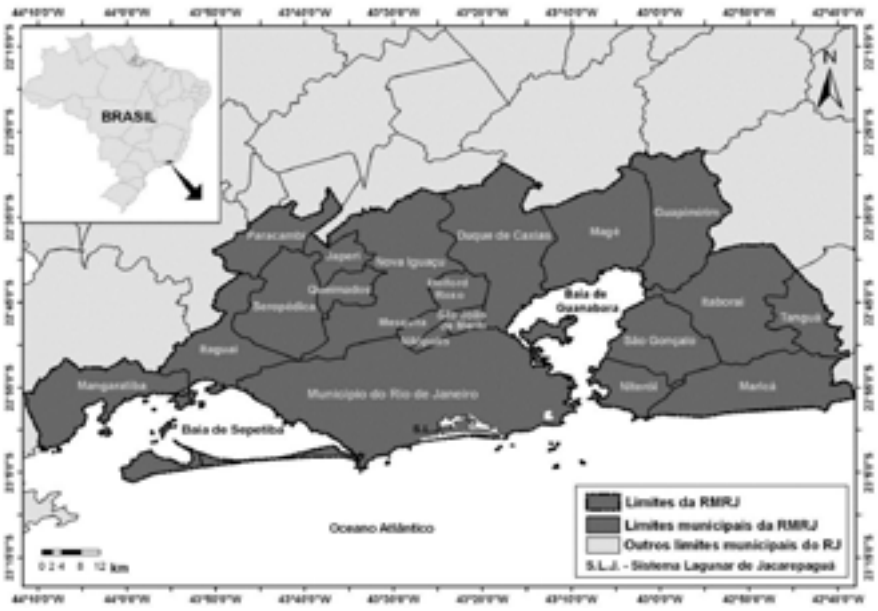


Figura 1: Inserção da Baía de Guanabara no contexto da Região Metropolitana do Rio de

Janeiro (Franz, 2011).

Assim, o presente trabalho busca realizar um diagnóstico dos resíduos sólidos flutuantes que chegam na Baía de Guanabara, a partir da análise de documentos que apresentam a quantidade de lixo produzido nos municípios do seu entorno, principalmente os arquivos disponíveis em portais online das prefeituras, trabalhos publicados, relatórios, teses, dissertações, entre outros.

Com isso, pretende-se contribuir por meio dos resultados obtidos para a conservação ambiental da Baía de Guanabara, gerando materiais que podem auxiliar nos próximos projetos de despoluição.

2. Materiais e Métodos

Foram realizadas pesquisas bibliográficas nas primeiras etapas do estudo, trabalhando majoritariamente com análise de dados secundários. Segundo Fachin (2006), pesquisa bibliográfica é um conjunto de conhecimentos reunidos em obras de toda natureza. A pesquisa bibliográfica é desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído principalmente de artigos científicos e de livros (Gil, 2006).

A pesquisa foi realizada utilizando ferramentas de busca online, com as palavras-chave resíduo sólido, resíduo sólido flutuante e Baía de Guanabara, em portais como o Banco de Teses da Capes e o Google Acadêmico. Além de buscas por relatórios que ofereçam dados sobre os lixos produzidos e coletados em sites das prefeituras dos municípios que circundam a BG.

A partir da análise documental, o presente trabalho visa fazer um diagnóstico sobre o resíduo que chega na Baía de Guanabara, levando em consideração as perspectivas apresentadas no panorama da ABRELPE (Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais), a qual afirma que para cada 1 tonelada de lixo produzida, 7 quilos (kg) vão parar nos oceanos (Velis *et al.*, 2017). Tal perspectiva possibilita fazer um panorama geral em relação

a quantidade de resíduo que tem como destino a Baía de Guanabara e as problemáticas geradas no âmbito da pesca, turismo, saúde e meio ambiente.

3. Resultados e Discussões

São aproximadamente 50 rios que compõem a bacia hidrográfica da Guanabara (Figura 2), sendo que muitos sofreram diversas degradações e fortes interferências, como o processo de retificação de alguns que resultaram em um aumento na correnteza, facilitando e elevando o transporte de resíduos e sedimentos (Amador, 1997). Além do material gerado localmente nas costas, os rios trazem os resíduos gerados no interior do continente. Uma vez no sistema de drenagem, há significativa probabilidade do lixo ser transportado através de enxurradas, ventos, redes pluviais, canais, rios e estuários (Armitage, Rooseboom, 2000). Segundo Neto e Fonseca (2011), na Baía de Guanabara são as sacolas plásticas o principal item, o que demonstra que este tipo de material tem sua principal origem nos rios de sua bacia hidrográfica, que são altamente urbanizados e recebem uma grande quantidade de lixo. Logo, a falta de gestão e coletas não regulares resultam em descartes inapropriados, quando esses materiais são submetidos a algumas forças como chuvas e ventos, acabam se destinando aos fluxos de água que os direcionam a Baía de Guanabara.

Figura 2: Região Hidrográfica da Baía de Guanabara (ICMBio, 2009).

Uma das características de interferência quando analisamos o acúmulo de resíduos em determinadas áreas pode ser diretamente associado com os aspectos econômicos, afetando principalmente perspectivas relacionadas a valorização imobiliária. Segundo Franz (2011), atualmente o lixo flutuante na RMRJ é observado facilmente em todos os seus ambientes aquáticos (praias, manguezais, lagunas, canais, rios) provocando uma impressão estética negativa, o que resulta em uma desvalorização imobiliária em áreas que possuem altos valores agregados por possuir boas localizações. Assim, com a despoluição desses ambientes os imóveis que se localizam nas suas proximidades poderiam voltar a possuir valores verdadeiramente reais quando analisados de forma a ocupar ambientes limpos e visivelmente atraentes.

Nesta pesquisa, os dados foram analisados com o intuito de fazer um diagnóstico dos resíduos sólidos que chegam na Baía de Guanabara. Os valores foram calculados de acordo com os dados disponíveis no Diagnóstico de Manejo de Resíduos Sólidos de 2015 feito pelo Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS).

Os dados disponíveis nos documentos afirmavam a quantidade de resíduos produzido na escala habitante/dia pelos municípios. Foram utilizadas as informações dos municípios que circundam a Baía de Guanabara, sendo eles: Niterói, São Gonçalo, Itaboraí, Guapimirim, Magé, Duque de Caxias e Rio de Janeiro. Posteriormente, os dados foram somados com o levantamento mais recente disponível sobre a população estimada desses mesmos municípios, resultando no total de resíduo produzido por dia. Em seguida os resultados foram colocados de acordo com as perspectivas apresentadas no panorama da ABRELPE (Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais) que afirma que para cada 1 tonelada de lixo produzida, 7 quilos (kg) vão parar nos oceanos, originando valores aproximados de resíduos que chegam na Baía de Guanabara por dia, seja por descarte direto ou pela vazão dos rios que compõem a Bacia da Baía da Guanabara (Tabela 1).

Tabela 1: Resíduos que chegam na Baía da Guanabara

	Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos 2014/2015 (KG/hb.xdia)	População estimada - 2018 (Pessoas)	Total de resíduo produzido por dia	ABRELPE
Niterói	1,12	511.786	573.200 KG	4.012 KG
São Gonçalo	0,61	1.077.687	657.389 KG	4.601 KG
Itaboraí	0,90	238.695	214.825 KG	1.503 KG
Guapimirim	0,80	59.613	47.690 KG	333 KG
Magé	0,60	243.657	146.194 KG	1.023 KG
Duque de Caxias	1,36	914.383	1243.560 KG	8.704 KG
Rio de Janeiro	1,38	6.668.927	9230.719 KG	64.615 KG
TOTAL	6,76	9.734.748	12.113.577 KG	84.791 KG

Como resultado final, é possível concluir que aproximadamente 90 toneladas de lixo são despejadas na Baía de Guanabara diariamente, afetando o ciclo natural do seu ecossistema e prejudicando o ambiente como um todo, anulando alguns de seus possíveis usos turísticos e até mesmo criando um potencial risco para a saúde humana da população que reside relativamente próximo a baía. Grande parte dos municípios estudados não oferecem um trabalho de coleta e tratamento de lixo eficiente, o que agrava ainda mais o problema quando analisado de maneira conjunta a outros fatores como uso e ocupação do solo, que são termos determinantes do adensamento demográfico.

Entende-se atualmente que o problema mundial que envolve a alta produção e a falta de tratamento do resíduo é fruto do somatório de muitos fatores, dentre eles as mudanças no consumo e o alto crescimento populacional, resultando em uma ocupação rápida e desordenada do espaço urbano, sendo assim considerado um problema ambiental de vertente urbana que resulta em interferências diretas no meio físico.

Os dados anteriormente expostos nos possibilitam uma visão quantitativa mais específica referente a contribuição dos municípios para a poluição do estuário, e é

imprescindível levar em consideração alguns aspectos específicos importantes para uma leitura mais aprofundada da tabela. Para Guerra e Cunha (2011), a urbanização e a emergência dos problemas ambientais urbanos obrigam os estudiosos dos impactos ambientais a considerar os pesos variados da localização, distância, topografia, características geológicas, morfológicas, distribuição da terra, crescimento populacional, estruturação social do espaço urbano e processos de seletividade suburbana ou segregação espacial. O conceito de densidade demográfica se apresenta como uma ferramenta fundamental para fazer uma análise mais detalhada e comparativa dos municípios, já que os resultados mostram que os municípios com maior densidade demográfica são os que possuem uma maior contribuição no despejo de resíduos (Gráfico 1).

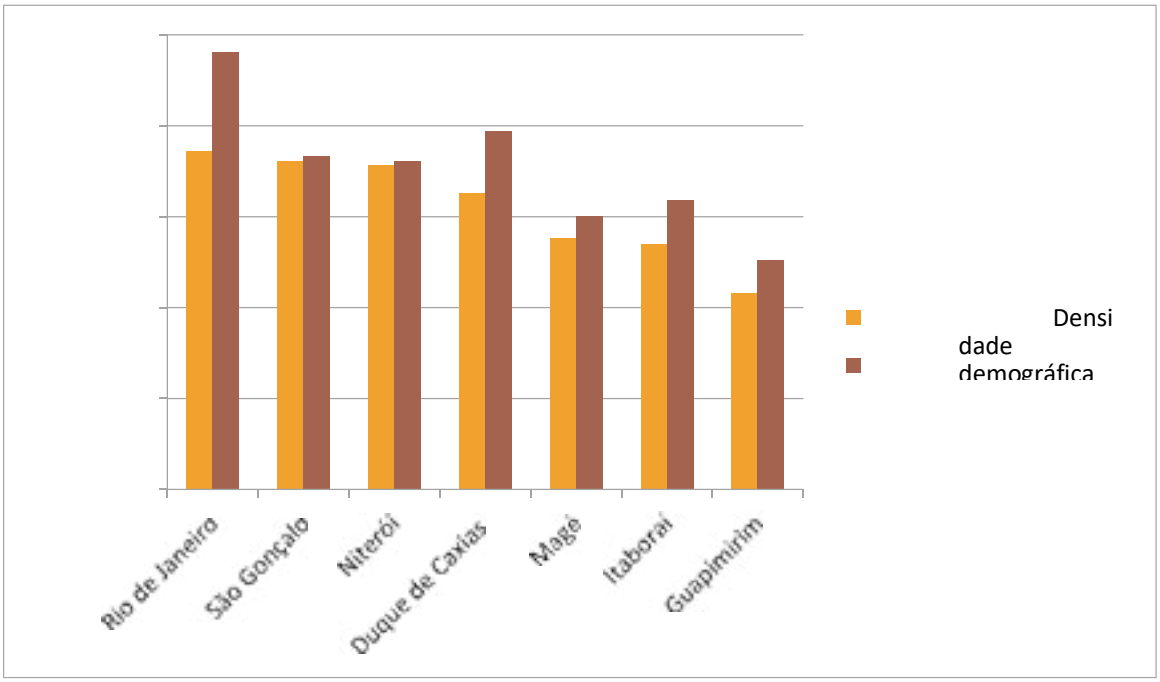


Gráfico 1: Densidade demográfica e despejo de resíduo dos municípios abordados.

Como pode ser observado, os dados de densidade demográfica e despejo de resíduo na Baía de Guanabara de acordo com as perspectivas da ABRELPE quando comparados apresentam grandes similaridades, concluindo assim que as duas vertentes analisadas conversam quando o assunto tratado é poluição, mas não só elas, características econômicas e sociais também são válidas na análise do problema. Levando em consideração que níveis altos de densidade demográfica na maioria das vezes resultam em ocupações desordenadas, se torna importante entender a ligação entre a forma de ocupação do solo e a interferência desses fatores em um possível aumento na geração e no descarte inadequado de resíduos.

4. Considerações Finais

Trata-se de um dos maiores problemas ambientais da atualidade e por esse mesmo motivo é imprescindível que atitudes sejam tomadas, sejam elas no âmbito de campanhas que tenham como objetivo incentivar a diminuição no consumo ou uma maior força nos projetos de coleta e tratamento desse resíduo. Para que projetos, campanhas e percepção individual sejam eficazes é importante que dados sobre a quantidade de resíduo produzido, os materiais que o compõem e a quantidade que foi coletada sejam amplamente divulgados anualmente, o que possibilitará que os dados sejam ais facilmente encontrados, podendo ser utilizados como materiais de base para nortear projetos de mitigação.

Os objetivos propostos foram alcançados no decorrer da pesquisa e o diagnóstico obtido revela números exorbitantes de resíduos depositados no estuário, possibilitando uma percepção mais realista acerca da gravidade do problema. Uma das dificuldades encontradas foi referente a obtenção de dados atuais sobre os resíduos, tendo em vista que o SNIS (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento) deveria lançar glossários anuais com os dados disponíveis sobre a quantidade e composição dos resíduos dos municípios, mas o último disponível na plataforma digital é referente ao ano de 2015, dificultando assim resultados mais atuais.

O presente trabalho tem como etapa futura entender como esse material se comporta na crista d'água da Baía de Guanabara e quais são suas possíveis áreas de acúmulo, levando em

consideração os resíduos lançados pelos rios que passam pelas áreas mais densamente urbanizadas, logo, os que sofrem maior inteferência e recebem a maior quantidade de resíduo diariamente.

Diante disso, é de suma importância considerar a relevância dos estudos relacionados aos problemas gerados pelo acúmulo desses materiais, tornando possível o levantamento de dados reais sobre o problema ocasionado pela relação que envolve o aumento no consumo de materiais descartáveis e a falta de controle na gestão e no tratamento desse resíduo.

Referências Bibliográficas

AMADOR, E. S. **Baía de Guanabara e ecossistemas periféricos: Homem e natureza**. Brasil: Reporte Gráfica e Editora LTDA, 1997.

ARMITAGE, N. ROOSEBOOM, A. **The removal of urban litter from storm water conduits and streams: Paper 1 – The quantities involved and catchment litter management options.** Water S. A. v. 26, n2, 2000.

EIGENHEER, E. M. **Lixo e vanitas: considerações de um observador de resíduos.** Tese (doutorado) - Universidade Federal Fluminense, Faculdade de Educação. Niterói, RJ, 1999.

FACHIN, O. **Fundamentos de Metodologia.** 5 ed. Revista e atualizada. São Paulo: Saraiva, 2006.

FRANZ, Barbara. **O Lixo Flutuante em Regiões Metropolitanas Costeiras no Âmbito de Políticas Públicas: O Caso da Cidade do Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2011.

GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5 ed. São Paulo, Atlas, 2006.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE – ICMBio. **Plano de manejo da Estação Ecológica da Guanabara**. 2009.

GUERRA, Antonio José Texeira; CUNHA, Sandra Baptista. **Impactos ambientais urbanos no Brasil.** 8°.ed. - Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

LEI 12.205 de 02/08/2010. **Política Nacional de Resíduos Sólidos.** Presidência da República Casa Civil Subchefia para Assuntos Jurídicos. http://www.planalto.gov.br. Acesso em dezembro de 2018.

NETO, José Antônio Baptista; FONSECA, Estefan Monteiro da. **Variação sazonal, espacial e composicional de lixo ao longo das praias da margem oriental da Baía de Guanabara (Rio de Janeiro) no período de 1999-2008.** Revista da Gestão Costeira Integrada. 2011.

TUCCI, C.E. M.; HESPANHOL, I., CORDEIRO NETTO, O.M. **Gestão da água no Brasil**.

Brasília: UNESCO, 2008.

VELIS, C.; LERPINIERI, D.; TSAKONA, M. **Previna o lixo marinho plástico - agora! Uma parceria facilitada pela ISWA para evitar o lixo marinho, com um chamado global para a ação para investir em gestão sustentável de resíduos e recursos em todo o mundo.** Relatório elaborado em nome da International Solid Waste Association (ISWA). Um produto da força tarefa de Lixo Marinho. ISWA, Setembro 2017.

ISBN: 978-85-7282-778-2

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ACESSO À ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO: CONSIDERAÇÕES SOBRE QUALIDADE D'ÁGUA NA LOCALIDADE DE JAIBARAS, SOBRAL-CE.

Ana Jéssica de Sousa dos Santos[(a)], Francisco Bruno Monte Gomes [(b)]

[(a)]Mestranda Academica em Geografia, Universidade Estadual Vale do Acaraú, email: anajessicasanto@hotmail.com

[(b)]Mestre em Geografia, Técnico da Vigilância em Saúde Ambiental do município de Sobral, Ceará, email: gomesdebruno@hotmail.com

Eixo: 6. Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

Ana Jéssica de Sousa dos Santos, Francisco Bruno Monte Gomes

O fenômeno da seca na vida do sertanejo só foi dado notoriedade, em especial, na região do Nordeste brasileiro, com a seca de 1877, onde milhares de pessoas morreram. Em virtude disso, foram implantadas políticas públicas com o intuito de mitigar os efeitos e garantir segurança hídrica e acesso à água em períodos de grande estiagem. O objetivo do trabalho consistiu em identificar as principais fontes de acesso à água potável na comunidade de Jaibaras-Sobral-Ceará e discutir a relação da população com o açude local. Como procedimentos técnicos foram adotados: levantamentos bibliográficos, aplicação de entrevistas, realização de análises laboratoriais de água. Como principais resultados foram possíveis observar que há uma relação direta das pessoas com a o açude Ayres de Souza, contudo, grande maioria não utiliza essas águas para consumo humano, lamentam a "péssima" qualidade ambiental existe no recurso hídrico. Os resultados de qualidade apontam que as águas liberadas pela CAGECE encontram-se dentro das conformidades exigidas pelos órgãos de fiscalização ambiental e de saúde e as que são vendidas comercialmente (envasadas) também apontam boas condições para consumo, porém, algumas precauções devem ser levadas em consideração.

Palavras chave: açude, acesso à água, qualidade, saúde e segurança hídrica.

1.Introdução

A construção de reservatórios constituída principalmente na região nordeste do Brasil, demonstrou uma importante tentativa de aprimorar o acesso a água as populações e comunidades rurais, outro fator, eram os períodos acentuados de seca entre 1877 a 1879, épocas extremamente difíceis para as pessoas (CAMPOS, 2014).

No Ceará, o processo de açudagem começou pela construção do açude do Cedro no século XIX, juntamente com a criação da Inspetoria de Obras Contra a Seca (IOCS) com incentivos do Império. Após ocorrência da seca de 1931-1932, baseado na Lei nº 175 de 1936, a IFOCS delimitou o "polígono das secas".

Diante do contexto das políticas de combate a seca desenvolvida pela IOCS (atual DNOCS), em 1932, foi iniciada as obras de construção do reservatório Ayres de Souza, localizado no distrito de Jaibaras, interior noroeste do Estado do Ceará, foco de análise nesta pesquisa (POMPONET, 2009).

A comunidade (Jaibaras) passou por um processo de transição com a construção do reservatório. O açude em questão trouxe esperança ao sertanejo (HAESBAERT, 2008) dessa localidade, pois antes a água era de acesso restrito, encontrada em poços situados nas terras dos coronéis (POMPONET, 2009), naquele momento existia um reservatório público, de acesso livre para que todos pudessem suprir as suas necessidades.

Atualmente se faz importante realizar uma discussão sobre os aspectos de qualidade relacionados aos usos da água tendo como foco a saúde pública e também o equilíbrio da qualidade ambiental, pois alcançado e superado o desafio de ter água é relevante discutir como esse recurso chega e quem quais condições aos usuários.

Diante disso, a proposta deste estudo foi de identificar as principais fontes de acesso à água potável na comunidade de Jaibaras-Sobral-Ceará, bem como, discutir a relação da população com o principal reservatório fonte de abastecimento da localidade.

2.Material e Métodos

2.1. Área de estudo

O estudo foi desenvolvido no território de Jaibaras, do qual, é um distrito do município brasileiro de Sobral, no interior do estado do Ceará. De acordo com o último levantamento público divulgado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE-2010), sua população era de 6.258 habitantes, sendo 3.115 homens e 3.143 mulheres Foi criado pelo decreto estadual nº 448, de 20 de dezembro de 1938. Na figura 1 é possível observar a localização geográfica.

Figura 1: Localização geográfica da sub-bacia hidrografica do rio Jaibaras.

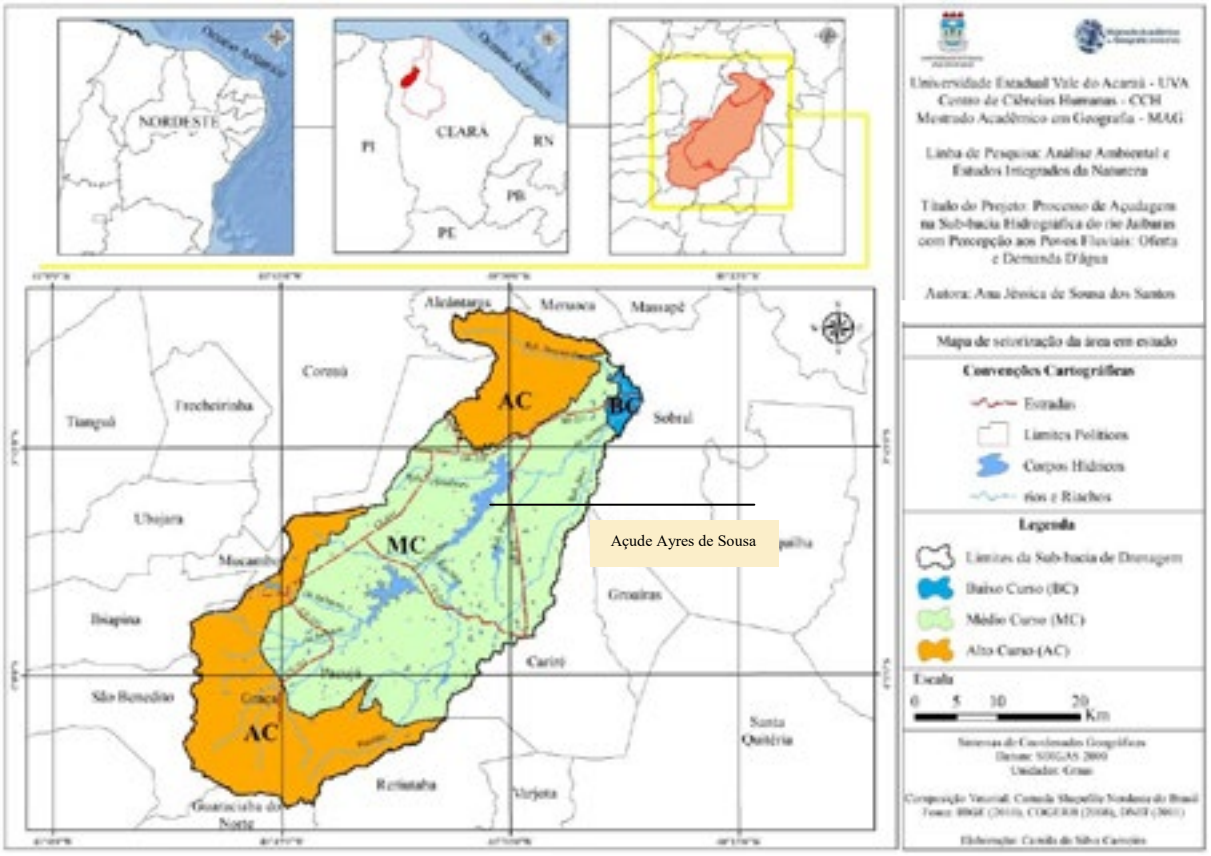


Figura 1: A área de estudo localiza-se no médio curso da sub-bacia hidrográfica do rio Jaibaras.

2.2. Procedimentos metodológicos

No presente trabalho, a metodologia foi baseada num primeiro instante em se realizar levantamentos bibliográficos em capítulos de livros, periódicos, artigos técnicos em jornais, dissertações e teses, sempre fazendo estreita relação com temáticas centrais abordadas no estudo- acesso, estiagem, usos da água, abastecimento público, consumo humano da água e políticas públicas.

Posteriormente, o estudo totalizou-se nas seguintes divisões: I. Realização de entrevistas estruturadas, II. Análise laboratorial da qualidade da água envasada, III. Monitoramento dos resultados de água tratada distribuída para a localidade no ano de 2017 e IV. Integração dos dados e informações.

2.4. Análise laboratorial da qualidade da água envasada

Foram delineadas e escolhidas três marcas diferentes de água envasada, das quais, são distribuídas nas unidades comerciais da localidade, tais opções foram estabelecidas mediante conversas com a população e visualizações "in loco". Os mesmos foram denominados de Amostras (1), (2) e (3), respectivamente. Os ensaios de qualidade foram realizados nos laboratórios do SAAE Sobral (Sistema Autônomo de Água e Esgoto) e Instituto Federal do Ceará- Campus Sobral.

As variáveis avaliadas foram: pH, condutividade elétrica, temperatura, nitrato, cloreto, sulfato e microrganismos (coliformes totais e e.coli). As metodologias adotadas foram: Potenciométrico, Condutivímetro, Termômetro de filamento de mercúrio, Salicilato (Rodier), Nitrato de prata, Turbímetro e Tubos múltiplos.

A referência principal consistiu no Standard Methods for the Examination Water and Wastewater (APHA, 2005). Tomado como objeto de comparação dos resultados utilizou-se as normativas da ANVISA RDC 274/2005 e 275/2005.

2.5. Resultados de água tratada distribuída para a localidade- Ano de 2017

Esses resultados foram monitorados pela Vigilância em Saúde Ambiental do município de Sobral-CE, da qual, realizam semanalmente o acompanhamento da qualidade de água em sistemas de abastecimento, soluções alternativas coletivas e individuais do território municipal.

Para o estudo foram levados em consideração todos os resultados apurados para o ano de 2017, com os seguintes parâmetros: cor, turbidez, fluoreto, CRL- cloro residual livre, coliformes totais e ecoli.

É importante salientar que as variáveis são coletadas em diversos pontos, no caso, do presente estudo foram coletas em dois pontos fundamentais: primeiro na estação de tratamento da água do distrito de Jaibaras e segundo em torneiras localizadas na parte externa das residências, posteriormente encaminhadas para o Laboratório Central de Saúde Pública- LACEN de Fortaleza-Ceará.

3.Resultados e Discussão

3.1. Análise da percepção da comunidade diante da oferta e usos da água

Para avaliar e compreender as percepções da comunidade de Jaibaras com relação às fontes de água a sua disposição para o consumo humano uma série de entrevistas semi-estruturadas foram realizadas, perfazendo um tamanho amostral de 200 entrevistados, situados nos bairros da localidade com maior densidade populacional (Centro e Barragem), nos meses finais do primeiro semestre de 2018.

As 05 perguntas centrais foram adotadas e estabelecidas em múltiplas escolhas, tendo a partir daí a intenção de identificar como a comunidade pesquisada diferenciava as modalidades e ofertas para os usos d' água.

Os primeiros resultados encontrados demonstram que 41%, afirmaram que o açude Ayres de Sousa é extremamente importante para o desenvolvimento local. Quando perguntados sobre utilizar a água do recurso hídrico (açude) para higiene pessoal (88%)

afirmaram positivamente a utilização. Os percentuais restantes para essa categoria, ou seja, 12% disseram utilizar poços e serviços oferecidos por carros-pipas para o consumo humano, citando em diversos momentos que essas águas apresentam boas "condições" e gosto-sabor adequado.

Dando prosseguimento nas perguntas, o questionamento foi direcionado ao consumo da água ofertada pelo sistema convencional de distribuição, no caso, pela CAGECE. Cerca de 52% disseram não consumir a chamada 'água da torneira'.

Foi justificado o não uso da água para o devido consumo humano pelo fato de não acreditarem na efetividade do tratamento, com relatos de que a água chega com uma tonalidade amarelada, acentuado odor de cloro, segundo eles, tais características poderiam acarretar doenças presentes e futuras.

Esses fatores sentidos pela população é o suficiente para ignorarem toda a Portaria GM/MS nº 2.914 de 2011-Convertida no anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5 de 2017, do Ministério da Saúde em que o órgão responsável pela distribuição d'água segue e é fiscalizado no intuito de garantir qualidade da água tratada na localidade. O restante do percentual dos entrevistados (48%) revela que não bebem água diretamente da torneira, mas utilizam de filtros 'de barro' para posteriormente consumirem.

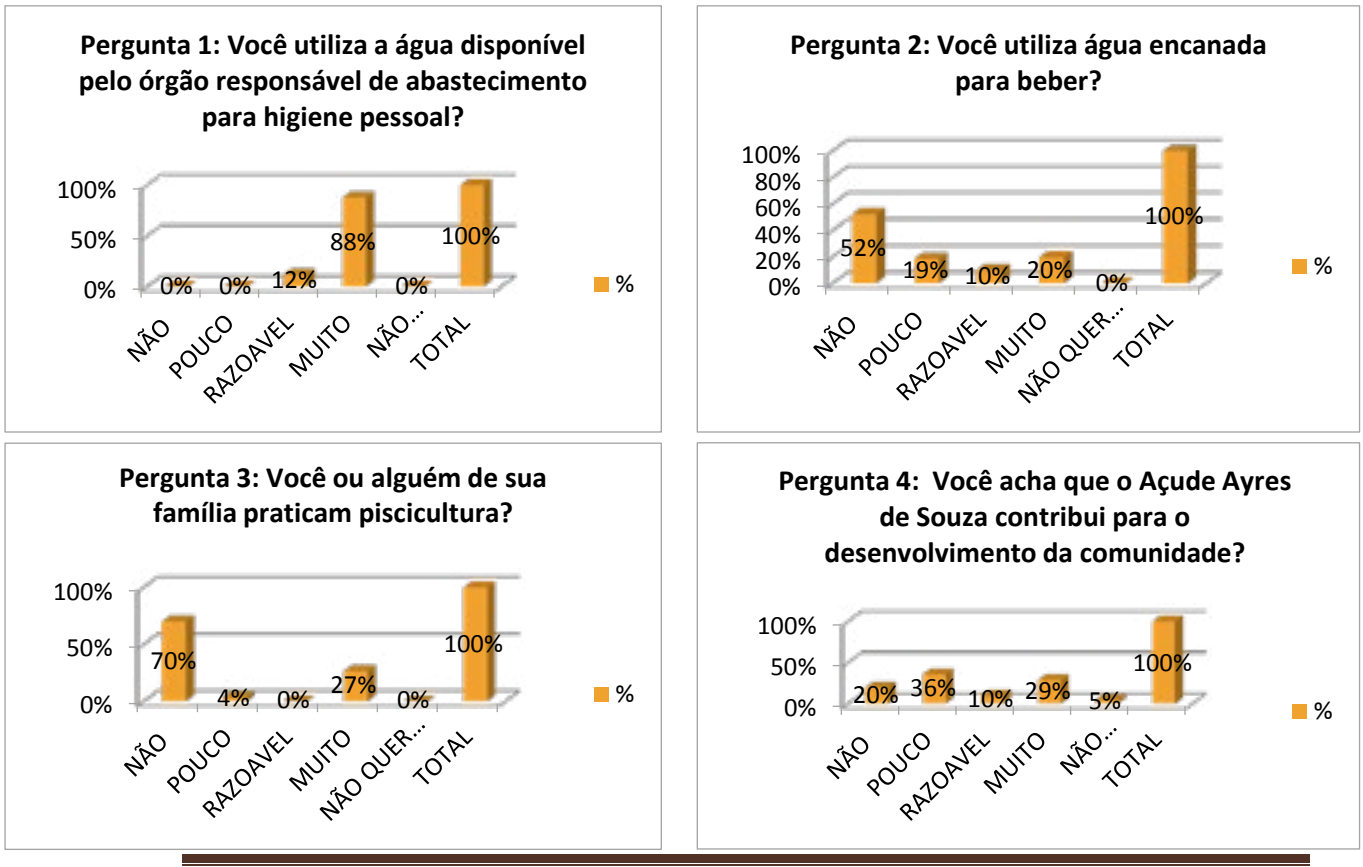
Aos que deram resposta negativa sobre o consumo água da torneira, foi questionado qual fonte alternativa de consumo eles adotavam para beber. A grande maioria, 80% disseram que consumiam água comprada e muitos utilizaram as seguintes denominações: "água boa", "água mineral", "água de garrafão".

Interrogados então: "*por que acham que a água engarrafada seria melhor que a encanada?"*. A resposta foi unânime "por se tratar de água limpa", "se era vendida, então era boa". Dentro desse processo foram citadas cinco marcas mais comumente compradas pelos consumidores, sendo duas, *'água adicionadas de sais'*.

Outro ponto focado nas entrevistas com a comunidade foi sua relação com o importante açude Ayres de Sousa, inclusive já citado logo acima. Segundo 70% apontaram que não tiram o sustento familiar através da piscicultura, assim como considerado "tradição" da comunidade há alguns anos atrás. O aumento atual do mercado foi apontado como principal indicador de decréscimo para tal atividade, assim como a degradação da qualidade ambiental do açude. Contudo, ainda existe uma associação de pescadores em Jaibaras, mesmo com a baixa do setor o pescado.

Nos criadouros de peixes ainda existentes a espécie mais produzida é a tilápia, pertencentes à subfamília ***Pseudocrenilabrinae***. Na figura 2 é possível perceber um consolidado das principais perguntas realizadas nas entrevistas, bem como, os percentuais relacionados.

Figura 2: Gráficos com as principais perguntas e resultados em porcentagens.



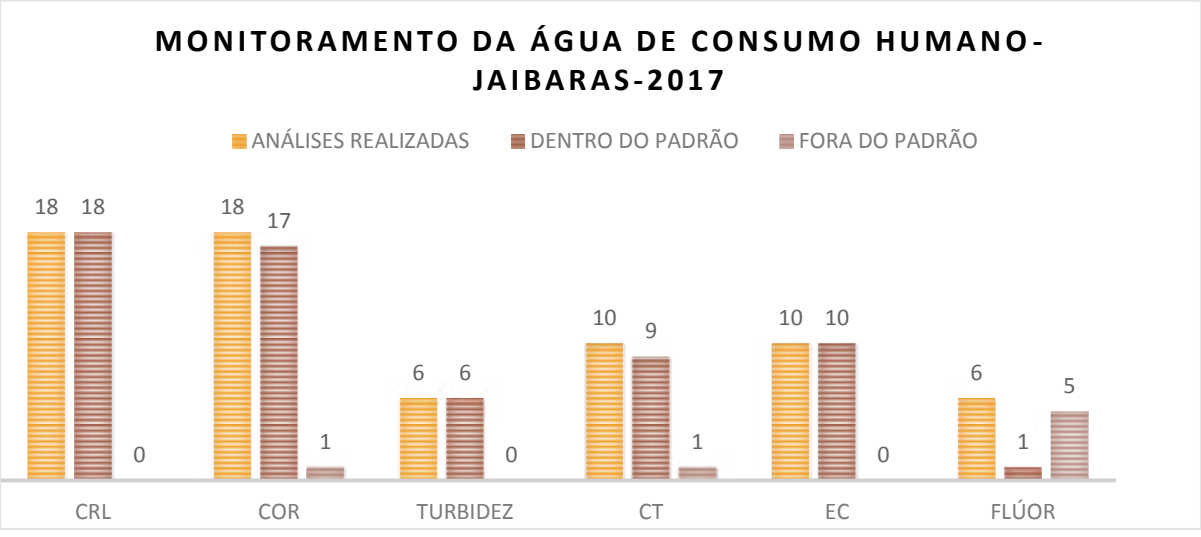
Uma pergunta finalizadora desta etapa do estudo esteve relacionada com possíveis práticas do recurso hídrico da localidade, no caso o açude para prática do lazer. As respostas apontaram que 62% não realizam nenhuma atividade, por identificarem em diversos pontos ao longo do recurso presença de diversos materiais que, por ventura, podem prejudicar a saúde (são eles: fezes de animais, lavagens de roupas, lançamentos de esgotos domésticos).

3.2. Monitoramento da água distribuída pelo sistema convencional de tratamento

A vigilância em saúde ambiental do município de Sobral-CE realiza desde 2010 o acompanhamento e monitoramento de todas as formas de distribuição de água para consumo humano (tratadas ou sem tratamento) e assim mantém através da aplicação do programa governamental VIGIÁGUA o contato direto e estreito com o Ministério da Saúde.

Para o ano de 2017 na estação de tratamento de água de Jaibaras e em alguns pontos de domicílios (cavaletes-hidrômetros) foram coletas ao todo 68 amostras, distribuídas em 06 parâmetros relevantes para delinear se está própria ou não para consumir, bem como, regularidade com o que a legislação brasileira estabelece. No gráfico 1 é possível perceber a distribuição dessas análises e que de grande forma as variáveis estão dentro das conformidades, portanto, não apresentando risco à saúde da população quanto a ingestão.

Gráfico 1: Resultados da água na localidade de Jaibaras (ETA e Domicílios).

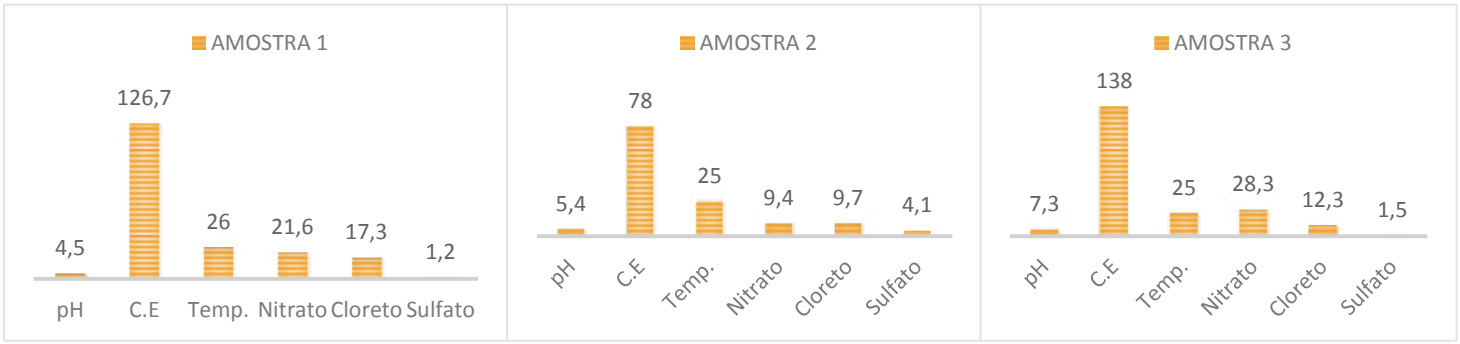


Legenda:
CRL- Cloro Residual Livre
CT-Coliformes Totais
EC-Escherichia Coli

3.3. Resultados das análises de água envasada comercializada na localidade

Através do que foi pontuado nas entrevistas três principais marcas de água envasada em que a população compra e consome diariamente. As marcas foram determinadas em AMOSTRA 1, AMOSTRA 2 e AMOSTRA 3. Os resultados para os parâmetros analisados estavam em acordo com a legislação, da qual, regulamenta este tipo de produto, bem como, indo a encontro com os índices que foram apresentados nos rótulos de suas embalagens (exigência obrigatória para venda), apenas com algumas variações. No bloco de gráficos de número 2, são apresentados os resultados nas análises laboratoriais.

Gráfico 2: Resultados de qualidade da água envasada.



Legenda:

pH-potencial hidrogeniônico; C.E- condutividade elétrica; Temp-temperatura.

4.Considerações Finais

Foi possível concluir com o estudo que em sua grande maioria a população da localidade de Jaibaras não utiliza a água para consumo humano fornecido pelo órgão responsável da distribuição de água tratada, por colocarem a qualidade como aspecto duvidoso.

Com a prerrogativa de utilização acentuada de água envazada para consumo humano direto, as análises das três amostras. Os resultados obtidos foram compatíveis com os padrões determinados pela ANVISA na Resolução RDC nº 274, de 22 de setembro de 2005. Além disso, a água distribuída pela estação de tratamento do Governo do Estado (CAGECE) e monitorada por órgão fiscalizador também estavam dentro das conformidades exigidas pela normativa de saúde ambiental.

É importante salientar que alguns fatos devem ser levados em consideração com relação aos usos da água diante da consumação humana: primeiramente a efetiva adequação de um plano governamental com ações concretas que melhorem a qualidade ambiental do açude da localidade, as águas envasadas só devem ser compradas quando as procedências forem seguras e oficiais, adquirir água com origem duvidosa pode colocar todos em risco direto de contaminação. Já água distribuída pela CAGECE deve receber uma atenção especial quanto à chegada no domicilio com a oferta de um pós-tratamento (filtração, fervura ou adição de hipoclorito de sódio) não pela qualidade em si, mas devido à rede de distribuição que pode afetar na qualidade.

Agradecimentos

SAAE-Sistema Autônomo de Água e Esgoto, IFCE-Sobral, Vigilância em Saúde Ambiental de Sobral-CE e comunidade do distrito de Jaibaras.

Referências Bibliográficas

APHA. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21th edition. Washington D.C. American Public Health Association, 2005. 953p.

ANVISA. **Regulamento técnico para águas envasadas e gelo- RDC 274/2005.** Disponível em:http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/394219/RDC_274_2005.pdf/19d98e61-fa3b-41df-9342-67e0167bf550. Acesso em: 20 Dez de 2018.

ANVISA. **Dispõe sobre o Regulamento Técnico de Procedimentos Operacionais Padronizados aplicados aos Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos e a Lista de Verificação das Boas Práticas de Fabricação em Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos- RDC 275/2005.** Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC_275_2002_COMP.pdf/fce9dac0-ae57-4de2-8cf9-e286a383f254. Acesso em: 20 Dez de 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da água e seu Padrão de Potabilidade- Portaria de Consolidação n°5, anexo XX.** Disponível em:http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2017/prc0005_03_10_2017.html.
CAMPOS, J. N. B. **Secas e políticas públicas no semiárido: ideias, pensadores e períodos.** Estudos Avançados, São Paulo, vol. 28, nº 84, 2014.

HAESBAERT, R. Dilema de conceitos: espaço-território e contenção territorial. In: SAQUET, M. A., SPOSITO, E. S. (Org.), **Territórios e territorialidades**: teorias, processos e conflitos. São Paulo, 1.ed, Expressão Popular : UNESP. Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2008, P. 95-120.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2010**. Brasília, 2010.

POMPONET, A.S. **100 anos de DNOCS: marchas e contramarchas da convivência com as secas**. Conj. & Planej., Salvador, n.162, p.58-65, jan./mar. 2009.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ALTERAÇÕES NO REGIME HIDROLÓGICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DO PEIXE, OESTE DO ESTADO DE SÃO PAULO –BRASIL

Renata Pereira Prates[(a)], Lucinete Ferreira de Andrade[(b)], Paulo Cesar Rocha[(c)]

[(a)] Departamento de Geografia/Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista , prates.renat@gmail.com
[(b)] Departamento de Geografia/Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, lucineteferreira@gmail.com
[(c)] Departamento de Geografia/Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, pcrocha@fct.unesp.br

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

O objetivo desta pesquisa é analisar possíveis alterações hidrológicas na bacia hidrográfica do rio do Peixe, localizada no oeste do Estado de São Paulo, Brasil e considerando que as atividades humanas em sua maioria dependem da água. Foram analisados os dados de três estações fluviométricas (1948-2000) e de trinta e duas estações pluviométricas entre os anos de 1940 a 2010. Os resultados obtidos das análises a partir das estações pluviométricas e fluviométricas possibilitaram compreender o comportamento hidrodinâmico da bacia hidrográfica do rio do Peixe, destacando a periodicidade e magnitude das vazões. Foi possível depreender que os picos de precipitação e a variação das vazões podem estar relacionados principalmente a ocorrência de episódios de El Niño/ Oscilação Sul (ENOS) contribuindo para o aumento da precipitação na região, podendo, inclusive, ter também aumentado a vazão no canal principal.

Palavras chave: hidrologia, análise temporal, geomorfologia fluvial.

1. INTRODUÇÃO

O desmatamento das florestas e a progressiva diminuição de áreas verdes, aliados juntamente com à falta de manejo adequado do solo podem interferir no ciclo da água na bacia hidrográfica, alterando as taxas de infiltração e aumentando o escoamento superficial, repercutindo diretamente ou indiretamente na disponibilidade hídrica total ou sazonal nos sistemas fluviais,

interferindo nos diferentes tipos de uso, ou seja, para a produção agrícola, abastecimento público e no desenvolvimento econômico de uma determinada região (DREW, 1994, ROCHA E ANDRADE, 2015, ANDRADE, 2014).

A utilização dos indicadores de alterações hidrológicas permite a verificação das modificações na hidrologia dos sistemas fluviais. Além dos empreendimentos que modificam o regime hidrológico do rio pela ação direta no fluxo do rio, podem ser identificadas outras formas de impacto neste regime causadas pelo desmatamento e o mau uso da terra, provenientes da apropriação das vertentes e também dos impactos decorrentes de empreendimentos industriais e da urbanização sem qualquer planejamento adequado. Tais processos podem ser relacionados, do ponto de vista hidrológico, com uma maior ou menor variabilidade do fluxo do rio, com aumento ou diminuição das descargas interanuais e sazonais.

Nesta perspectiva, o objetivo desse trabalho foi analisar os dados pluviométricos e fluviométricos da bacia hidrográfica do rio do Peixe, oeste do Estado de São Paulo e suas possíveis alterações no regime hidrológicas, bem como o resultado dessas variáveis ao canal principal.

1.1. ÁREA DE ESTUDO

Localizada no Oeste do Estado de São Paulo, a bacia hidrográfica do rio do Peixe situa-se entre as coordenadas 22° 12’ 41’’ a 21° 33' 11” de Latitude Sul e 49º 39' 52" a 51º57'47" de Longitude Oeste. A figura 1 destaca a localização dos postos fluviométricos e pluviométricos na bacia hidrográfica que contribuíram para análise dos dados obtidos.

A bacia em questão é constituída por rochas sedimentares Grupo Bauru (Bacia do Paraná), do período Cretáceo (K), com alguns afloramentos de basaltos da Formação Serra Geral, de idade Juro-Cretácica (JKsg) presentes no leito dos rios em trechos de corredeiras e saltos, e depósitos aluvionares de idade Quaternária – Q encontrados nos trechos de baixa declividade dos canais, (IPT, 1981a)

Duas Unidades Geomorfológicas estão presentes: O Planalto Centro Ocidental e o Planalto Residual de Marília. Dominam processos de dissecação com topos convexos (Dc) de maior

dissecação; e tabulares (Dt) com menor dissecação e áreas aluviais na forma de Terraços e Planícies de Inundação (Atf e Apf). As cabeceiras de drenagem estão localizadas no Planalto Residual de Marília (ROSS E MOROZ, 1997), que segundo Etchebehere et al., (2005) é a feição geomorfológica de maior expressão no Planalto Ocidental Paulista, constituindo-se por uma superfície de cimeira.

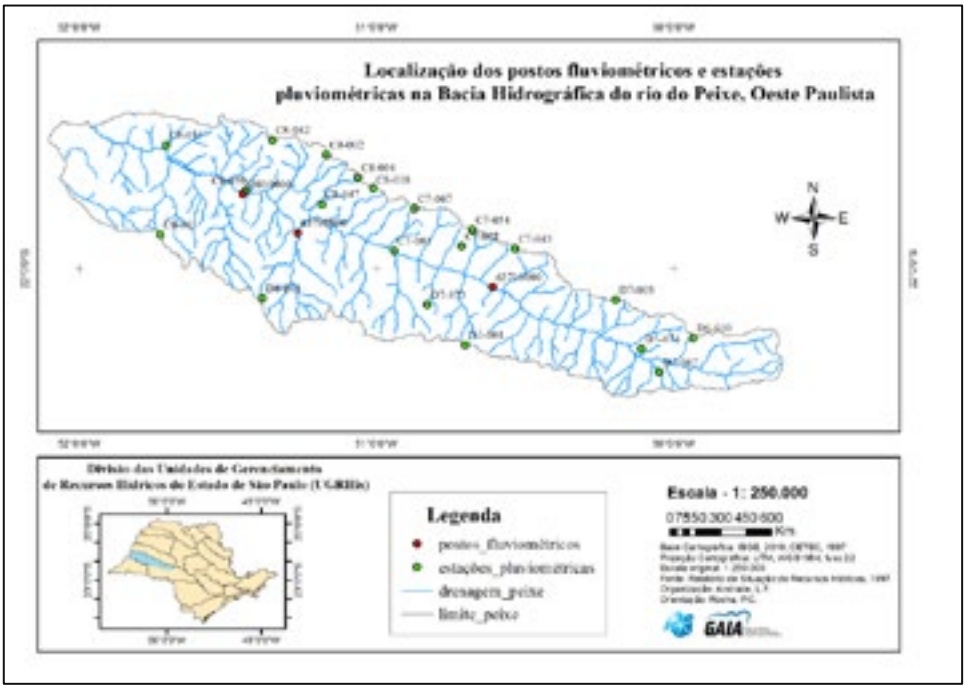


Figura 1 – Localização dos postos fluviométricos e pluviométricos na bacia hidrográfica do rio do Peixe

A rede hidrográfica da bacia do rio do Peixe, apresenta canais afluentes do rio principal pouco extensos, devido à forma da bacia alongada, sendo seu maior tributário é o ribeirão Mandaguari, na sua margem esquerda.

Segundo Monteiro (1973), a região sudoeste do Estado de São Paulo, situa-se em uma zona de transição climática em que circulação atmosférica é controlada pela dinâmica das massas tropicais, setentrionais e meridionais. Dentre essas massas de ar, observa-se que a frente polar Atlântica é a responsável pela produção de maior quantidade de precipitação na região.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Foram analisados os dados fluviométricos de três postos na bacia hidrográfica rio do Peixe, localizados no Ribeirão Mandaguari, à margem esquerda do rio do Peixe e postos fluviométricos de Flora Rica e de Tupã, localizados, respectivamente, à margem direita e no médio curso do rio do Peixe, os quais caracterizam a dinâmica interanual do regime hidrológico entre os anos de 1948 e 2000. Os dados de precipitação variam entre as décadas de 1940 ao ano de 2010. A análise hidrológica, bem como dos dados de precipitação têm como finalidade compreender as dinâmicas fluviais da área de estudo.

Tanto os dados de vazão como os de precipitação foram obtidos de sítios governamentais, tais como a Agência Nacional de Águas (ANA) e Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (SIGRH).

Algumas estações apresentaram séries de dados incompletos. Para realizar o preenchimento alguns critérios foram utilizados, tais como:

a) Seleção de estações pluviométricas localizadas em áreas próximas, portanto, com maior chance de apresentar características semelhantes do meio físico;

b) O preenchimento se deu por meio do critério estatístico através do coeficiente mínimo de determinação (Pearson), com critério mínimo na regressão linear como a existência de um coeficiente de determinação $R^2 \geq 7$ (Macdonald et al. de 2008), conforme indicado por Andrade (2014), pela equação:

$$y = ax + b$$

onde,

y é o valor estimado

x é estação pluviométrica com falha de dados

a e b são os parâmetros de regressão

O procedimento anteriormente descrito (coeficiente mínimo pelo método de Pearson) também foi explorado por Andrade e Macdonald (2014), em relatório de pesquisa, buscando a

correlação linear entre a precipitação mensal e a vazão mensal buscando avaliar possíveis correspondências de variação entre dados de vazão e precipitação.

A avaliação dos dados pluviométricos contribuiu para a apreensão da dinâmica do sistema hidrológico do rio, bem como na análise das possíveis alterações ocorridas em relação à magnitude dos índices fluviométricos que, somados aos efeitos do uso da terra e dos processos de desmatamento, que podem ter contribuído para as eventuais alterações no regime hidrológico do rio do Peixe.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As investigações acerca dos dados pluviométricos da bacia hidrográfica do rio do Peixe, contribuíram para compreender o comportamento do sistema hidrológico do rio. Nesse sentido, Andrade (2014) menciona que a precipitação na bacia hidrográfica do rio do Peixe apresenta tendência à diminuição no sentido de montante para jusante. Contudo, as estações localizadas as áreas de montante da bacia hidrográfica, há maior variabilidade nos índices de precipitação, sendo a mesma em torno de 500 mm a 1500 mm. Tais estações estão localizadas no município de Marília e Pompéia. No sentido a montante, a estação pluviométrica de Quatá, também apresenta a mesma variabilidade de dados.

Nesse contexto, há três estações cujos dados não apresentam variabilidade substancial (representadas pelas letras **F**- C8002, **L** - D8003 e **M** - C7062 na figura 2). As três estações pluviométricas mencionadas estão localizadas nas áreas do meio no baixo curso da bacia, nos municípios de Bastos, Presidente Prudente e Flora Rica. Na estação pluviométrica do município de Bastos, a série de dados de precipitação abrange o período de 1940 a 2010. Contudo, a variabilidade é relativamente baixa, em torno de 1000 a 1450 mm durante toda a série histórica. Assim também acontece na estação pluviométrica localizada no município de Presidente Prudente.

Observando-se os gráficos da figura 2, verifica-se um aumento da precipitação que pode estar correlacionada a episódios de eventos extremos de precipitação ao longo da série histórica

de dados, devido à ocorrência de picos de precipitação que se sobressaem às médias consideradas na série histórica, sobretudo na década de 1980.

Figura 2: A - C7001(Parapuã); B - C7043 (Tupã); C - D7073(Rancharia); D - C8018 (Lucélia); E - 8047 (Mariápolis); F - 8002 (Florida Paulista); G - C8055 (Ouro Verde) ; H - C8001 (Piquerobi); I - C8042 (Irapuru); J - C8059 (Flora Rica); K - C8004 (Adamantina); L - D8003 (Presidente Prudente; M - C7062 (Bastos); N - C7067 (Osvaldo Cruz); O - C7067 (Osv.Cruz); O - C7054 (Iacri);P - D7001(Quatá); Q - D7003 (Pompéia); R - D6010 (Marília 1); S - D7067 (Marilia2); T - D7074 (Marília3);

Os resultados do cruzamento de dados mensais das estações pluviométricas com os dados fluviométricos mostraram baixa correspondência. Verifica-se que ao longo da bacia hidrográfica do rio do peixe há diminuição nos índices de precipitação, quando há nos mesmos períodos avaliados aumento da vazão, conforme afirmam Andrade e Macdonald (2014).

Ainda em referência aos autores acima citados, no período analisado há uma forte tenência de crescente aumento das precipitações entre as estações pluviométricas situadas nas áreas do médio curso do rio do peixe, enquanto que a maioria das estações localizadas a montante e a jusante mantêm a média anual ao longo do período estudado.

Sant'Anna Neto (1999) relaciona os ciclos de pluviosidade à frequência de eventos interanuais e interdecadais como El Niño, La Niña e Oscilação Sul (ENOS), na variabilidade pluviométrica na Bacia do Paraná, conforme assinalado por Grimm et al. (1998) e Nery, Carfan e Parizotto (1999). Já os eventos de baixa frequência, vinculados à temperatura de superfície do mar (TSM), como a Oscilação Decadal do Pacífico (ODP/ ENOS) e seu relacionamento com regime de chuvas e temperaturas, ainda não são bem conhecidos, como destaca Molion, (2005).

A Oscilação Decadal do Pacífico caracteriza-se por apresentar eventos contínuos por períodos de 20 a 30 anos, alternando-se em duas fases. A fase fria, que é caracterizada por anomalias negativas de TSM (Temperatura Superficial do Mar) no pacífico tropical; e concomitantemente, anomalias de TSM positivas no Pacífico extratropical em ambos os hemisférios. A fase fria apresenta anomalias de TSM positivas no Pacífico tropical; e negativas no Pacífico Extratropical, conforme Mantua et al., (1997) e Molion (2005).

Sant'Anna Neto (1995) mostrou que a precipitação no estado de São Paulo apresenta um padrão espacial natural da diminuição da precipitação de leste a oeste e de norte a sul. Esses fatores são, no entanto, influenciados pela circulação atmosférica geral, caracterizada por massas tropicais (continental e marítima). A precipitação é influenciada pela área de sequeiro de Pontal, que vai do noroeste-sudeste, com uma inclinação de frente para o canal do rio Paraná. A precipitação anual, a oeste, é a mais baixa, cerca de 1100 mm – 1500 mm anualmente. Assim, a sua distribuição deve

ser considerada não apenas quanto à escala regional, mas também à variabilidade temporal (SCHRODER, 1956).

Sant'Anna Neto (1999) ao analisar o comportamento da pluviosidade no Estado de São Paulo nos últimos 100 anos, constatou uma tendência de aumento da precipitação entre os períodos 1941/1970 e 1971/1993, de aproximadamente 10 % para o segundo período, concentrados nos limites da bacia do Paraná. Para o autor a variabilidade climática apresenta ciclos mais ou menos regulares de períodos chuvosos alternados os quais se repetem em ciclos curtos que variam de 4 a 8 anos e com ciclos maiores com variação entre 9 a 13 anos.

O período de 1976 a 1998 caracterizou-se pelo predomínio de uma fase quente. Em outras palavras, trata-se da ocorrência de um episódio intenso El Niño /Oscilação Sul (ENOS) que pode ter se refletido nos altos índices de vazão na região, registrados pelos postos fluviométricos analisados

Andrade (2014), em estudo que abrangeu também essa porção da bacia do rio do Peixe apresentou as estatísticas básicas aplicadas à série de dados de vazão dos referidos postos fluviométricos, onde é possível observar a variação do regime hidrológico em períodos, os quais foram denominados períodos hidrológicos; e variação da vazão média que no período de uma década muda seu comportamento. Na tabela 1 verifica-se os dados do regime hidrológico dos postos fluviométricos analisados.

Tabela 1- Estatísticas aplicadas no regime hidrológico na bacia hidrográfica do rio do Peixe

Postos Fluviométricas	**63710000**	**63810000**	**63790000**
Q média (m^3s^{-1}) 1948-1971	24,66	66,37	3,03
Q média (m^3s^{-1}) 1972-1984	39,52	98,89	5,73
Q média (m^3s^{-1}) 1985-2000	32,28	80,26	4,70
σ 1948-1971	6,22	9,67	1,02
σ 1972-1984	12,09	18,93	1,71
σ 1985-2000	6,39	10,18	1,38
CV (%) 1948-1971	25,20	17,05	0,34
CV (%) 1972-1984	30,6	23,68	0,32
CV (%) 1985-2000	19,8	14,52	0,29

Org.: Andrade, 2014

Andrade (2014) identificou a variação hidrológica compreendida em três períodos hidrológicos ao longo da série histórica de dados. Sendo um primeiro período de 1948 a 1971, o segundo de 1972 a 1984 e o terceiro de 1985 a 2000. Conforme observa-se na análise estatística de dados, verifica-se que nos postos fluviométricos do Ribeirão Mandaguari a vazão é pouco expressiva, pois o posto fluviométrico se localiza em uma área próxima às nascentes, onde os contribuintes são de pequena ordem, considerando-se a classificação de Christofoletti (1974).

A figura 3 apresenta a distribuição da vazão ao longo dos três postos fluviométricos de Tupã, Flora Rica e Mandaguari selecionados para análise é apresentados a seguir:

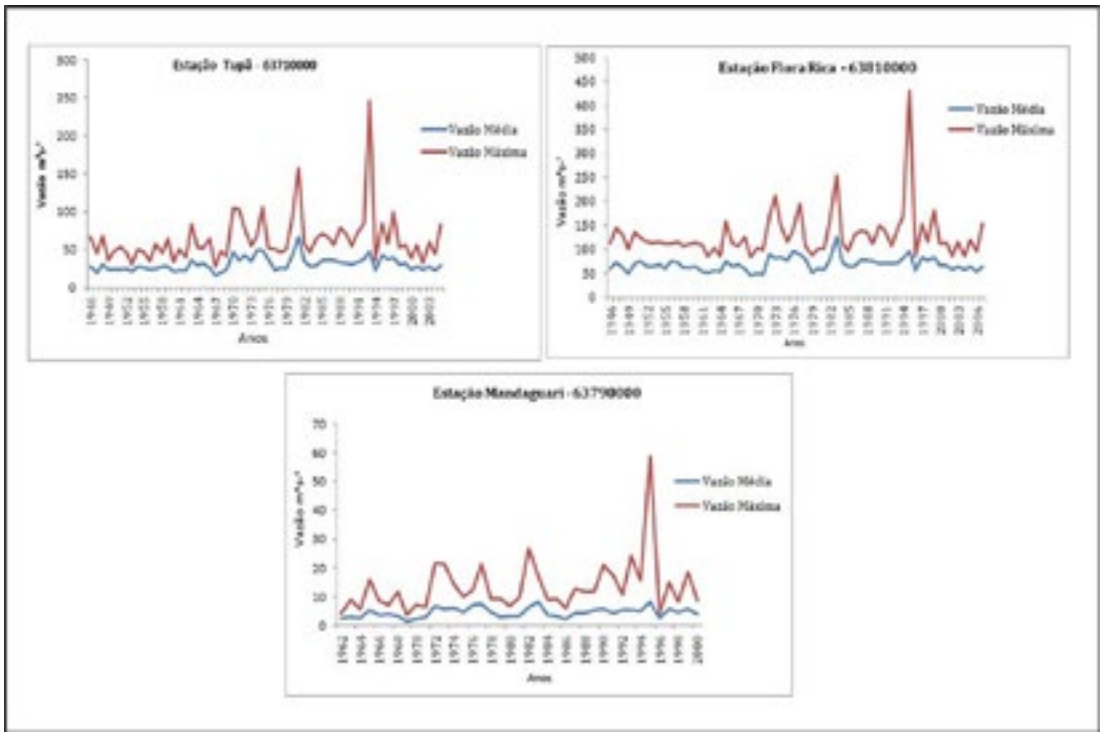


Figura 3 - Vazões média e máxima de postos fluviométricos na bacia hidrográfica do rio do Peixe. Postos de Tupã, Flora Rica e Mandaguari.

O posto de Flora Rica apresenta maior volume de vazão, proporcionalmente também apresenta maiores coeficientes de variação e desvios padrão. Trata-se de um posto localizado na porção de baixo curso da bacia hidrográfica, uma vez que, conforme o aumento do tamanho da

bacia hidrográfica, também há maior volume de vazão. Por outro lado, o posto de Tupã localiza-se no médio curso da bacia, com vazão também consideravelmente alta em comparação ao posto fluviométrico do ribeirão Mandaguari.

As intervenções antrópicas e apropriação dos recursos hídricos pelo homem podem provocar diversos impactos no regime hidrológico do rio. Existe assim, uma necessidade de compreender e predizer os impactos ecológicos que podem ocorrer no sistema hidrológico. Dessa forma, a preocupação com o regime de fluxo dos rios fez com que diversos métodos e procedimentos fossem estabelecidos e aplicados, contribuindo assim, para avaliação hidrológica (POFF et al., 1997).

Possíveis alterações no regime hidrológico da bacia hidrográfica do rio do Peixe também podem estar associadas aos processos de uso e cobertura da terra na bacia. Rocha e Tomaselli (2012) destacam que há dificuldade de aquisição de dados históricos sistemáticos sobre o comportamento do clima e dos processos ocupacionais na bacia hidrográfica, nesta escala espacial, para estabelecer processos correlacionados entre as variações nos regimes dos rios, do regime pluviométrico e dos fatores antrópicos sobre o uso e cobertura da terra, desenvolvidos durante o século XX nesta região. Os dados de uso e cobertura ficam restritos a uma analise qualitativa que contribuiu para o entendimento dos processos hidrológicos da bacia. Destacam-se relatos de pioneiros do oeste paulista, descritos por Pierre Monbeig em 1949, em que já era possível observar possíveis alterações no regime de chuva ao destacar, a relação dos agricultores com o clima e suas informações sobre as qualidades do clima do passado.

> "... o que se verifica, realmente, é que as comparações entre os dados climáticos mais antigos e os mais recentes indicam sempre e em toda parte o revigoramento do período seco, que corresponde à diminuição das precipitações do inverno e primavera. Ao contrário, as chuvas de verão são mais abundantes... (MONBEIG, 1984)

Rocha e Tomaselli (2012) ainda mencionam que o desmatamento, manejo do solo, alteração no regime pluviométrico (intensidade e sazonalidade) merecem atenção, já que, do ponto de vista conceitual, estes relacionam direta ou inversamente com o regime hidrológico do rio.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As séries históricas das estações pluviométricas e fluviométricas analisadas possibilitaram compreender o comportamento hidrodinâmico da bacia hidrográfica do rio do Peixe, destacando a periodicidade e magnitude das vazões, corroborando com o que apresentam outros trabalhos já efetuados na área. A partir dos dados analisados, foi possível avaliar que os picos de precipitação e a variação significativa das vazões, podem estar relacionados principalmente à ocorrência de episódios de El Niño/ Oscilação Sul (ENOS), os quais pode ter contribuído para o aumento da precipitação na região e terem influenciado o aumento da vazão no canal principal.

Conforme os dados apresentados, a variação significativa das vazões e, consequentemente, uma mudança na magnitude de fluxo a partir dos anos de 1970, podem estar relacionadas com as alterações climáticas de aumento da precipitação no estado de São Paulo depois dos anos de 1971, como mencionado por Sant'Anna Neto (1999) ao analisar o comportamento da pluviosidade no Estado de São Paulo nos últimos 100 anos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, L. C. **Análise espaço-temporal do escoamento fluvial nas Bacias Hidrigráficas dos rios Aguapeí e Peixe, Oeste Paulista, Brasil. 2014**. 139 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", São Paulo.

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. São Paulo: Edgard Blücher. Ed. Usp. 1974. p. 81-85, Il.

DREW, D. Processos interativos homem – meio ambiente. 3ª ed. São Paulo, 1994.

MANTUA, N. J.; HARE, S. R.; ZHANG, Y.; WALLACE, J. M.; FRANCIS, R. C. A Pacific interdecadal climate oscillation with impacts on salmon production. In: **Meteor. Soc.** 1069-1079, 1997.

MACDONALD, N., PHILLIPS I.D & THORPE, J. Reconstruction of long-term precipitation records for Edinburgh: an examination of the mechanisms responsible for temporal variability in precipitation. In: Theor. Appl. Climatol. 2008, pp. 141–154.

MOLION, L. C. B. Aquecimento global, El Ninos, manchas solares, vulcões e Oscilação Decadal do Pacifico. In: **Climanálise**. Disponível em http://www6.cptec.inpe.br/revclima/revista Acesso em 14 de fev de 2017.

.ROCHA, P.C., 2010. Indicadores de alteração hidrológica no alto rio Paraná: intervenções. **Sociedade & Natureza,** Uberlândia, 22 (1): 205-225.

ROCHA, P. C.; O regime de fluxo dos Rios Aguapeí e Peixe, Bacia do alto Paraná/Brasil: alterações e formas de impacto. In: XII ENCUENTRO DE GEÓGRAFOS DE AMÉRICA LATINA, 12, 2009, Montevideo: **Anais** XII Encuentro de Geógrafos de América Latina: Universidad de la República, 2009. p. 1-12.

ROCHA, P. C.; TOMMASELLI, J. T. G. Variabilidade hidrológica nas bacias dos rios aguapeí e peixe, região Oeste Paulista. **Rev Brasileira de Climatologia**. n 8, vol 10, 2012. p. 69- 84.

ROSS, J.L.S. & MOROZ, I.C. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: Laboratório de Geomorfologia Depto de Geografia FFLCH-USP/Laboratório de Cartografia Geotécnica - Geologia Aplicada - IPT/FAPESP, 1997. 63p

SANT'ANNA NETO, J. L. 1995. As chuvas no Estado de São Paulo: Contribuição ao estudo da variabilidade e tendência da pluviosidade na perspectiva da análise geográfica. 252f. São Paulo, Tese (Doutorado), FFLCH, USP.

SANT'ANNA NETO, J. L. Variabilidade e tendência das chuvas no oeste paulista. **Boletim Climatológico**, Presidente Prudente, vol. 1, n.1, p. 45-56, mar. 1996.

SANT´ANNA Neto, J. L., Tommaselli, J. T. G. (2009). O tempo e o clima de Presidente Prudente. Presidente Prudente: FCT/UNESP,. v. 1. 78 p.

SANT'ANNA NETO, J. L. Avaliação das mudanças no regime das chuvas do Estado de São Paulo durante um século (1888 - 1993). In: **Acta Scientiarum**. Maringá, 915-921, 1999.

POFF, H. L.; ALLAN, D.; BAIN, M. B.; KARR, J. R.; PRESTEGAARD, K. L.; RICHTER, B. D.; SPARKS, R. E.; STROMBERG, J. C. The natural flow regime: a paradigm for river conservation and restoration. In: **Bioscience**, 769-784, 1997.

SÃO PAULO. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. **Mapa geológico do Estado de São Paulo: 1:500.000**. v-1, p. 46-8, 1981.

SCHRODER, R. "Distribuição e Curso Anual das Precipitações no Estado de São Paulo" in: BRAGANTIA - **Boletim Técnico do Instituto Agronômico de Campinas**. Campinas, v.15, nº 18. p. 193-249, 1956.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

AMBIENTES MORFOLÓGICOS E OCORRÊNCIA DE VEGETAÇÃO, NA BAÍA DO SADAO, NA MARGEM DIREITA DO RIO PARAGUAI, CÁCERES-MT

Antonia Brito Farias [(a)], Celia Alves de Souza [(b)], Rosana dos Santos D'Ávila [(c)], Daniela Karen Paezano [(d)], Maria Aparecida Pereira Pierangeli [(e)]

[(a)] Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), antonia.bf@gmail.com
[(b)] Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), celiaalvesgeo@globo.com
[(c)] Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), rosanaest3@gmail.com
[(d)] Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), daniela.paezano@gmail.com
[(e)] Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), mapp@unemat.br

Eixo:

Resumo/

O estudo teve como objetivo verificar a espacialização dos sedimentos e a ocorrência de vegetação nos ambientes morfológicos, na baía do Sadao, no rio Paraguai, Cáceres – MT. Foram traçados perfis transversais para coleta de amostra e observação da ocorrência de vegetação. Para a análise de sedimentos foi utilizado o método de pipetagem e peneiramento, para obter informações da matéria orgânica (M.O) foi utilizado o método por calcinação. Os resultados obtidos através da análise granulométrica mostraram predominância de areia fina e silte, nos sedimentos em todas geoformas. A matéria orgânica houve maior ocorrência nos ambientes nos cordões marginais e na mata ciliar. Nas barras não registra ocorrência de vegetação, os cordões em processo de estabilização registram presença de gramíneas e arbustos e na mata ciliar observa a concentração de árvores pioneiras e arbustos.

Antonia Brito Farias, Celia Alves de Souza, Rosana dos Santos D'Avila, Daniela Karen Paezano, Maria Aparecida Pereira Pierangeli

Palavras-Chaves: granulometria, sedimentação, vegetação, Rio Paraguai

1. Introdução

O rio Paraguai tem sua nascente no município de Diamantino, no estado de Mato Grosso e ao longo de seu percurso banha vários municípios do estado, sendo um elemento natural de importância econômica e social. Em Cáceres, o rio é personagem histórico, sendo que a cidade foi fundada estrategicamente as suas margens. Além da importância econômica e social, o rio Paraguai e seus afluentes se destacam por percorrerem grandes extensões da planície

pantaneira, contribuindo para manter as características naturais desse bioma, além de disponibilizar água doce, o rio recebe e transporta sedimentos para as feições hidrográficas da Bacia do Alto Paraguai (SOUZA, 2004; SILVA, 2018).

Na atualidade, o avanço da urbanização as margens do rio Paraguai vêm desencadeando impactos ambientais que alteram de forma direta a dinâmica do canal. As mudanças espaço-temporal das feições morfológicas fluviais ocorrem principalmente devido à erosão e à deposição de sedimentos. A sedimentação de acreção lateral consiste na sucessiva acumulação lateral de sedimentos, principalmente no lado interno da curva do canal meandrante. Em virtude da contínua erosão da margem côncava e sedimentação na margem convexa, o canal mantém-se em constante migração lateral, estabelecendo aspecto bastante dinâmico ao ambiente fluvial (CHRISTOFOLETTI, 1981; BIGARELLA, 2003).

A mata ciliar compõe as Áreas de Preservação Permanentes (APPs) definida pela Lei Nº 12.651/2012 (Novo Código Ambiental Brasileiro) como uma área a ser protegida, estando ela coberta ou não por vegetação nativa. A referida lei dispõe sobre o uso das margens dos rios propondo larguras mínimas de exploração, contudo, nem sempre essas áreas são protegidas, sofrendo como o avanço da urbanização, e mesmo das atividades agropecuárias.

Periotto e Cielo Filho (2014) destacam a importância das matas ciliares pois, a sua conservação são fatores determinantes na preservação e manutenção dos recursos hídricos pois evita os processos erosivos nas margens dos rios e protege física e biologicamente os habitats. Martins (2007) define mata ciliar, sendo ela cobertura vegetal remanescente que estão presentes nas margens dos cursos dos rios, na planície de inundação bem como nos diques marginais.

Os diques marginais como elevações de terras situadas às margens dos cursos d'águas, como resultado do acúmulo dos depósitos aluviais na planície de inundação. Nos diques marginais se desenvolve formações vegetais conhecidas como florestas aluviais (SILVA, 2018).

As barras são feições de leito de rios que se formam a partir de múltiplos processos erosivos e deposicionais. No sistema fluvial meandrante, elas são constituídas por um

seguimento de linhas desenvolvidas na margem convexa, que aumentam conforme ocorre a migração do canal. Normalmente, as barras são comuns em várzeas dos rios e em meandros abandonados (IBGE, 2009).

Diante do exposto, esse estudo objetiva verificar a espacialização dos sedimentos e ocorrência das espécies vegetais nos ambientes fluviais do rio Paraguai, em área de inundação temporária.

2. Materiais e Métodos

2.1 Área de Estudo

A área corresponde a ambientes fluviais (barra lateral, cordões marginais e mata ciliar) na Baía do Sadao, nas coordenadas 16°6'54.28" latitude sul e 57°44'3.88" longitude, no corredor fluvial do rio Paraguai (figura 1).

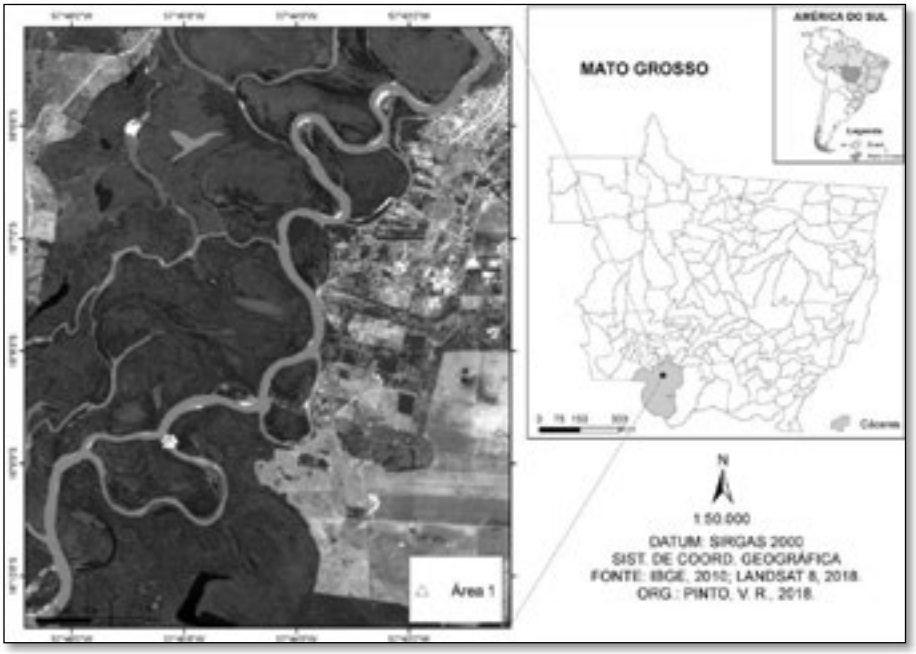


Figura 1. Localização da área de estudo

2.2 Trabalho de campo

Foram traçados dois perfis transversais, com o auxílio de uma trena, sendo realizada a coleta de sedimentos e descrição da ocorrência da vegetação em cada ambiente (barra lateral, cordões marginais e mata ciliar), sendo coletadas seis amostras. Para localização dos pontos de coleta, foi utilizado um receptor de Sistema de Posicionamento Global (GPS).

2.3 Analise de Laboratório

2.3.1 Método de Pipetagem (Dispersão total e peneiramento)

Para realizar o fracionamento das amostras de solos coletadas nos ambientes foi utilizado o método de pipetagem – dispersão total (EMBRAPA, 1997). A partir desse método foi possível obter a porcentagem granulométrica de areia, silte e argila.

2.3.2 Método de Matéria Orgânica por Calcinação "*Loss of Ignition*"

Para que fosse possível determinar os teores de matéria orgânica (M.O) das amostras, foram selecionadas uma quantidade de 4 gramas de sedimentos em cadinhos, em seguida cada amostra foram levadas à estufa a 105 °C por duas horas. Após esse período as amostras foram colocadas na mufla aquecida em uma temperatura de 500 °C por um período de 5 horas.

Subsequente os cadinhos foram retirados da mufla e esfriados em um dessecador. Na sequência foram pesados. O teor de matéria orgânica foi determinado em razão da perda de massa do resíduo incinerado, considerando-se o material perdido na queima no intervalo de variação da temperatura de 105 a 500°C (DAVIES, 1974).

Figura 2. Equipamentos de calcinação de M.O: (A) Dissecador, (B) Mufla

3. Resultados e Discussões

No trecho estudado o rio Paraguai possui padrão meandrante, contribuído para deposição de sedimentos na margem convexa. Os ambientes presentes no trecho monitorado são: mata ciliar, barra lateral e cordão marginal.

Para Silva (2007) o fluxo de material particulado, ao encontrar águas com menor velocidade, perde a capacidade de transporte e passa a depositar sua carga. O processo inicia pelas frações de maior diâmetro como seixos e areia grossa. Posteriormente, a areia fina e silte grosso vão se depositar.

3.1 Feição morfológica

A geoformas analisada está situada na baía do Sadao, na margem esquerda do rio Paraguai, o estudo mostra a espacialização dos sedimentos e ocorrência de vegetação, nos ambientes: barra lateral, cordões marginais e mata ciliar (figura 3). A distribuição dos sedimentos está associada à capacidade de transportar sedimentos do rio Paraguai.

O rio Paraguai possui uma planície de inundação sazonal, dessa forma, o canal fluvial apresenta forma meândrica composta por curvas sinuosas e largas que através de um processo

contínuo de escavação na margem côncava o material é transportado e depositado na margem convexa, pois o fluxo é menor. Através desse processo surgem novas feições morfológicas ao longo do canal podendo destacar: as baías, barras laterais, cordões marginais, lagoas, entre outros (LEANDRO et al., 2012).

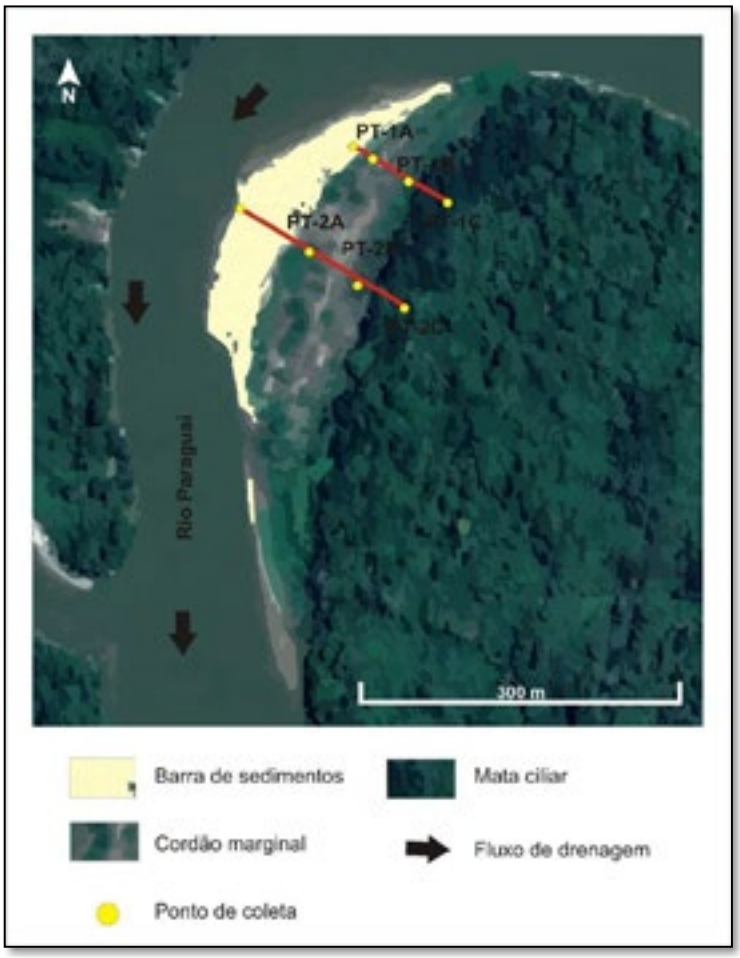


Figura 3. Croqui da área de estudo: Localização dos pontos de coleta

A barra estudada possui a forma semicircular, a origem está associada a acumulação de sedimentos transportado pelo rio Paraguai. Na barra de sedimentos, registra a ocorrência vegetação aquática (aguapés), a presença dos aguapés está associada a cheia do rio Paraguai

(figura 4a). A análise granulométrica mostrou a predominância de areias finas (88,85 a 97,15%) nos dois perfis transversais (tabela 1).

Para Fernandez, Santos e Fulfaro (2000) as barras que se desenvolvem próximo as margens são resultados da diminuição da energia e alta taxa de deposição. Geralmente são depósitos predominantemente arenosos, porém alta contribuição de material suspenso (silte e argila).

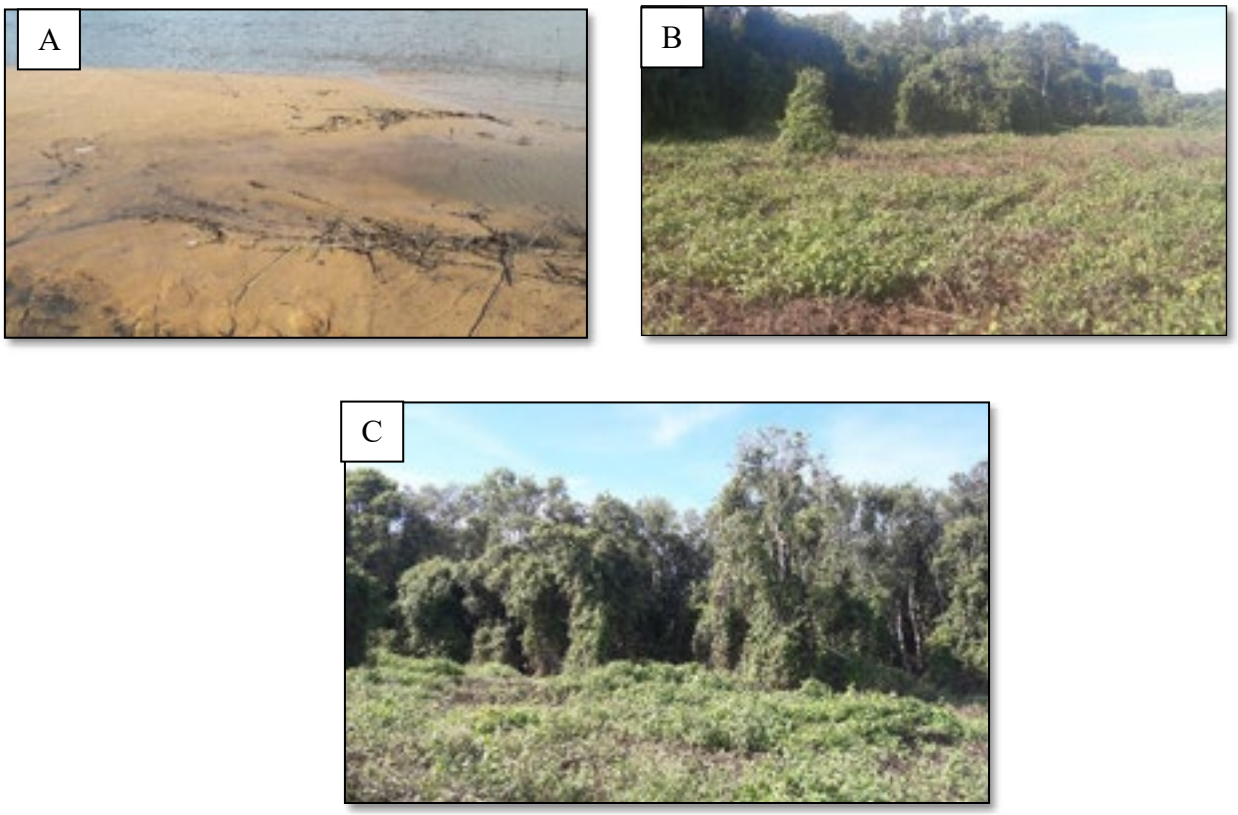


Figura 4. Ambientes morfológicos: (A) Barra deposicional; (B) Cordão marginal; (C) Mata ciliar.

A origem dos cordões marginais está relacionada à dinâmica de deposição do rio Paraguai, os sucessivos períodos de cheias no rio promovem o surgimento e deposição dos cordões marginais, que evolui com a deposição da carga dendrítica na borda do canal, na

margem convexa (Tabela 1). Verificou que nos cordões a vegetação começa estabilizar, apresentando cobertura rasteira e esparsa, com presença de vegetações arbustivas e herbáceas (Figura 4b).

A análise da composição granulométrica mostrou maior ocorrência de silte (51,58%) seguida de areia fina (43,45%) no primeiro perfil. No segundo perfil a granulometria apresentou a predominância de areia fina (90,20%) (Tabela 1).

A feição na mata ciliar apresenta ocorrência de vegetação arbórea e arbustiva (Figura 4c). Foram identificados alguns Jenipapeiros (*Genipa americana*) e Angico-Vermelho (*Anadenanthera colubrina*). Registou a predominância de sedimentos mais finos, destacando a areia fina e o silte (Tabela 1).

Tabela 01. Composição granulométrica dos sedimentos nos ambientes fluviais

Perfil/Ambientes	Areia Grossa (%)	Areia Média (%)	Areia Fina (%)	Silte (%)	Argila (%)	Matéria Orgânica (%)
Perfi-1 Barra	0,25	1,25	88,85	4,90	4,75	2,00
Perfi-1 Cordões	0,55	1,30	43,45	51,58	3,12	5,25
Perfi-1 Mata ciliar	0,07	0,40	34,87	60,76	3,90	5,25
Perfi-2 Barra	-	0,17	97,15	2,08	0,60	0,25
Perfi-2 Cordões	0,12	0,50	90,20	4,58	4,60	5,50
Perfil -2 Mata ciliar	0,15	0,45	56,52	39,83	3,05	3,50

Em relação a análise da matéria orgânica os valores mais expressivos foram identificados nos cordões e na mata ciliar (3,30% a 5,50%) (Tabela 01). A baixa porcentagem de matéria orgânica, está indicando a diminuição da eficiência de oxidação do C orgânico.

A decomposição de M.O relativamente rápida em solos bem drenados, resulta em produtos como CO_2, NO_3^-, SO_4^{2-} e compostos de maior estabilidade (húmus). Em relação aos solos alagados, além das menores taxas nas reações de decomposição, uma série de compostos intermediários é formada, alterando toda a dinâmica da M.O (PONNAMPERUMA, 1972; CAMAGO et al., 1993).

4. Considerações Finais

A caracterização da granulometria do solo assim como seus teores de matéria orgânica associados a presença de vegetação nas áreas de estudo, podem ser relacionadas a dinâmica do rio Paraguai. A aplicação da metodologia de análise granulométrica evidência que algumas áreas são frágeis quanto a sua estrutura física, sendo encontrada a maior presença de silte e areia fina, materiais que são facilmente levados pela água e depositados ao longo do rio.

5. Referências

BIGARELLA, J. J. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. Vol. 3. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2003.

BRASIL. Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965 e 7.754 de 14 de abril de 1989. **Diário Oficial da União,** Brasília – DF, 09 jan. de 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm>. Acesso em: 06 nov. 2018.

CAMAGO, F. A. O.; SANTOS, G. A.; PASSUELLO, R. O. P.; FERREIRA, A. B. B. Produção de ácidos orgânicos voláteis com a adição de palha de arroz em glei sob condições anaeróbicas. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, v. 17, p. 337-342, 1993.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia fluvial.** São Paulo: Edgard Blücher, 1981.

DAVIES, B. E. Loss-on-ignition as an Estimate of Soil Organic Matter. Soil Science Society of America **Journal**, v. 38, p. 347-353, 1974.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Segunda Versão do Sistema brasileiro de classificação de Solos**. Brasília: Embrapa. Produção de informações/Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997.

FERNANDEZ, O. V. Q.; SANTOS, M. L.; FULFARO, V. J. Caracterização e distribuição dos sedimentos de fundo do rio Paraná em Porto Rico (PR). **Ciência Geográfica**, Bauru, v. 06, n.01, p. 25-32, 2000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAS. **Manual Técnico de geomorfologia.** 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. 182 p.

LEANDRO, G. R. dos S.; SILVA, E. S. F. da.; SOUZA, C. A. de.; ANDRADE, L. N. P. da S.; CHAVES, I. J. de F. Evolução da calha e das feições morfológicas do rio Paraguai no período de 1973 – 2010 no trecho entre o Furado do Touro e Passagem Velha, Pantanal de Cáceres – Mato Grosso. In: 4º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal. 2012. Bonito/MS. **Anais...** Bonito/MS: EMBRAPA Informática Agropecuária, 2012. p. 433-441.

MARTINS, S. V.: Recuperação de Matas Ciliares. 2ª Ed. **Revista e ampliada**. Viçosa: Editora Aprenda Fácil, 2007. 255p.

PERIOTTO, F.; CIELO FILHO, R.; A Mata Ciliar: Conceituação, Considerações sobre
PONNAMPERUMA, F. N. The chemistry of submerged soils. **Advan. Agron**, v. 24, p. 29-96, 1972.

SILVA, J.L.A. **Alterações Morfológicas entre a Baía da Palha e o Sadao no corredor fluvial do rio Paraguai, na área de expansão urbana em Cáceres-MT**. 2018. 149 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Mestrado em Geografia, Universidade do Estado de Mato Grosso- UNEMAT, Cáceres, 2018.

SILVA, S. A. **Avaliação do assoreamento do lago Bonsucesso, Jataí – GO**. 2007. 110 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Universidade Federal do Paraná - UFPR, Curitiba, 2007.

SOUZA, C. A. **Dinâmica do corredor fluvial do rio Paraguai entre a cidade de Cáceres e a Estação Ecológica da ilha de Taiamã-MT**. 2004. 173 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza, Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, Rio de Janeiro, 2004.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ANÁLISE AMBIENTAL DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BATOQUE, HIDROLÂNDIA/CE

Ana Mesquita Paiva[(a)], Ernane Cortez Lima [(b)]

[(a)] Mestranda em Geografia, Universidade Estadual Vale do Acaraú - UVA, ampaiva20@gmail.com

[(b)] Prof. Dr. do Mestrado Acadêmico em Geografia, Universidade Estadual Vale do Acaraú - UVA, ernanecortez@hotmail.com

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo/

O presente trabalho constitui-se de uma análise ambiental da sub-bacia hidrográfica do rio Batoque, Hidrolândia /CE. Para o desenvolvimento da pesquisa foram buscados estudos conceituais e práticos através de uma abordagem sistêmica, posteriormente visita a campo e observação das práticas dos moradores que residem próximo ao rio. Os resultados obtidos são compostos pelas principais características físicas percebíveis na sub-bacia hidrográfica do rio Batoque e as práticas que são desenvolvidas ao longo da planície fluvial no munícipio de Hidrolândia/CE. A pesquisa visa contribuir para o planejamento ambiental do munícipio de Hidrolândia em todo o percurso da sub-bacia hidrográfica do rio Batoque, e neste sentido as visitas a campo foram fundamentais para a sua espacialização.

Palavras chave: Abordagem Sistêmica; Bacias Hidrográficas; Planejamento Ambiental.

Ana Mesquita Paiva, Ernane Cortez Lima

1. INTRODUÇÃO

A proposta de análise ambiental da sub-bacia hidrográfica do rio Batoque no munícipio de Hidrolândia/CE preocupa-se com o estado de conservação em que esta se encontra. Daí a necessidade de averiguação com a finalidade de levantar informações que subsidiem a classificação das limitações e das potencialidades dos sistemas ambientais em área de bacia hidrográfica.

Objetiva-se fazer uma análise ambiental da sub-bacia hidrográfica do rio Batoque em Hidrolândia/CE, diagnosticando as principais potencialidades e fragilidades ambientais, identificando as irregularidades com o manejo dos recursos hídricos, a partir das práticas que são desenvolvidas, enfatizando a legislação ambiental, a realidade sócio econômica local e os princípios de conservação da biodiversidade.

Portanto, o presente trabalho tem o intuito de realizar uma abordagem sistêmica, voltada para a análise ambiental. Pretende-se obter uma visão integrada dos elementos naturais, com o objetivo de contribuir para o planejamento ambiental do munícipio de Hidrolândia, para assim amenizar os impactos ambientais diagnosticados.

Enquanto unidade natural, a bacia hidrográfica pode ser conceituada como uma área da superfície terrestre que drena água, sedimentos e materiais dissolvidos em um canal fluvial (COELHO NETTO, 2007). Entretanto, a necessidade de uso das águas, planícies, terraços fluviais e demais áreas emersas resultou em diversos impactos, mudanças na paisagem e na dinâmica natural, de modo que o conceito de bacia atual transcende o simples espaço natural.

Este trabalho visa identificar as áreas de maior fragilidade ambiental da área em estudo, por meio da análise dos elementos naturais e da qualidade de infraestrutura. Tais informações são uma importante fonte de dados espaciais para o ordenamento, objetivando contribuir para a gestão do planejamento ambiental para o munícipio em destaque. Segundo Lima (2012) o planejamento ambiental se apresenta como uma ferramenta de Política ambiental, voltado para traçar diretrizes e programar o uso do território.

1.1 Localização da área da pesquisa

A sub-bacia hidrográfica do rio Batoque está localizada no Noroeste do estado do Ceará, situando-se nas cartas da SUDENE/DSG, SB.24-V-B-I (Santa Quitéria) SB-24-V-B-IV (Tamboril), pertence ao sistema hidrográfico da bacia do Acaraú. A mesma tem sua área inserida nos limites do município de Hidrolândia. O rio Batoque corta o perímetro urbano da cidade de Hidrolândia, em seu médio curso.

A área de estudo é contemplada com características específicas da região semiárida, que estão fortemente relacionadas num sistema de integração da natureza, onde cada aspecto particular é relevante na formação dos demais. No cenário de sua compartimentação geomorfológica, dispõem de paisagens com relevo caracterizado pela superfície de aplainamento e planícies fluviais, localizada na porção Noroeste do estado do Ceará, como mostra no mapa da Figura 01.

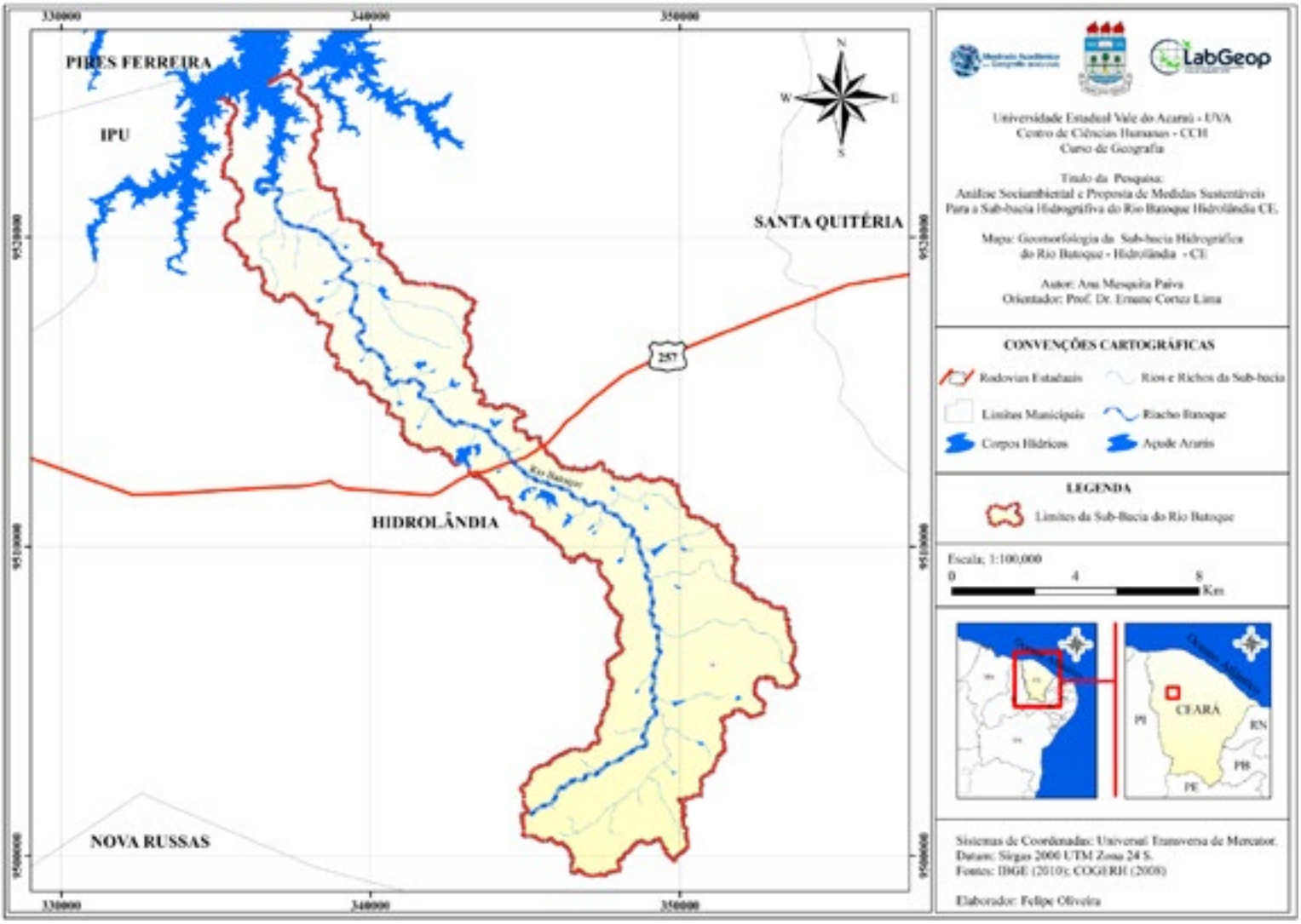


Figura 01–Mapa de localização da Sub-bacia hidrográfica do rio Batoque-CE. Fonte: Mesquita; Oliveira (2018).

Fundamentado na identificação da área em estudo que se encontra localizada as margens da Barragem Paulo Sarasate na Bacia do Acaraú-CE, torna-se relevante um conhecimento mais aprofundado a respeito do uso dos recursos hídricos nesse local, além de pesquisas e observações da sua situação atual, pois se trata de um elemento essencial à sobrevivência e o desenvolvimento antrópico, em virtude da dependência de sua dinâmica para consumo e produção da agricultura de subsistência, embora não se tenha uma preocupação das políticas públicas em conservá-lo.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia adotada consiste no levantamento bibliográfico direcionado, tendo início na abordagem teórica a partir de uma visão sistêmica e integrada da área de estudo, onde a mesma encontra-se localizada na região Oeste do estado do Ceará, tendo como recorte espacial especificamente o munícipio de Hidrolândia.

Para o desenvolvimento do referido trabalho foram realizados pesquisas bibliográficas em livros, artigos científicos, estando estas associadas às observações de campo e acesso ao *software* Google Earth Pro, relacionando-a a uma teoria adequada. Os trabalhos de campo foram essenciais, ocorrendo no decorrer da pesquisa, abarcando toda a sub-bacia hidrográfica do rio Batoque.

Em relação ao quadro físico-natural, caracterizaram-se os aspectos geológicos, geomorfológicos, climáticos, pedológicos e vegetacional. Quanto às potencialidades e limitações são apontadas frente ao uso e ocupação da área em estudo.

Quanto aos impactos ambientais, dá-se de acordo com a resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente, CONAMA 001 de 23/01/1986 – Art. 1º, considerando-os como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humana.

No reconhecimento dos tipos de solos presentes na área, utilizou-se como base a segunda edição do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SIBCS, elaborado pela

EMBRAPA (2006). Para a identificação das unidades fitogeográficas, utilizou-se como metodologia a classificação de Fernandes (1990). No trabalho de campo foram utilizadas as cartas matriciais da SUDENE/DSG, SB.24-V-B-I (Santa Quitéria) SB-24-V-B-IV (Tamboril).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os dados obtidos evidenciam estudos relacionados à produção teórica e metodológica acumulada pelos ramos específicos da geografia e com ajuda da Teoria Geossistêmica que proporciona o entendimento da interação dos elementos da Geografia Física com a relação que o homem mantém com a natureza. Os resultados desta pesquisa são compostos pelas principais características físicas percebíveis na sub-bacia hidrográfica do rio Batoque e as práticas que são desenvolvidas ao longo da planície fluvial no munícipio de Hidrolândia/CE. A tabela I, representa os tipos de solo identificados em visita a campo na área de estudo.

Tabela I – Solos da Sub-bacia hidrográfica do rio Batoque, Hidrolândia/CE.

	Planossolos Compreende a solos minerais imperfeitamente ou mal drenados, com horizonte superficial ou subsuperficial eluvial, de textura mais leve, que contrasta abruptamente com o horizonte B ou com transição abrupta conjugada com acentuada diferença de textura do A para o horizonte B imediatamente subjacente, adensado, geralmente de acentuada concentração de argila, permeabilidade lenta ou muito lenta, constituindo, por vezes, um horizonte pã, responsável pela formação de lençol d'água sobreposto (suspenso), de existência periódica e presença variável durante o ano. (EMBRAPA,2006)

ISBN: 978-85-7282-778-2

Neossolos Flúvicos

Solos pouco evoluídos constituídos por material mineral, ou por material orgânico com menos de 20cm de espessura, não apresentando qualquer tipo de horizonte B diagnóstico. Horizontes glei, plíntico, vértico e A chernozêmico, quando presentes, não ocorrem em condição diagnóstica para as classes Gleissolos, Plintossolos, Vertissolos e Chernossolos, respectivamente. Derivados de sedimentos aluviais e que apresentam caráter flúvico. Horizonte glei, ou horizontes de coloração pálida, variegada ou com mosqueados abundantes ou comuns de redução, se ocorrerem abaixo do horizonte A, devem estar a profundidades superiores a 150cm. (EMBRAPA,2006)

Neossolos Litólicos

Solos com horizonte A ou hístico, assentes diretamente sobre a rocha ou sobre um horizonte C ou Cr ou sobre material com 90% (por volume) ou mais de sua massa constituída por fragmentos de rocha com diâmetro maior que 2mm (cascalhos, calhaus e matacões), que apresentam um contato lítico típico ou fragmentário dentro de 50cm da superfície do solo. Admite um horizonte B em início de formação, cuja espessura não satisfaz a qualquer tipo de horizonte B diagnóstico. (EMBRAPA,2006)

ISBN: 978-85-7282-778-2

Luvissolos

Compreende solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B textural com argila de atividade alta e saturação por bases alta, imediatamente abaixo de horizonte A ou horizonte E. Estes solos variam de bem a imperfeitamente drenados, sendo normalmente pouco profundos (60 a 120cm), com seqüência de horizontes A, Bt e C, e nítida diferenciação entre os horizontes A e Bt, devido ao contraste de textura, cor e/ou estrutura entre eles. A transição para o horizonte B textural é clara ou abrupta, e grande parte dos solos desta classe possui mudança textural abrupta. Podem ou não apresentar pedregosidade na parte superficial e o caráter solódico ou sódico, na parte subsuperficial. (EMBRAPA,2006)

Em relação ao clima pode-se descrever o domínio Tropical Quente Semiárido, com variações médias de temperatura anuais de 26°C a 28°C, com o período chuvoso de janeiro a abril e uma média pluviométrica de 806,6 milímetros por ano (CEARÁ, 2016). A transição entre período chuvoso e estiagem provoca degradação ambiental devido ao alto índice de evaporação dos corpos hídricos, bem como assoreamento dos rios, além de danificar o solo e a cobertura vegetal existente. Sendo que, são 4 meses chuvosos e 8 meses marcado pela escassez de chuvas, acentuando ainda mais a fragilidade dos elementos naturais.

Quanto a cobertura vegetal encontram-se Caatinga Arbustiva Arbórea, Floresta Caducifólia Espinhosa, Mata Ciliar e Mata Ciliar de Várzea, todas vegetação de Caatinga. Segundo Cruz (2005), a caatinga é constituída essencialmente de árvores e arbustos espinhentos, plantas suculentas espinhosas e plantas herbáceas, que se desenvolvem com bastante vigor depois das chuvas. A maioria das plantas são xerófitas. As principais características desse tipo de vegetação são: 1) perda das folhas dos arbustos espinhentos no

ISBN: 978-85-7282-778-2

período da seca; 2) quase inexistência de folhas largas, predominando folhas compostas e móveis; 3) grande ramificação das árvores e arbustos; 4) presença de plantas crassas e espinhentas. Tais características são adaptações evolutivas ao clima semiárido.

A caatinga arbustiva arbórea está presente em áreas que sofreram desmatamento, por uso agrícola e da pecuária, nas quais apresenta adaptações morfológicas e fisiológicas no período de seca, é composto por espécies como marmeleiro, jurema preta, feijão bravo, dentre outras. De acordo com Fernandes (1990), embora a caatinga arbórea seja própria das encostas serranas, ainda podem ser encontradas em áreas da depressão sertaneja.

Nas figuras a seguir é possível observar a vegetação encontrada na visita em campo na sub-bacia hidrográfica do rio Batoque.

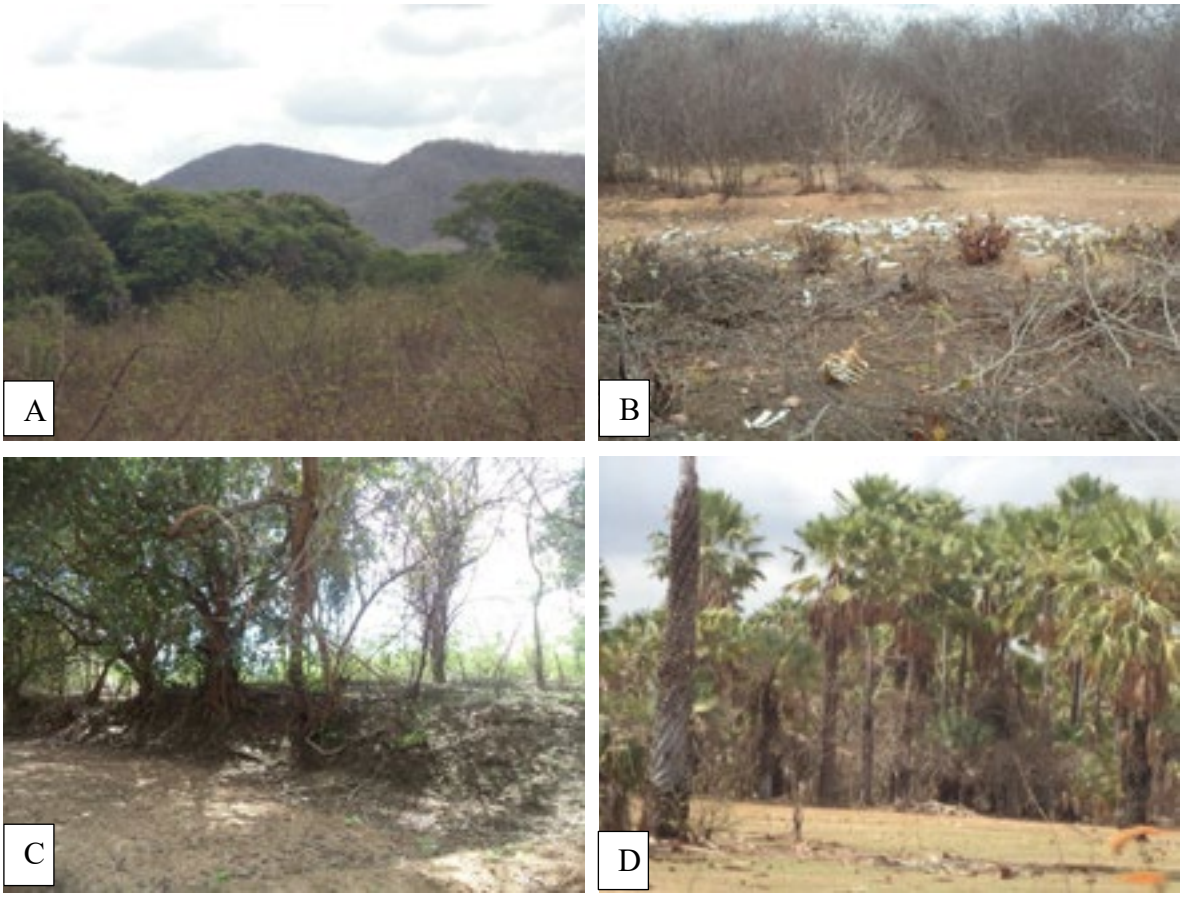


Figura A: Caatinga Arbustiva Arbórea; Figura B: Floresta Caducifólia Espinhosa; Figura C: Mata Ciliar; Figura D: Mata Ciliar de Várzea. Fonte: Mesquita, 2018.

No que se refere a geologia a área apresenta pouca diversidade litoestratigráfica. Nesse sentido, utilizou-se como base cartográfica o mapa Digital de Geologia e Recursos Minerais do Ceará (CPRM, 2003), na escala 1:500.000. Toda a sub-bacia tem-se a formação na Era Proterozóica, no período Neoproterozóica III Criogeniano, inteiramente pertencente ao Complexo Tamboril-Santa Quitéria formado de granito-migmatítica envolvendo granitóides neoproterozóicos, NP(PP)ts. Fetter et al. (2003) considerou o Complexo Tamboril - Santa Quitéria como um, com fases de magmatismo sucessivas, gerado em ambiente de arco magmático. Essa conclusão teve como base, inicialmente, a assinatura isotópica das rochas migmatíticas, além de granitóides deformados dessa unidade.

No estudo cartográfico da sub-bacia hidrográfica do rio Batoque foi possível perceber a presença de três feições geomorfológicas distintas ao longo de toda a sua extensão, que são elas: Depressão Sertaneja, Inselbergs e Planície Fluvial. A depressão sertaneja ou superfície de aplainamento é a feição de mais expressividade diante da sua extensão geográfica.

Segundo Souza (2006) depressões sertanejas, ou superfície de aplainamento, são superfícies embutidas entre níveis de planaltos sedimentares ou cristalinos, com altitudes abaixo de 400m e com acentuada diversificação litológicas, amplamente submetidas às condições semiáridas quentes, com forte irregularidade pluviométrica, rede fluviométrica densa, fraca e medianamente entalhada na superfície com canais fluviais dotados de intermitência sazonal, mosaico de solos associados, sendo comum a existência de solos rasos na superfície sertaneja bem como os afloramentos rochosos e solos pedregosos, extensivamente são recobertos por caatingas que arbustiva aberta e apresenta uma variedade de padrões fisionômicos e florísticos e de diferentes níveis de degradação em que o uso atual predomina as atividades agropecuárias e de silvicultura.

Já a planície fluvial é a forma mais característica de acumulação decorrente da ação fluvial, ou seja, são áreas de diferenciação regional nos sertões semiáridos e abrigam as melhores condições de solos e de disponibilidades hídricas, além disso, as planícies fluviais

constituem-se como ambientes de exceção nas depressões sertanejas semiáridas. Em relação ao seu potencial geoambiental é necessário considerar que são áreas sujeitas a inundações periódicas, além disso, apresentam solos revestidos por matas ciliares, com predominância de carnaúba em sua comunidade florística característica desse sistema geoambiental (SOUZA, 2000). De acordo com Rodrigues (2016), o processo de formação desta unidade de relevo está relacionado ao transporte de matéria, que se dá através dos sistemas fluviais.

Diante das características físicas da sub-bacia hidrográfica do rio Batoque apresentadas, cabe ressaltar as práticas econômicas que são realizadas pela população que reside dentro da área da sub-bacia, e mostrar quais impactos a ação antrópica pode causar intervindo em áreas de proteção ambiental.

As atividades mais percebíveis nas comunidades que se encontram dentro da área da sub-bacia é a agricultura de subsistência e a pecuária, que impactam principalmente devido ao desmatamento, queimadas e degradação da mata ciliar. Uma proposta de melhoramento é disseminar a adoção de práticas agrícolas sustentáveis, como sistema de plantio direto, sistema agrossilvipastoril, práticas de raleamento, entre outras. Recompor e preservar a mata ciliar, devido estas serem áreas de controle do aporte de nutrientes e de produtos químicos carreados aos cursos d'água. Sendo também áreas que agem como controladoras da erosão dos diques marginais fluviais, permitindo a recarga dos aquíferos (LIMA, 2012); reconhecer áreas de APPs de acordo com a Lei Federal no 12.651, de 28 de maio de 2012; criar incentivos de reflorestamento das áreas degradadas com componentes do revestimento vegetal primário.

Outro problema bastante relevante é o descarte de resíduos sólidos e do esgoto da zona urbana do munícipio de Hidrolândia/CE no leito do rio Batoque, para isso é proposto a implantação e elaboração de projetos que visem à construção de fossas sépticas, de maneira mais intensa e melhorar o sistema de saneamento básico na zona urbana e rural; construção de poços tabulares públicos de uso múltiplo; elaboração do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de acordo com a Lei no 12.3051, de 2 de agosto de 2010, no qual, se

deve elaborar um diagnóstico da situação dos resíduos sólidos gerados na área, tendo em vista a origem, o volume, caracterização, destinação e disposição; promover campanhas de sensibilização da população para a importância da coleta seletiva e por meio de organizações de catadores promover capacitação dos mesmos, possibilitando melhores condições de trabalho e melhor rendimento.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo pautou-se na análise integrada dos sistemas ambientais que compõem a sub-bacia hidrográfica do rio Batoque, Hidrolândia, Ceará. Através da metodologia e dos procedimentos técnicos operacionais adotados foi possível analisar e diagnosticar os elementos naturais, sendo que estes apresentaram impactos ambientais principalmente de ordem antrópica, com potenciais e limitações ligadas às características dos elementos naturais.

Constatou-se que a área da sub-bacia hidrográfica do rio Batoque compreende uma rica diversidade em seu meio físico-natural e socioeconômico, constituindo-se de um quadro de degradação ambiental mediano.

A análise ambiental também possibilitou estabelecer diretrizes para o planejamento e gestão ambiental, tendo alguns impactos ambientais diagnosticados como ponto de partida para averiguação de quais propostas seriam mais eficazes, no que diz respeito a mitigação.

Contudo, com o presente trabalho, espera-se contribuir com futuros trabalhos científicos, assim como contribuir com atuação de órgãos públicos que visem promover ações mitigadoras, possibilitando o desenvolvimento sustentável da área em estudo.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual Vale do Acaraú - UVA

Ao Mestrado Acadêmico em Geografia (MAG-UVA)

À Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CEARÁ, **Perfil Básico Municipal 2016 Hidrolândia.** Disponível em: http://www.ipece.ce.gov.br/perfil_basico_municipal/2016/Hidrolandia.pdf. Acessado em: 24 de Novembro de 2018.

COELHO NETTO, A. L. Hidrologia de encosta na interface com a Geomorfologia. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos.** 7. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. p. 93-148.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 2. ed. – Rio de Janeiro : EMBRAPA-SPI, 2006.

FERNANDES, A. **Temas fitogeográficos**. Fortaleza: Stylus Comunicações, 1990. p.116.

FETTER, A. H.; SANTOS, J. S. DOS; VAN SCHMUS, W. R.; HASKSPACHER, P. C.; BRITO NEVES, B. B.; ARTHAUD, M. H.; NOGUEIRA NETO, J. A. AND WERNIC, E., 2003. **Evidence for neoproterozoic continental arc magmatism in the Santa Quitéria batholith of Ceará State, NW Borborema Province, NE Brazil: Implications for the Assembly oif West Gondwana.** Gordwano Research, V.6, No 2, 265 – 273.

LIMA, E.C. **Planejamento ambiental como subsídio para gestão ambiental da bacia de drenagem do açude Paulo Sarasate Varjota – Ceará.** Tese (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Ceará – UFC, 2012. Disponível em: . Acesso em: 12 de Janeiro de 2019.

RODRIGUES, J. M. D.; LIMA, E. C. **Análise dos Sistemas Ambientais da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Bom Jesus: Diretrizes para o Planejamento e Gestão Ambiental** . Espaço Aberto, PPGG - UFRJ, V. 6, N.2, p. 89-102, 2016

SOUZA, Marcos José Nogueira de. **Contexto geoambiental do semi-árido do Ceará: problemas e perspectiva.** In: FALCÃO SOBRINHO, José e COSTA FALCÃO, Cleire Lima da. (Org.) **Semi-Árido: Diversidades, Fragilidades e Potencialidades.** Sobral Gráfica, Sobral, 2006.

SOUZA, M. J. N. **Bases naturais e esboço do zoneamento geoambiental do Estado do Ceará.** In:_____LIMA, L. C.; MORAIS, J. O.; SOUZA, M. J. N. Compartimentação Territorial e Gestão Regional do Ceará. Fortaleza: Edit. FUNCEME, 2000. p.5-104.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ANÁLISE CRÍTICA DA DEFINIÇÃO DAS UNIDADES DE PAISAGEM DO ZONEAMENTO AMBIENTAL PRODUTIVO (ZAP) DE MINAS GERAIS

Rafael Mendes Rosa [(a)], Vanderlei de Oliveira Ferreira [(b)]

[(a)] Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, rafaelmendesr@hotmail.com

[(b)] Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, vanderlei.ferreira@ufu.br

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

A conflituosa relação sociedade e natureza decorrente da demanda por recursos naturais vem sendo mediada por instrumentos de planejamento e gestão ambiental. A geografia é importante em tal contexto devido ao caráter integrador e à abordagem de questões naturais e sociais. A esse respeito, destacam-se os zoneamentos ambientais, que são delimitações de porções territoriais diferenciadas entre si. Em bacias hidrográficas, esses zoneamentos são aplicados para fins de planejamento, conforme o Zoneamento Ambiental e Produtivo (ZAP) de Minas Gerais. Assim, este artigo analisa os procedimentos de definição das unidades de paisagem do ZAP, além de propor uma alternativa conforme à categoria geográfica "paisagem", pois verificou-se que o ZAP não condiz com esta noção embora a mencione. A proposta, para fins comparativos, adotou a bacia do rio Uberabinha enquanto estudo de caso. Ambas estão localizadas na mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba.

Rafael Mendes Rosa; Vanderlei de Oliveira Ferreira

Palavras chave: Paisagem; Zoneamento Ambiental Produtivo; Bacia hidrográfica

1. Introdução

A demanda por recursos naturais, acentuada após a segunda metade do século XX, acirrou a conflituosa relação sociedade e natureza, o que em parte contribuiu para a criação e

aperfeiçoamento de instrumentos de planejamento e gestão ambiental no âmbito do território. Nesse processo, a geografia possui importância fundamental devido ao enfoque integrador e por abordar questões naturais e sociais sob diferentes escalas. Esta ciência reúne, por excelência, procedimentos metodológicos voltados à análise da organização do espaço, o que pode contribuir na formulação de leis baseadas na sustentabilidade ambiental (ROSA, 2017).

Dentre tais instrumentos, destacam-se os zoneamentos de caráter ambiental, que correspondem às delimitações objetivas de porções territoriais diferenciadas entre si mediante identificação de particularidades geoambientais. Para Santos (2004), essa compartimentação é obtida mediante análise dos atributos de maior relevância e suas dinâmicas, em que cada compartimento corresponde a uma "área homogênea", denominada de zona ou unidade de zoneamento, delimitada no espaço, com estrutura e funcionamento relativamente uniforme.

Os zoneamentos ambientais visam contribuir para estratégias de aproveitamento sustentável dos recursos naturais de uma região, bacia hidrográfica, entre outras unidades territoriais. No Brasil, a Política Nacional do Meio Ambiente (Lei n° 6.938, de 31 de agosto de 1981) apresenta o zoneamento ambiental como um de seus instrumentos (BRASIL, 1981). O regulamento, entretanto, ocorreu com o Decreto n° 4.297, de 10 de julho de 2002, indicando que o diagnóstico de recursos naturais deve abranger as "Unidades dos Sistemas Ambientais, definidas a partir da integração entre os componentes da natureza" (BRASIL, 2002).

Assim sendo, o zoneamento viabiliza a inserção da questão ambiental na tomada de decisão, desde o estabelecimento de estratégias de desenvolvimento regional até a implantação de uma atividade específica. Trata-se de uma ferramenta para se obter respostas elementares por meio da identificação de potencialidades, vulnerabilidades e situações conflituosas, além de contribuir para a efetividade de outros instrumentos (ROSA, 2017).

No âmbito de bacias hidrográficas, a elaboração do zoneamento ambiental pode ser justificada pelas proposições da Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei n° 9.433, de 8 de janeiro de 1997), que considera essa unidade territorial como base para o planejamento e

gestão de recursos hídricos (BRASIL, 1997). As bacias hidrográficas constituem "a célula dos estudos integrados da paisagem por possibilitar uma compreensão científica dos processos de sua esculturação" (LEITE, 2011, p. 52), evidenciando uma relação próxima entre a elaboração do zoneamento ambiental e a categoria geográfica paisagem.

Nesse contexto, o presente artigo possui o intuito de analisar os procedimentos de definição das unidades de paisagem do Zoneamento Ambiental Produtivo (ZAP), indicado para aplicação em bacias de Minas Gerais, além de propor uma alternativa condizente com a integração de variáveis, conforme a noção de paisagem em geografia. Embora a bacia do tutorial seja o ribeirão Santa Juliana, a proposta para fins comparativos será aplicada na bacia do rio Uberabinha, ambas localizadas na mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba. Na primeira situam-se os municípios de Perdizes, Santa Juliana e Pedrinópolis e na segunda estão localizados partes dos municípios de Uberaba, Uberlândia e Tupaciguara.

O ZAP foi regulamentado pelo Decreto n° 46.650, de 19 de novembro de 2014 e "nasce como contribuição essencial para as diretrizes de ordenamento e organização territorial no marco das bacias hidrográficas, além de ser uma importante ferramenta de gestão a ser aplicada nos processos de regularização ambiental" (SEAPA; SEMAD, 2014, p. 3). O ZAP do ribeirão Santa Juliana foi aprovado pela Deliberação n° 02, de 18 de maio de 2017. Ressalta-se que esse instrumento tem sido utilizado para o planejamento e a gestão ambiental de bacias hidrográficas em Minas Gerais, o que deve ser analisado criticamente, visto que sua aplicação irá abranger várias bacias importantes, muitas delas com conflitos pelo uso da água.

Como tal instrumento é amplamente dependente da categoria paisagem, o resultado do ZAP da bacia do ribeirão Santa Juliana não se mostrou coerente com a proposta conceitual por ele preconizada. Assim, buscou-se subsídios em referenciais bibliográficos para justificar que o procedimento carece de revisão e aprimoramento. Além disso, foi proposta uma alternativa para o zoneamento ambiental em conformidade com as perspectivas teóricas e conceituais da categoria paisagem.

ISBN: 978-85-7282-778-2

2. Materiais e métodos

No presente artigo foi levantada uma bibliografia básica sobre a categoria paisagem em geografia, o que contribuiu para embasar as discussões acerca da definição de unidades de paisagem do ZAP de Minas Gerais, apresentados no tutorial (SEMAD; SEAPA, 2016b). Em seguida, foi proposta uma alternativa metodológica aplicada na bacia do rio Uberabinha-MG, conforme Rosa e Ferreira (2018), em que foram mapeados no *software* ArcGIS 10.1 a geologia, o relevo (representado pelas classes de declividade), os solos e o uso da terra e cobertura vegetal nativa.

A geologia foi definida pela reclassificação dos intervalos altimétricos, onde o Grupo Araxá está abaixo de 570 m; a Formação Serra Geral entre 570 e 820 m; a Formação Marília entre 820 e 930 m; e as coberturas Cenozóicas acima de 930 m. A declividade foi obtida por imagem SRTM (resolução espacial de 30 metros), seguindo as classes da EMBRAPA (2018): plano (0 a 3%); suave ondulado (3 a 8%); ondulado (8 a 20%); forte ondulado (20 a 45%); e escarpado (> 45%). Os solos foram reajustados da EPAMIG (1980) em escala de 1:500.000, com a legenda alterada para EMBRAPA (2018). Já o uso da terra advém do *shapefile* do projeto TerraClass Cerrado (TERRACLASS, 2015), na escala de 1:250.000.

3. Resultados e discussões

Os resultados e discussões abragem três etapas: concepção geográfica de paisagem e o zoneamento ambiental; análise do procedimento e do resultado das unidades de paisagem da bacia do ribeirão Santa Juliana; e proposição de uma alternativa para aprimoramentos do ZAP e trabalhos de zoneamento em geral, com exemplo na bacia do rio Uberabinha.

3.1. A categoria paisagem em geografia e o zoneamento ambiental

A paisagem como uma categoria de análise geográfica adquiriu importância e evoluiu cientificamente desde meados do século XIX, quando a geografia se tornou uma

disciplina acadêmica, associada ao estudo da paisagem, em função das contribuições dos naturalistas. Nesse contexto se estabeleceu uma relação entre paisagem e geografia, pois a interação entre sociedade e natureza resulta em arranjos espaciais expressos em unidades de paisagem, identificáveis em todas as escalas de grandeza (CONTI, 2014).

Baseado nas concepções descritas até meados do século XX, Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2007) demonstram que o estudo das paisagens na geografia evoluiu basicamente em duas direções: uma com viés fortemente biofísico, em conformidade com as análises de Humboldt e Dokuchaev (das escolas alemã e russo-soviética, respectivamente), cuja paisagem representa um complexo natural integral; e outra essencialmente sociocultural amplamente difundida nas escolas francesa, anglo-saxônica e outros países da Europa ocidental, em que a paisagem é tratada como um espaço social com visão fragmentada dos componentes naturais.

A abordagem sistêmica nos estudos da paisagem destacou-se na década de 1960 com as escolas soviética e francesa, que se apoiaram na Teoria Geral dos Sistemas. Pesquisadores da ex-União Soviética iniciaram uma análise sistêmica da natureza com a instalação de estações experimentais para análise dos fluxos de matéria e energia dos "Geossistemas", termo introduzido na literatura por Sotchava (FERREIRA, 2010; NEVES et al., 2014).

Na escola francesa, Bertrand (1968) apresentou uma metodologia dedicada à análise da paisagem a partir de uma geografia física global. Conforme Ferreira (2010), este modelo integra a paisagem natural às implicações da ação antrópica, também utilizando o termo "Geossistema", que corresponde à integração do potencial ecológico (clima, hidrologia, geomorfologia), exploração biológica (vegetação, solo, fauna) e ação antrópica. Outro autor importante dessa escola é Tricart, que lança a perspectiva da "Ecodinâmica", que "se caracteriza por certa dinâmica do meio ambiente que tem repercussões mais ou menos imperativas sobre as biocenoses" (TRICART, 1977, p. 32). Para Tricart (1977), estas unidades podem ser classificadas em "meios estáveis", "meios fortemente instáveis" ou "meios *intergrades*".

ISBN: 978-85-7282-778-2

Dentre os autores que trabalham com a categoria paisagem no século XXI, destacam-se Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2007), que a consideram sob a perspectiva dinâmica, geoecológica e cultural. Para os autores a paisagem é definida "como um conjunto inter-relacionado de formações naturais e antroponaturais" (RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2007, p. 18).

Nesse sentido, a paisagem apresenta relação com zoneamento ambiental, pois nesses trabalhos devem-se levar em consideração os atributos de maior relevância e suas respectivas dinâmicas (SANTOS, 2004), como os componentes naturais *à priori* e as modificações antrópicas. A sobreposição de um viés poderá indicar um caráter parcial das paisagens e, por conseguinte, das zonas, pois se deve considerar a integração das variáveis geobiofísicas (rochas, relevo, solos, vegetação etc.) com alterações causadas por ação humana.

Após este levantamento teórico, considera-se adicionalmente que a paisagem está intrinsecamente relacionada às questões ambientais, sobretudo pela ênfase dada a partir da década de 1970. Essa categoria passou a apresentar, assim, como uma temática utilizada nas avaliações ambientais, proposições de zoneamentos e subsídios ao planejamento e à gestão do território, devendo-se considerar sempre a questão da escala.

3.2. Análise da definição das unidades de paisagem do ribeirão Santa Juliana

De acordo com o tutorial de definição das unidades de paisagem da bacia do ribeirão Santa Juliana (Figura 1), "as unidades de paisagem são delimitadas manualmente de acordo com a interpretação das curvas de nível" (SEMAD; SEAPA, 2016b, p. 19). Assim, constatou-se que as mesmas são definidas pela reclassificação das curvas de nível obtidas por Modelos Digitais de Elevação (MDE), como as imagens Shuttle Radar Topographic Mission (SRTM).

Embora o relatório do ZAP dessa bacia (SEMAD; SEAPA, 2017) mencione que as unidades de paisagem foram delimitadas com a utilização dos mapas geomorfológico,

geológico e pedológico, o tutorial apresenta apenas um roteiro de extração das curvas de nível e a respectiva interpretação, não sendo utilizadas as demais variáveis da paisagem.

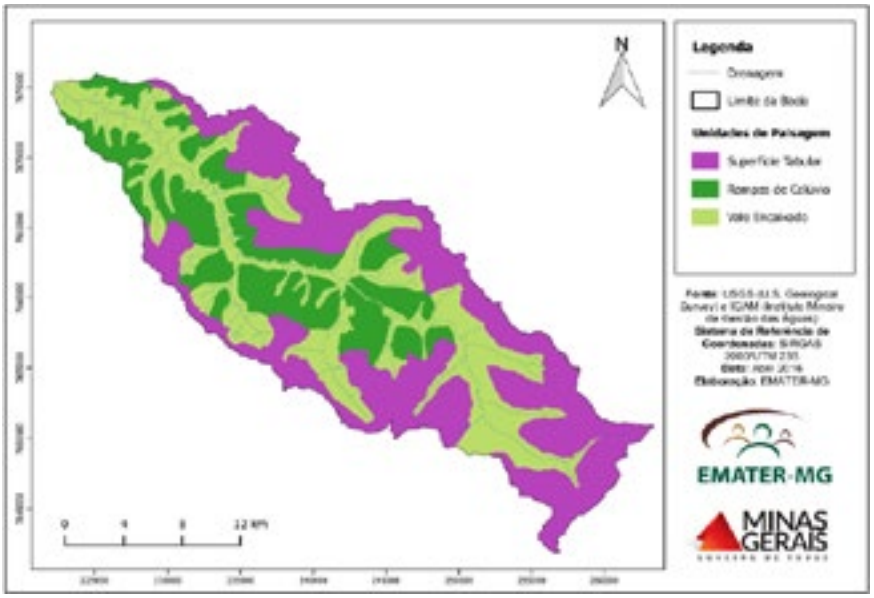


Figura 1 – Definição das unidades de paisagem da bacia do ribeirão Santa Juliana

Fonte: SEMAD e SEAPA (2016b)

Conforme apresentado no mapa final (Figura 1), os nomes das unidades de paisagem da bacia correspondem a formas de relevo. Dessa forma, levando em consideração a noção de paisagem em geografia, essa metodologia não é adequada para o zoneamento proposto, pois se prevaleceu somente o componente geomorfológico. A delimitação das paisagens deve considerar a integração de outras variáveis. Outro aspecto importante a ser considerado é que a delimitação das unidades não pode apresentar descontinuidades espaciais discrepantes, uma vez que as mesmas são indissociáveis e possuem características que as tornam únicas.

ISBN: 978-85-7282-778-2

3.3. Proposição de alternativa para definição das unidades de paisagem

A proposta de definição das unidades de paisagem seguiu o pressuposto de Santos (2004), que considera que a compartimentação deve ser obtida por meio da análise dos atributos de maior relevância. Assim, foram utilizados a geologia, o relevo (definido pelas classes de declividade), os solos e o uso da terra e cobertura vegetal nativa (Figura 2).

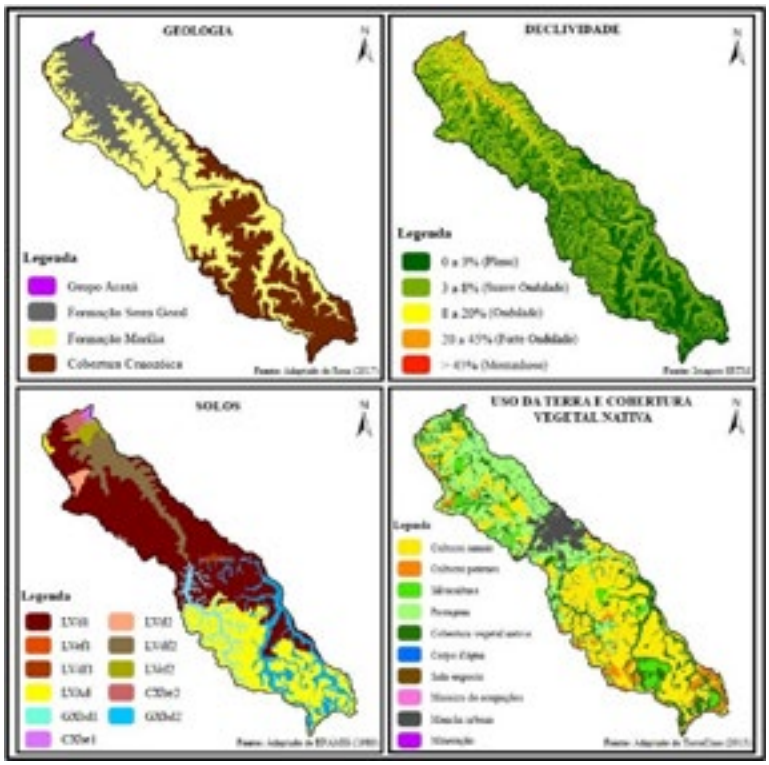


Figura 2 – Variáveis utilizadas na proposta de zoneamento ambiental da bacia do rio Uberabinha

Fonte: Rosa; Ferreira (2018)

Com o mapeamento dessas variáveis físico-geográficas foram identificadas 10 zonas por meio da identificação visual, sobreposição e observações em trabalhos de campo (Figura

3). De acordo com Rosa e Ferreira (2018), a conexão entre os componentes analisados expressou um arranjo paisagístico, de forma que determinadas áreas se tornem únicas. Dessa forma, essa proposta condiz com a noção de paisagem em geografia, uma vez que se tentou conectar e integrar componentes, o que não foi verificado na proposta do ZAP.

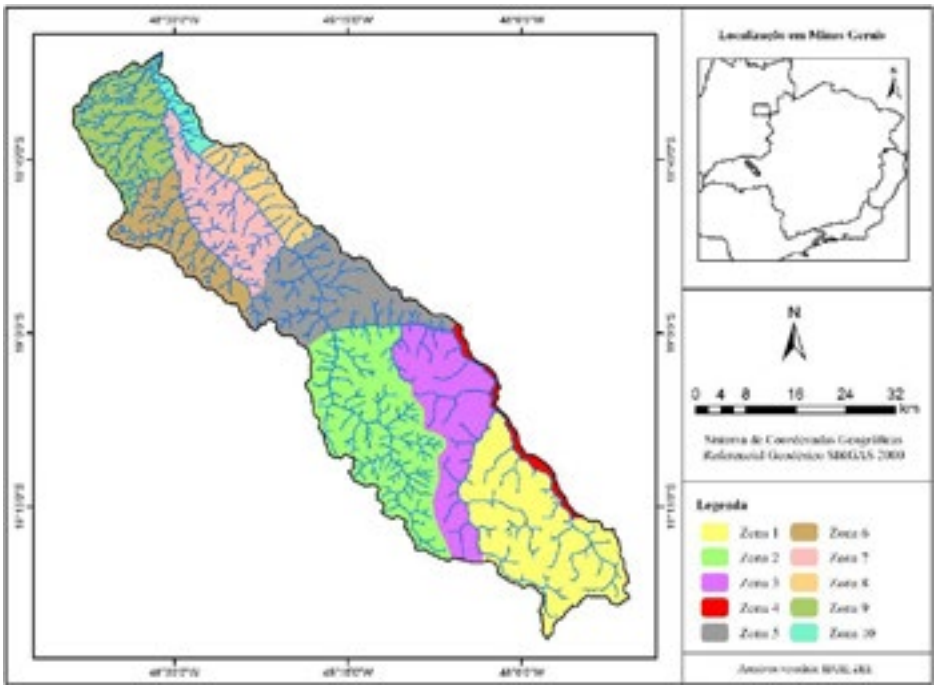


Figura 3 – Proposta de zoneamento da bacia hidrográfica do rio Uberabinha

Fonte: Rosa; Ferreira (2018)

4. Considerações finais

As distintas metodologias de análise da paisagem podem gerar diferentes produtos cartográficos dos zoneamentos, principalmente devido aos procedimentos realizados com diferentes finalidades. Isso demonstra possibilidades que podem ser aplicadas, desde que as nuances estejam compatíveis com a referida categoria e com a escala de trabalho. No caso da proposta do ZAP, o levantamento bibliográfico evidenciou que a denominação “unidades de paisagem” não está de acordo com a maioria dos autores.

ISBN: 978-85-7282-778-2

A crítica em relação à metodologia do Zoneamento Ambiental e Produtivo (ZAP), que vem sendo utilizada em bacias e sub-bacias hidrográficas de Minas Gerais, não se refere às prováveis contribuições ao planejamento e gestão do território, mas sim ao arcabouço conceitual, que não condiz com categoria paisagem em geografia. Por fim, para subsidiar as discussões acerca dos zoneamentos ambientais, a proposta apresentada é uma tentativa de integrar variáveis para a identificação de homogeneidades paisagísticas.

Agradecimentos

O primeiro autor agradece à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de doutorado.

Referências Bibliográficas

BERTRAND, G. **Paysage et geographie physique globale**: esquisse méthodologique. Revue Geógraphique des Pyrénées et du Sud-Ouest, Toulouse, v. 39 n. 3, 1968, p. 249-272.

BRASIL. **Decreto n° 4.297**, de 10 de julho de 2002. Regulamenta o art. 9°, inciso II, da Lei n° 6.938, de 31 de agosto de 1981, estabelecendo critérios para o Zoneamento-Ecológico-Econômico do Brasil - ZEE, e dá outras providências.

BRASIL. **Lei n° 6.938**, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.

BRASIL. **Lei n° 9.433**, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

CAVALCANTI, L. C. S. **Cartografia de paisagens**: fundamentos. São Paulo: Oficina de Textos, 2014, 95 p.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DE MINAS GERAIS – CODEMIG. **Programa Mapeamento Geológico do Estado de Minas Gerais**. Projeto

Triângulo Mineiro, 2017. Disponível em: <http://www.portalgeologia.com.br/index.php/mapa/> acesso em 14 de março de 2018.

CONTI, J. B. **Geografia e paisagem**. Revista Ciência e Natura, Santa Maria, v. 36. Ed. Especial, 2014, p. 239-245.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília-DF: 5 ed., rev. e ampl., 590 p.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS – EPAMIG. **Mapa de reconhecimento dos solos no Triângulo Mineiro**. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação dos Solos. 1980. Disponível em: <http://library.wur.nl/WebQuery/isric/21562> acesso em 05 de maio de 2016.

FERREIRA, V. O. **A abordagem da paisagem no âmbito dos estudos ambientais integrados**. GeoTextos, vol. 6, n. 2, 2010, p. 187-208.

LEITE, E. F. **Caracterização, diagnóstico e zoneamento ambiental**: o exemplo da bacia hidrográfica do rio Formiga-TO. Tese (Doutorado), Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2011, 228 p.

MINAS GERAIS. **Decreto n° 46.650**, de 19 de novembro de 2014. Aprova a Metodologia Mineira de Caracterização Socioeconômica e Ambiental de Sub-bacias Hidrográficas, denominada Zoneamento Ambiental Produtivo – ZAP e dá outras providências.

MINAS GERAIS. **Deliberação n° 02**, de 18 de maio de 2017. Dispõe sobre a aprovação do Zoneamento Ambiental Produtivo da sub-bacia do Ribeirão Santa Juliana.

NEVES, C. E.; MACHADO, G.; HIRATA, C. A.; STIPP, N. A. F. **A importância dos geossistemas na pesquisa geográfica**: uma análise a partir da correlação com o ecossistema. Sociedade & Natureza, Uberlândia, v. 26, n. 2, 2014, p. 271-285.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V.; CAVALCANTI, A. P. B. **Geoecologia das paisagens**: uma visão geossistêmica da análise ambiental. 2ª ed. Fortaleza: Edições UFC, 2007, 222 p.

ROSA, R. M.; FERREIRA, V. O. **Análise da paisagem e proposição de zoneamento ambiental da bacia do rio Uberabinha, Minas Gerais**. Caderno de Geografia, v.28, n.53, 2018, p. 404-427.

ROSA, R. M. **Unidades de paisagem e zoneamento**: subsídios para o planejamento ambiental na bacia do rio Uberabinha-MG. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Uberlândia, 2017, 118 p.

SANTOS, R. F. **Planejamento ambiental**: teoria e prática. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL – SEMAD; SECRETARIA DE ESTADO DE AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTACIMENTO – SEAPA. **Metodologia para elaboração do Zoneamento Ambiental e Produtivo**: ZAP de sub-bacias hidrográficas. Governo do Estado de Minas Gerais, 1ª edição, 2014.

SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL – SEMAD; SECRETARIA DE ESTADO DE AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTACIMENTO – SEAPA. **Metodologia para elaboração do Zoneamento Ambiental e Produtivo**: ZAP de sub-bacias hidrográficas. Governo do Estado de Minas Gerais, 2ª edição, 2016a.

SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL – SEMAD; SECRETARIA DE ESTADO DE AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTACIMENTO – SEAPA. **Definição de unidades de paisagem**: exemplo da Sub-bacia do ribeirão Santa Juliana – bacia do Paranaíba (PN2). Passo a passo complementar da metodologia do ZAP de sub-bacias hidrográficas, 2ª edição, 2016b.

SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL – SEMAD; SECRETARIA DE ESTADO DE AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTACIMENTO – SEAPA. **Zoneamento Ambiental de Produtivo da bacia hidrográfica do ribeirão Santa Juliana**. Relatório, Paisagem Ambiental, 2017.

TERRACLASS. **Mapeamento do uso e cobertura da terra do Cerrado**. Projeto TerraClass Cerrado 2013. Brasília-DF, 2015, 69 p.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY – USGS. **Shuttle Radar Topography Mission 1 Arc-Second Global.** Courtesy of the U.S. Geological Survey. Disponível em: <https://lta.cr.usgs.gov/SRTM1Arc> acesso em 18 de outubro de 2018.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE, 1977. 91 p.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ANÁLISE DA HIPSOMETRIA E DA DECLIVIDADE DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARDO (SÃO PAULO, BRASIL) COMO SUBSÍDIO PARA O PLANEJAMENTO AMBIENTAL DA ÁREA.

Fernanda Bomfim Soares[(a)], Edson Luís Piroli[(b)]

[(a)] Doutoranda do programa de Pós-graduação em Geografia/FCT, UNESP. E-mail: fbs.geo@gmail.com
[(b)] Professor Associado, Dr. Universidade Estadual Paulista (UNESP), Câmpus de Ourinhos. Programa de Pós-Graduação em Geografia/FCT, Presidente Prudente. E-mail: edson.piroli@unesp.br

Eixo:

Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Fernanda Bomfim Soares, Edson Luís Piroli

Resumo/

Este trabalho tem como objetivo apresentar as características do relevo da bacia hidrográfica do Rio Pardo, como hipsometria e declividade, utilizando essas informações para prever possíveis perdas de solo através da intensificação dos processos erosivos. Ele faz parte de uma pesquisa que resultará na tese de dourado, onde se pretende elaborar um planejamento ambiental e criar técnicas de manejo do solo e da água na bacia hidrográfica do rio Pardo, uma vez que esta é fornecedora de água para várias cidades e é importante para o desenvolvimento da economia desses municípios. A área tem como característica predominante relevos suaves, com algumas regiões apresentando grandes altitudes e declives, isto indica que a área é adequada para a maior parte das atividades produtivas nela desenvolvidas, mas também que é importante observar as peculiaridades de cada região antes da tomada de decisão sobre a forma com que a ocupação da área.

Palavras chave: Bacia hidrográfica, Rio Pardo, Planejamento Ambiental, Hipsometria, Declividade.

1. Introdução

O planejamento ambiental baseia-se no intercâmbio e, principalmente, na integração dos sistemas que compõem o ambiente, pois ele tem a função de estabelecer as relações entre os sistemas ecológicos e os processos da sociedade, desde as necessidades socioculturais do indivíduo até as atividades e interesses econômicos, buscando, manter a integridade dos seus elementos componentes. (SANTOS, 2004)

Assim, o planejamento é uma ferramenta essencial para se compreender o meio ambiente e integrar seus aspectos físicos, criando oportunidades práticas para recuperar problemas ambientais causados pela ação antrópica.

A área em estudo neste trabalho é a bacia hidrográfica do Rio Pardo (Figura 1) que está localizada na região Centro/Sudoeste do Estado de São Paulo, fazendo parte da Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema, uma bacia Federal por conter áreas nos estados de São Paulo e Paraná. De acordo com o sistema paulista de gerenciamento de recursos hídricos, a bacia do Rio Pardo é componente da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Médio Paranapanema (UGRHI – 17). O Rio Pardo nasce no município de Pardinho - SP, na Serra do Limoeiro, a 1.002 metros de altitude, e possui sua foz na cidade de Salto Grande – SP, a 387 metros, onde deságua no Rio Paranapanema.

A área total da bacia hidrográfica é de 4.801,095 km², e contém 3.281 nascentes, originando 476 microbacias. O Rio Pardo possui 264 km de extensão passando por quinze municípios: Botucatu, Itatinga, Pardinho, Prâtania, Avaré, Cerqueira Cesar, Iaras, Aguas de Santa Barbara, Óleo, Manduri, Bernardino de Campos, Santa Cruz do Rio Pardo, Chavantes, Canitar e Ourinhos.

Os principais afluentes do Rio Pardo são:

1 – Rio Claro, que nasce no município de Botucatu, tem 72 km de extensão e sua confluência com o Rio Pardo ocorre no município de Iaras.

2 – Rio Novo, que nasce no município de Itatinga, tem 77 km de extensão e sua confluência com o Rio Pardo ocorre no município de Águas de Santa Barbara.

Ao longo de seu leito, o Rio Pardo possui três represamentos artificiais: a represa da cascata Véu da Noiva em Botucatu, a represa do Mandacaru onde está localizada a

captação de água para o município de Botucatu e a PCH no distrito de Lobo, município de Itatinga, construída em 1.927 para gerar energia para o município de Botucatu.

O Rio Pardo é fonte de desenvolvimento nos diversos setores da economia da sua bacia hidrográfica, e considerado um dos rios mais bem preservados do estado de São Paulo, contribuindo com suas águas para a irrigação, dessedentação de animais e consumo humano. Diversos municípios captam água do Rio Pardo para abastecimento público, dentre elas: Pardinho, Botucatu, Santa Cruz do Rio Pardo e Ourinhos. Dessa maneira fica evidente a importância das águas superficiais e subterrâneas da bacia para o desenvolvimento e manutenção das atividades humanas da região.

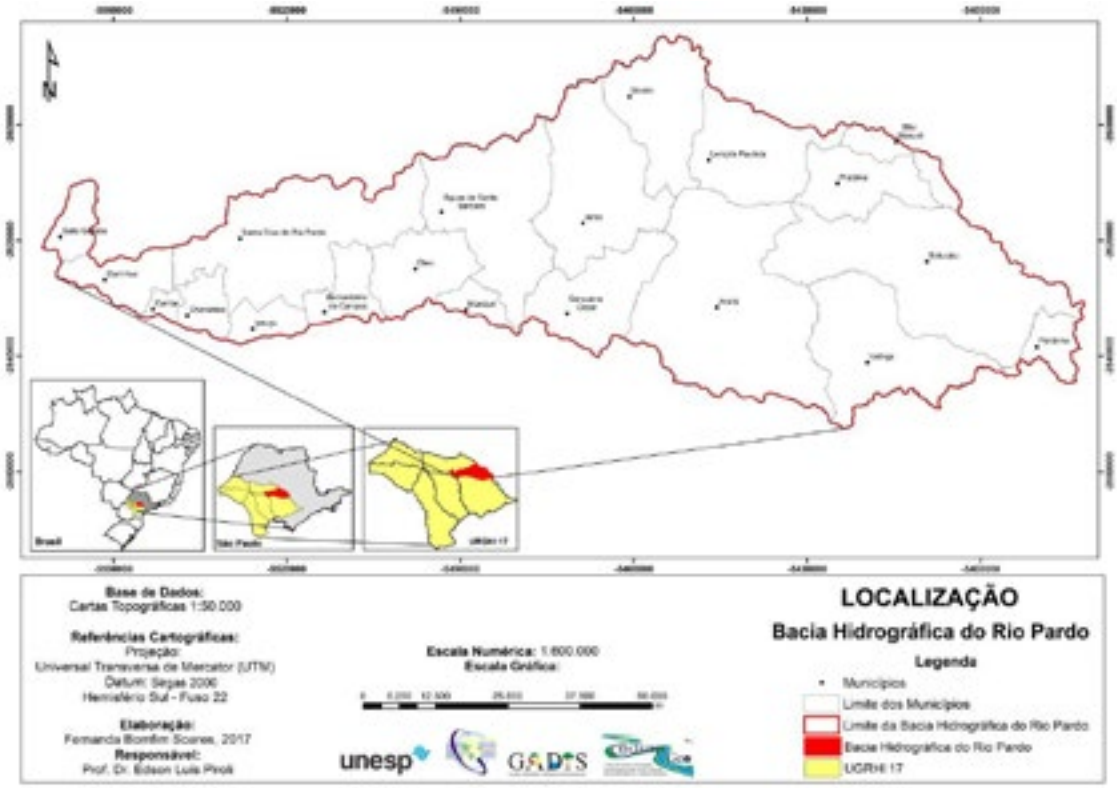


Figura 1. Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Pardo.

De acordo com Piroli (2013), ao estudar as APP do Rio Pardo, verificou-se que este é um dos maiores rios do Sul do Estado de São Paulo, que abastece diversas cidades distribuídas ao longo de suas margens, gerando inclusive energia com algumas usinas

instaladas em seu leito. Desde suas principais nascentes, localizadas no município de Pardinho, até sua foz localizada no município de Salto Grande, o Rio Pardo percorre mais de duzentos quilômetros, fornecendo suas águas para a dessedentação de animais, para matar a sede das pessoas, para irrigação de culturas agrícolas e pastagens, e ainda, para o desenvolvimento de atividades turísticas, principalmente em suas inúmeras cachoeiras ou dos seus afluentes (como nos municípios de Botucatu, Iaras e Águas de Santa Barbara).

Para o mapeamento básico realizou-se o tratamento de bases cartográficas já existentes e disponíveis pela UNESP e a vetorização das imagens de satélite, utilizando o software ArcGIS 10.3. Para a confirmação das informações foram realizados trabalhos de campo que serviram de base para o maior e melhor detalhamento sobre as temáticas abordadas. Os principais materiais utilizados foram: computador desktop; notebook; cartas topográficas; imagens de satélite; aparelho de Sistema de Posicionamento Global (GPS); e câmara fotográfica.

O objetivo do presente trabalho foi estudar as características do relevo da bacia hidrográfica do Rio Pardo, como hipsometria e declividade, e elaborar materiais cartográficos que podem ser usados para a divulgação de diversas informações, bem como para prever possíveis perdas de solo a partir da intensificação dos processos erosivos decorrentes do uso intensificado.

2. Desenvolvimento

As diferentes formas de utilização do solo e as características do relevo são elementos essenciais que podem interferir e intensificar processos erosivos que diretamente influenciam na perda de solo e no assoreamento de rios, diminuindo a capacidade produtiva da bacia hidrográfica.

A hipsometria e a declividade são atributos geomorfológicos que permitem a análise e avaliação destes processos. A carta hipsométrica é caracterizada por informar a altimetria da área, proporcionando uma visão ampla do relevo e do rebaixamento do terreno. As análises das bases cartográficas, e a elaboração dos mapas hipsométrico e de declividade, permitiram a visualização das altitudes e cotas mínimas e máximas da área em estudo. Assim,

com o mapa hipsométrico (Figura 2), se obtém uma visão do relevo caracterizando suas áreas de planícies aluviais e as demais formas do relevo.

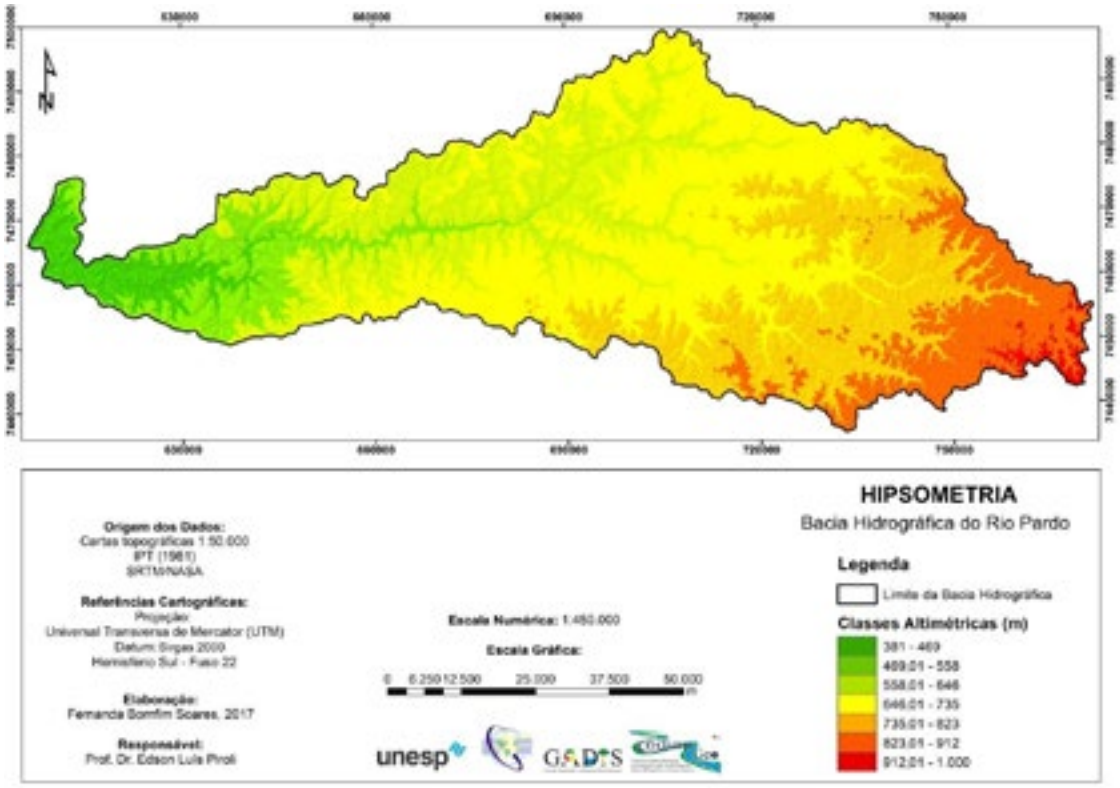


Figura 2. Mapa da hipsometria da bacia hidrográfica do Rio Pardo.

O mapa hipsométrico (Figura 2) mostra a variação altimétrica da bacia hidrográfica. Nela se verifica que a área de cabeceira com a nascente do rio principal encontra-se em altitudes elevadas (735 a 1000 metros) e a área de foz da bacia encontra-se em baixas altitudes (351 a 558 metros). A partir desse detalhamento altimétrico podemos ampliar os estudos físicos, incluindo a análise clinográfica, ou seja, a declividade da bacia hidrográfica que pode influenciar nos diversos usos e ocupações na bacia hidrográfica.

A declividade do terreno e, principalmente, o comprimento da rampa contribui para o escoamento das águas. Quanto maior for o trecho em declive, maior será o escoamento da água pela superfície, arrastando outros materiais para os recursos hídricos superficiais, influenciando assim, a qualidade da água. (MOTA, 1995). A declividade influencia na

infiltração e nos processos erosivos fluviais e pluviais, assim como na tipologia da vegetação. Contribui para a formação do solo e serve de indicador na definição de áreas de risco e restrição de uso. A declividade dos rios pode ser associada à velocidade do escoamento, transporte de sedimentos e conformação das APP. As declividades ou inclinações do relevo são visualizadas por meio do distanciamento das curvas de nível.

A declividade geral da bacia do rio Pardo (Figura 3) apresenta-se pouco acidentada, sendo predominantemente menor que 10% e em poucas áreas chegando a declividades superiores a 45%. Estas estão concentradas nas cabeceiras dos cursos d'água, na parte baixa da bacia hidrográfica.

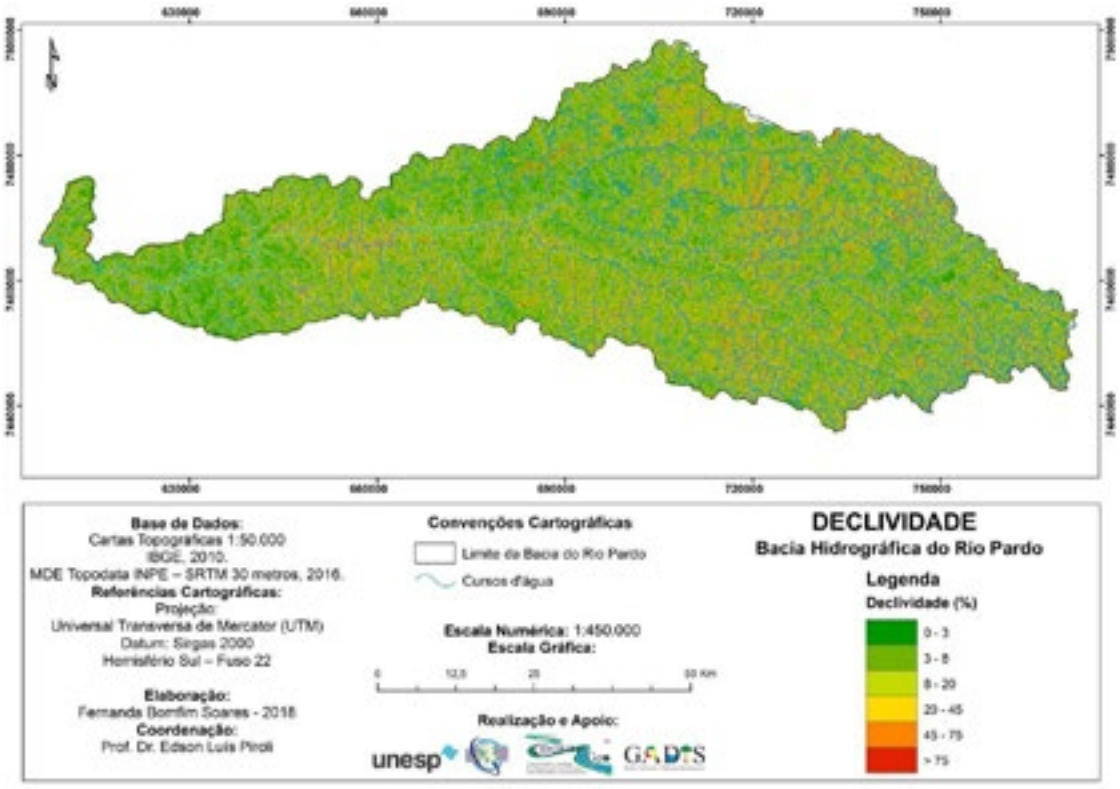


Figura 3. Mapa de declividade da bacia hidrográfica do rio Pardo.

Na elaboração do mapa de declividade, utilizou-se uma simbologia de cores para cada classe, partindo da mais clara para a mais escura, ou seja, a medida que aumenta a declividade, intensifica-se a tonalidade das cores. Devido ao tamanho da área e para uma

melhor visualização do leitor, o mapa foi dividido em seis classes temáticas: 0 - 3%, 3 - 8%, 8 – 20%, 20% a 45%, 45% a 75% e > 75% (Figura 3).

A elaboração do mapa de declividade serve para analisar e decidir o melhor uso e aproveitamento do solo, uma vez que para isso é necessária a compreensão das características físicas ambientais para que se tenha uma melhor adequação dos projetos e dos usos referentes ao solo. O mapa de declividade tem sido utilizado de maneira quase obrigatória, nessas duas últimas décadas, em planejamento regional, urbano e agrário, juntamente com outras representações gráficas de variáveis tais como: orientação de vertentes, insolação direta, direção e velocidade de ventos, entre outras, permitindo assim, com suas correlações uma melhor compreensão e um equacionamento dos problemas que ocorrem no espaço analisado. (DE BIASE, 1992)

A definição das classes de declividades para serem utilizadas na elaboração do mapa (Figura 5) atende a um espectro bem amplo no que diz respeito à sua utilização na representação cartográfica, para os mais variados usos e ocupação do espaço, seja ele urbano ou agrícola. Dibieso (2006) no estudo da bacia hidrográfica do córrego do Cedro definiu as seguintes classes de declividade:

> <5%: áreas planas, adequadas ao uso e ocupação do solo (no caso de vertentes e/ou topos) ou inadequadas (no caso de planícies fluviais, pelo risco de inundação e por estarem em área de preservação e proteção ambiental); 5 a 10%: área com moderada suscetibilidade à erosão, com poucas restrições ao uso e ocupação do solo; 10 a 20%: área com forte suscetibilidade à erosão, necessitando de adequado manejo para sua utilização; ≥20%: áreas com escoamento superficial muito rápido e muito forte suscetibilidade à erosão. (DIBIESO, 2007 p.55)

Porém, devido ao tamanho e complexidade da bacia hidrográfica do Rio Pardo, procurou-se adaptar a metodologia utilizada por Dibieso (2007), aumentando o número de intervalos tornando-se, assim, os elementos físicos do relevo mais evidentes e visíveis.

Identificou-se, no mapa (Figura 3), que as áreas de declividades menores estão presentes nas margens dos canais fluviais, próximas a pequenos lagos e nascentes, e na parte baixa da bacia hidrográfica, sendo áreas que estão sujeitas a inundação e segundo o artigo 10 do Código Florestal (Lei 12.605/12) correspondem à Áreas de Preservação Permanente (APP).

Para melhor compreensão e interpretação do relevo, elaboraram-se mapas de declividade das sub-bacias do Rio Pardo (Figura 4), com o objetivo de identificar melhor as oscilações do relevo. Para isso, dividiu-se a bacia hidrográfica do rio Pardo, em quatro sub-bacias: Alto Pardo, Baixo Pardo, Claro e Novo. Denominações utilizadas a partir da localização e dos seus rios afluentes.

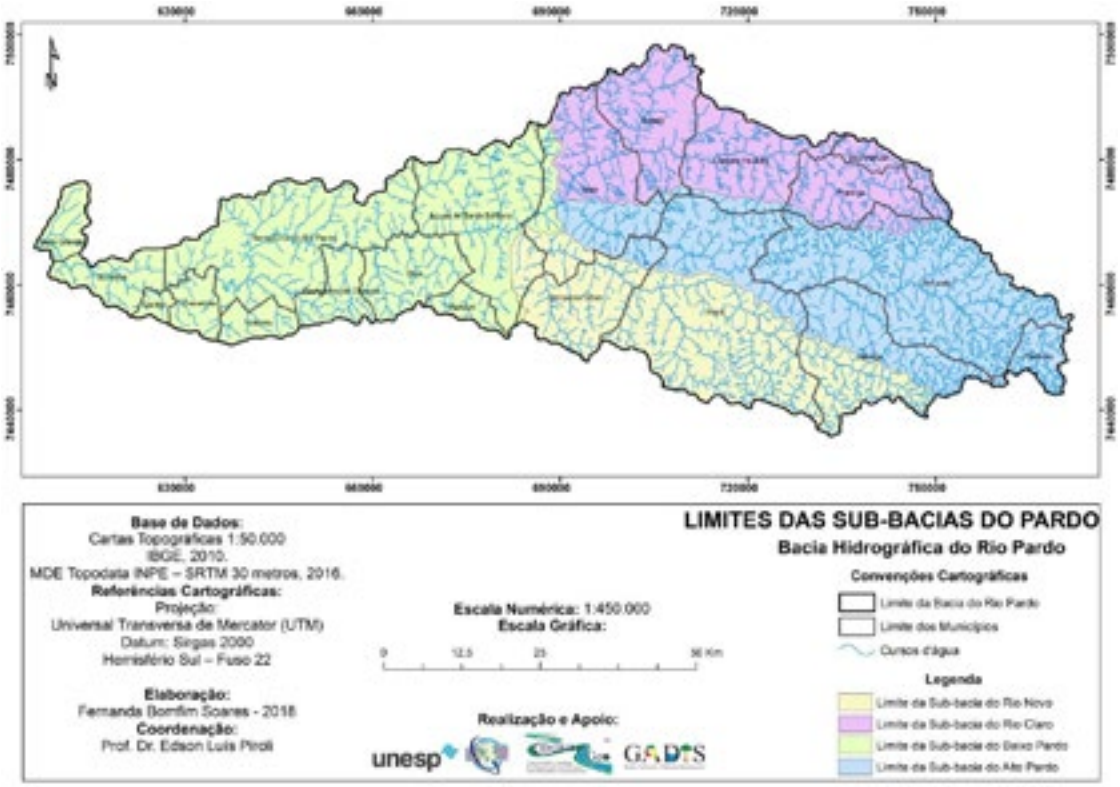


Figura 4. Mapa das sub-bacias presentes na bacia hidrográfica do rio Pardo.

A sub-bacia do Alto Pardo (Figura 5) apresenta em geral uma declividade média, em toda a sua extensão com declividades menores que 10%, mas possui vários pontos específicos, principalmente na parte média da sub-bacia áreas de vertentes com declividade acima de 45%. A área de cabeceira, ou seja, nascente principal do rio Pardo, possui a maior parte de áreas com declividade igual ou maior a 45%. Essa especificidade da área ocorre devido a grande diferença de altitude presente na região de Pardinho e Botucatu, áreas de relevo irregular com escarpas e serras, acima de 823 metros de altitude.

A alta altitude somada a declividade acentuada, faz com que o relevo dessa região possua características físicas coerentes com possíveis ocorrências de focos erosivos, quando o uso do solo não corresponder à sua capacidade, havendo então perda de solo e o acúmulo de partículas sólidas nos cursos d'água.

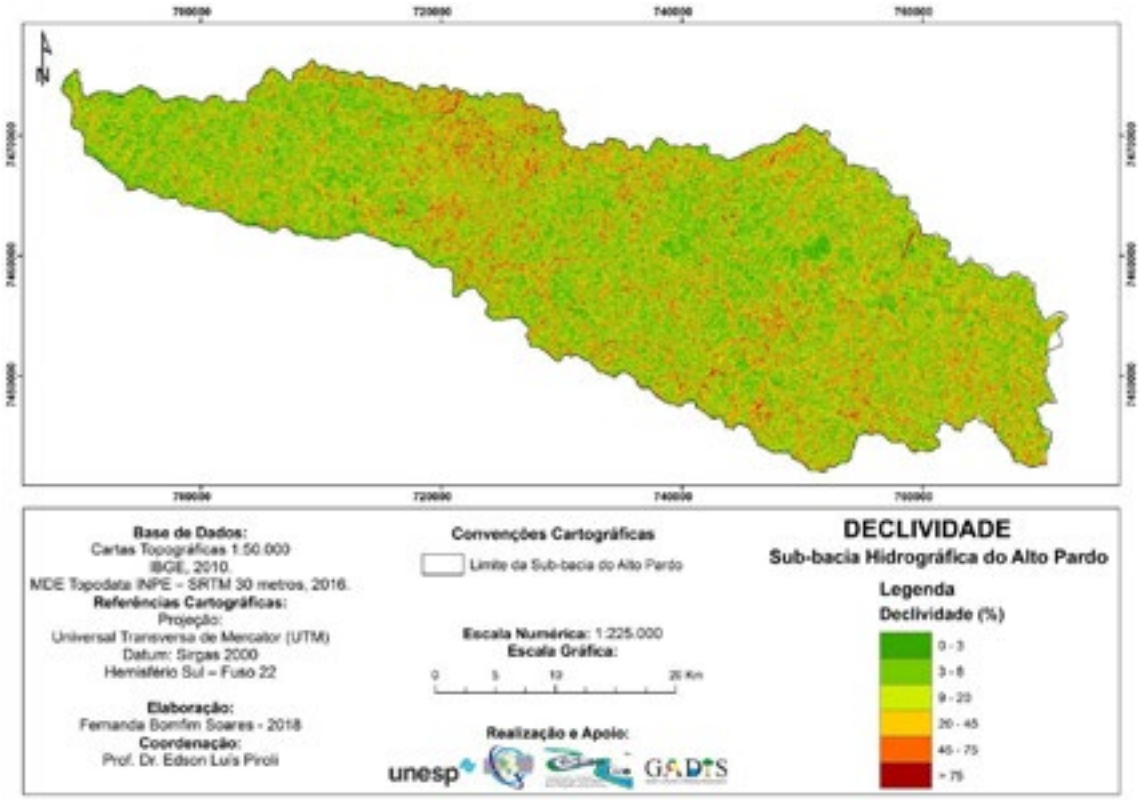


Figura 5. Mapa de declividade da Sub-bacia hidrográfica do Alto Pardo.

A sub-bacia do Baixo Pardo (Figura 6) apresenta em geral uma declividade média, menor que 10%, mas com áreas, em seu médio curso, com declividades maiores que 20%. Essas áreas com declividades maiores localizam-se próximas às rodovias e aos rios afluentes, em áreas próximas ao perímetro urbano dos municípios em que ela abrange. Nessas áreas, nos municípios de Canitar, Chavantes e Santa Cruz do Rio Pardo, encontrou-se focos de processos erosivos intensos que contribuem para a perda de solo e água, devido ao manejo irregular dos solos.

No baixo Pardo, também, estão presentes as menores áreas de altitude da bacia hidrográfica (381 a 646 metros), o que também possibilita maior quantidade de corpos hídricos, principalmente próximo a foz do rio Pardo, nos municípios de Ourinhos e Salto Grande. As possibilidades de existência de processos erosivos dependem do uso e da ocupação do solo e da drenagem urbana das áreas próximas aos cursos d'água.

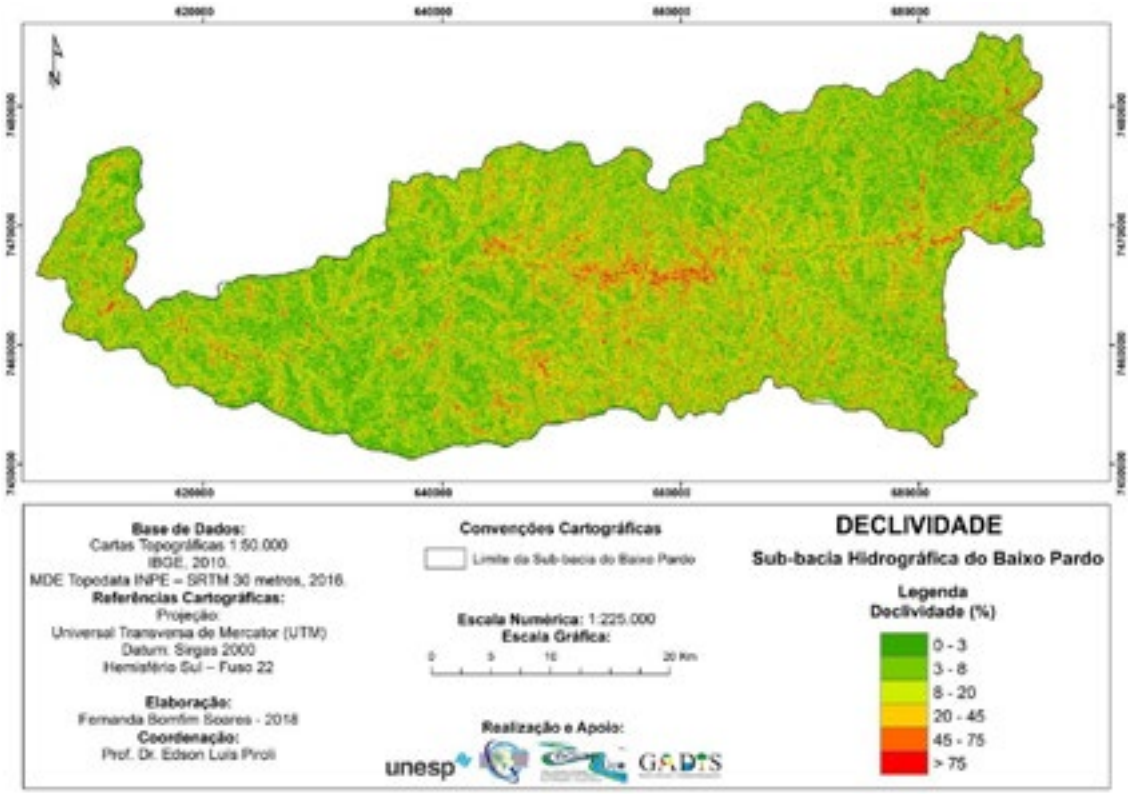


Figura 6. Mapa de declividade da Sub-bacia hidrográfica do Baixo Pardo.

Já a sub-bacia do rio Claro (Figura 7) apresenta altitude média entre 558 e 735 metros e declividade menor que 10%, em toda a sua extensão, mas com áreas pontuais com declividades maiores que 20%. Essa sub-bacia se localiza na divisa com a bacia hidrográfica Tiete-Peixe, uma das principais bacias do Estado, devido ao seu alto potencial hidrelétrico.

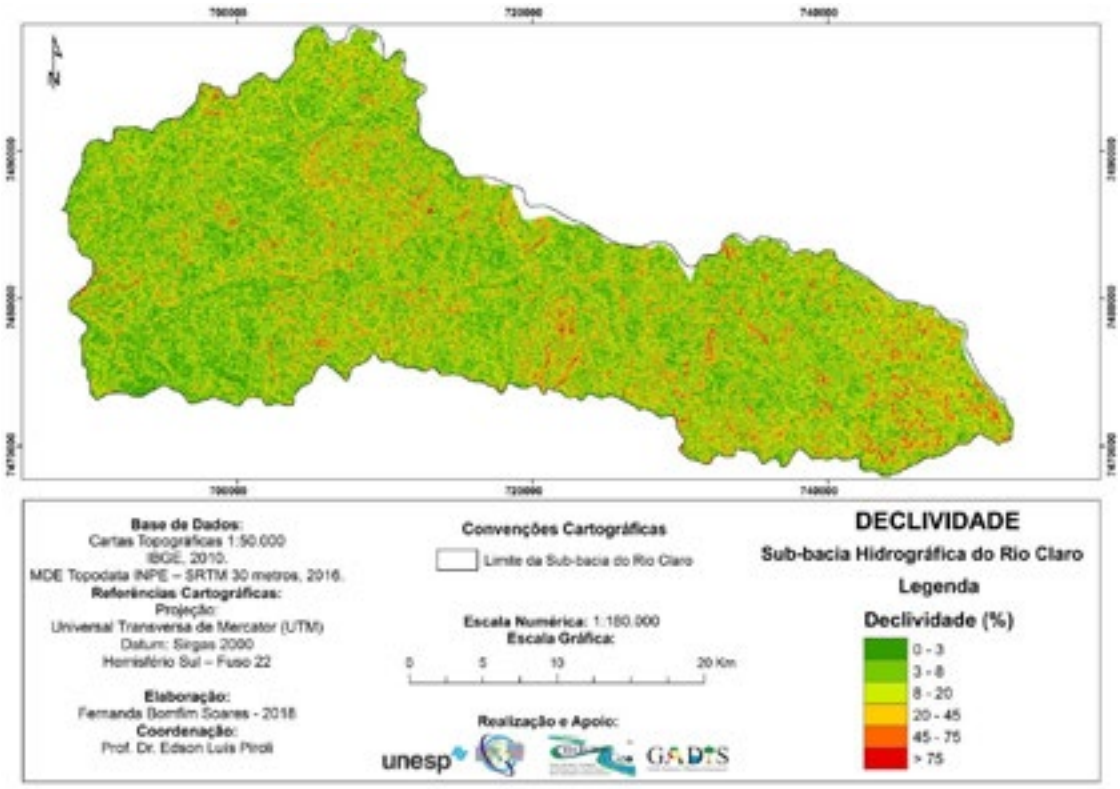


Figura 7. Mapa de declividade da Sub-bacia hidrográfica do rio Claro.

Na sub-bacia do rio Novo (Figura 8) está presente em uma área de altitudes que variam entre 646 e 823 metros e apresenta uma declividade menor que 10%, mas com áreas pontuais, em toda sub-bacia, com declividades maiores que 20%. Nessa região há presença de grandes áreas agrícolas e municípios como Avaré, Cerqueira Cesar e Itatinga, que possuem sua economia voltada ao setor primário.

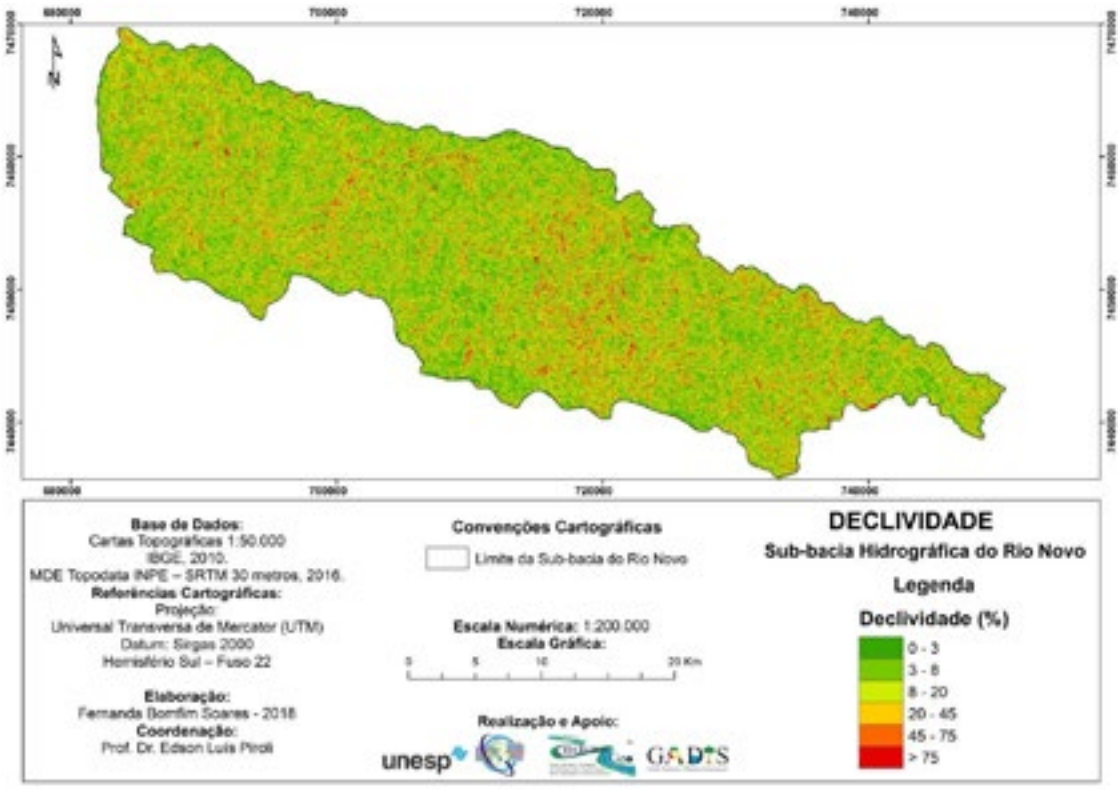


Figura 8. Mapa de declividade da Sub-bacia hidrográfica do rio Novo.

2. Considerações Finais

Este trabalho é parte de um trabalho mais amplo e complexo sobre a bacia hidrográfica do rio Pardo, onde pretende-se caracterizar toda área e identificar, futuramente, técnicas de manejo de solo e água adequados para a realidade e os diversos usos da bacia hidrográfica. Neste contexto, é fundamental que seja elaborado o detalhamento do relevo a partir da hipsometria e da declividade, pois estes são essenciais para visualizar a capacidade e o potencial ambiental da região. Isto garante um planejamento ambiental pautado nas reais características físicas do relevo, prevendo possíveis danos ambientais, como processos erosivos previamente já identificados.

Observou-se até o momento que as técnicas e a metodologia utilizadas na caracterização destes aspectos da área foram eficientes, permitindo sua representação em escala adequada para estudos ambientais e agropecuários.

A área estudada tem como característica predominante relevos suaves, com algumas regiões apresentando grandes altitudes e declives. Estes aspectos indicam que a área é adequada para a maior parte das atividades produtivas nela desenvolvidas, mas também que é importante observar as peculiaridades de cada região antes da tomada de decisão sobre a forma com que a ocupação da área e cada uso da terra será implantado. Estas observações são fundamentais para a proteção do patrimônio ambiental da área (solo, água, flora e fauna) e conservação de sua capacidade ecológica e produtiva.

Referências Bibliográficas

DE BIASI, M. A carta clinográfica: os métodos de representação e sua confecção. In: **Revista do Departamento de Geografia**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1992.

DIBIESO, Eduardo Pizzolim. **Planejamento Ambiental da bacia Hidrográfica do Córrego do Cedro – Presidente Prudente/SP**. Presidente Prudente, 2006. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2006, 157p.

MOTA, Suetônio. **Preservação e conservação de recursos hídricos**. 2. Ed. Rio de Janeiro: ABES, 1995.

PIROLI, E.L. **Geoprocessamento aplicado ao estudo do uso da terra das áreas de preservação permanente nos corpos d'agua da bacia hidrográfica do Rio Pardo**. 2013. 150 f. Tese (Livre Docência em Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento), Universidade Estadual Paulista, Ourinhos, 2013.

SANTOS, Rosely Ferreira dos. **Planejamento Ambiental**: teoria e prática. São Paulo – Oficina de Textos, 2004.

SOARES, Fernanda Bomfim. **Planejamento Ambiental da Bacia do Balneário da Amizade – São Paulo**. Presidente Prudente, 2012. Monografia. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, 152p.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ANÁLISE DA INTENSIDADE E DAS ÁREAS DE EROSÃO MARGINAL NO MÉDIO-BAIXO RIO DOCE (ES)

André Luiz Nascentes Coelho[(a)], Lúcio Cunha[(b)]

[(a)] Departamento de Geografia, Universidade Federal do Espírito Santo, alnc.ufes@gmail.com.

[(b)] Dep. de Geografia e Turismo e CEGOT, Universidade de Coimbra/PT, luciogeo@ci.uc.pt.

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

O presente estudo tem como objetivo principal fornecer um diagnóstico das mudanças na morfologia fluvial do médio/baixo rio Doce entre os anos de 1977 e 2017, apresentando uma visão das áreas de erosão marginal e da intensidade destes processos na calha do canal principal, analisada através da Estimativa de Densidade de Kernel (EDK). Para isso, o trecho desse rio a jusante da usina hidrelétrica de Aimorés foi analisado com base em imagens temporais da série Landsat e campanhas de campo. Essa análise revelou uma erosão de 241,9 hectares da calha no trecho de 141,6 km, com uma taxa média de erosão de 1,51 hectares/ano durante o período analisado. Este trabalho contribui para o melhor entendimento da dinâmica dos sistemas fluviais de médio e grande porte e para promover ações de controle e monitoramentodos processos de erosão marginal, especialmente, daqueles desprovidos de análises / levantamentos dessa natureza.

Palavras chave: Geomorfologia fluvial; Taxas de erosão; Diagnóstico de bacias hidrográficas; Sensoriamento Remoto; Geotecnologias.

André Luiz Nascentes Coelho
Lúcio Cunha

1. Introdução

A bacia hidrográfica do rio Doce está localizada na região sudeste do Brasil entre os paralelos 17°45' e 21°15' de latitude sul e os meridianos 39°55' e 43°45' de longitude oeste (Figura 1). Possui uma área de drenagem de 83.465 km², dos quais 86% pertencem ao estado de Minas Gerais e o restante (14%) ao estado do Espírito Santo, sendo, portanto, uma bacia de domínio federal (COELHO, 2007).

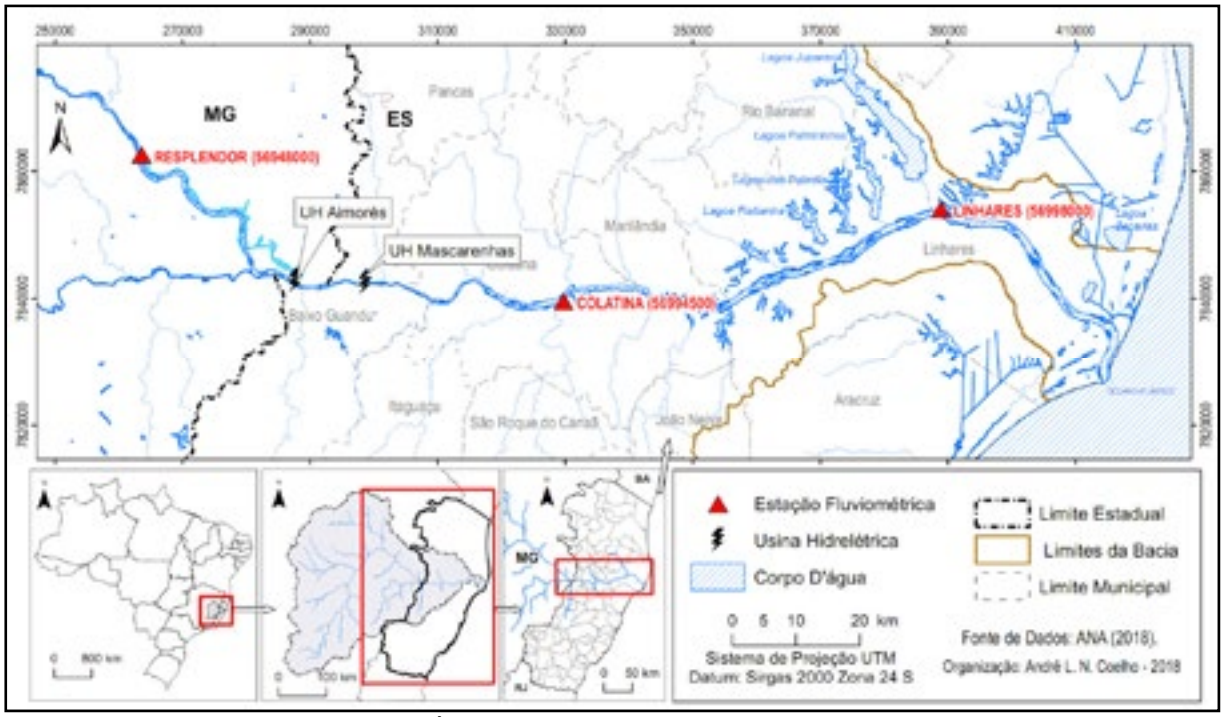


Figura 1. Área de estudo no baixo curso do rio Doce.

A área de estudo, localizada no médio-baixo curso do rio Doce (Figura 1) possui duas usinas hidrelétricas (UHEs), ambas operando a fio de água. A UHE de Aimorés, que entrou em operação em 2005, está situada na divisa dos estados de MG e ES e tem reservatório de 33,88 km². Localizada 22 km a jusante encontra-se a UHE de Mascarenhas, em atividade desde 1974, e com um reservatório de 5,31 km².

Análises das séries históricas de vazões apontam que o rio Doce foi um dos que mais passou pela queda de vazão de suas águas no estado do Espírito Santo, em função de várias ações antrópicas, principalmente ligadas à exploração madeireira, construção de ferrovia, mineração, silvicultura (sobretudo de eucalipto), irrigação agrícola para cultivo de café, atividades pecuárias, urbanização, entre outros usos. Destacam-se, ainda, os efeitos diretos da construção de barragens e da transposição de águas, que interferem substancialmente na dinâmica fluvial, particularmente afetando processos erosivos das margens do canal (COELHO, 2007).

A documentação de mudanças qualitativas e quantitativas da morfologia do canal principal do médio-baixo rio Doce por processos de erosão marginal são escassas e pontuais, como os trabalhos de Lima et al. (2005) e Cunha (2001) que não abordam temas como intensidade e distribuição dos processos de erosão ao longo do canal.

O presente trabalho tem como objetivo fornecer um diagnóstico das mudanças na morfologia fluvial do médio/baixo rio Doce entre os anos de 1977 e 2017, apresentando uma visão das áreas de erosão marginal e da intensidade dos processos na calha do rio principal analisada, através da Estimativa de Densidade de Kernel (EDK), contribuindo para o aprimoramento de técnicas de investigação, maior entendimento da dinâmica desses processos e para promover ações de monitoramento e gestão.

2. Materiais e Métodos

A análise temporal do trecho a jusante da Usina Hidrelétrica de Aimorés utilizou os planos de informações apresentados na Tabela I e o referencial bibliográfico sobre o assunto, incluindo a caracterização da bacia efetuada por Coelho (2007).

Tabela I – Planos de Informações Utilizados

DADO	ORIGEM/ANO	ESCALA/ RESOLUÇÃO
Carta Topográfica	IBGE (2017)	1:50.000
Limite Estadual	IBGE (2017)	1:100.000
Limite Municipal	IBGE (2017)	1:1.000
Corpo d'água	IBGE (2017)	1:100.000
Landsat-2 MSS	USGS (1977)	80 metros
Landsat-8 OLI	USGS (2017)	30 metros
Landsat-8 Pan	USGS (2017)	15 metros
Ortofotomosaico	IEMA (2008)	1 metro
Aster/GDEM	USGS (2011)	30 metros

O processamento dos dados (Tabela I) foi realizado no aplicativo computacional de Sistema de Informações Geográficas (SIG) ArcGIS 10.5, empregando o sistema de projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), Datum SIRGAS-2000 – Zona/Fuso 24 Sul, com o

mapeamento produzido de acordo com a padronização cartográfica proposta por Menezes e Fernandes (2013).

A base utilizada para a análise foi o traçado das linhas das margens da calha do canal principal dos anos de 1977 e 2017, vetorizadas com base nas imagens de satélite dos respectivos períodos, além de entrevistas com barqueiros e ribeirinhos (campanhas de campo). A partir destas linhas geraram-se os polígonos de erosão marginal que foram transformados em nuvens de pontos de igual tamanho e distanciamento e seguidos da aplicação da Estimativa de Densidade de Kernel, que criou os Pontos Quentes (hotspots), representando os principais setores do médio-baixo rio Doce em que os processos foram mais intensos.

É importante esclarecer que as datas das imagens de satélite (1977 e 2017) foram estabelecidas com base em uma sequência de critérios lógicos e possíveis para a execução do presente artigo: a) disponibilização e acesso a datas de passagens mais antigas sobre a área objeto de estudo; b) imagens obtidas e validadas no período de vazante (julho) do rio (USGS, 2017), com base nos dados da estação de Colatina (56994500); c) baixo índice de cobertura de nuvens; e d) qualidade das imagens (isenta de ranhuras/erro de bandas e disponibilidade das bandas do satélite). O procedimento de vetorização dos elementos fluviais (ilhas, corpo d`água; depósito arenoso / sedimentação e erosão marginal) contou com o apoio de outras imagens de maior resolução espacial como as ortofotos (IEMA, 2008), que destacam essas características morfométricas e morfológicas.

Abaixo são descritos outros procedimentos importantes utilizados nesse estudo, que incluíram: a) divisão do canal principal em 4 segmentos de análise de igual extensão (35,4 km), permitindo evidenciar e, sobretudo, comparar os setores de erosão; b) vetorização em escala máxima de 1:2.000 partindo das imagens do ano 2017 com resolução espacial de 15 metros - da série Landsat-8, composta na falsa cor vermelha, bandas (5R, 4G, 3B) mais a banda 8 (PAN), evidenciando melhor a morfologia atual; c) delimitação das feições fluviais do ano de 1977, tomando como referência as imagens Landsat-2 compostas na falsa cor

vermelha (bandas 6R, 5G, 4B), seguida das correções topológicas dos planos de informações vetorizados dos anos 2017 e 1977 de ilhas, sedimentos, erosão marginal e corpos d'água; d) validação dos polígonos da calha em campo; e e) aplicação da equação de taxa de erosão:

$$Te = \frac{Ae}{T} \qquad \text{(equação 1)}$$

Sendo: Te = Taxa de erosão marginal anual; Ae = Área (em hectares) de erosão marginal no canal e T = Período entre 1977 e 2017 (40 anos).

3. Resultados e Discussões

A Tabela II evidencia as características morfométricas e morfológicas de cada segmento a partir da aquisição e tratamento dos produtos de sensoriamento remoto com uso de SIG, quantificando os processos de erosão marginal entre 1977 e 2017.

Tabela II – Características Morfológicas e Morfométricas

Variável/Valor Areal		Segmento 1		Segmento 2		Segmento 3		Segmento 4	
		jul/77	jul/17	jul/77	jul/17	jul/77	jul/17	jul/77	jul/17
Corpo D'água Superficial (ha)		**1.179,1**	**1.042,8**	**2.586,4**	**1.826,9**	**3.481,7**	**2.497,9**	**3.866,1**	**3.090,2**
Ilhas (ha)		**119,3**	**134,0**	**424,5**	**497,8**	**1.215,3**	**1.524,3**	**450,5**	**828,7**
Sedimentação na Calha (ha)		**39,2**	**167,0**	**71,8**	**741,9**	**137,4**	**626,2**	**125,8**	**522,9**
Largura do Canal	Mínima (m)	**36,9**	**85,5**	**311,3**	**346,5**	**541,2**	**528,4**	**786,4**	**716,4**
	Máxima (m)	**1182,4**	**1126,2**	**1328,09**	**1257**	**2000,8**	**1745,9**	**1727,3**	**1724**
	Média (m)	**609,65**	**605,85**	**819,695**	**801,75**	**1271**	**1137,15**	**1256,85**	**1220,2**
Extensão do Segmento (km)		**35,4**		**35,4**		**35,4**		**35,4**	
Direção (do comprimento do eixo)		**Oeste-Leste**		**Oeste-Leste**		**Se-Ne**		**Noroeste-Sul**	
Erosão Lateral (ambas às margens)		**42,0**		**40,6**		**78,2**		**81,1**	
Erosão Margem Esquerda (ha)		19,8		18,7		68,4		39,6	
Erosão Margem Direita (ha)		22,2		21,9		9,8		41,5	
Taxa de Erosão (ha/ano)		**1,05**		**1,02**		**1,96**		**2,03**	
Sinuosidade (Lc/Le)		**1,04**		**1,02**		**1,01**		**1,08**	
Cota Montante (Hm)		60,4		28,3		22,7		12,7	
Cota Jusante (Hj)		28,3		22,7		12,7		0	
Gradiente % - (Hm - Hj)/Lc		**0,91**		**0,16**		**0,28**		**0,36**	

De forma a melhor analisar os pontos de erosão marginal, o médio-baixo canal principal do rio Doce foi dividido em quatro segmentos de igual extensão (35,4 km) e cada área em que esse processo foi deflagrado e evidenciado pela Densidade de Kernel, recebeu um código iniciado por um número seguidos das letras "*e*" para a margem esquerda ou "*d*" para a margem direita do canal principal analisado. A numeração seguiu a ordem natural, partindo do segmento S1 de montante para jusante do canal principal. A cartografia evidencia, nas tonalidades do vermelho, a intensidade dos processos erosivos, em que as cores mais escuras são os setores em que esses processos foram mais expressivos. Para cada segmento foram avaliados os números totais dos pontos/áreas de erosão, os totais de erosão por margens (esquerda e direita), o código do local em que esse processo foi mais intenso, e também, o código do local em que o ponto quente foi mais extenso.

A cartografia revelou 46 áreas/pontos registrados nos quatro segmentos do médio-baixo curso do rio Doce, com 25 na margem esquerda e 21 na margem direita, revelando uma distribuição equilibrada entre as margens e um total de área erodida de 241,9 ha. A análise conjunta evidenciou que essas áreas de erosão ocorreram de maneira distinta de montante para jusante, com um número maior nos segmentos S1 e S2, totalizando 30 registros, enquanto nos segmentos S3 e S4 notou-se uma diminuição gradual dessas áreas, com apenas 16 registros, porém com maior extensão de margem erodida. Em sequência estão cartografados os 4 segmentos, destacando as áreas e intensidades de erosão.

3.1. Segmento 1

O Segmento 1 de direção oeste-leste constitui-se, entre os quatro de mesma extensão, como o trecho da calha do rio em que este se encontra mais encaixado, apresentando a menor largura média do canal (605 m), sobretudo no trecho a montante, adjacente à sede municipal de Baixo Guandu (ES) até a UHE de Mascarenhas. É também, o segmento que possui o maior gradiente do canal, apesar de baixo (0,91%), reflexo do relevo regional, marcado pela ocorrência de cristas simétricas, ressaltos e pontões. Nota-se uma boa distribuição das dezoito

áreas de erosão entre as margens, com 10 na margem esquerda e 8 na margem direita. A área identificada com maior intensidade foi a "8d" (Figuras 2 e 3) situada imediatamente após a barragem da UHE de Mascarenhas. Esse processo erosivo teve início a partir da construção e entrada em operação da UHE na década de 70 que removeu, praticamente, todo o sedimento de fundo nos primeiros 700 metros a jusante da barragem (Figuras 2 e 3).

Figura 2. Segmento S1 destacando as 18 áreas de erosão marginal na tonalidade vermelha escura.

Figura 3. Vista do barco da barragem da UHE de Mascarenhas, estando, à esquerda, a casa de força e, à direita, o vertedouro com sete comportas. Notar à esquerda – Área/ponto "8d" – a extensa margem erodida. Foto: André Luiz N. Coelho (08/2018).

Este processo é desencadeado pela alteração no fluxo das águas após a barragem que passa a ser concentrado, associada a uma menor carga de sedimentos (retidos no reservatório), resultando na mudança substancial dos padrões de drenagem e morfologia do canal, com a erosão das margens (Figura 3) e com relativo entalhamento do rio após o barramento. Enfim, o que se observa é, praticamente, uma nova dinâmica fluvial a jusante da UHE, com vazões controladas, influenciando nos processos de erosão, transporte, deposição e formas fluviais.

3.2. Segmento 2

O Segmento 2 apresenta um total de 12 áreas de intensidade de erosão marginal com a ocorrência equilibrada de seis áreas na margem esquerda e seis na margem direita (Figura 4). Em relação à distribuição, observa-se uma concentração maior, a partir, da metade desse segmento em direção a jusante, havendo a mais elevada intensidade para a área "23e", no trecho do rio em que o gradiente é maior.

Figura 4. Segmento S2 com os 12 pontos de erosão marginal e o destaque para as áreas "23e" e "28d".

Neste setor, constatou-se em suas margens, que há a maior ocorrência de sedimentos da Formação Barreiras (arenitos friáveis), associado à baixa concentração e mesmo à ausência

de vegetação em vários pontos que favorecem o desencadeamento da erosão pelas correntes fluviais, sobretudo no trecho "28d" marcado pela maior extensão da erosão, com 2,87km.

3.3. Segmento 3

O Segmento 3 de direção sudeste-nordeste apresenta 9 àreas intensas de erosão marginal, marcadas pela maior ocorrência na margem esquerda do canal principal com 7 áreas e apenas 2 na margem direita. Chama a atenção também a extensão maior desses processos na maioria das áreas, sobressaindo a área/ponto "35e" com 4,11 km (Figura 5).

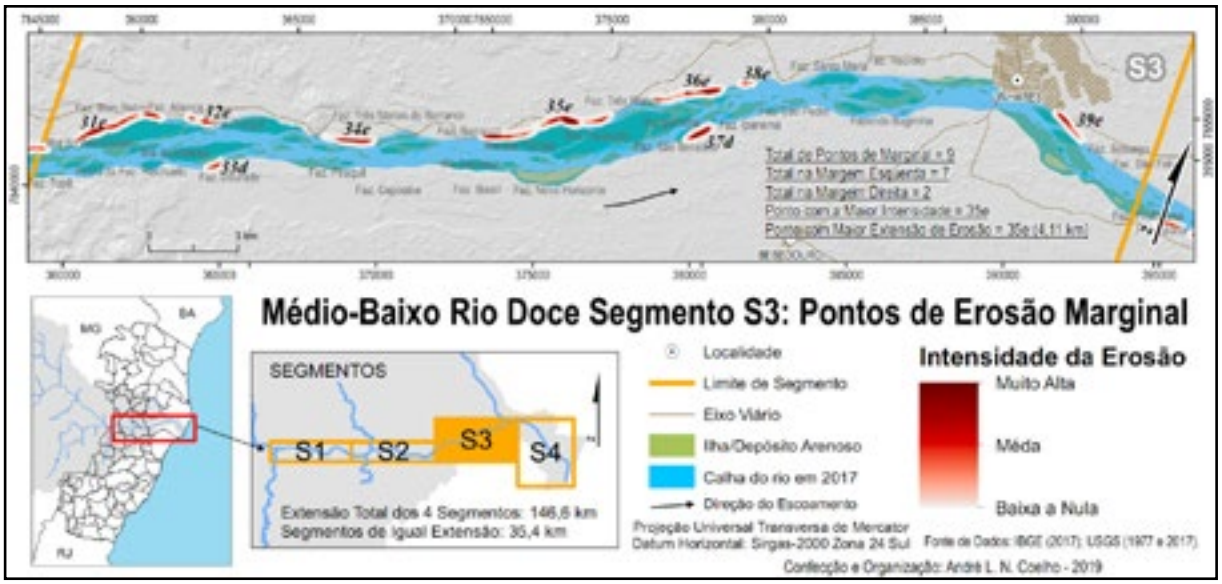


Figura 5. Segmento S3 totalizando 9 pontos e o destaque para os 7 pontos na margem esquerda.

Este processo é explicado em parte pelo material sedimentar misto (areia e silte) presente nas margens, associado aos usos da terra/ações antrópicas praticadas, sobretudo na margem esquerda, materializada por pastagens, culturas, presença de uma via pavimentada (ES-248) que, em certa medida, potencializa estes usos pela logística existente e acesso, ligando os dois municípios de maior população no médio-baixo rio Doce, Linhares (170.364 habitantes) a Colatina (121.580 habitantes) segundo estimativas do IBGE em 2018. Na margem direita sobressai a área "37d", próxima da Fazenda Ipanema (Figura 6).

Figura 6. Área/ponto "37d" margem direita com estratificação tipo mista com areias finas, siltosas intercaladas com níveis argilosos, próximo da Fazenda Ipanema em Linhares (ES). Foto: André Luiz N. Coelho (08/2018).

3.4. Segmento 4

O Segmento 4 de direção noroeste-sudoeste e norte-sul, no setor terminal, apresenta, entre os quatro, o segundo maior índice de sinuosidade e gradiente do canal com 1,8 e 0,36%, respectivamente, elementos estes que associados ao material não coesivo presente nas margens favorecem, em certa medida, o desencadeamento das erosões, com o registro de sete áreas de intensidade erosiva, marcados também, pela maior extensão e concentrados na margem direita (Figuras 7 e 8).

Figura 7. Pontos de intensidade de erosão marginal do setor S4, destacando o ponto "45e" na margem esquerda.

A área de maior intensidade foi registrada junto à foz do rio ("45e"), marcada por uma extensão considerável de erosão ativa da margem esquerda próxima à localidade de Povoação, e explicada, em parte, pelo tipo de constituição do material, predominantemente areno-argiloso e adjacências da foz do rio em que predomina a instabilidade da linha de costa pelas correntes marítimas e as correntes do rio (Figuras 7 e 8).

Figura 8–Área/ponto "45e" com a erosão intensa da margem esquerda na localidade de Povoação, próximo à desembocadura. Foto: André Luiz N. Coelho (07/2007).

4. Considerações finais

O uso desta técnica evidenciou, neste período de 40 anos, a erosão de 241,9 hectares das margens em um trecho de 141,6 km de calha fluvial, com uma taxa de erosão média de 1,51 hectares/ano. Constatou-se, também, que as taxas de erosão anuais do rio foram maiores nos segmentos (S3 e S4), com 1,96 e 2,03 hectares/ano respectivamente (vide Tabela II), refletindo na maior extensão e na maior área em hectares erodida com 78,2 ha para o segmento S3 e 81,1 ha no segmento 4. O gráfico abaixo (Figura 9) revela também que os processos erosivos nas margens, em temos de área erodida, foi equilibrado, exceto para o segmento 3 que concentrou 87,5% da erosão na margem esquerda.

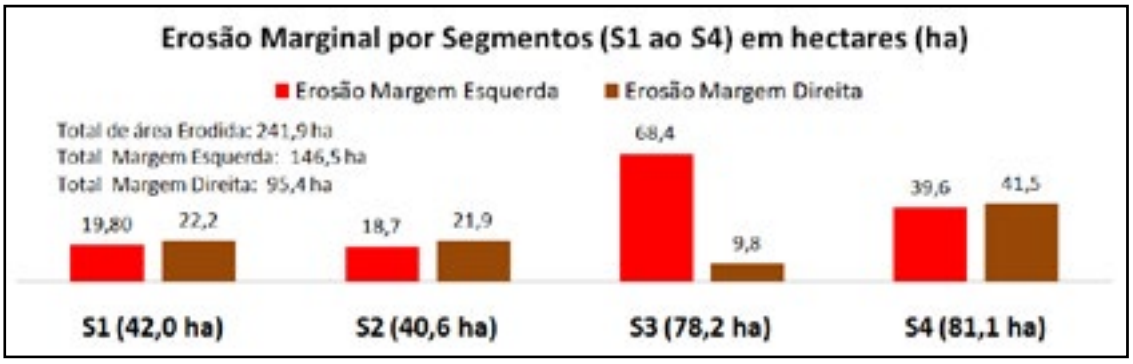


Figura 9 - Valores em hectares de erosão marginal dos quatro segmentos.

Constatou-se que as erosões são desencadeadas por uma série de processos, entre eles: Construção das barragens de UHEs em série; Interferência das UHEs com as vazões diárias artificiais nos horários de pico; Ações de supressão de matas ciliares; Obras de engenharia com a construção de margem concretada - sede de Colatina (ES) - promovendo a erosão de margens a jusante.

Por fim, o emprego desta metodologia possibilita a apresentação de um panorama dos processos erosivos de médios e grandes sistemas fluviais, através de um estudo temporal, contribuindo para ações de controle e monitoramento, sobretudo, dos rios destituídos de análises/levantamentos dessa natureza.

5. Referências Bibliográficas

COELHO, A. L. N. Alterações hidrogeomorfológicas no Médio-Baixo Rio Doce/ES. 237 f. **Tese de Doutorado** (Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal Fluminense) UFF, Niterói – RJ, 2007.

CUNHA, Sandra B. Bacias Hidrográficas. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (orgs.) **Geomorfologia do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. p. 229-271.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Planos de Informações Vetoriais e Cartas Topográficas**: Aracruz SE-24-Y-D-IV, Linhares - SE-24-Y-D-I, Rio Doce - SE-24-Y-D-II e Regência - SE-24-Y-D-V, 1975 e 2017.

IEMA - Instituto Estadual de Meio Ambiente: **Ortofotomosaico do Espírito Santo**, 2008.

LIMA, J. E. F. W.; LOPES, W. T. A.; CARVALHO, N. O.; Vieira, M. R.; Silva, E. M. **Suspended Sediment Fluxes in the Large River Basins of Brazil**. IAHS-AISH Publication, pp. 355-363, 2005.

MENEZES, P. L.; FERNANDES, M. C. **Roteiro de Cartografia**. Oficina de Textos, São Paulo/SP, 288p. 2013.

USGS - Geological Survey. **Produtos orbitais digitais**: satélite Landsat-2 **1977**, Landsat-8, **2017** e Dados Satélite Aster/Gdem. **2011**. Disponível em:<http://earthexplorer.usgs.gov>. Acesso em 3 de Novembro de 2017.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ANÁLISE DA PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS DA BACIA E SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS DO RIO DOCE

André Luiz Nascentes Coelho[(a)], André Luís Demuner Ramos[(b)]

[(a)] Departamento de Geografia, Universidade Federal do Espírito Santo, alnc.ufes@gmail.com.

[(b)] Departamento de Geografia, Universidade Federal do Espírito Santo, andre_demuner@hotmail.com.

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

André Luiz Nascentes Coelho,
André Luís Demuner Ramos

Resumo

O presente estudo tem como objetivo principal fornecer um diagnóstico da produção de sedimentos apresentando um panorama das áreas com maior intensidade desses processos na bacia e sub-bacias hidrográficas do rio Doce a partir dos dados, a nível nacional, da SIGEL/ANNEL (2006) e Campanholi (2006). Para isso, foi realizado a delimitação da bacia em ambiente SIG e a extração e reclassificação dos dados de produção de sedimentos. Essa análise revelou que nas cabaceiras de drenagens das sub-bacias dos rios Carmo, Piracicaba e Santo Antônio, todas na margem esquerda do canal principal do rio Doce, são os setores em que apresentam as maiores taxas de produção de sedimentos, superiores a 200 ton/km²/ano. Este trabalho contribui para o melhor entendimento da dinâmica dos sistemas fluviais de médio e grande porte e para promover ações de controle e monitoramento, especialmente, daqueles desprovidos de análises / levantamentos dessa natureza.

Palavras chave: Geomorfologia fluvial; Taxa de Sedimentos; Diagnóstico de bacias hidrográficas; Sensoriamento Remoto; Geotecnologias.

1. Introdução

O cálculo da capacidade de produção de sedimentos em bacias hidrográficas no Brasil é uma das atribuições da ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica, responsável pelo gerenciamento e planejamento de energia elétrica do país, pois, segundo dados do BIG – Banco de Informações de Geração (SIGEL/ANEEL, 2018) mais de 63% dessa energia

provém das 677 Centrais Geradoras Hidrelétricas (CGHs); 425 Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) e 220 Usinas Hidrelétricas (UHEs)[1], que somados às características ambientais, sobretudo, do clima operante, geologia, relevo, elevada produção de taxa de intemperismo (pedogênese) e usos da terra, repercutem na produção de sedimentos nos corredores fluviais, podendo, com o passar dos anos, comprometer a geração de energia, pelo assoreamento dos reservatórios, exigindo, por sua vez, manutenções inesperadas de remoção de parte destes sedimentos[2].

Há também, com efeito, a elevação das calhas dos rios pelos grandes depósitos de sedimentos (assoreamento), resultando em mudanças na dinâmica e formas de relevo fluvial, intensificando a ocorrência de cheias como constatado, no canal principal do rio Doce em vários segmentos e em parte das áreas urbanas próximas as margens como Governador Valadares – MG; Colatina – ES, entre outras (COELHO, 2007).

Com o propósito de identificar a produção de sedimentos anuais das bacias brasileiras a SIGEL/ANNEL (2006), a partir do estudo de Campanholi (2006), realizou o cruzamento de dados/informações (geologia/geomorfologia, solo, hipsometria, uso da terra e pluviosidade) de outras agências/órgãos (ANA, CPRM, IBGE, EMBRAPA e INMET), gerando uma cartografia da produção de sedimentos a nível nacional.

Nessa perspectiva, o presente trabalho tem como objetivo fornecer um diagnóstico de produção de sedimentos na Bacia Hidrográfica do Rio Doce e sub-bacias com base nos dados da SIGEL/ANEEL (2006) e Campanholi (2006), apresentando um panorama das áreas com maior intensidade desses processos, contribuindo para o aprimoramento de técnicas de investigação e para promover ações de monitoramento e gestão.

[1] Segundo a ANNEL (2009) a potência instalada é que determina o tipo de usina hidrelétrica: classificada em 3: CGHs - Centrais Geradoras Hidrelétricas (com até 1 MW de potência instalada), PCHs - Pequenas Centrais Hidrelétricas (entre 1,1 MW e 30 MW) e Usina Hidrelétrica de Energia (UHE, com mais de 30 MW).

[2] De acordo com a WCD - *World Commission on Dams* (2000), estima-se que a capacidade total de água doce em represas é perdida a uma taxa de 0,5 a 1,0% ao ano devido ao assoreamento em todo o mundo, podendo em um prazo de 25 a 50 anos perder uma quarta parte da capacidade de armazenamento de água doce em represas.

Destaca-se que Bacia Hidrográfica do Rio Doce, segundo estudos realizados por Lima et al. (2005) e Almeida e Carvalho (1993) é considerada uma das mais prolíficas na produção de sedimentos do país, mesmo comparado com outras bacias de maior extensão, apresentando um histórico de problemas de assoreamentos acima da normalidade ao longo da calha principal e nos reservatórios, como Sá Carvalho; Salto Grande; G. Amorim e Mascarenhas, com elevado potencial de sedimentação.

2. Materiais e Métodos

Para que os objetivos propostos neste estudo fossem alcançados, o mesmo foi dividido etapas, partindo da aquisição de referencial bibliográfico sobre o assunto, incluindo a caracterização da bacia efetuada por Coelho (2007), seguido da obtenção de dados como produção de sedimentos no SIGEL – Sistema de Informações Georreferenciadas do Setor Elétrico da ANEEL (2006); aquisição de dados de interferometria da missão SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), além de outros planos de informações apresentados na Tabela I.

Tabela I – Planos de Informações Utilizados

DADO	ORIGEM/ANO	ESCALA
Cartas Topográficas	IBGE (1975 e 2017)	1:250.000
Corpo d'água	IBGE (2017)	1:100.000
Dado SRTM	EMBRAPA (2005)	1:250.000
Limite Estadual	SIGEL/ANNEL (2018)	1:100.000
Localidades	IBGE (2017)	1:10.000
Produção de Sedimentos	SIGEL/ANNEL (2006)	1:1.000.000
Usinas Hidreléticas	SIGEL/ANNEL (2018)	1:10.000

O processamento dos planos de informações (Tabela I) foi realizado no aplicativo computacional de Sistema de Informações Geográficas (SIG) ArcGIS 10.5, empregando o sistema de projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), Datum SIRGAS-2000, com o mapeamento produzido de acordo com a padronização cartográfica proposta por Menezes e Fernandes (2013) e e Slocum et al. (2008).

Em outra etapa, com os planos de informações no SIG, prosseguiu-se com a aplicação das funções de traçar automaticamente o polígono da bacia e a hierarquia fluvial, seguido da nomeação dos principais rios, seleção das principais sub-bacias, empreendimentos hidrelétricos e elaboração da cartografia e quantificação da produção de sedimentos, reclassificados em Baixo (< 70 ton/km²/ano); Médio (70 a 200 ton/km²/ano); e Alta (acima de 200 ton/km²/ano), seguida das campanhas de campo.

3. Resultados e Discussões: (re)caractarização da bacia e produção de sedimentos

A bacia hidrográfica do rio Doce está localizada na região sudeste do Brasil (Figura 1) cobrindo uma área: 83.465 km², dos quais 86% pertencem ao estado de Minas Gerais e o restante (14%) ao estado do Espírito Santo. Apresenta o perímetro de 2.848,6 km e um comprimento total do canal principal (Lcp): 853 km da nascente à foz (COELHO, 2007).

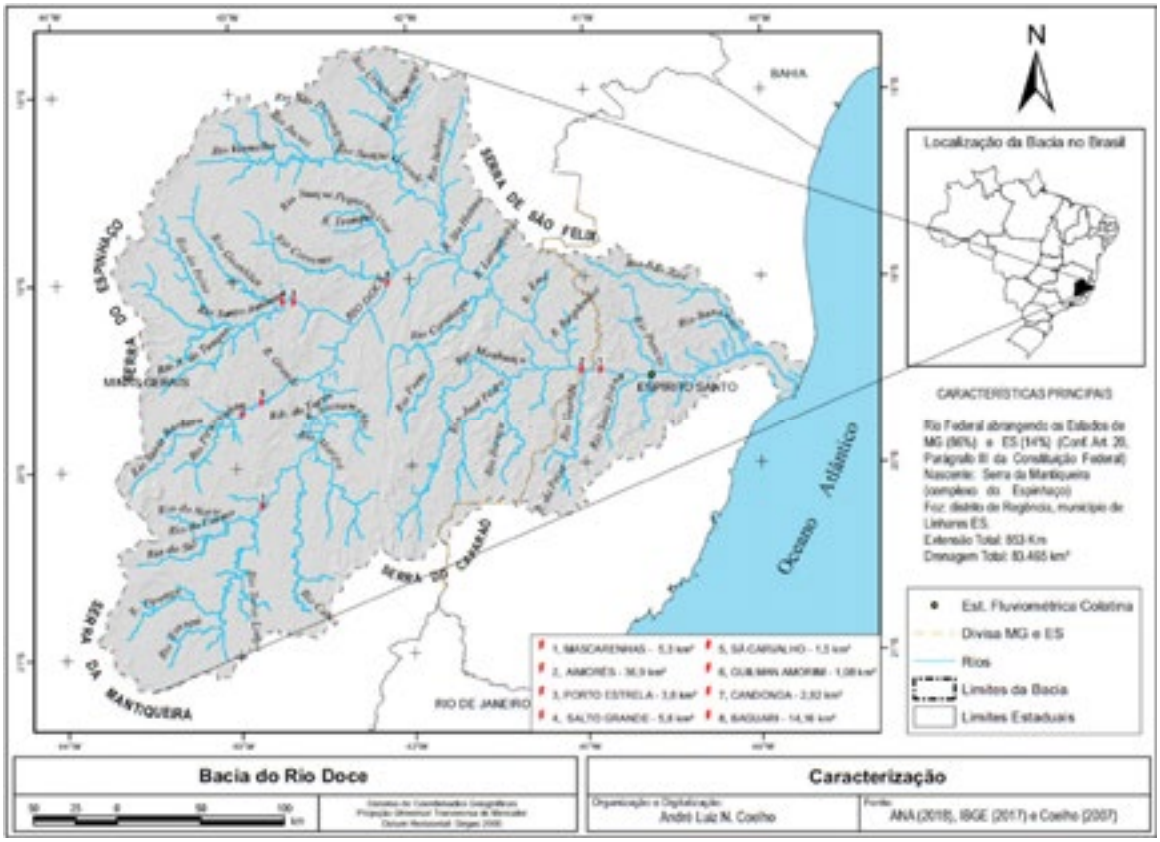


Figura 1. Bacia do Rio Doce: localização e rios principais.

A classificação hierárquica, baseada na proposta de Strahler (1952), possibilita analisar aspectos fisicos da bacia como tamanho de um trecho da rede fluvial, baseando-se na hierarquia dos afluentes; identificação das sub-bacias mais representativas; número de canais; densidade/locais de alagamentos, como também, auxiliar no seu gerenciamento físico-econômico.

Considerando a hierarquia gerada com as técnicas de SIG, cartografada a partir da 5ª ordem (Figura 2), a maior delas, de 10ª ordem, é formada a partir da confluência do rio Piracicaba com o rio Doce, no Vale do Aço, e todas as de 9ª ordem estão situadas no estado mineiro com a maior parte destas localizadas na margem esquerda, como na confluência do rio do Carmo com o no Doce, rio Santa Bárbara com o rio Piracicaba, rio Santo Antônio com o rio do Peixe, rio Suaçuí Grande com o rio Ucuponga e, pela margem direita, a confluência do rio Procrane com o rio Manhuaçu. No estado Capixaba, a maior hierarquia são para os rios São José, Pancas, pela margem esquerda, e rio Guandu, pela direita, todos de 7ª ordem.

Com base na classificação hierárquica foi elaborado, também com as técnicas de SIG, o mapa das sub-bacias mais representativas (com exutório/desembocadura no corredor fluvial do rio Doce), possibilitando delimitar um total de 24 (Tabela II e Figura 3), destacando-se, entre elas, as do rio Suaçuí/Itabacurí, a noroeste da bacia, com uma área de 12.614 km² (15,1 % da bacia); rio Santo Antônio com 10.563 km² (12,7 % da bacia); rio Manhuaçu com 8.940 km² (10,7 % da bacia); rio Piracicaba com 5.517 km² (6,6 %); todas estas localizadas no estado de Minas Gerais. A maior sub-bacia do estado Capixaba é a do rio São José, com uma área de 2.343 km² (2,8 % da bacia), que deságua na maior lagoa natural da Bacia Hidrográfica do Rio Doce, a Juparanã no município de Linhares – ES.

A partir do polígono da bacia e sub-bacias foram adicionados os dados correspondentes aos empreendimentos hidrelétricos (SIGEL/ANNEL, 2018), a Produção de Sedimentos na Bacia do Rio Doce (SIGEL/ANNEL, 2006) e, posteriormente, a realização de trabalhos de campo, a fim de confrontar os dados com a realidade.

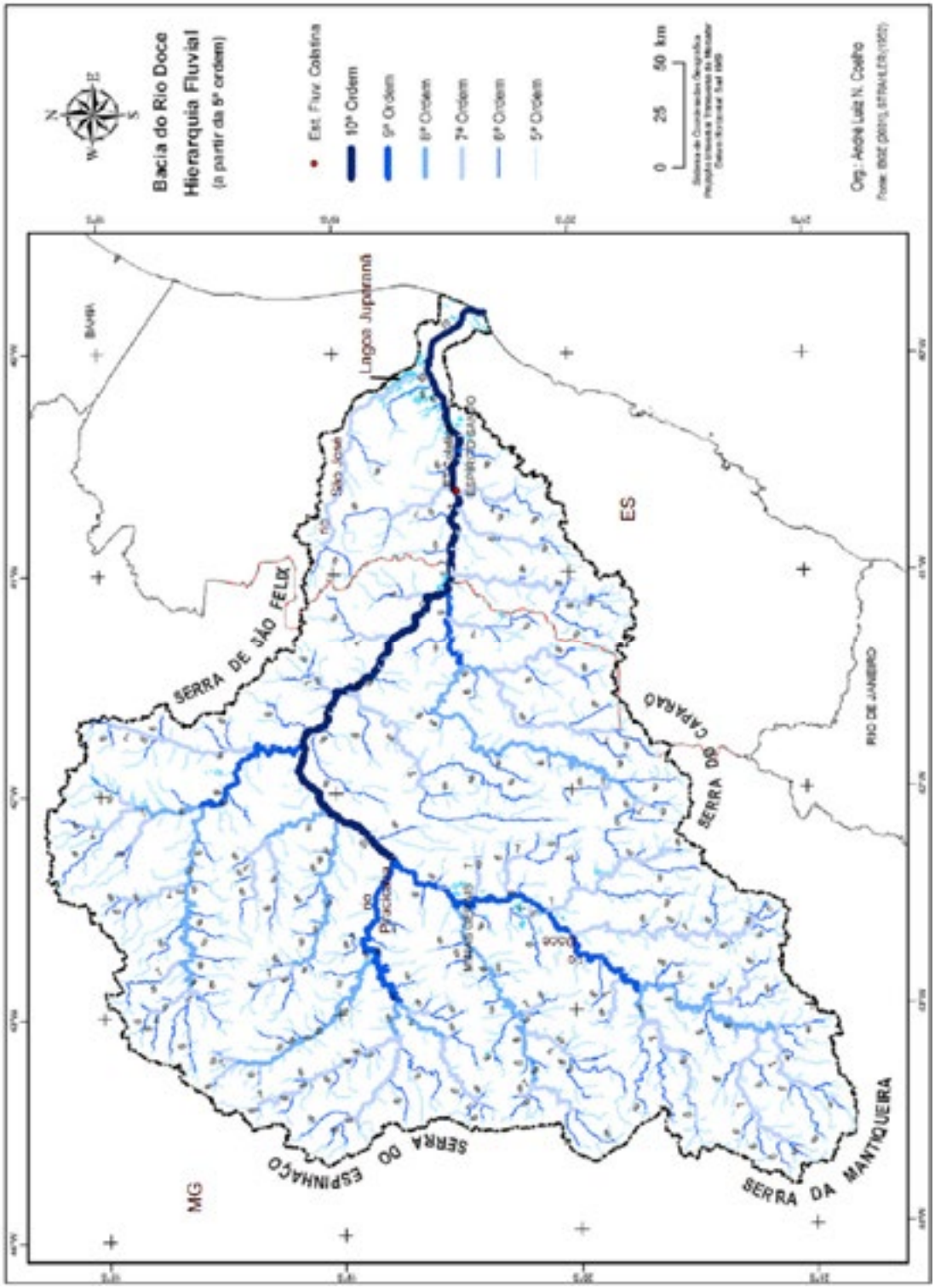


Figura 2. Hierarquia fluvial da Bacia Hidrográfica do Rio Doce.

Tabela II – Bacia do Rio Doce e Sub-bacias: valores áreais e produção de sedimentos

Número	Nome	Percentual	Área	BAIXO < 70 ton/km²/ano		MÉDIO < 70 a 200 ton/km²/ano		ALTO > 200 ton/km²/ano	
				Ordem	Percentual	Ordem	Percentual	Ordem	Percentual
1	Xopotó	2,5%	2.101,8	22	**37,8%**	10	**27,7%**	1	**34,6%**
2	Piranga	2,4%	2.034,2	20	**43,0%**	6	**33,8%**	2	**23,2%**
3	Carmo	2,8%	2.313,1	18	**64,8%**	14	**19,4%**	3	**15,8%**
4	Turvo limpo	1,0%	857,6	24	**21,1%**	2	**78,9%**	15	**0,0%**
5	Rio Casca	3,0%	2.513,0	25	**17,8%**	1	**82,2%**	14	**0,0%**
6	Piracicaba	6,6%	5.517,1	14	**69,9%**	15	**16,1%**	4	**14,0%**
7	Rio Matipó	3,1%	2.547,2	23	**21,6%**	3	**78,4%**	16	**0,0%**
8	Sacramento	1,0%	861,5	19	**47,1%**	5	**52,9%**	17	**0,0%**
9	Santo Antônio	12,7%	10.563,1	10	**79,6%**	21	**10,2%**	5	**10,2%**
10	Caratinga	3,9%	3.265,9	15	**69,5%**	9	**30,5%**	19	**0,0%**
11	Corrente	3,1%	2.557,7	7	**86,3%**	17	**13,7%**	20	**0,0%**
12	Tronqueiras	2,1%	1.718,2	4	**88,3%**	20	**11,7%**	22	**0,0%**
13	Suaçuí / Itabacurí	15,1%	12.614,4	6	**87,9%**	22	**10,0%**	9	**2,1%**
14	Sta Helena	0,6%	507,4	2	**100,0%**	25	**0,0%**	25	**0,0%**
15	Laranjeiras	0,9%	784,4	5	**88,2%**	19	**11,8%**	21	**0,0%**
16	Emé	1,1%	917,6	3	**99,6%**	23	**0,4%**	23	**0,0%**
17	Resplendor	1,0%	864,3	1	**100,0%**	24	**0,0%**	24	**0,0%**
18	Manhuaçu	10,7%	8.940,1	12	**72,5%**	11	**26,8%**	12	**0,7%**
19	Guandu	2,6%	2.182,7	13	**70,6%**	12	**22,9%**	6	**6,4%**
20	Pancas	1,4%	1.189,9	16	**68,5%**	7	**31,5%**	18	**0,0%**
21	Santa Joana	1,1%	902,4	8	**86,2%**	18	**13,3%**	13	**0,5%**
22	Sta M. do R. Doce	1,1%	952,8	11	**73,6%**	13	**21,6%**	7	**4,8%**
23	São José	2,8%	2.343,5	17	**68,1%**	8	**30,9%**	11	**1,0%**
24	Bananal	0,4%	336,0	21	**41,4%**	4	**56,7%**	10	**2,0%**
-	Corredor Fluvial	16,9%	14.079,3	9	**82,4%**	16	**15,3%**	8	**2,3%**
	TOTAIS	**100%**	**83.465**		**72,70%**		**22,10%**		**5,10%**

Obs.: os percentuais sublinhados ocorrem em mais de 50% da classe Média ou Baixa. Não hove percentuais superiores a 50% na classe

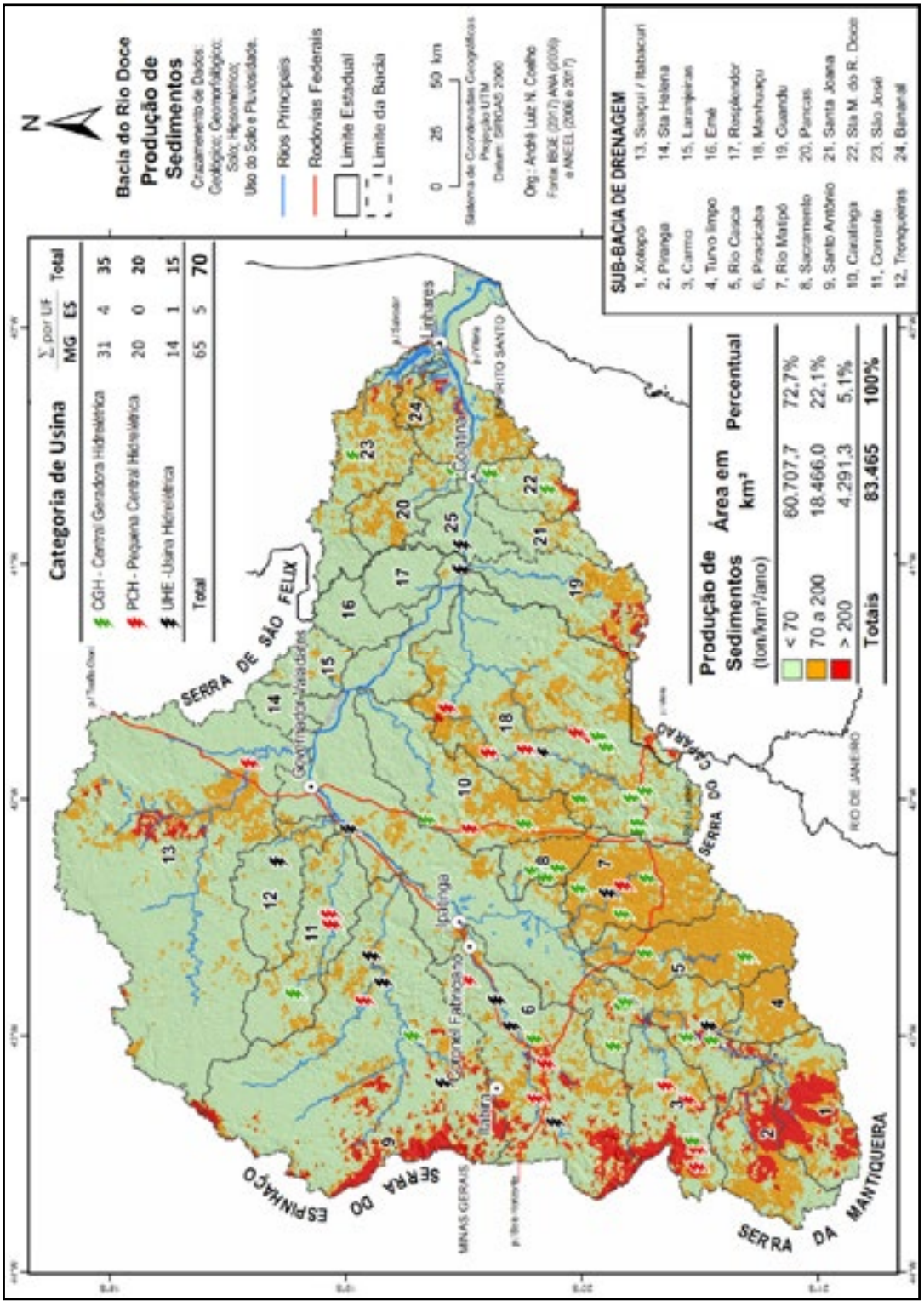


Figura 3 – Cartografia da produção de sedimentos da Bacia Hidrográfica do Rio Doce.

As averiguações em campo das áreas cartografadas apresentaram-se satisfatórias como, por exemplo, a região mineira com elevado índice de erosão próxima à sede municipal de Santo Antônio do Pontal a Noroeste de Governador Valadares em direção à sede municipal de Coroaci (Figura 5), coincidindo com os valores e locais de maior produção de sedimentos.

Figura 4 – Área próxima a sede de Santo Antônio do Pontal (Noroeste de Governador Valadares) coincidindo com os locais de maior produção de sedimentos. Foto: André L. N. Coelho.

Analisando a cartografia de produção de sedimentos da Bacia Hidrográfica do Rio Doce como um todo (Figura 3 e Tabela II) revela que mais de 72% apresenta taxa de produção Baixa com valores inferiores a 70 ton/km²/ano, situados, sobretudo na porção centro-oeste da bacia e nos entornos das cidades de Ipatinga (MG), Governador Valadares (MG) e Baixo Guandu (ES). Já as taxas de produção de sedimentos Média a Alta estão situadas nos setores extremo-oeste e sudoeste da bacia com valores acima de 70 ton/km²/ano, sendo locais, segundo com Coelho (2007), que ocorrem os maiores valores de precipitação pluviométrica anual, superiores a 1.400 mm/a.

Já a análise da produção de sedimentos por sub-bacia (Tabela II e Figura 3) revela que a Alta taxa, superior a 200 ton/km²/ano, abrange as sub-bacias do Xotopó cobrindo 36% da área, seguida do Piranga que cobre 23,2% de sua bacia, além da sub-bacia do Carmo cobrindo 15,8% de sua área, todas estas localizadas no sudoeste da Bacia Hidrográfica do Rio Doce, na serra da Mantiqueira.

Já os valores médios de produção de sedimentos, entre 70 a 200 ton/km²/ano, são observados nas sub-bacias do rio Casca cobrindo 82,2% de sua área, Tuvo Limpo (combrindo 78,9% da sub-bacia), e o rio Matipó com 78,4%, todas situadas no estado de Minas Gerais. No estado do Espiríto Santo destaca-se os valores médios de produção de sedimentos para a sub-bacia do Bananal cobrindo 56% de sua área.

A cartografia (Figura 3), apresenta também, a distribuição dos 70 empreendimentos hidrelétricos da bacia do rio Doce, categorizados e quantificados em 35 Centrais Geradoras Hidrelétricas (CGHs); 20 Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) e 15 Usinas Hidrelétricas (UHEs), estando 65 no estado de Minas Gerais e, apenas, 5 no estado do Espírito Santo.

A análise de quantidade das hidrelétricas por sub-bacia (Figura 3) revela, em ordem decrescente, que a sub-bacia do rio Manhuaçu possui um total de 16, seguido da sub-bacia do rio Piracicaba com 7, sub-bacia do Carmo com 6 e as sub-bacias do Santo Antônio e Matipó com 5 cada.

Avaliando conjuntamente os locais que possuem empreendimentos hidrelétricos por sub-bacia e apresentam Média a Alta produção de sedimentos (superior a 70 ton/km²/ano) o destaque fica as sub-bacias do Piracicaba cobrindo 35,2% de sua área e Carmo com 30,1% de seu polígono, ambos, abrangendo 13 empreendimentos hidrelétricos. Outro destaque fica para o rio Matipó que apresenta mais de 78% de sua sub-bacia com produção de sedimentos entre 70 a 200 ton/km²/ano possuindo 5 hidrelétricas.

4. Considerações finais

O uso desta técnica colocou em envidência que as cabaceiras de drenagens das sub-bacias dos rios Carmo, Piracicaba e Santo Antônio, todas na margem esquerda do rio Doce, são os setores em que apresentam as maiores taxas de produção de sedimentos, superiores a 200 ton/km²/ano. Já nas nascentes do Rio Doce (sub-bacias dos rios: Xopotó e Piranga) apresentam setores em que a produção de sedimentos varia entre 200 a 400 ton/km²/ano;

Nos setores do médio e baixo rio Doce, a partir de Governador Valadares – MG a Colatina – ES, em ambas as margens, sobretudo à direita a produção de sedimentos é considerada baixa se comparada com as sub-bacias citadas acima, apresentando produção de sedimentos entre 5 a 70 ton/km²/ano. A confrontação do mapa de sedimentos com outras informações cartográficas e documentais da bacia, a exemplo, da precipitação pluviométrica anual (COELHO, 2007), aponta que os maiores valores de precipitação estão situados nas nascentes a exemplo dos rios Xopotó e Piranga e margem esquerda do alto rio Doce (superiores a 1.400 mm/a), coincidindo com os valores de maior produção de sedimentos.

A cartografia apresenta também os locais, as tipologias e as quantidades de empreendimentos hidrelétricos em operação com um total de 70, distribuídos mais no centro-oeste e sudeste da bacia, coincidentemente, em locais em que ocorrem os maiores volumes de chuvas anuais. Evidencia ainda, que as usinas na sub-bacia do rio Matipó estão entre as mais susceptíveis ao processo de assoreamento dos reservatórios por sedimentação.

Por fim, o emprego desta metodologia possibilita a apresentação de um panorama da produção de sedimentos de médios e grandes sistemas fluviais (escala de bacia e sub-bacias) contribuindo para ações de controle e monitoramento, sobretudo, dos rios destituídos de análises/levantamentos dessa natureza.

5. Referências Bibliográficas

ALMEIDA, Sérgio B.; CARVALHO, Newton de O. **Efeitos do assoreamento de reservatórios na geração de energia elétrica**: análise da UHE de Mascarenhas, ES. X Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, I Simpósio de Recursos Hídricos do Cone Sul. Anais... Gramado, RS, 1993. p. 1-8.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica **Atlas da energia elétrica do Brasil**. Brasília: ANEEL, 2009.

CAMPANHOLI. Fernando, The production of the sediment of the South America continent: propose of mapping of the erosion rates based on geological and geomorphological aspects. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, ano 7, nº 1. 2006.

COELHO, A. L. N. Alterações hidrogeomorfológicas no Médio-Baixo Rio Doce/ES. 237 f. **Tese de Doutorado** (Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal Fluminense) UFF, Niterói – RJ, 2007.

EMBRAPA - **Brasil em Relevo**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005 MIRANDA, E. E. de; (Coord.). Disponível em: <http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/>. Acesso em: 04 dez. 2017.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Planos de Informações Vetoriais e Cartas Topográficas**: Aracruz SE-24-Y-D-IV, Linhares - SE-24-Y-D-I, Rio Doce - SE-24-Y-D-II e Regência - SE-24-Y-D-V, 1975 e 2017.

LIMA, J. E. F. W.; LOPES, W. T. A.; CARVALHO, N. O.; Vieira, M. R.; Silva, E. M. **Suspended Sediment Fluxes in the Large River Basins of Brazil**. IAHS-AISH Publication, pp. 355-363, 2005.

MENEZES, P. L.; FERNANDES, M. C. **Roteiro de Cartografia**. Oficina de Textos, São Paulo/SP, 288p. 2013.

SIGEL/ANNEL – SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS DO SETOR ELÉTRICO / AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Planos de Informações (Produção de Sedimentos) 2006.** Disponível em: < https://sigel.aneel.gov.br/portal/home/index.html>. acesso em: 27 out. 2018.

SIGEL/ANNEL – SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS DO SETOR ELÉTRICO / AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Planos de Informações (Limite Estadual e Usinas Hidreléticas) 2018.** Disponível em: < https://sigel.aneel.gov.br/portal/home/index.html>. acesso em: 03 fev. 2019.

SLOCUM, Terry A.; MCMASTER, Robert B; KESSLER, Fritz C.; HOWARD, Hugh H. **Thematic Cartography and Geovisualization**, 3rd Edition, Ph. Series in Geographic Information Science, Hardcover. 2008.

STRAHLER, Artur N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. **Trans. American Geophysical Union**, 38, 1952. p. 913-920.

WCD - WORLD COMMISSION ON DAMS. **Dams and Development**: A framework for decision-making, The World Commission on Dams, 2000.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ANÁLISE DA VARIAÇÃO TEMPORAL DAS FEIÇÕES MORFOLÓGICAS NO BAIXO CURSO DO RIO CABAÇAL ENTRE 1984 A 2018, EM CÁCERES – MATO GROSSO

Cristiane da Silva Lima (a), Thales Ernildo de Lima (b), Celia Alves de Souza (c)

(a) Mestre em Geografia pelo Programa em Pós-Graduação em Geografia , Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT, Email: cristiane-silva89@hotmail.com;

(b) Mestrando pelo Programa em Pós-Graduação em Geografia, Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT, Email: lima.thales@outlook.com;

(c) Professora Dra. do curso em Geografia e coordenadora do Programa de Pós-graduação em Geogradia - PPGGEO/Geografia, Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT, Email: celiaalvesgeo@globo.com.br;

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

Este estudo foi realizado no recorte espacial do baixo curso da bacia hidrográfica do rio Cabaçal, no estado do Mato Grosso. Este estudo teve por objetivo analisar a variação temporal das feições morfológicas no baixo curso do rio Cabaçal, entre 1984 a 2018. Foi utilizada imagens de satélite da série Landsat TM e OLI promovendo, deste modo, a construção da base cartográfica sobre três compartimentos, permitindo analisar as alterações das feições morfológicas na área de estudo por classificação dos pixels e subsequentemente. O estudo permitiu observar a configuração espacial das feições morfológicas do baixo curso da bacia hidrográfica do rio Paraguai, sendo composto por alguns tipos de feições: lagoas, baías, depósitos de canais depósitos de margens de canais e depósitos de planícies de inundação, incluindo também a geração de informações espaço/temporais sobre o surgimento ou desaparecimento, redução ou aumento de dimensão de lagoas, baías, barras de sedimentos, ilhas fluviais.

Palavras chave: bacia hidrográfica, rio Cabaçal, variação temporal.

Cristiane da Silva Lima, Thales Ernildo de Lima, Celia Alves de Souza

1. Introdução

Este estudo foi realizado no recorte espacial do baixo curso da bacia hidrográfica do rio Cabaçal, no estado do Mato Grosso, sabe-se que bacia hidrográfica é uma unidade geomorfológica integradora dos fatores físicos, biológicos, econômicos e sociais (GUERRA; CUNHA, 2004). A presente pesquisa justifica-se pela contribuição relevante sobre a evolução de feições morfológicas no baixo curso do Cabaçal.

Segundo Souza (2004), os rios são componentes sensíveis na paisagem e apresentam rápidas alterações, em relação às perturbações, que ocorrem na bacia ou dentro do canal. Além disso, podem mudar o regime do fluxo, a carga de sedimentos transportada, intensificando o desequilíbrio do canal. Cunha e Guerra (2009) discorrem que mudanças ocorrem no interior das bacias de drenagem por causas naturais e que, nos últimos anos, o ser humano tem exercido pressão sobre as bacias, contribuindo como autor acelerador de processos de desequilíbrio e modificação da paisagem.

Vários pesquisadores realizaram estudos sobre evolução de feição morfológica, quais sejam: Goswami, Sarma e Patgiri (1999), em Assan (Índia), que monitoraram a feição morfológica no rio Subanssiri. No Brasil, destacam-se Fernandez (1990), com estudo sobre mudanças no canal fluvial do rio Paraná; Souza (1998) sobre a dinâmica do córrego Piraputanga; Souza e Cunha (2007), que discutiram evolução das margens do rio Paraguai, entre a cidade de Cáceres e a Estação Ecológica da Taimã, Mato Grosso; entre outros. Este estudo teve por objetivo analisar a variação temporal das feições morfológicas no baixo curso do rio Cabaçal, entre 1984 a 2018.

2. Material e Métodos

A área de estudo corresponde ao baixo curso do rio Cabaçal, localizada entre as coordenadas geográficas 15° 28’ 08’’ a 15° 46‘ 24’’ S de Latitude e 57° 53’ 35’’ a 57° 48’ 8’’ W de Longitude. A extensão longitudinal do rio no segmento corresponde a 65,925 km, com área correspondente ao baixo curso da bacia hidrográfica de 711,74 km², área esta que abrange parte dos municípios de Mirassol do Oeste, Curvelândia, Lambari do Oeste, e Cáceres.

2.1. Trabalho de gabinete

2.1.1. Construção do referencial teórico e levantamento de dados

ISBN: 978-85-7282-778-2

Os procedimentos metodológicos inicialmente ocorreram com o levantamento bibliográfico para subsidiar o referencial teórico necessário a compreender os objetivos propostos neste trabalho. Lakatos e Marconi (2003) afirmam a necessidade da construção de um referencial teórico com intuito de obter o conhecimento sobre o tema proposto. Desse modo, a ação de pesquisar e revisar a produção acadêmica pertinente ao tema serviu como base sólida para o desenvolvimento pré e pós trabalho de campo e análise laboratorial.

2.1.2. Mapeamento

Para verificar as mudanças espaço/temporal nas feições morfológicas (surgimento ou desaparecimento, redução ou aumento de dimensão de lagoas, baías, barras de sedimentos, ilhas fluviais) no baixo curso da bacia, setorizou-se o trecho em três compartimentos.

Para o mapeamento da localização da área de estudo, foi utilizada a imagem do satélite LANDSAT 8 OLI de 2017, com resolução espacial de 30 metros, sobre os parâmetros de órbita e ponto 227/071 com zero por cento de cobertura de nuvens. Esses dados foram obtidos pela disponibilização gratuita pela plataforma Catálogo de Imagens - DGI-INPE disponibilizado no site (www.dgi.inpe.br/catalogo/) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

Para analisar as alterações das feições morfológicas no baixo curso do rio Cabaçal, foram selecionadas imagens de agosto do LANDSAT-5 TM para o ano de 1984. O mapa de 2018 utilizou imagem de agosto do LANDSAT-8 OLI, identificando a dinâmica que ocorreu no período de 34 anos e, para tanto, foram confeccionados três mapas temáticos do baixo curso para cada os anos (1984 e 2018). Cada mapa corresponde a um compartimento (l, ll e lll), que estão na escala de 1:150.000, para melhor representar espacialmente a dinâmica das feições morfológicas a serem classificados.

3. Resultados e Discussões

No compartimento l, em 1984, constatou-se a existência de 18 baías, 67 lagoas e 10 barras de sedimentos, não sendo registrada a presença de ilhas fluviais. Em 2018, foram observadas feições remanescentes, registrando quatro baías, 26 lagoas e uma barra de sedimentos. Verificou-se também o surgimento de novas feições, sendo 21 baías, 108 lagoas, 10 barras de sedimentos e o surgimento de cinco ilhas fluviais com áreas que variaram de 0,013 km² a 3,518 km². O surgimento das ilhas maiores

ISBN: 978-85-7282-778-2

(IL1 e IL2) ocorreu devido à junção de lagoas, baías, por isso surgindo um novo canal. O aparecimento das ilhas menores (IL3, IL4 e IL5) está associado ao rompimento ao colo do meandro e acumulação de sedimentos. A área total das ilhas é de 6,996 km² (tabela 01; figuras 02 e 03).

Tabela 01 – Feições morfológicas mapeadas em 1984 e 2018, no baixo curso do rio Cabaçal (Compartimento I).

Compartimentos	**Feições morfológicas**	**1984**	**2018**	
			Remanescente	**Novas**
I	Baías	18	4	21
	Lagoas	67	26	108
	Barras de sedimentos	10	1	10
	Ilhas	-----	-----	5

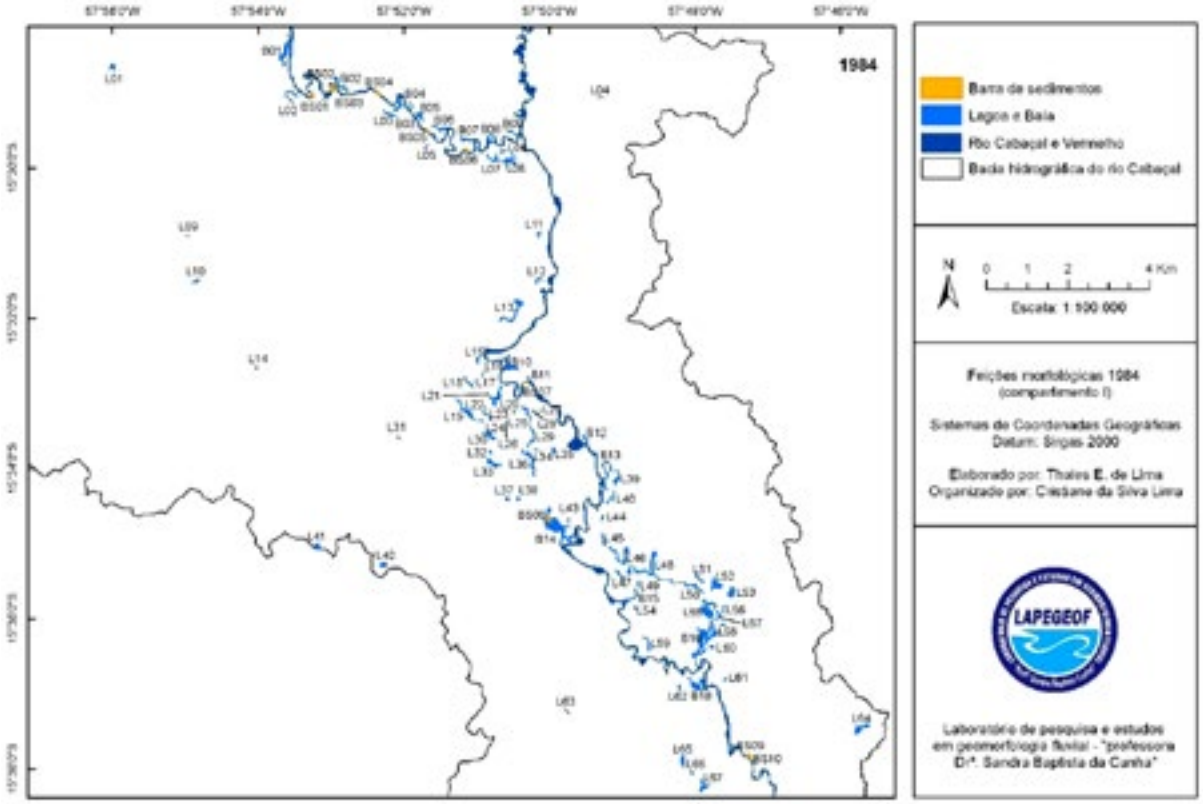


Figura 02 – Feições morfológicas 1984 (compartimento I)

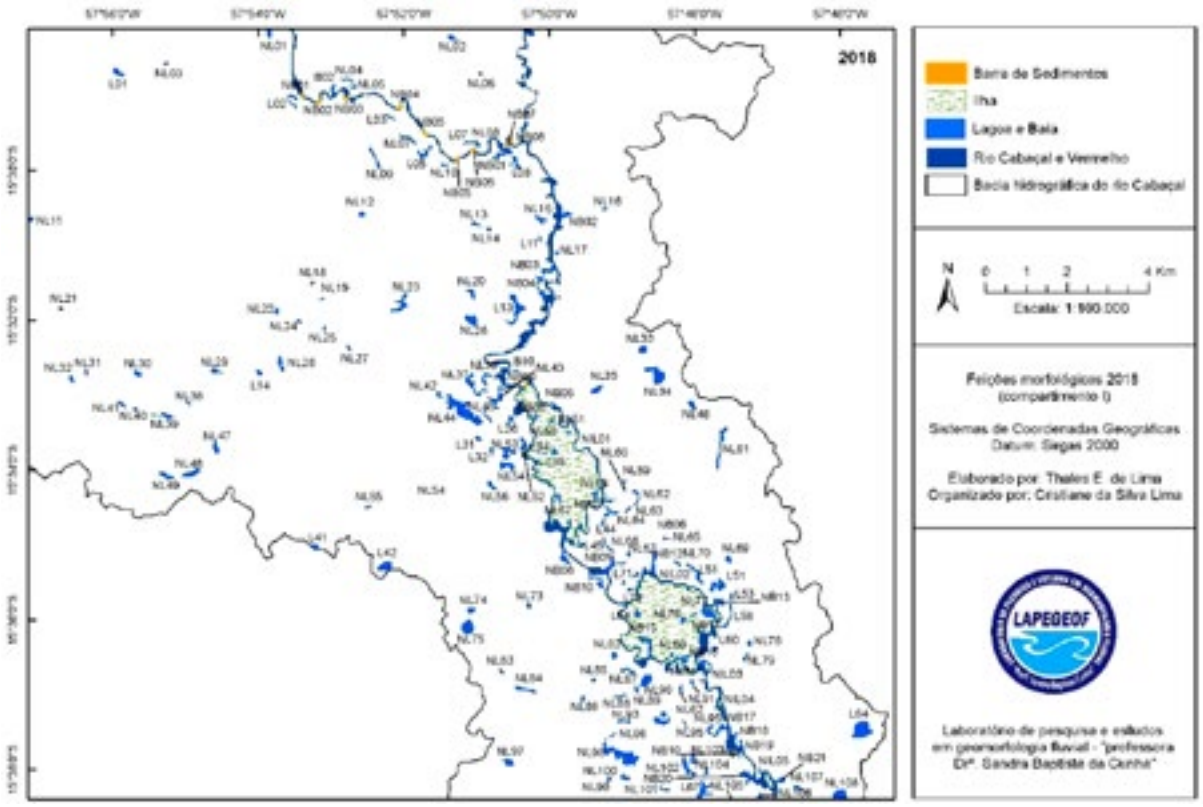


Figura 03 – Feições morfológicas 2018 (compartimento I)

No compartimento II, em 1984, registrou-se a presença de nove baías, 89 lagoas e uma barra de sedimentos. Em 2018, foram detectadas quatro baías e 28 lagoas remanescentes. Houve o surgimento novas feições: 13 baías, 134 lagoas, 16 barras de sedimentos e 2 ilhas fluviais, a ilha IL1 com área de 0,55km² e a ilha IL2 com área de 0,026km² (tabela 02; figuras 04 e 05).

Tabela 02 – Feições morfológicas 1984 a 2018, no baixo curso do rio Cabaçal (Compartimento II).

Compartimentos	**Feições morfológicas**	**1984**	**2018**	
			Remanescente	**Novas**
II	Baías	9	4	13
	Lagoas	89	28	134
	Barras de sedimentos	1	-----	16
	Ilhas	-----	-----	2

ISBN: 978-85-7282-778-2

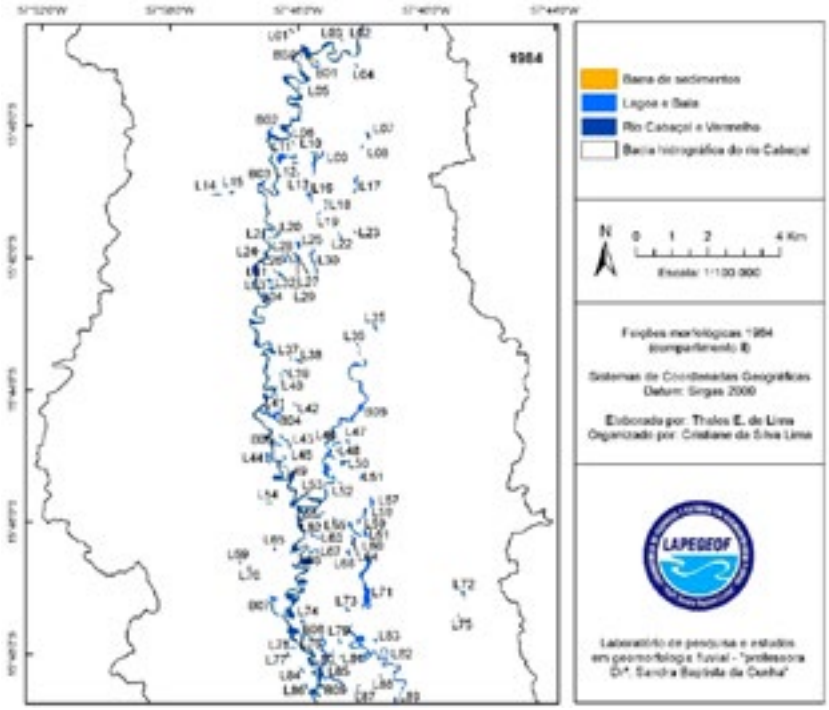


Figura 04 – Feições morfológicas 1984 (compartimento ll).

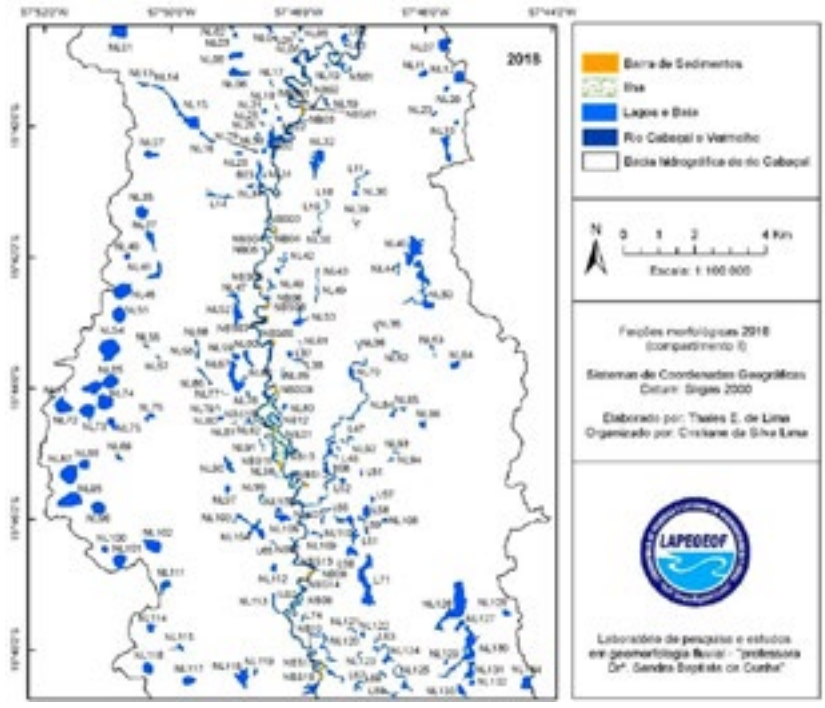


Figura 05 – Feições morfológicas 2018 (compartimento ll).

A dinâmica de desaparecimento e surgimento das feições pode estar relacionada aos processos de erosão, transporte e deposição de sedimentação no corredor fluvial. Bayer e Carvalho (2008 p.24) ressaltam que a "morfologia do canal numa planície aluvial pode mudar em grande variedade de formas devido à atuação conjunta dos processos de erosão e sedimentação".

Segundo o PBHP3 (2014), é de suma importância estudos sobre condições em que se encontra a água subterrânea e a posição do nível freático e suas variações. Esse levantamento é indispensável aos estudos hidrológicos para analisar quais os fatores proporcionam a recarga e a descarga do sistema subterrâneo e sua influência no nível freático.

Segundo Souza (2004), o estágio evolutivo que acontece no corredor fluvial (calha e planície) retrata as mudanças que ocorrem no sistema fluvial, em várias escalas temporais, associado à evolução geológica e climática da região e as interferências exercidas direta e indiretamente no canal pela atividade humana. Stevaux e Latrubesse (2017, p.239) também ressaltam que a "própria intervenção antrópica dos últimos milênios deve ser considerada na avaliação das causas das mudanças de um sistema fluvial".

No compartimento III, em 1984, constatou-se a existência de 30 baías, 189 lagoas e 2 barras de sedimentos. Em 2018, teve como remanescentes seis baías e 68 lagoas. Novas feições surgiram na área, sendo: 13 baías, 138 lagoas, 23 barras de sedimentos e 3 ilhas fluviais, totalizando a área das três ilhas 8.813 km2 (tabela 03; figura 06 e 07).

A partir do mapeamento realizado entre 1984 e 2018, pôde-se constatar mudanças expressivas nesse compartimento, principalmente pelo aparecimento e desaparecimento de lagoas. Essas alterações podem estar relacionadas à própria dinâmica fluvial do rio Cabaçal; à contracorrente e transbordamento do rio Paraguai, pelo fato desse compartimento estar próximo da confluência dos rios Cabaçal e Sepotuba; ao rebaixamento de alguns setores na planície de inundação e pela oscilação do lençol freático (nascentes difusas).

Para Valente e Gomes (2005), esse tipo de nascente ocorre por pequenos vazamentos superficiais que se espalham por uma área meio encharcada (brejo) e esse processo vai

acumulando água (poças). Calheiros et al. (2004) descrevem que podem originar nascentes com acúmulo inicial de água devido à camada impermeável encontrar-se paralela com a parte mais baixa do terreno e, ao ficar próxima com a superfície, acaba formando lagos.

Para Riccomini et al. (2009), a ampla variedade que ocorre nos processos é responsável pela formação de lagos, influência em diferentes morfologias, que vai desde lagos com centenas de metros quadrados em planície de inundação de rios. Os autores ressaltam que o balanço hídrico, precipitação e evaporação influenciam na flutuação da lâmina de água dentro do lago.

Estudos realizados por Prudêncio et al. (2017) sobre feições morfológicas no baixo curso do rio Sepotuba, entre a fazenda Porto do Campo e a fazenda Ajusta Conta, analisaram as alterações espaço-temporal (1986 a 2016) e registraram que, no período de 30 anos, várias alterações foram constatadas como mudança na cobertura vegetal, para introduzir a pastagem, aparecimento e desaparecimentos de feições. Os dados demonstraram que, em 1986, a área tinha 18 lagoas, enquanto que, em 2016, registrou-se o desaparecimento de 9 lagoas e constatou-se o surgimento de 13 novas lagoas.

Tabela 03 – Feições morfológicas mapeadas em 1984 e 2018, no baixo curso do rio Cabaçal (Compartimento III).

Compartimentos	**Feições morfológicas**	**1984**	**2018**	
			Remanescente	**Novas**
II	Baías	30	6	13
	Lagoas	189	68	138
	Barras de sedimentos	2	-----	23
	Ilhas	-----	-----	3

A dinâmica do baixo curso do rio Cabaçal em 34 anos, através do mapeamento, constatou que, em 1984, existiam 57 baías, 345 lagoas e 13 barras de sedimentos. Em 2018, as feições remanescentes foram 14 baías, 122 lagoas e uma barra de sedimento. Novas feições foram diagnosticadas no mapeamento de 2018, sendo: 47 novas baías, 380 lagoas, sete ilhas fluviais e 49 barras de sedimentos.

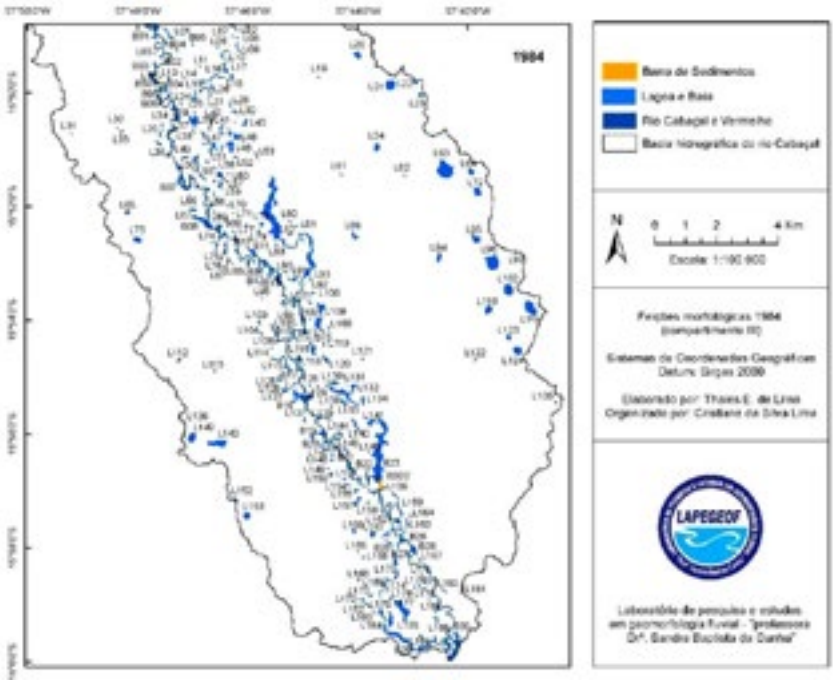


Figura 06 – Feições morfológicas 1984 (compartimento III).

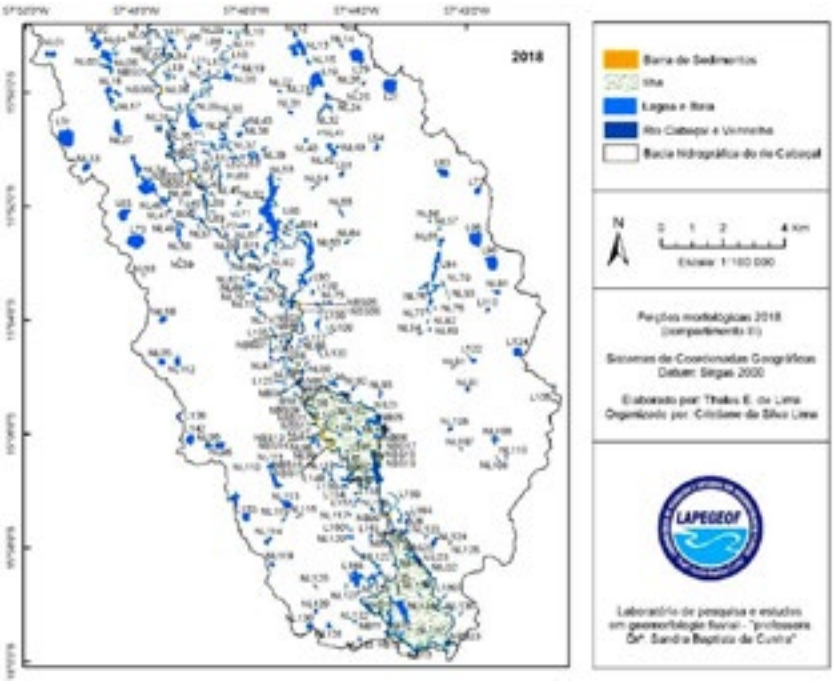


Figura 07 – Feições morfológicas 2018 (compartimento III).

ISBN: 978-85-7282-778-2

A soma das 13 barras de sedimentos mapeadas no ano de 1984 registrou área total de 0,063 km² (Comp. I: 0,028 km², Comp. II: 0,021 e Comp. III: 0,014 km²), enquanto que, em 2018, o mapeamento classificou 50 barras deposicionais, totalizando área de 0,111 km² (Comp. I: 0,023 km², Comp. II: 0,043 e Comp. III: 0,045 km²).

As lagoas identificadas no mapeamento e in loco constataram que a cada ano aumentam sua área, há situações de junção de duas lagoas no período da cheia, quando o nível de água aumenta, chegando a trasbordar. Há casos também de inundação em pontos na MT-170. A origem dessas lagoas está associada à interferência antrópica, como retirada de solo para a construção da MT-170, remoção de argila para abastecer as olarias e construção de represa para o gado beber água.

Parte das lagoas que estão espalhadas pelas planícies é resultado de construção de lagos "antropogênicos''. Riccomini et al. (2009) fazem diferentes classificações de tipos de lagos e suas origens e relatam que os lagos antropogênicos são originados por construção de represa e escavação humana. Esse fato relaciona-se à hipótese de que a oscilação do lençol freático tenha contribuído para o surgimento de 380 novas lagoas no baixo curso da bacia do rio Cabaçal.

Portanto, o surgimento de grande número de lagoas no baixo curso do rio Cabaçal pode estar relacionado à oscilação do lençol freático, propiciando o surgimento de olhos de água nas áreas mais rebaixadas. Por fazer parte da planície do rio Paraguai, a área com uma grande quantidade de lagoas está entre o divisor de águas da bacia do Padre Inácio e a bacia do rio Cabaçal; lagoas que podem ser nascentes que afloraram devido à proximidade do lençol freático.

Estudos realizados por Sakamoto et al. (2012), ratificam que a retirada da vegetação em planície de inundação ou sujeita a inundação, provoca a subida do lençol freático contribuindo para os surgimentos de lagoas.

ISBN: 978-85-7282-778-2

4. Considerações Finais

O estudo permitiu observar a configuração espacial das feições morfológicas do baixo curso da bacia hidrográfica do rio Paraguai, sendo composto por alguns tipos de feições: lagoas, baías, depósitos de canais depósitos de margens de canais e depósitos de planícies de inundação, incluindo também a geração de informações espaço/temporais sobre o surgimento ou desaparecimento, redução ou aumento de dimensão de lagoas, baías, barras de sedimentos, ilhas fluviais.

Alguns elementos podem ter contribuído para alteração espaço/temporal das feições morfológicas no decorrer de 34 anos, como a dinâmica natural, interferência antrópica (desmatamento), a baixa declividade do terreno, ao rebaixamento de alguns setores na planície de inundação, a oscilação do lençol freático (nascentes difusas) e os aspectos climáticos, geológico, geomorfológico e os tipos de solo.

5. Referências Bibliográficas

GUERRA A. T.; CUNHA, S. B. da (Org.). **Geomorfologia e meio ambiente**. 5. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. 394 p. il.

GOSWAMI, U.; SARMA, J. N.; PATGIRI, A. D. *River channel changes of the subansiri* in Assam, India. ***Geomorphology***, v. 30, 1999, p. 227-244.

SOUZA, C. A. **Dinâmica do corredor fluvial do rio Paraguai entre a cidade de Cáceres e a Estação Ecológica da ilha de Taiamã-MT**. 2004. 173f. Tese (Doutorado em Geografia). Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza, Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, Rio de Janeiro, 2004.

SOUZA, C. A.; CUNHA, S. B. Pantanal de Cáceres - MT: Dinâmica das Margens do Rio Paraguai entre a Cidade de Cáceres e a Estação Ecológica da Ilha de Taiamã – MT. **REAGB - Seção Três Lagos**, v. 1, n.5, p.18-43. 2007.

SOUZA, C. A. **Bacia hidrográfica do córrego Piraputanga - MT**: avaliação da dinâmica atual. 1998. 117f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 1998.

CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (Orgs.). **Geomorfologia e meio ambiente**. 7. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009.

FERNANDEZ, O. V. Q. **Mudanças no canal fluvial do Rio Paraná e processos de erosão nas margens: Região de Porto Rico, PR**. 1990. 85 f. Dissertação (Mestrado em Geografia), Instituto de Geociências e Ciências Naturais, UNESP, Rio Claro, 1990.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003. 311 p.

PBHP3- Plano da Bacia Hidrográfica do Paraná 3. **Monitoramento dos recursos hídricos. Universidade Estadual do Oeste do Paraná Itaipu Binacional águas Paraná**. Comitê da Bacia Hidrográfica do Paraná 3. 2014.

BAYER, M.; CARVALHO, T. M. Processos morfológicos e sedimentos no canal do rio Araguaia. **Revista de Estudos Ambientais**, v.10. n. 2, p. 24-31. 2008. Disponível em: <http://ufrr.br/mepa/phocadownload/bayer_carvalho_2008.pdf >. Acesso em: 13 fev. 2015.

STEVAUX, J. C; LATRUBESSE, E. M. **Geomorfologia fluvial**; São Paulo: Oficinas de textos, coleção geografia; v.3/. FRANCISCO A. M. (Org.). 2017.

VALENTE, O. F; GOMES, M. A. **Conservação de nascentes**: hidrologia e manejo de bacias hidrográficas de cabeceiras. Viçosa: Aprenda Fácil, 2005.

CALHEIROS, R. O. *et al*. **Preservação e recuperação de nascente/ Piracicaba:** Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios PCJ-CTR, 2004.

RICCOMINI, C. et. al. Processos fluviais e lacustres e seus registros. In: TEIXEIRA, W *et al*. **Decifrando a Terra**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2009.

PRUDÊNCIO, V. S.; SOUZA, C. A. D. PAULA, W. C. D. S. D. Transporte de sedimentos em suspensão e feições morfológicas no baixo curso do rio Sepotuba entre a fazenda Porto do Campo e a fazenda Ajusta Conta. In: 8ª Jornada Científica da Unemat, 8ª. (JC), 2017, Cáceres/MT. **Anais...** Cáceres/MT: Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Pró-reitoria de Ensino de Graduação, Pró-reitoria de Extensão e Cultura e Pró-reitoria de Assuntos Estudantis, 2017. Vol. 8 (2017). ISSN ONLINE 2178-7492.

SAKAMOTO, A. Y.; BACANI, V. M.; GRADELLA, F. S.; FERREIRA, C. C.; DECCO, H. F. Desmatamento e alterações ambientais no Pantanal da Nhecolândia, MS, Brasil. **Revista Geonorte**, Edição Especial, v. 3, n. 4, p. 827-839, 2012.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ANÁLISE DAS CONDIÇÕES DE USO E OCUPAÇÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APP'S) DOS CURSOS D'ÁGUA E NASCENTES DA BACIA HIDROGRÁFICA FOZ RIBEIRÃO STA.MARTA/ RIBEIRÃO CERVO

Pâmela Camila Assis[(a)], Ana Elisa de Lima Oliveira[(b)], Maximiliano Bayer[(c)]

Pâmela Camila Assis, Ana Elisa de Lima Oliveira, Maximiliano Bayer

(a) Universidade Federal de Goiás – UFG, Instituto de Estudos Socioambientais – IESA, Caixa Postal 131 – 74001-970 – Goiânia – GO, Brasil, pamelaassis1994@gmail.com.
(b) Universidade Federal de Goiás – UFG, Instituto de Estudos Socioambientais – IESA, Caixa Postal 131 – 74001-970 – Goiânia – GO, Brasil, anaelisaalima@outlook.com.
(c) Universidade Federal de Goiás – UFG Instituto de Estudos Socioambientais – IESA, Laboratório de Geomorfologia Pedologia e Geografia Física, Caixa Postal 131 – 74001-970 – Goiânia – GO, Brasil, maxbayer@ufg.br.

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

O uso de ferramentas de geoprocessamento tornou-se nos últimos anos imprescindível para o diagnóstico de questões ambientais, desde o monitoramento até o planejamento ambiental. Neste trabalho, foram utilizadas tecnologias de geoprocessamento para analisar o uso e ocupação das áreas de preservação permanente (nascentes e cursos d'água) da Bacia Hidrográfica Foz Ribeirão Sta. Marta/ Ribeirão Cervo, com drenagem na escala de 1: 5.000 e classificação de imagens Sentinel 10 metros (2017) para elaboração das classes de uso do solo. Os resultados encontrados no mapeamento e análise das APPs indicaram 68,05% de uso irregular nas nascentes e 48% possui uso irregular nas áreas de preservação permanente nos cursos d'água inferior a 10 m de largura e 21,9 % de uso irregular em cursos d'água de 10 m à 50m, com uso principalmente por pastagem e agricultura.

Palavras-chave: bacia hidrográfica, uso do solo, geoprocessamento, áreas de preservação permanente.

1. INTRODUÇÃO

O Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), estabelecido pela Lei nº 9.433/97, discorre sobre a gestão dos recursos hídricos no Brasil, através de um conjunto de instrumentos, normas, metas e programas, com o objetivo de melhoria na distribuição, quantidade e qualidade da água, aliada ao desenvolvimento sustentável e inclusão social, utilizando a bacia hidrográfica com a unidade territorial para a implementação.

Nesse sentido o Código Florestal (Lei nº12.651/12), no seu art. 4º, estabelece como áreas de preservação permanente (APPs), área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

De acordo com Rebouças (2006), o planejamento e o gerenciamento dos recursos hídricos dependem da geração de informações que garantem a confiabilidade das decisões e a sustentabilidade dos sistemas. Assim, os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) são, conforme Calijuri e Rohn (1994) são uma excelente ferramenta para investigação de fenômenos relacionados à engenharia urbana, meio ambiente, pedologia, vegetação e bacias hidrográficas. Realizou-se assim um diagnóstico da atual situação de uso e ocupação do solo nas Áreas de Proteção Permanente da Bacia Hidrográfica Foz Ribeirão Sta. Marta/ Ribeirão Cervo, com o intuito de gerar informações para futuros projetos de recuperação ambiental.

2. METODOLOGIA

Nesse trabalho optou-se a digitalização da drenagem e nascentes de forma manual no ArcGis 10.3, com base nas imagens do Google Earth, 2017. O Buffer para foi produzido de acordo com o Art. 4º da LEI Nº 12.651, DE 25 DE MAIO DE 2012, que dispões sobre as normas gerais sobre a proteção da vegetação em áreas de Preservação Permanentes. Nas margens dos cursos d'água: gerou-se no ArcGIS um buffer a partir do arquivo vetorial com os cursos d'água. Considerando-se que os cursos d'água da bacia possuem 2 valores de largura (inferior a 10 m e de 10 m à 50m), adotou-se a largura de 30 m para o buffer para largura inferior a 10 m e 50m de buffer para largura de 10m à 50, e a partir da identificação pontual das nascentes, gerou-se um buffer de 50 m de raio para todos os pontos.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Para o mapeamento das classes de uso do solo das condições de uso e ocupação das Áreas de Proteção Permanente foram utilizadas técnicas em geoprocessamento, com a base de dados realizados através de classificação de imagens do SENTINEL com resolução de 10 m (agosto/2017). A partir dos arquivos vetoriais obtidos com o mapeamento das APPs e das classes de uso da terra na sub-bacia, procedeu-se ao cruzamento de tais informações (*Geoprocessing* → *Clip*), para avaliar a situação das APPs, com relação às possíveis ocorrências de uso e ocupação dessas áreas. Realizou-se também a aquisição de bases vetoriais provenientes da plataforma do Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás – SIEG e para a elaboração, processamento e análise dos dados e mapas utilizou-se o ArcGis 10.3, com todos os dados trabalhados no datum SIRGAS 2000, atualmente vigente no Brasil e foram projetados para o sistema de coordenadas planas UTM zona 22S.

3. Resultados e Discussão

Nesse projeto foi realizado a análise de APP (Nascentes e Cursos D'água) da Bacia Hidrográfica Foz Ribeirão Sta. Marta/ Ribeirão Cervo. (Figura 01), que localiza-se no sul da Bacia Hidrográfica do Rio Claro, uma das bacias mais importantes para a Bacia Hidrográfica do Rio Araguaia. A Bacia Hidrográfica Foz Ribeirão Sta. Marta/ Ribeirão Cervo possui uma área de 1018,74 km^2 e perímetro 203,96 km e compreende os municipios de Iporá, Maiporá, Cachoeira de Goiás, Aurilândia e Ivolândia.

ISBN: 978-85-7282-778-2

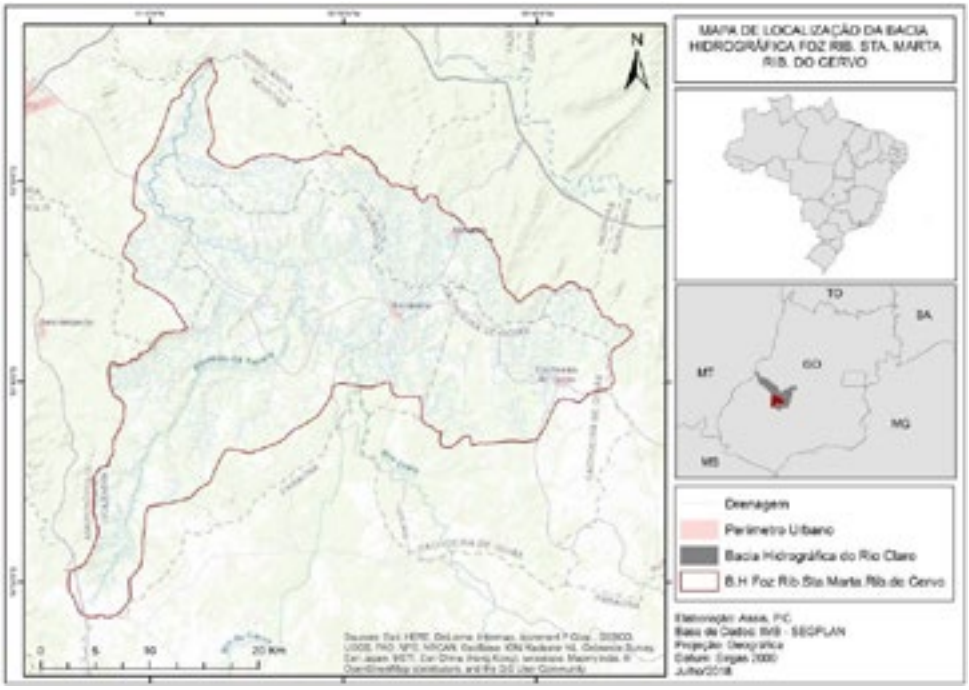


Figura 1. Mapa de Localização da Bacia Hidrográfica Foz Ribeirão Sta. Marta/ Ribeirão Cervo

3.1 Mapa de Uso do Solo

Para a realização do mapa de uso do solo (Figura 02) da Bacia Hidrográfica do Rio Claro escolheu-se fazer a classificação de imagens do SENTINEL com resolução de 10 metros (2017). Em seguida foi preciso fazer um refinamento das classes e correção dos polígonos, comparando-as com imagens do Google Earth (2017), devido aos erros de classes que foram geradas pelo processamento. Observou-se que a Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Cerrado (1018,74 km^2) possui uma área de pastagem de 550,09 km^2 (54,01%), agricultura de 113,44 km^2 (11,13%), vegetação de 353,21 km^2 (34,67%) e de área urbana 2 km^2 (0,19%).

ISBN: 978-85-7282-778-2

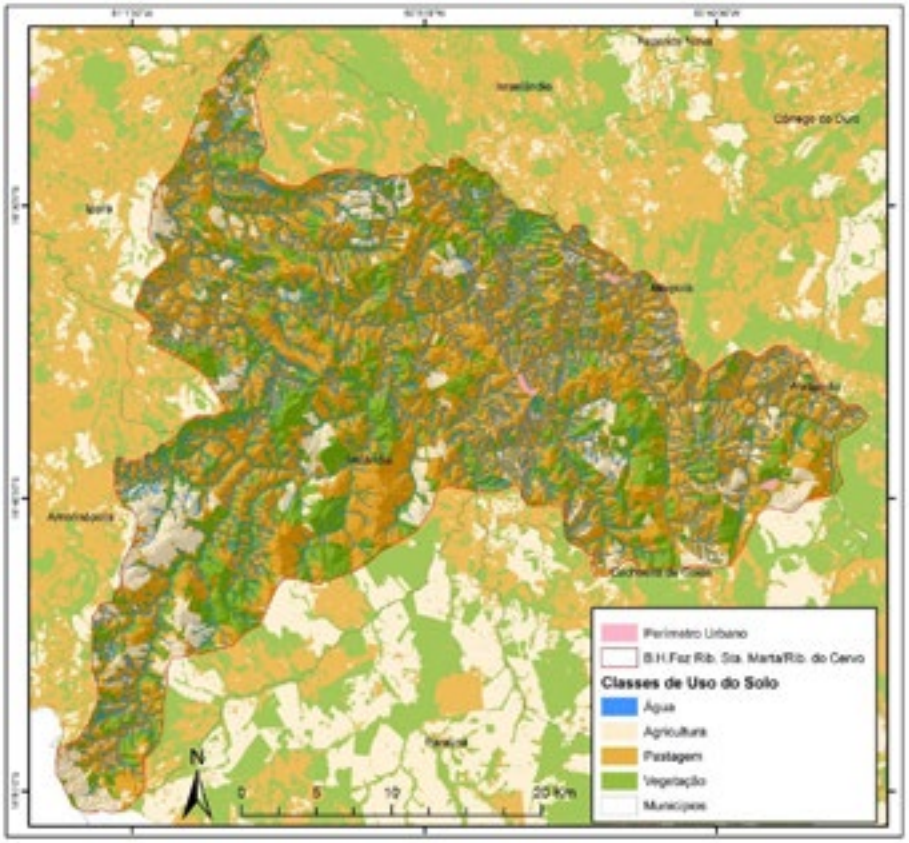


Figura 2. Mapa do Uso do Solo da Bacia Hidrográfica Foz Ribeirão Sta. Marta/ Ribeirão Cervo

3.2 Diagnóstico de Uso e Ocupação do Solo das Áreas de Preservação Permanente da Bacia Hidrográfica Foz Ribeirão Sta. Marta/Ribeirão Cervo

Com a intersecção dessas Áreas de Preservação Permanente (APP'S) com os dados do uso do solo, nas nascentes, constatou-se três tipos principais de uso e ocupação, sendo eles, pastagem (18,87 km^2/61,95%), agricultura (1,87 km^2/6,1%) e (9,72 km^2/31,95%) ocupado por vegetação, com a ocupação de 68,05% da área com uso irregular. Os cursos d'água, inferior a 10 m de largura, (137,13 km^2), com pastagem (62,53 km^2/46,50%), agricultura (3,27 km^2/2,4%) e vegetação (71,3 km^2/52%), com 48% da área com uso irregular nas app's. Nos cursos d'água de 10 m à 50 m, (7,903 km^2), com pastagem (1,61 km^2/20,37%), agricultura

ISBN: 978-85-7282-778-2

(0,12 km^2/1,53%) e vegetação (6,17 km^2/78,1%), com 21,9 % da área com uso irregular nas áreas de preservação permanente.

4. CONCLUSÕES

Com a análise dos dados foi possível identificar que 68,05% das APP's das nascentes, 48% das APP's dos cursos d'água inferior a 10 m de largura e 21,9% das APP's dos cursos d'água de 10 m à 50 m estão ocupados por pastagem e agricultura, não atendendo a legislação ambiental, quanto a cobertura por vegetação. Os resultados obtidos neste estudo indicam a necessidade de elaboração de um plano de recuperação dessas áreas degradada, para permitir uma regeneração da cobertura natural e garantir a qualidade dos recursos naturais, principalmente da água e do solo.

5. REFERÊNCIAS

ASSIS, P.C; BAYER, M. Diagnóstico de uso e ocupação das Áreas de Preservação Permanente (APP's) dos cursos d'água e nascentes da Bacia Hidrográfica do Rio do Peixe - Caturaí/Go. Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, 5880 – 5887p, 2017.

CALIJURI, M. L.; ROHM, S. A. Sistemas de Informações Geográficas. Viçosa, MG: CCET/DEC/UFV; Imprensa Universitária, 1994. 34p.

REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. Águas doces do Brasil: capital ecológico, uso e conservação. São Paulo: Escrituras, 2006.

ISBN: 978-85-7282-778-2

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ANÁLISE DAS CONDIÇÕES DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (NASCENTES) DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CLARO – SUB BACIA DO RIO ARAGUAIA

Pâmela Camila Assis[(a)], Ana Elisa de Lima Oliveira[(b)], Maximiliano Bayer[(c)]

(a) (Universidade Federal de Goiás – UFG, Instituto de Estudos Socioambientais – IESA, Caixa Postal 131 – 74001-970 – Goiânia – GO, Brasil, pamela.assis1994@gmail.com.
(b) Universidade Federal de Goiás – UFG, Instituto de Estudos Socioambientais – IESA, Caixa Postal 131 – 74001-970 – Goiânia – GO, Brasil, anaelisaalima@outlook.com.
(c) Universidade Federal de Goiás – UFG Instituto de Estudos Socioambientais – IESA, Laboratório de Geomorfologia Pedologia e Geografia Física, Caixa Postal 131 – 74001-970 – Goiânia – GO, Brasil, maxbayer@ufg.br.

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficasResumo

Neste trabalho foram utilizadas técnicas de geoprocessamento para analisar as condições de uso e ocupação do solo das áreas de preservação permanente das nascentes, na Bacia Hidrográfica do Rio Claro(10.214,5km^2), sub – bacia do Rio Araguaia, com drenagem na escala de 1: 5.000 e classificação de imagens Sentinel 10 metros (2017) para elaboração das classes de uso do solo. Foram identificados 2583 nascentes, 17 sub – bacias para análise e todas com isso irregular na sua área de preservação permanente, com uso principalmente por agricultura e pastagem.

Palavras chave: bacia hidrográfica, uso do solo, geoprocessamento, áreas de preservação permanente, nascentes.

Pâmela Camila Assis, Ana Elisa de Lima Oliveira, Maximiliano Bayer

1.INTRODUÇÃO

As Áreas de Preservação Permanente são áreas definidas pelo Código Florestal Brasileiro de 1965, na qual possui função de "função protetora, seja por sua relevância ecológica, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade e o fluxo gênico de flora e fauna; proteger o solo; e assegurar o bem-estar das populações humanas". (CÓDIGO FLORESTAL, Lei 4.771/65). A cobertura florestal em áreas definidas como APP's constitui-se em elemento de extrema importância na manutenção da qualidade ambiental, com funções sócioambientais, como a dissipação da energia do escoamento superficial, a proteção das margens dos cursos d'água, a estabilização de encostas, a proteção de nascentes, o impedimento do assoreamento de corpos

d'água e o abastecimento do lençol freático (MAGALHÃES & FERREIRAS, 2000). Sobre esta perspectiva, o presente trabalho pretendeu-se elaborar um diagnóstico de uso e ocupação do solo das nascentes da Bacia do Rio Claro (10.214,5 km^2).

2. METODOLOGIA

Nesse trabalho optou-se a digitalização das nascentes de forma manual no ArcGis 10.3, com base nas imagens do Google Earth, 2017. O buffer para foi produzido de acordo com o Art. 4º da LEI Nº 12.651, DE 25 DE MAIO DE 2012, que dispões sobre as normas gerais sobre a proteção da vegetação em áreas de Preservação Permanentes. Foi realizado a delimitação da Bacia Hidrográfica do Rio Claro e compartimentação em sub-bacias, com o auxilio de dados SRTM e outros dados topográficos disponibilizados em ambiente digital. Foram identificados 17 sub bacias hidrográficas, sendo realizado o diagnóstico de uso e ocupação das nascentes para cada sub bacia. Para o mapeamento das classes de uso do solo das condições de uso e ocupação das Áreas de Proteção Permanente foram utilizadas técnicas em geoprocessamento, com a base de dados realizados através de classificação de imagens do SENTINEL com resolução de 10 m (agosto/2017). Em seguida foi preciso fazer um refinamento das classes, comparando-as com imagens do Google Earth, devido aos erros de classes que foram geradas pelo processamento. Realizou-se também a aquisição de bases vetoriais provenientes da plataforma do Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás – SIEG e para a elaboração, processamento e análise dos dados e mapas utilizou-se o ArcGis 10.3, com todos os dados trabalhados no datum SIRGAS 2000, atualmente vigente no Brasil e foram projetados para o sistema de coordenadas planas UTM zona 22S.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Bacia Hidrográfica do Rio Claro (Figura 01) localiza-se a oeste do estado de Goiás, caracteriza-se por ser um dos mais importantes aflutentes do Rio Araguaia, com uma área de 10.214,5km^2. A Bacia do Rio Claro compreende os municípios de Montes Claros de Goiás, Jussara, Diorama, Jaupaci, Fazenda Nova, Iporá, Israelândia, Amorinópolis, Ivolândia,

Mioporá, Corrégo do Ouro, Buriti de Goiás, Cachoeira de Goiás, São João do Paraúna, Aurilândia, Firminópolis, São Luis dos Montes Belos, Sanclerlândia e Mossâmedes.

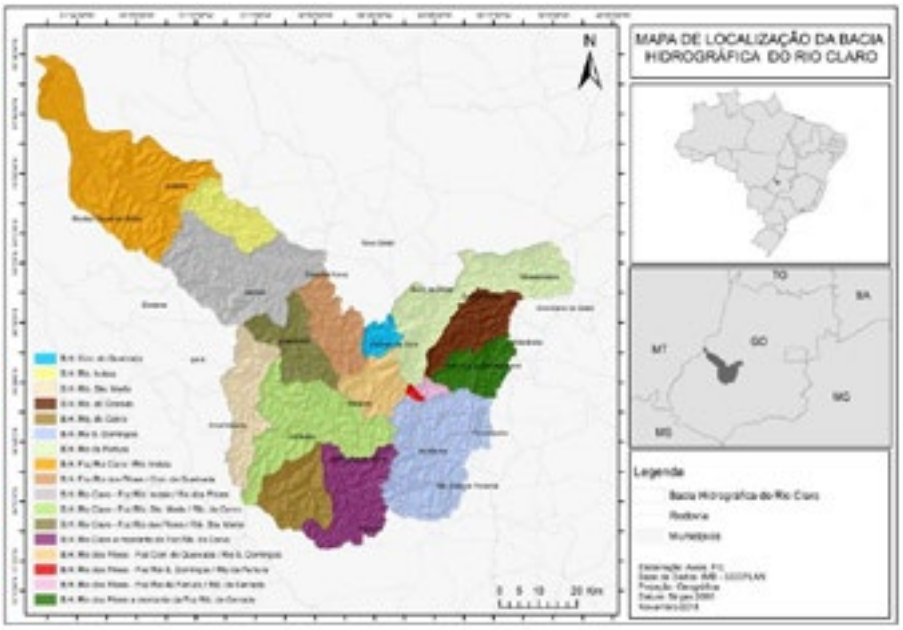


Figura 1. Mapa de Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Claro

3.1 Mapa de Uso do Solo

Foram identificados 5 classes de uso do solo na Bacia Hidrográfica do Rio Claro (Quadro 04), sendo elas pastagem (41,24%), agricultura (28,21%), vegetação (30,26%), água (0,02%) e área Urbana (0,27%).

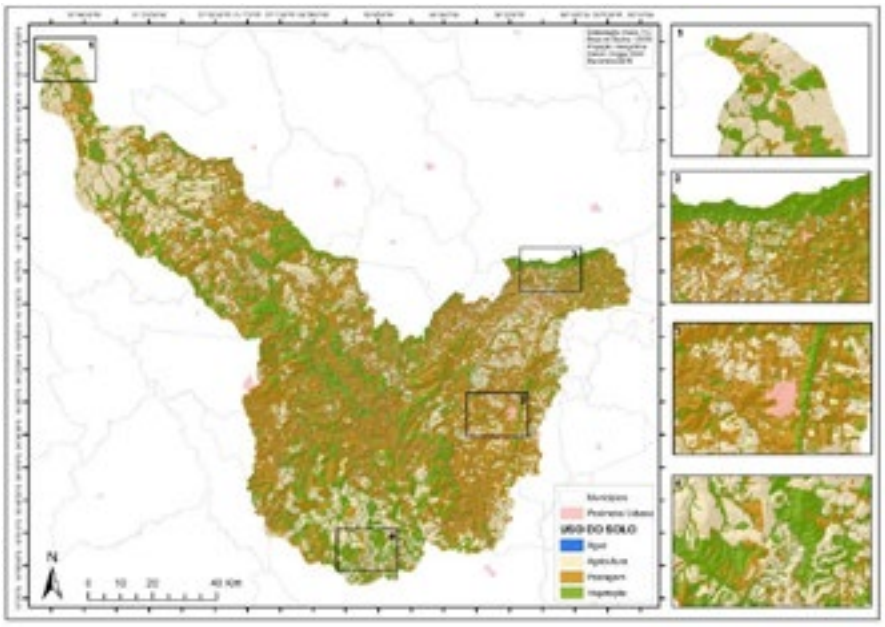


Figura 2. Mapa de uso e ocupação do solo da Bacia Hidrográfica do Rio Claro

3.2 Análise das Áreas de Preservação Permanente das Nascentes da Bacia do Rio Claro

Foram mapeados 2583 nascentes em uma área de 10.214,5km^2. Com intersecção dessas Áreas de Preservação Permanente com os dados do uso do solo, constatou-se três tipos principais de uso e ocupação, como pode ser observado no (Quadro 01). Os principais tipos de uso e ocupação das APP's são caracterizados a seguir, como:

ISBN: 978-85-7282-778-2

USO E OCUPAÇÃO NAS NASCENTES DA BACIA DO RIO CLARO							
BACIAS HIDROGRÁFICAS	CLASSES DE USO DO SOLO NA APP (NASCENTE)						
	ÁREA (Km^2)	PASTAGEM (Km^2)	%	AGRICULTURA (Km^2)	%	VEGETACÃO (Km^2)	%
Corr.do.Queixada	3,50	1,60	45%	0,46	13,14%	1,44	41,86%
Rib.do.Cerrado	9,78	3,96	40,49%	4,70	48,05	1,12	11,46%
Rib.do.Cervo	2,78	1,13	40,64%	0,50	17,98%	1,15	41,38%
Rib.Indaia	3,92	2,0	51,02%	0,42	10,71%	1,5	38,27%
Rib.Sta.Marta	10,27	6,95	67,67%	0,72	7,01%	2,6	25,32%
Rio da Fartura	36,25	20,33	56,08%	8,10	22,33%	7,82	21,59%
Rio S. Domingos	18,19	11,75	64,59%	2,40	13,19%	4,04	35,40%
Foz do Rio dos Pilões com Rib. Sta. Marta	15,66	8,43	53,83%	0,65	4,15 %	6,58	42,02%
Foz Rio Claro com Rib. Indaiá	7,89	3,08	39,36%	1,35	17,11%	3,46	45,53%
Foz do Rio dos Pilões com Corr. do Queixada	14,50	6,65	45,86%	2,79	19,24%	5,06	34,9%
Rio Claro a montante da Foz Rib. do Cervo	10,36	2,96	28,57%	3,07	29,63%	4,33	41,08%
Rio Claro com Foz do Rib. Indaiá Rio dos Pilões	16,73	7,51	44,88%	2,93	17,51%	6,29	37,61%
Rio Claro com Foz do Rib.Sta Marta e Rib. Do Cervo	30,46	18,87	61,95%	1,87	6,1%	9,72	31,95%
Rio dos Pilões com Foz Rio da Fartura e Rib do Cerrado	1,18	0,85	72,03 %	0,15	12,71 %	0,18	15,26%
Rio dos Pilões Foz do Corr. do Queixada Rio S. Domingos	9,06	5,93	65,45%	0,79	8,71%	2,34	25,84%
Rio dos Pilões a montante da Foz Rib. Do Cerrado	8,31	4,70	56,55%	1,98	23,82%	1,63	19,63%
Rio dos Pilões Foz Rio Domingos/Rio da Fartura	0,23	0,16	69,56%	0,03	13,04%	0,04	17,4%

Quadro 01 – Uso e Ocupação nas nascentes das Sub – Bacias Hidrográfica do Rio Claro

ISBN: 978-85-7282-778-2

Com os dados foram possíveis identificar que as bacias (Rib.do.Cerrado, Rio dos Pilões Foz Rio Domingos/Rio da Fartura, Rio dos Pilões a montante da Foz Rib. Do Cerrado, Rio da Fartura, Rib.Sta.Marta) são as que possuem a maior porcentagem de degradação nas áreas de preservação permanente das nascentes, essas bacias estão localizadas principalmente nos municípios, Sanclerlândia, São Luís de Montes Belos, Adelândia, Mossâmedes, Córrego do Ouro e Maiporá.

4. CONCLUSÕES

Segundo Borges et al. (2011), preservar as APP's é de fundamental importância na gestão de bacias hidrográficas, contribuindo na estabilidade dos ciclos hidrológicos e dando condições de sustentabilidade à agricultura. De acordo com o referido autor, intervenções nas APP's para abertura de áreas agrícolas compromete a reposição de água nos aquíferos, a qualidade de água superficial e subterrânea, perda de solo, prejudica a produção de alimentos, a degradação dos mananciais e à saúde humana.

Com a análise e diagnóstico de uso e ocupação do solo nas nascentes, identificou-se que todas as 17 sub – bacias da Bacia Hidrográfica do Rio Claro estão com isso irregular na sua área de preservação permanente, com uso principalmente por agricultura e pastagem. Faz-se necessário, assim, fiscalização, devidas correções e também um diálogo principalmente como os agricultores, que são os principais detentores das propriedades, para a implementação de projetos de recuperação ambiental das nascentes, inserindo-se talvez, no Programa Produtor de Água, pertencente à Agência Nacional de Águas (ANA), programa este, destinado a estimular os produtores a investirem no cuidado do trato com as águas, recebendo apoio técnico e financeiro para implementação de práticas conservacionistas.

5. REFERÊNCIAS

BORGES, L. A. C.; REZENDE, J. L. P.; PEREIRA, J. A. A.; COELHO JÚNIOR, L. M.; BARROS, D. A. de. Áreas de preservação permanente na legislação ambiental brasileira. Ciência Rural (UFSM), v. 41, p. 1202-1210, 2011.

MAGALHÃES, C. de S.; FERREIRAS, R. M. A. Áreas de preservação permanente em uma microbacia. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.21, n.207, p.33-39, nov./dez. 2000.

ISBN: 978-85-7282-778-2

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ANÁLISE DAS SÉRIES HISTÓRICAS DE VAZÃO MÁXIMA DOS RIOS CAPIVARA E CAPIVARI NA BACIA DO MÉDIO RIO PARANAPANEMA (SP)

Alyson Bueno Francisco [(a)]

(a) Pós-doutorando em Geografia pela Universidade Estadual Paulista, Campus de Presidente Prudente Doutor em Geografia pela UNESP/Presidente Prudente. Email: alysonbueno@gmail.com

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

Alyson Bueno Francisco

Este trabalho possui como objetivo uma análise de séries históricas de monitoramento da vazão dos rios Capivari e Capivara, localizados na bacia do Rio Capivara na Unidade de Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Médio Paranapanema, interior de São Paulo. A série de dados foi proveniente de dois postos fluviométricos do Departamento de Águas e Energia Elétrica, com os índices mensais de vazão entre 1980 e 2017. Na análise estatística foram elaborados histogramas temporais com séries anuais e histogramas mensais dos anos de 2016 e 2017. Foi constado um aumento das vazões máximas no posto do Rio Capivari a partir de 2008, com queda apenas em 2014, cuja situação foi semelhante no posto fluviométrico do Rio Capivara, apresentando vazões anuais maiores que 50 m³/s em 2015, 2016 e 2017. Estes dados podem indicar uma possível mudança nas condições de uso da terra na bacia do Rio Capivara sendo necessária elaboração de mapeamento sobre essa temática.

Palavras chave: vazão máxima; monitoramento; escoamento superficial.

Abstract

This paper aims a analysis of historical series of Capivari and Capivara rivers flow monitoring in Capivara River basin located in the management of water resources in the Middle Paranapanema, Sao Paulo. The data series was from two fluviométricos stations of the Department of Water and Power, with the monthly flow rates between 1980 and 2017. In the statistical analysis were prepared with annual series temporal histograms and monthly histograms of 2016 and 2017. Was featured an increase in maximum flows in Capivari River post from 2008, with fall only in 2014, whose situation was similar at the fluviométrico station of the Capivara river, showing annual flows greater than 50 m ³/s in 2015, 2016 and 2017. These data may indicate a possible change in the terms of use of the land in the basin of the Capivara requiring elaboration on this thematic mapping.

Key-words: maxime flow; monitoring; runoff.

1. Introdução

A Geografia Física busca a elaboração de metodologias para o monitoramento e espacialização dos dados para investigar os fenômenos naturais no intuito de analisar como ocorrem dos processos e as alterações na paisagem. De acordo com Colângelo (1997): "[...] trabalhos desta natureza implicam a realização de medições e experimentações, de campo e/ou laboratório, sobre as variáveis direta ou indiretamente ligadas aos processos estudados. Por isso, em pesquisas experimentais se trabalha com escalas de tempo e espaço locais e pontuais" (p. 51).

A bacia hidrográfica é uma unidade territorial e física presente na natureza sendo delimitada pelas condições de drenagem (CHRISTOFOLETTI, 1981). Os estudos referentes ao trabalho dos rios e a morfologia dos canais fluviais estão relacionados à hidrologia e à geometria hidráulica. De acordo com Christofoletti (1981), dentre as principais variáveis da

geometria hidráulica estão: a largura do canal, a profundidade, a velocidade de fluxo, a vazão e a área. A largura do canal corresponde à: "largura da superfície da camada de água recobrindo o canal" (idem, p. 65). A profundidade se dá pela "espessura do fluxo medida entre a superfície do leito e a superfície da água", e a velocidade de fluxo é "o comprimento da coluna de água que passa, em determinado perfil, por unidade de tempo". A vazão, ou débito, é "a quantidade de água escoada, por unidade de tempo"; e a área da seção é "a área ocupada pelo fluxo no perfil transversal do canal, considerando a largura e a profundidade" (idem, p. 65).

A vazão é compreendida como "o volume de água escoado na unidade de tempo de uma determinada seção do curso de água" (MARTINS, 1976, p. 38). Sobre as vazões máximas, médias e mínimas, salienta-se: "as vazões normais e as de inundação podem ser referidas a um instante dado ou aos valores máximo, médio ou mínimo de um determinado intervalo de tempo (dia, mês ou ano)" (idem, p. 38).

A respeito das vazões máximas, Martins (1976, p. 40) afirma: "as vazões máximas instantâneas em uma seção dependerão de precipitações tanto mais intensas quanto menor for a área da bacia hidrográfica, para as bacias de pequena área, as precipitações causadoras das vazões máximas têm grande intensidade e pequena duração; para as bacias de área maior, as precipitações terão menor intensidade e maior duração".

Desde 2003 existe uma rede de estações fluviométricas cadastradas no sistema HIDRO, cujo sistema é alimentado pelo monitoramento com responsabilidade de 290 empresas do setor hidrelétrico e instituições públicas, além da colaboração dos países fronteiriços (ANA, 2009).

Diante das condições de relação das precipitações com produção de vazões máximas que podem gerar inundações, são necessários os monitoramentos fluviais e pluviais numa rede de informações geográficas para atuar na gestão das bacias hidrográficas.

2. Material e métodos

2.1 Área de estudo

A Bacia do Rio Capivara está localizada na Unidade de Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Médio Paranapanema (UGRHI 17), possuindo como principais rios afluentes: Capivari, Alegre, Fortuna, Santo Inácio, Grande e Sapé. A bacia hidrográfica possui uma área de aproximadamente 3.462 km², cujos rios afluentes possuem uma rede de aproximadamente 585 km de extensão em uma densidade de drenagem de apenas 0,17 km/km².

O Rio Capivari possui uma bacia com área de aproximadamente 65.000 ha e um comprimento de 116 km na rede de drenagem constituída pelo rio principal e afluentes. O Rio Capivara possui uma bacia de aproximadamente 156.000 ha, sendo sua rede de drenagem constiuída por afluentes que totalizam 187 km.

A respeito da Geologia e Geomorfologia, aproximadamente 70% da bacia está localizada na Formação Vale do Rio do Peixe com substrato arenítico, aproximadamente 35% localiza-se em basaltos na Formação Serra Geral e 05 % localiza-se nos arenitos da Formação Marilia. Sobre as formas de relevo, a bacia está localizada no Planalto Ocidental Paulista com a existência de colinas com maiores declividades nas áreas influenciadas pela Formação Marília em condições de topo dos divisores de águas, e fundos de vale distribuídos em áreas fraturadas dos basaltos da Formação Serra Geral.

2.2 Procedimentos metodológicos

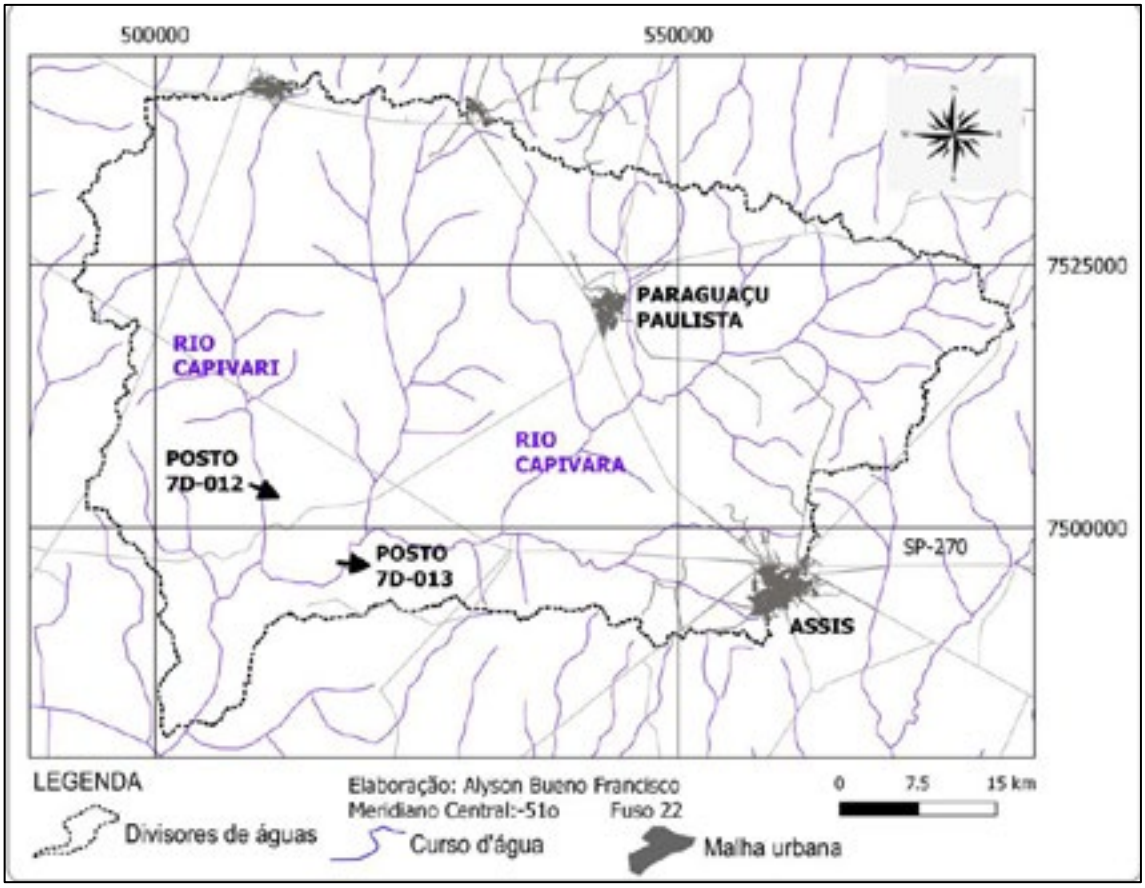
A base cartográfica foi elaborada a partir de arquivos vetoriais disponíveis na página eletrônica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, cujos dados foram utilizados no Sistema de Informação Geográfica QGIS versão 2.18.

Os dados de vazão máxima dos rios Capivari e Capivara foram obtidos dos postos fluviométricos D7-012 (Rio Capivari – Agissê) e D7-014 (Rio Capivara – Maracaí). Os dados mensais das vazões máximas foram inseridos em planilha eletrônica no aplicativo Microsoft Excel 2010 pela qual foram calculadas as médias anuais entre 1979 e 2017.

3. Resultados e discussão

A figura 01 apresenta a localização da Bacia do Rio Capivara com os postos fluviométricos dos dados analisados neste trabalho.

Figura 01 – Mapa da Bacia do Rio Capivara (SP) e postos fluviométricos do DAEE



A tabela 01 apresenta as vazões máximas pelas médias anuais no posto localizado no Rio Capivari.

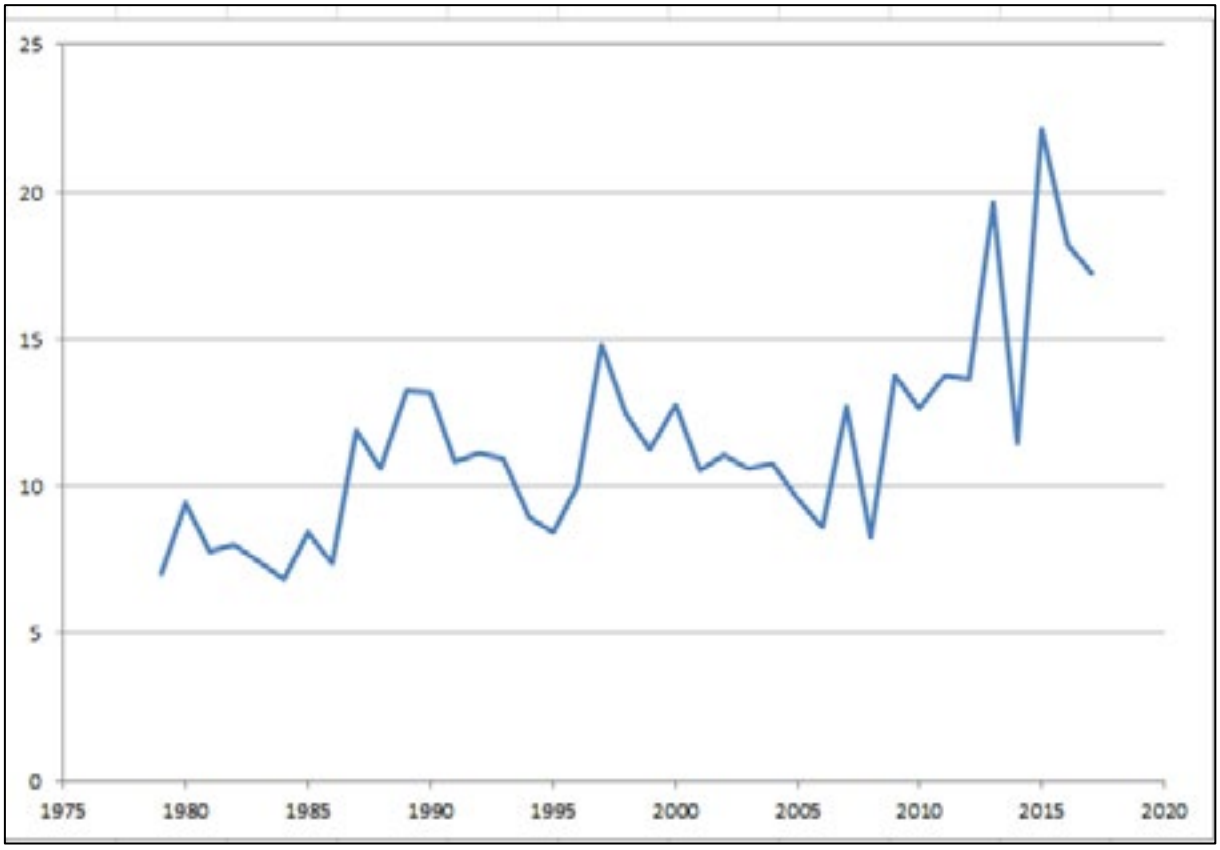
Tabela 01 – Vazões máximas em médias anuais do posto D7 -012 (Agissê)

Ano	VMM (m³/s)	Ano	VMM (m³/s)	Ano	VMM (m³/s)
1979	7,02	1992	11,09	2005	9,51
1980	9,43	1993	10,92	2006	8,58
1981	7,79	1994	8,95	2007	12,72
1982	8,00	1995	8,44	2008	8,24
1983	-	1996	10,00	2009	13,77
1984	6,84	1997	14,80	2010	12,62
1985	8,42	1998	12,47	2011	13,74
1986	7,39	1999	11,25	2012	13,61
1987	11,88	2000	12,74	2013	19,60
1988	10,57	2001	10,50	2014	11,48
1989	13,22	2002	11,07	2015	22,15
1990	13,17	2003	10,61	2016	18,2
1991	10,85	2004	10,75	2017	17,2

Fonte de dados: Departamento de Águas e Energia Elétrica (2018)

No Rio Capivari, nota-se uma tendência de aumento das vazões máximas a partir de 2009. No ano de 2014 as condições de seca na região Sudeste influenciaram numa queda da vazão. No entanto, em 2015 praticamente dobrou a vazão máxima em relação à média apresentada em 2014. O gráfico da figura 02 destaca as médias nos anos de 2013 e 2015.

Figura 02 – Vazões máximas (m³/s) pelas médias anuais entre 1979 e 2017 no posto D7-012



Elaboração: Francisco, A.B. (2018).

A tabela 02 apresenta as médias anuais das vazões máximas no posto localizado no Rio Capivara no município de Maracaí-SP.

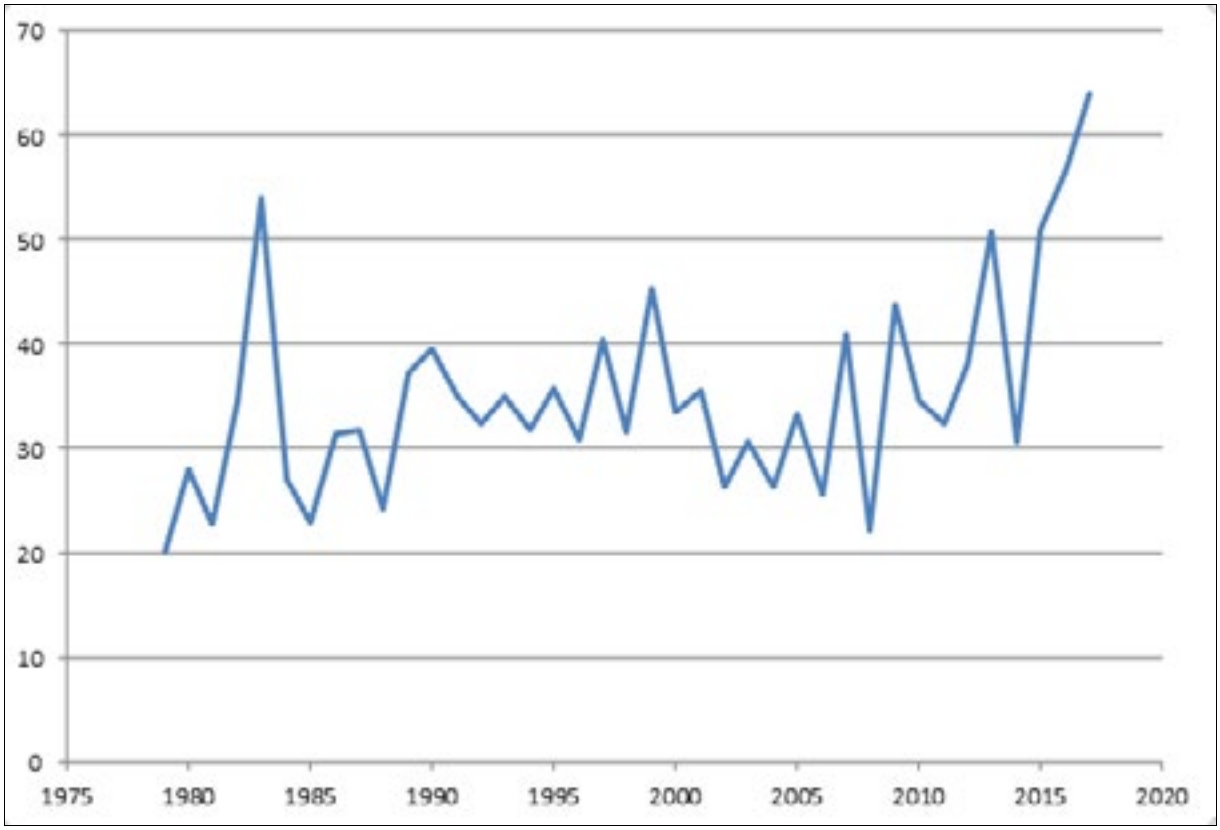
Tabela 02 – Vazões máximas em médias anuais do posto D7 -013 (Maracaí)

Ano	VMM (m³/s)	Ano	VMM (m³/s)	Ano	VMM (m³/s)
1979	20,06	1992	32,40	2005	33,32
1980	28,00	1993	35,00	2006	25,61
1981	22,71	1994	31,78	2007	41,00
1982	34,64	1995	35,65	2008	22,14
1983	54,08	1996	30,92	2009	43,91
1984	27,02	1997	40,43	2010	34,58
1985	22,90	1998	31,66	2011	32,43
1986	31,46	1999	45,32	2012	38,28
1987	31,75	2000	33,51	2013	50,81
1988	24,30	2001	35,58	2014	30,59
1989	37,29	2002	26,27	2015	51,01
1990	39,58	2003	30,68	2016	56,64
1991	35,01	2004	26,22	2017	64,01

Fonte de dados: Departamento de Águas e Energia Elétrica (2018)

O gráfico da figura 03 destaca a ocorrência de vazões acima de 40 m³/s em 1997 (ano de El Niño de forte intensidade), em 1999, e com maiores número de ocorrências a partir de 2009. No último registro em 2017 a vazão média máxima ultrapassou 60 m³/s, consolidando a tendência de aumento, do qual também foi registrada a queda em 2014 como no outro posto analisado.

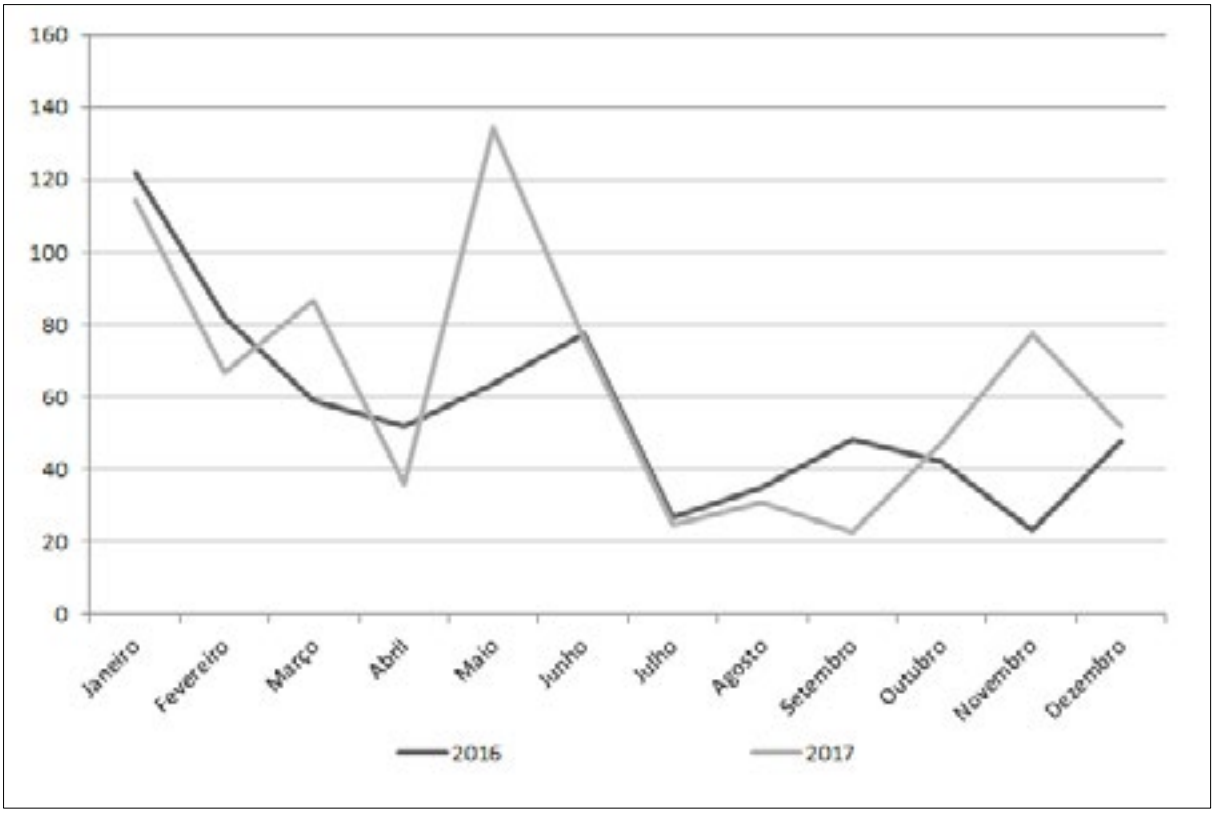
Figura 03 – Vazões máximas (m³/s) pelas médias anuais entre 1979 e 2017 no posto D7-013



Elaboração: Francisco, A.B. (2018).

O gráfico da figura 04 apresenta as vazões mensais máximas no Rio Capivara posto D7-013.

Figura 04 – Vazões máximas mensais nos anos de 2016 e 2017 registradas no posto D7-013



Elaboração: Francisco, A.B. (2018).

No Rio Capivara nota-se vazões máximas acima de 60 m³/s nos meses de janeiro a março, com destaque para o caso de maio de 2017 pela ocorrência de uma vazão máxima de 130 m³/s. Entre os meses de julho e setembro mantém uma relação com a sazonalidade climática da seca durante o inverno com vazões máximas abaixo de 40 m³/s.

A ocorrência de vazão máxima excepcional de maio de 2017 aponta uma necessidade de monitoramento das condições hidrológicas devido risco de comprometimento às infraestruturas principalmente em uma região com atividades agropecuárias com existência de pontes de estradas rurais.

4. Considerações finais

O monitoramento dos fenômenos naturais está cada vez mais presente nas pesquisas em Geografia Física, visto que a natureza apresenta sua dinâmica, cujas técnicas associadas aos Sistemas de Informação Geográfica contribuem na espacialização dos dados. Neste sentido, os dados hidrológicos podem ser associados às características das bacias hidrográficas como as mudanças de uso da terra que influenciam no escoamento superficial em ambientes tropicais.

Através da análise dos dados empíricos, Foi constado um aumento das vazões máximas no posto do Rio Capivari a partir de 2008, com queda apenas em 2014, cuja situação foi semelhante no posto fluviométrico do Rio Capivara, apresentando vazões anuais maiores que 50 m^3/s em 2015, 2016 e 2017.

Os estudos sobre vazões máximas são importantes para prever os riscos de inundações e rompimento de barragens, diante do uso dos recursos hídricos pelo setor de geração de energia no caso da Bacia do Rio Paranapanema.

O planejamento ambiental de bacias hidrográficas pode se apoio nos dados hidrológicos para garantir a gestão das águas diante dos futuros cenários climáticos e condições de degradação, cujo geógrafo contribui com a espacialização das informações hidrológicas e considera os diversos aspectos nas bacias hidrográficas.

5. Agradecimentos

O autor agradece à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela bolsa de pós-doutorado e supervisão do Prof. Dr. José Tadeu Garcia Tommaselli.

6. Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Inventário das estações fluviométricas**. 2.ed. Brasília: ANA, 2009.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia Fluvial**. São Paulo: Edgard Blucher, 1981.

COLANGELO, A. C. Metodologia em Geografia Física: ciência, tecnologia e Geomorfologia Experimental. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n.11, p. 47-56, 1997.

MARTINS, J. A. Escoamento superficial. In: PINTO, N. L. S.; HOLTZ, A. C. T.; MARTINS, J. A.; GOMIDE, F. L. S. **Hidrologia Básica**. São Paulo: Edgar Blucher, p. 36-55, 1976.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ANÁLISE DE CLOROFILA "a" E FEOFITINA EM DUAS NASCENTES DO POVOADO BAIXA DA AREIA, ALAGOAS

Anderson Marques Araújo do Nascimento[(a)], Emyr Vinícius Santos Pereira[(b)], Álvaro dos Santos[(c)], Gabriel do Nascimento Alves[(d)]

[(a)] IGDEMA, Universidade Federal de Alagoas, andersonxlr8@gmail.com
[(b)] IGDEMA, Universidade Federal de Alagoas, v-in-i@hotmail.com
[(c)] IGDEMA, Universidade Federal de Alagoas, alvaro.scq@outlook.com
[(d)] IGDEMA, Universidade Federal de Alagoas, gnalves0@gmail.com

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

A clorofila "a" é um pigmento encontrado em todos os grupos de vegetais e outros organismos autótrofos, sendo frequentemente utilizada como indicadora da biomassa fitoplanctônica em ambientes aquáticos. A determinação da feofitina também é indispensável por ser um dos agentes do estágio fisiológico do fitoplâncton, que podem acarretar na eutrofização. Diante disso visou-se analisar os níveis de clorofila "a" e feofitina em duas nascentes do Povoado Baixa da Areia, Alagoas. Para análise, foram executadas técnicas analíticas em laboratório, seguindo a metodologia de Lorenzen (1967). As análises de clorofila "a" e feofitina das nascentes avaliadas apresentaram concentrações em conformidade com a Resolução CONAMA. Os fatores físicos e do meio influenciam na dinâmica de clorofila "a" e feofitina.

Palavras chave: Biomassa fitoplanctônica. Eutrofização. Fatores físicos e ambientais.

Anderson Marques Araújo do Nascimento, Emyr Vinícius Santos Pereira, Álvaro dos Santos, Gabriel do Nascimento Alves

1. Introdução

A determinação da concentração de clorofila "a" e feofitina é uma ferramenta útil em estudos de produtividade primária, na interpretação de resultados de análises físicas e químicas, como indicadora do estado fisiológico do fitoplâncton e na avaliação do grau de eutrofização de ambientes aquáticos, ocasionado pelo crescimento de algas e cianobactérias devido ao enriquecimento de nutrientes, especialmente nitrogênio e fósforo (CETESB, 2014).

Silveira Júnior (2012) destaca que a variação sazonal da biomassa fitoplanctônica depende intrinsicamente das condições físicas e locais do ambiente. De acordo com o autor,

ecossistemas hídricos de pequeno porte tendem a apresentar um maior florescimento fitoplanctônico devido às variabilidades edafoclimáticas; tão logo, análises esporádicas nesses corpos d'água tornam-se imprescindíveis. Diante do exposto, objetivou-se analisar os níveis de clorofila "a" e feofitina em duas nascentes do Povoado Baixa da Areia, Alagoas.

2. Material e métodos

2.1. Caracterização geral da área de estudo

O local da pesquisa está localizado na área rural do Povoado Baixa da Areia, município de Maribondo, Alagoas, inserido na Mesorregião do Agreste Alagoano e na Microrregião Geográfica de Palmeira dos Índios, sob a abrangência da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Meio, nas coordenadas 09°34'38" S e 36°18'19" W, na altitude de 157 metros (GOVERNO DO ESTADO DE ALAGOAS, 2014). Os solos dominantes são os Argissolos vermelho e os Neossolos litólicos. O clima é o Aw - Tropical de Savana com chuvas de verão e precipitação média de 1.200 mm (EMBRAPA, 2012).

2.2. Análise de clorofila "a" e feofitina

As análises de clorofila "a" e feofitina foram realizadas em agosto/2018 mediante coleta de amostras de água com garrafas PET 1,5 L em três pontos específicos de duas nascentes: superfície, meio e fundo. As amostras de água foram armazenadas imediatamente em caixa térmica com gelo para conservação e o efetivo controle da temperatura com o mínimo contato de luz possível e encaminhadas ao laboratório.

Em laboratório, foram aplicadas técnicas analíticas para determinação de clorofila "a" e feofitina, seguindo a metodologia de Lorenzen (1967). Foram filtrados 500 mL de cada amostra de água coletada, medidos em proveta de 2.000 mL. O volume medido foi despejado e filtrado com auxílio de uma bomba de sucção a vácuo em kitassato sobre papel-filtro *Millipore*. Posteriormente os filtros foram colocados em tubos de ensaio contendo 5 mL de acetona 90% para a devida extração do pigmento verde e envolvidos com papel alumínio, a fim de impedir qualquer contato com a luz por um período de 24 horas.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Os tubos contendo a matéria fitoplanctônica envolta foi macerada com auxílio de bastão de vidro, adicionando-se mais 5 mL de acetona 90% para amassar e envolver a película filtrante. O material extrativo foi agitado por 10 minutos em centrífuga a uma velocidade de 4.500 rpm para que o sobrenadante pudesse ser retirado e encaminhado para análise espectrofotométrica. As leituras de clorofila "a" foram realizadas nos comprimentos de onda ʎ= 630–645–647–663–664–665–750 nanômetros–nm; a correção para feofitina foi feita acidificando-se a solução contida na cubeta após a 1ª leitura pela adição de 20 µL de ácido clorídrico 0,1 molar, nos mesmos comprimentos de onda. Antes de proceder as leituras de clorofila "a" e feofitina foi feita a prova com dois brancos (água deionizada e destilada, respectivamente), servindo como controle padrão de análise.

As concentrações de clorofila "a" e feofitina foram obtidas a partir das seguintes equações monocromáticas:

Clorofila "a" (µg/L) = 26,73 x (D664c-D665c) x $\left(\frac{v}{V \times L}\right)$

Feofitina (µg/L) = 26,73 x [(1,7 x D665c)-D664c] x $\left(\frac{v}{V \times L}\right)$

Onde: V = volume da amostra filtrada (L); v = volume de acetona 90% usada para extração (mL); L = caminho óptico da cubeta espectrofotométrica usada (cm); D664c = densidade óptica a 664nm corrigida antes da acidificação; D665c = densidade óptica a 665nm corrigida depois da acidificação.

Por meio dos cálculos específicos acima, os teores de clorofila "a" e feofitina foram estimados e então comparados aos níveis de tolerância para esse parâmetro hídrico, conforme a RESOLUÇÃO CONAMA n° 357, 17/03/2005.

3. Resultados e discussão

Os teores dos pigmentos de clorofila "a" e feofitina das nascentes avaliadas encontraram-se em níveis amplamente satisfatórios ao que é expendido pela Resolução CONAMA, que não deve exceder 10 µg/L; os valores intermediados tiveram pouca oscilação nas seis amostras de água coletadas, independente da profundidade, entre

ISBN: 978-85-7282-778-2

0,039 e 0,041 µg/L (Figura 1). Alves et al. (2012) mencionam que os níveis de eutrofização estão intimamente relacionados com os índices pluviométricos, cobertura vegetal e com a quantidade de insolação com que os corpos d'água ficam submetidos sazonalmente ao longo do ano, o que corrobora com os dados da pesquisa com as nascentes do Povoado Baixa da Areia, que apresentam características similares nas condições específicas citadas.

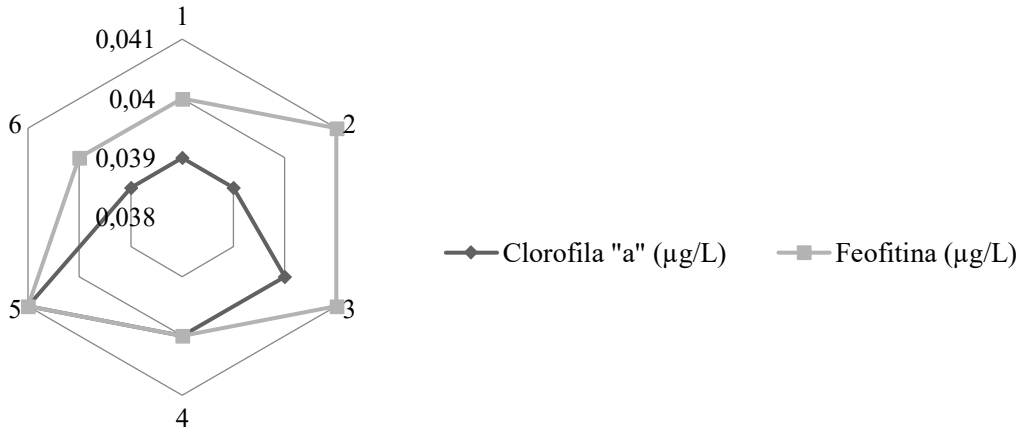


Figura 1: Níveis de clorofila "a" e feofitina nas nascentes avaliadas no Povoado Baixa da Areia, Alagoas.

Schimitz (2017) complementa que as moléculas de clorofila "a" são instáveis dependendo das condições do meio, tais como mudanças do pH, temperatura ou luminosidade excessiva, podendo sofrer degradação das mesmas, originando produtos conhecidos como feopigmentos. Segundo ele, a feofitina, produto da degradação da clorofila "a", pode interferir consideravelmente nas medidas deste pigmento, por absorver luz na mesma região do espectro que a clorofila "a" pelo processo de autodesagregação.

4. Considerações finais

As análises de clorofila "a" e feofitina das nascentes avaliadas apresentaram concentrações em conformidade com a Resolução CONAMA. Os fatores físicos e do meio influenciam na dinâmica de clorofila "a" e feofitina.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Agradecimentos

Ao Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente/IGDEMA/UFAL e ao Laboratório Integrado de Ciências do Mar e Naturais/LABMAR pela condução e recepção no desenvolver das análises. A Tecnóloga Sílvia Torres pelo auxílio na execução das análises em laboratório. Ao proprietário Seu Aloísio pelo notório suporte em campo e ajuda nas coletas das águas das nascentes.

Referências bibliográficas

ALVES et al. Qualidade das águas superficiais e avaliação do estado trófico do Rio Arari (Ilha de Marajó, norte do Brasil). **Acta Amazonica,** v. 43, n. 1, p. 115-124, 2012.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Determinação de Clorofila a e Feofitina a:** método espectrofotométrico**.** 3. ed. São Paulo: CETESB, 2014. 14p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Zoneamento agroecológico de Alagoas:** levantamento de reconhecimento de baixa e média intensidade dos solos do Estado de Alagoas. 1. ed. Recife: EMBRAPA, 2012. 238 p.

GOVERNO DO ESTADO DE ALAGOAS. **Perfil Municipal:** Maribondo. 2. ed. Maceió: SEPLANDE/AL, 2014. 25 p.

LORENZEN, C. J. Determination of chlorophyll and pheopigments: spectrophotometric equations. **Limnology & Oceanography,** Texas, US, v. 12, n. 2, p. 343-346, 1967.

RESOLUÇÃO CONAMA, n° 357,17/03/2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Ministério da Saúde.** Brasília, 17/03/2005. Disponível em: <http://pnqa.ana.gov.br/Publicacao/RESOLUCAO_CONAMA_n_357.pdf>.

SCHIMITZ, A. L. **Proteção de fontes de água em unidades de produção e vida familiares (UPVFS) no Sudoeste do Paraná: uma análise das ações desenvolvidas pela ACESI/STR, GETERR/UNIOESTE e EMATER-PR.** 2017. 258 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Francisco Beltrão, 2017.

SILVEIRA JÚNIOR, A. M. **Composição e biomassa microfitoplanctônica associadas a variáveis físico-químicas em dois transectos da Zona Estuarina do Rio Amazonas (Amapá, Amazônia, Brasil).** 2012. 92 p. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) – Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2012.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ANÁLISE DE IMPACTOS NOS CURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO SANTA ROSA

Pâmela Camila Assis[(a)], Natalia Barbosa Mateus [(b)], Ana Paula Matos e Silva [(c)]

[(a)] Instituto de Estudos Socioambientais, Universidade Federal de Goiás, pamela.assis1994@gmail.com
[(b)] Instituto de Estudos Socioambientais, Universidade Federal de Goiás, nataliabarbosamateus@hotmail.com
[(c)] Instituto de Estudos Socioambientais, Universidade Federal de Goiás, annapaulamatos@hotmail.com

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas Resumo

As bacias hidrográficas se apresentam como importantes sistemas que promovem água em quantidade e qualidade, o que vai depender da integridade de seus rios e de seus parâmetros morfométricos. Sendo assim buscou-se neste trabalho analisar a morfometria da bacia hidrográfica e os impactos presentes nos cursos hídricos, contando que a Bacia Higrográfica do Ribeirão Santa Rosa apresenta bons indicadores quanto ao escoamento superficial e ao comportamento hidrológico. Entretando, estimou-se que cerca de 58% dos cursos hídricos, indicam algum impacto ambiental decorrente de: represamentos, ausência de área de preservação permanente e cortes para rodovias.

Pâmela Camila Assis, Natalia Barbosa Mateus, Ana Paula Matos e Silva

Palavras chave: impactos; parâmetros morfométricos; bacias hidrográficas; gestão; rios.

1. Introdução

As bacias hidrográficas são caracterizadas por um sistema de circulação de fluxos da água através de seus conjuntos de rios, e são importantes mecanismos para promover água em quantidade e qualidade. Estas drenagens se confluem resultando em um único ponto de saída, chamado de exutório, que conflui com uma rede de drenagens superior, sendo inseridas em outras bacias maiores, a depender do contexto, podendo ser uma micro-bacia, sub-bacia, ou bacia hidrográfica (PAZ, 2004). Desde que esses canais apresentem integridade, a rede hidrográfica atuará de maneira significativa no seu processo natural hierárquico.

Alguns impactos ambientais sobre as drenagens podem comprometer o sistema

hídrico, como: perda da vegetação nativa; falta de planejamento de infraestruturas urbanas; ausência do tratamento de esgotos; e a captação ou represamento dos cursos d'água sem licenciamento ambiental. Diante disso compreender a dinâmica e os impactos sobre os recursos hídricos de uma bacia hidrográfica é fundamental para avaliar as irregularidades que comprometem o sistema. Dessa forma este estudo analisa os impactos nas drenagens da bacia hidrográfica do ribeirão Santa Rosa, localizada na região central do município de São Luís de Montes Belos.

2. Materiais e Métodos

Foram delimitadas manualmente as drenagens em escala de 1:2000 com apoio das imagens disponilibiladas pelo GoogleEarth com nível de detalhe, o que possibilitou o mapeamento das nascentes e cursos de primeira ordem hierarquica. Para melhor compreensão da bacia hidrográfica, realizou-se a análise morfométrica através das metodologias propostas por HORTON (1945) e apresentada por CHRISTOFOLETTI (1980) e VILLELA & MATTOS (1975) (Tabela I). Todos os dados foram projetados no Datum Sirgas 2000 com projeção UTM 22 S.

Tabela I – Metodologia adotada na realização dos Parâmetros Morfométricos, onde: A - Área da Bacia; P - Perímetro da Bacia; Lcp - Extensão do Canal Principal; L - Comprimento da Bacia; Nt - Total de Segmentos; Cr
- Comprimento Total dos Canais; Amax - altitude máxima da bacia.

Parâmetros Morfométricos	Fórmulas
Densidade de Drenagem (Dd)	Dd = Cr/ A (km/km²)
Densidade Hidrográfica (Dh)	Dh = Nt/A (km²)
Coeficiente de Compacidade (Kc)	Kc=0,28(P/√A)
Fator de Forma (Kf)	Kf = A/L²
Extensão do Percurso Superficial (Eps)	Eps = ½*Dd (km)
Gradiente do canal principal (Gep)	Gep = Amax / L (m/km)

3. Resultados e Discussões

A bacia hidrográfica do ribeirão Santa Rosa possui área de 351,146 km² e perímetro de 91,75 km, com total de 1449 cursos d'água (Nt), sendo 1100 de primeira

ISBN: 978-85-7282-778-2

ordem, 259 de segunda, 67 de terceira, 18 de quarta, 4 de quinta e 1 de sexta ordem com 18,35 km de comprimento, e com comprimento total dos canais (Cr) de 758,99 km (Figura1).

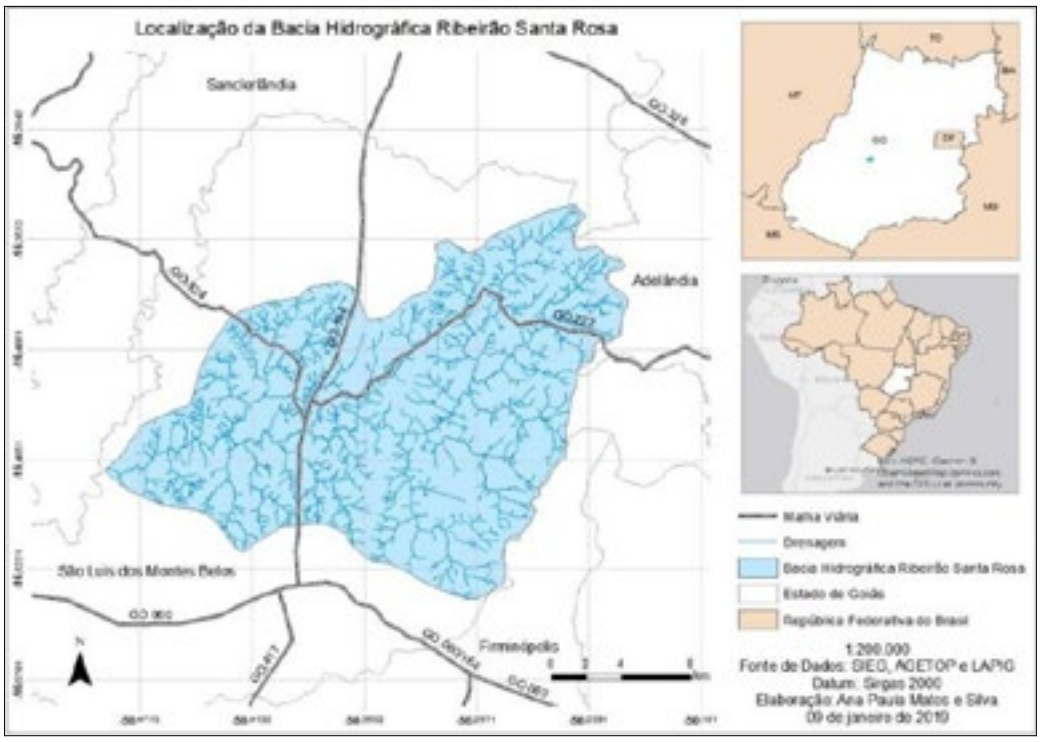


Figura 1- Localização da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Santa Rosa.

O comportamento hidrológico da bacia expressado através dos parâmetros morfométricos apontam que a densidade de drenagem em 2,16 km/km² mostra que a bacia é relativamente bem drenada. De acordo com VILLELA & MATTOS (1975), esse índice varia de 0.5 km/km2, para bacias com baixa drenagem, a 3.5 km/km2 ou mais, para bacias muito bem drenadas. Este parâmetro também indica a capacidade de infiltração da bacia, quanto maior o valor menor a infiltração, neste caso onde a (Dd) é 2,16 km/km² o escoamento tende a ser de moderado a elevado. A densidade hidrográfica 3,13 rios/km² e o nível máximo de ordem 6 indicam que a bacia é de moderada a bem drenada.

ISBN: 978-85-7282-778-2

O coeficiente de compacidade 1,37 e o fator de forma 1,04 km/km² demonstram que a bacia não é muito irregular e alongada, o que pode favorecer a ocorrência de enchentes e variações nas vazões. A extensão do percurso superficial de 0,23 m indica que a água precipitada percorre um curto trajeto até os rios receptores, contribuindo rapidamente para o aumento do nível de água. O alto valor do gradiente do canal principal de 25,72 m/km² representa o elevado desnível topográfico na bacia, o que indica uma alta capacidade energética dos fluxos d'água no processo de erosão e transporte (NUNES et al, 2006).

Apesar de apresentar bons indicadores quanto ao escoamento superficial e ao comportamento hidrológico, a bacia apresentou alguns impactos na rede de drenagens como bebedouros, represas, tanques de pisciculturas, ausência de APP's e cortes para criação de estradas (Figura 2).

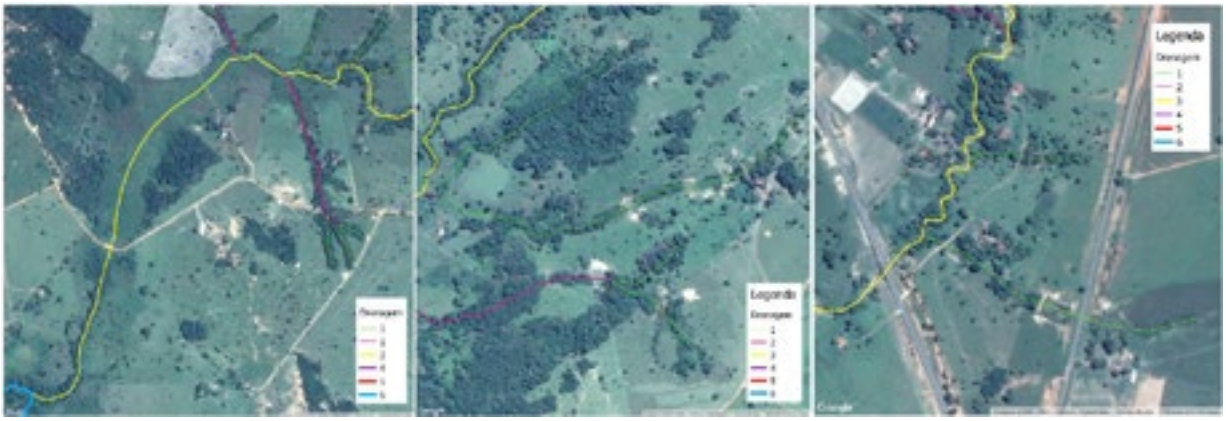


Figura 2 - Ausência de APP's (a); represamentos (b); cortes para criação de estradas (c).

São diversas as formas e usos dos represamentos, sendo uma região com grande criação de bovinos a maior parte são para bebedouros, além de represas de uso particular para lazer e tanques de psicultura (criação de peixes), cerca de 850 barragens, ou seja, presente em 58% dos canais. Por consequência, a perda da cobertura vegetal das margens dos rios prejudicam a capacidade de armazenamento de água dos rios, na preservação da qualidade d'água além de intervir no escoamento direto em microbacias (FIRMINO et al,

ISBN: 978-85-7282-778-2

2011). Em 2015, cerca de 54% das APPs da bacia hidrográfica do ribeirão santa rosa estaria protegido por remanescentes, seguido de 42,21% ocupado por pastagem, além de solo exposto, agricultura e corpos d'água somando pouco mais de 3%.

Como a bacia possui uma boa capacidade de transportar sedimentos devido ao alto gradiente do canal principal, é fundamental que as vegetações das margens dos rios estejam preservadas para evitar a redução do potencial hídrico devido ao assoreamento e possível diminuição dos canais. Além da difusão da drenagem com a interrupção do fluxo fluvial consequente da criação de rodovias carentes de pontes, totalizando cerca de 58% dos recursos hídricos impactados de forma a prejudicar a disponibilidade e qualidade do mesmo.

4. Considerações Finais

A integridade dos rios da bacia hidrográfica do ribeirão Santa Rosa está em boa parte comprometida devido as ações antrópicas por alterações dos canais, comprometendo a dinâmica natural da bacia. Assim este trabalho se mostra um alerta para órgãos gestores e fiscalizadores sobre a necessidade do plano de gestão dos recursos hídricos afim de preservar os rios.

5. Referências Bibliográficas

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

FIRMINO, P. F. ; MALAFAIA, G. ; DE LIMA RODRIGUES, A. S. **Diagnóstico da integridade ambiental de trechos de rios localizados no município de Ipameri, Sudeste do Estado de Goiás, através de um protocolo de avaliação rápida**. Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology, v. 15, n. 2, p. 1-12, 2011.

HORTON, R.E. **Erosional development of streams and their drainage basins: hidrophysical approach to quantitative morphology**. Bull. Geol. Soc. Am., v.56, p.275-370, 1945.

NUNES, F. G.; RIBEIRO, N. C.; FIORI, A. P. **Propriedades morfométricas e aspectosfísicos da bacia hidrográfica do Rio Atuba: Curitiba-Paraná**. Simpósio Nacional de Geomorfologia, v. 6, 2006.

VILLELA, S. M. ; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. McGraw-Hill, 1975.

PAZ, A. R.; **Hidrologia Aplicada**. Universidade Estadual do Rio Grande do Sul. 2004

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ANÁLISE DE PARÂMETROS LIMNOLÓGICOS EM DUAS NASCENTES DO POVOADO BAIXA DA AREIA, ALAGOAS

Anderson Marques Araújo do Nascimento[(a)], Emyr Vinícius Santos Pereira[(b)], Álvaro dos Santos[(c)], Gabriel do Nascimento Alves[(d)]

[(a)] IGDEMA, Universidade Federal de Alagoas, andersonxlr8@gmail.com
[(b)] IGDEMA, Universidade Federal de Alagoas, v-in-i@hotmail.com
[(c)] IGDEMA, Universidade Federal de Alagoas, alvaro.scq@outlook.com
[(d)] IGDEMA, Universidade Federal de Alagoas, gnalves0@gmail.com

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

A água é um recurso natural importante para a manutenção da vida do ser humano e suas atividades. Todavia no meio rural os níveis de potabilidade da água consumida via nascentes são desconhecidos por não haver análises esporádicas nesses corpos d'água. Neste sentido, visou-se analisar a qualidade de águas de duas nascentes do Povoado Baixa da Areia através de técnicas analíticas. Foi utilizada uma sonda multiparâmetros e soluções específicas e através da técnica de espectrofotometria foi determinado os principais parâmetros físicos e químicos das águas coletadas. As análises limnológicas qualificam a Nascente A como a mais apropriada ao consumo humano, em relação à Nascente B. O modo de conservação e cercamento das nascentes influi no grau de potabilidade e qualidade de suas águas.

Palavras chave: Qualidade da água. Potabilidade. Parâmetros fisico-químicos.

Anderson Marques Araújo do Nascimento, Emyr Vinícius Santos Pereira, Álvaro dos Santos, Gabriel do Nascimento Alves

1. Introdução

Os moradores de comunidades rurais que se utilizam de nascentes nem sempre têm acesso a água tratada, culminando na utilização de uma água de qualidade duvidosa (SILVA et al., 2018). Richter (2009) destaca que não existe água totalmente pura disponível na natureza, voltada exclusivamente para o consumo humano, fazendo-se necessário o seu confisco para que se possa avaliar o grau de potabilidade, que deve ser livre de contaminantes orgânicos e inorgânicos e de organismos patogênicos, conforme estabalece os prinicpais órgãos competentes e o Ministério da Saúde.

ISBN: 978-85-7282-778-2

No Estado de Alagoas as águas de nascentes em áreas rurais são utilizadas diretamente pelos proprietários devido ao fácil acesso que têm a elas e por ser economicamente viável. No entanto, do ponto de vista de potabilidade é pouco conhecido, em virtude de não haver análises periódicas nesses ambientes voltadas a determinar o grau de qualidade dessas águas, relacionados, também, com o modo de preservação das nascentes, como ocorre no Povoado Baixa da Areia, área rural isolada da cidade, localizado no município de Maribondo-AL. Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo analisar parâmetros limnológicos em duas nascentes do Povoado Baixa da Areia e associá-los aos padrões de potabilidade, conforme a RESOLUÇÃO CONAMA n° 357, 17/03/2005.

2. Material e métodos

2.1. Caracterização geral da área de estudo

O local da pesquisa está localizado na área rural do Povoado Baixa da Areia, município de Maribondo, Alagoas, inserido na Mesorregião do Agreste Alagoano e na Microrregião Geográfica de Palmeira dos Índios, sob a abrangência da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Meio, nas coordenadas 09°34'38" S e 36°18'19" W, na altitude de 157 metros (GOVERNO DO ESTADO DE ALAGOAS, 2014). Os solos dominantes são os Argissolos vermelho e os Neossolos litólicos. O clima é o Aw - Tropical de Savana com chuvas de verão e precipitação média de 1.200 mm (EMBRAPA, 2012).

2.2. Análise limnológica

Para analisar os parâmetros limnológicos foram feitas coletas em duas nascentes do Povoado Baixa da Areia (nomeadas Nascente A e Nascente B), cada uma pertencente a proprietários privados, em agosto/2018. Em cada nascente foram coletadas 3 amostras de água, com o auxílio de garrafas PET 1,5 L, em três pontos específicos das mesmas: superfície, meio e fundo. As amostras foram acondicionadas em caixa térmica com gelo para conservação e encaminhadas ao laboratório.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Em laboratório foram analisados os seguintes parâmetros de potabilidade: pH, turbidez, salinidade, condutividade elétrica e o material particulado em suspensão-MPS, com o auxílio de uma sonda multiparâmetros YSI-6600 V2. Foram analisados também parâmetros físico-químicos de nitrito, nitrato, amônia e fósforo total, por meio da adição de reagentes químicos específicos para a determinação de cada parâmetro analisado, sendo posteriormente levados a leitura espectrofotométrica com seus respectivos comprimentos de onda, fazendo-se inicialmente uma prova com dois Brancos (água deionizada e água destilada) como amostras-padrão antes de proceder as leituras, seguindo a metodologia de Carmouze (1994).

3. Resultados e discussão

Com relação aos parâmetros analisados na sonda multiparâmetros, constatou-se que entre as nascentes avaliadas a Nascente A foi a que apresentou níveis satisfatórios de qualidade de água (Tabela I), relacionados intimamente com o teor de pH, principal parâmetro hídrico vinculado às propriedades da água. Silva et al. (2018) mencionam que valores muito baixos de pH (inferior a 6,0) implicam em água corrosiva a alguns metais e paredes de concreto.

Tabela I: Padrões de potabilidade da água analisados pela sonda multiparâmetros nas Nascentes A e B, no Povoado Baixa da Areia.

Amostra	pH	Turbidez (UNT)	Salinidade (dS/m)	Condutividade elétrica (uS/cm)	MPS (mg/L)
Nascente A (superfície)	6,49	0,03	0,05	109	0,071
Nascente A (meio)	6,20	0,03	0,05	101	0,066
Nascente A (fundo)	6,20	0,03	0,05	102	0,066
Nascente B (superfície)	5,93	0,03	0,05	100	0,065
Nascente B (meio)	5,76	0,02	0,05	99	0,065
Nascente B (fundo)	5,76	0,02	0,05	99	0,065
CONAMA	**6,0-9,0**	**< 40-100**	**< 0,1**	**0-800**	**< 500-1000**

Marmontel e Rodrigues (2015) analisando os padrões limnológicos de quatro nascentes em área do Córrego Pimenta, na Fazenda Experimental São Manuel-SP, também constataram valores oscilatórios nos parâmetros avaliados acima, onde concluíram que as

ISBN: 978-85-7282-778-2

nascentes com cobertura vegetal apresentavam níveis de potabilidade satisfatórios, em relação às nascentes isentas dela, o que também corrobora com os dados obtidos no Povoado Baixa da Areia com a Nascente A, que apresenta vegetação arbórea em seu entorno, em contrapartida a Nascente B, isenta de cobertura vegetal.

No que diz respeito às variáveis físico-químicas nitrito, nitrato, fósforo total e amônia, os dados da Nascente A também foram levemente satisfatórios em relação a Nascente B, ainda que ambas tenham atendido aos pré-requisitos de avaliação, conforme expede a Resolução CONAMA, à exceção dos teores de fósforo total, que em ambas as nascentes encontraram-se em níveis parcialmente superiores aos limites estabelecidos (Tabela II). Medeiros et al. (2016) afirmam que o acúmulo de nutrientes nas camadas hidrográficas influencia o nível de elementos biogênicos (carbono, fósforo e nitrogênio), em virtude da ação da água no perfil do solo e pelos pulsos pluviométricos que dinamizam os ciclos biogeoquímicos globais.

Tabela II: Padrões de potabilidade da água referente aos parâmetros físico-químicos analisados nas Nascentes A e B, no Povoado Baixa da Areia.

Amostra	Nitrito	Nitrato	Fósforo Total	Amônia
Nascente A (superfície)	0,051	1,723	0,120	0,071
Nascente A (meio)	0,048	1,915	0,075	0,083
Nascente A (fundo)	0,049	2,162	0,069	0,095
Nascente B (superfície)	0,057	2,732	0,061	0,098
Nascente B (meio)	0,056	3,115	0,100	0,102
Nascente B (fundo)	0,055	3,340	0,070	0,108
CONAMA	**≤ 1,0 mg/L N**	**≤ 10,0 mg/L N**	**≤ 0,02 mg/L P**	**1,0-5,0 mg/L N**

4. Considerações finais

As águas da Nascente A são mais apropriadas ao consumo humano, em relação à Nascente B. O modo de conservação das nascentes influi no grau de potabilidade e qualidade de suas águas.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Agradecimentos

Ao Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente/IGDEMA/UFAL e ao Laboratório Integrado de Ciências do Mar e Naturais/LABMAR pela condução e recepção no desenvolver das análises físico-químicas. Ao proprietário Seu Aloísio pelo notório suporte em campo e ajuda nas coletas das águas das nascentes.

Referências bibliográficas

CARMOUZE, J. P. **The metabolism of aquatic ecosystems.** 1. ed. São Paulo: FAPESP, 1994. 253 p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Zoneamento agroecológico de Alagoas:** levantamento de reconhecimento de baixa e média intensidade dos solos do Estado de Alagoas. 1. ed. Recife: EMBRAPA, 2012. 238 p.

GOVERNO DO ESTADO DE ALAGOAS. **Perfil Municipal:** Maribondo. 2. ed. Maceió: SEPLANDE/AL, 2014. 25 p.

MARMONTEL, C. V. F.; RODRIGUES, V. A. Parâmetros indicativos para qualidade da água em nascentes com diferentes coberturas de terra e conservação da vegetação ciliar. **Revista Floresta e Ambiente,** Rio de Janeiro, v. 22. n. 2, p. 171-181, 2015.

MEDEIROS, P. R. P. et al. Interannual variability on the water quality in the Lower São Francisco River (NE-Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia,** Rio Claro, v. 28, n. 1, p. 1-11, 2016.

RICHTER, C. A. **Água:** métodos e tecnologias de tratamento. 1. ed. São Paulo, 2009. 352 p.

RESOLUÇÃO CONAMA, n° 357,17/03/2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Ministério da Saúde.** Brasília, 17/03/2005. Disponível em: <http://pnqa.ana.gov.br/Publicacao/RESOLUCAO_CONAMA_n_357.pdf>.

SILVA, D. E. et al. Análise da eficiência da filtração lenta para o tratamento de água de uma nascente situada na zona rural de Passabém – MG. **Research, Society and Development,** v. 7, n. 6, p. 01-25, 2018.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ANÁLISE DE VAZÕES DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CHOPIM (PR), VARIBILIDADE, INTENSIDADE E PERÍODO DE RETORNO

Anderson Borges [(a)], Rafaela Harumi Fujita[(b)]

[(a)] Discente do Programa de Pós Graduação em Geografia, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, anderb_8@hotmail.com.
[(b)] Docente do Programa de Pós Graduação em Geografia, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, rafaela.fujita@unioeste.br.

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas.

Resumo: A aplicação de métodos estatísticos para analisar o comportamento do regime de vazões de um rio, é uma ferramenta importante, tendo em vista a utilização do rio em áreas urbanas e rurais. Esse estudo tem por objetivo, analisar o comportamento do regime de vazões (variabilidade, intensidade e período de retorno) do rio Chopim. Para isso foi utilizado parâmetros estatísticos (média e desvio padrão) e o método de Gumbel. Os dados das três estações fluviométricas foram trabalhados no Excel e constatou-se que as estações não apresentam periodicidade, sem definição de estação seca ou chuvosa. A quantia de meses que a vazão média superou os valores da média+desvio padrão é maior do que a número de meses que vazão foi inferior a vazão-desvio padrão. Quanto ao período de recorrência, para a média das estações, a recorrência é 2,3 anos. Os extremos das séries apresentam período de recorrência de 4000 a 15000 anos.

Palavras chave: Métodos estatísticos, Rio Chopim, Gumbel, Recorrência.

1. Introdução

O controle dos recursos hídricos está a cargo do Estado, contudo, esse assunto gera debate em várias esferas da sociedade, haja vista, o uso da água em areas urbanas, rurais e industriais. Desta forma, “em tempos em que a água deixou de ter valor natural e passou a ter valor econômico e político, o conhecimento hidrológico passou a ter fundamental importância para a gestão e controle dos recursos (LEITE; OLIVEIRA, 2017, p. 1857)”. De acordo com SILVINO *et* al. (2007, p. 370), as informações sobre o regime de vazões é de extrema

importância para proteções contra cheias, dimensionamento de canais, abastecimento urbano, irrigação, geração de energia, entre outros.

Conforme Valverde (2004, p.927), "a análise de distribuições de frequências de vazões máximas e mínimas e a de precipitações máximas demandam o uso de distribuições estatísticas". Os processos hidrológicos, como a vazão de um rio são aleatórios, desta forma, para o tratamento e quantificação dos dados estatísticos é realizado por meio de modelos probabilísticos aplicados ás séries hidrológicas, constituídas de variáveis discretas (número de ocorrência ou intervalo de tempo até observação) ou contínuas (distribuição amostral de frequência) (LEME, 2002, p.78).

Perante o exposto, o objetivo deste trabalho é analizar o regime de vazões e período de recorrência de vazões máximas (média mensal) de três (Águas do Verê, Porto Palmeirinha e Salto Claudelino) estações fluviométricas da bacia hidrográfica do rio Chopim.

2. Materiais e Métodos

Para o desenvolvimento dessa pesquisa foi utilizado os dados de vazão média mensal de três (Figura 1) estações fluviométricas Águas do Verê (código 65960000, no período de 1957 a 2016), Porto Palmeirinha (código 65927000, no período de 1956 a 2016) e Salto Claudelino (código 65925000, no período de 1966 a 2017). Os dados de vazão foram obtidos por meio do acesso ao banco de dados do Instituto das Águas do Paraná (AGUASPARANÁ).

ISBN: 978-85-7282-778-2

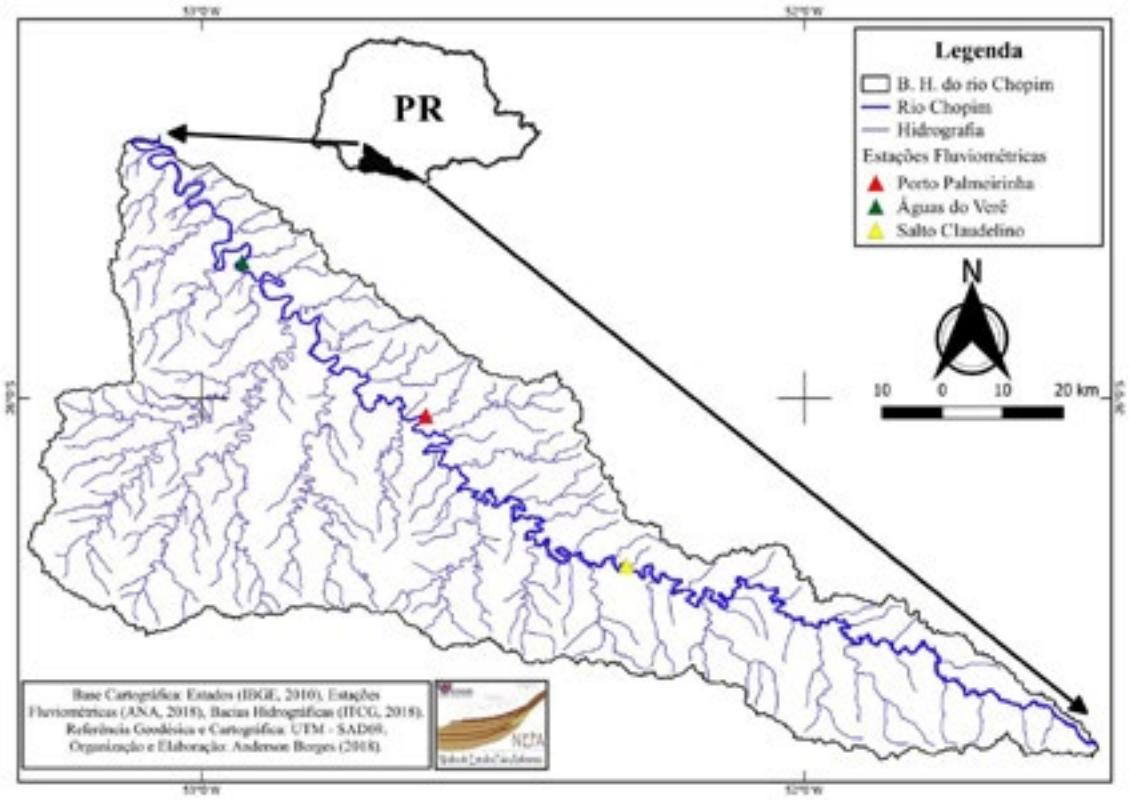


Figura 1-Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Chopim (PR) e das estaçõs fluviométricas.

A organização dos dados e os parâmetros estatísticos utilizados no trabalho são baseados em Zavattini; Boin (2013, p.33). A **média aritmética(X)** foi calculada pela Equação (1):

$$X = \sum_{1a n} / n \quad ...(1)$$

Onde X= média aritmética; ∑= somatória dos dados, do primeiro ao enésimo; n= número de ocorrências.

O **Desvio-padrão (DV)** foi calculado conforme Equação (2):

$$S = \frac{\sqrt{\sum_{1a n} (xi - X)^2}}{n} \quad ...(2)$$

ISBN: 978-85-7282-778-2

Onde xi= o valor individual de cada dado; X= média aritmética; ∑= somatória dos dados, do primeiro ao enésimo; n= número de ocorrências.

Para análise de probabilidade de um valor médio mensal ser igualado ou superado foi utilizado o Método de Gumbel (VILLELA; MATTOS, 1975, p.146), que consiste em:

$$P = e^{-e^{y}} \ldots(3)$$

Onde "e" é a base dos logaritmos neperianos e "y" é (variável reduzida) dado por:

$$y = (x - xf)\frac{Sn}{Sx} \ldots(4)$$

Onde xf (moda dos valores extremos) dada por:

$$xf = X - Sx(\frac{Yn}{Sn}) \ldots(5)$$

X é a média da variável x.

Yn e Sn, é a média e o desvio padrão da variável reduzida (Tabela I).

Sx é o desvio padrão da variável x.

Tabela I- Valores da Média (Yn) e do Desvio Padrão (Sn) da variável reduzida em função do tamanho da amostra (n).

n	Yn	Sn
50	0,5485	1,1607
51	0,5489	1,1623
52	0,5493	1,1638
53	0,5497	1,1658
54	0,5501	1,1667
55	0,5504	1,1681
56	0,5508	1,1696
57	0,5511	1,1708
58	0,5515	1,1721
59	0,5518	1,1734
60	0,5521	1,1747
61	0,5524	1,1759
Fonte: Carvalho; Silva, 2006.		

ISBN: 978-85-7282-778-2

Durante o período estudado, ocorreram falhas nos dados. Para preencher as falhas empregamos o método de ponderação regional descrito por Bertoni e Tucci (2009, p.183). Ele consiste na utilização da média de três postos pluviométricos próximos e com base na média desses postos, é possível preencher as falhas em determinados períodos.

3. Resultados e discussões

A partir da análise dos dados foram definidos os valores estatísticos, referente a média e desvio padrão (Figura 2, 4 e 6) de cada estação fluviométrica, e a probabilidade de recorrência (Figura 3,5 e 7) de vazões médias mensais.

A estação fluviométrica Salto Claudelino se localiza mais a montante da Bacia hidrográfica do rio Chopim, apresenta média (X) de 56,86 m³/s e desvio padrão (DV) de 45,25 m³/s. Desta forma o X-DV é 11,61 m³/s e o X+DV é 102,12 m³/s. Na figura 2 está os dados referentes à vazão, média, X-DV e X+DV da estação Salto Claudelino.

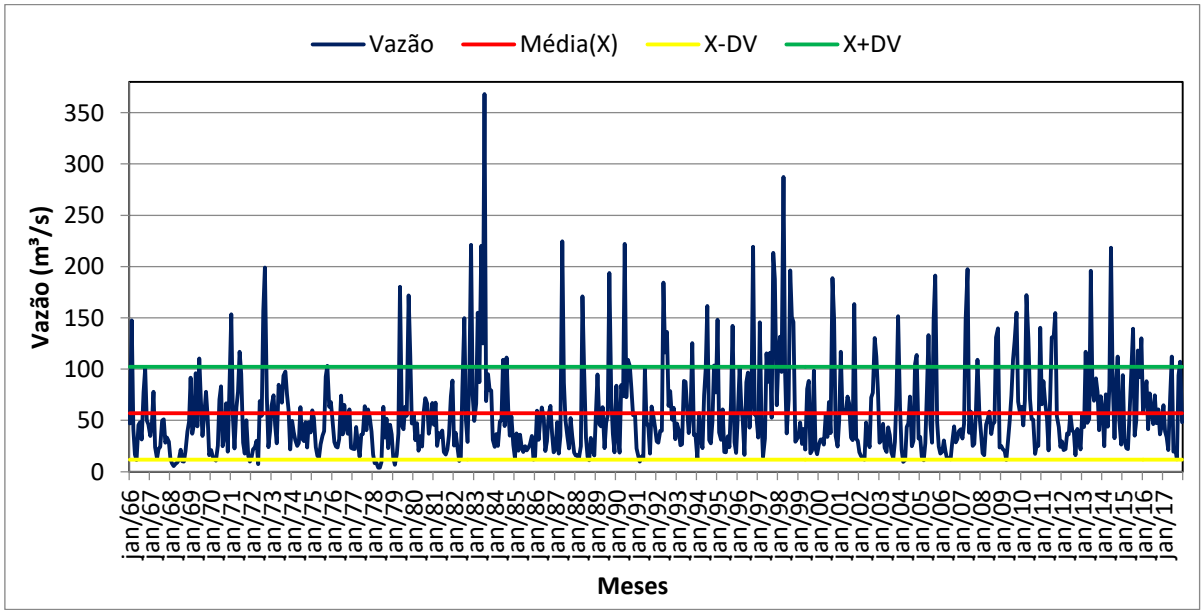


Figura 2- Regime de vazões (mensal) da estação fluviométrica Salto Claudelino.

A série de dados exposta acima apresenta baixa periodicidade, não pode se verificar período do ano com estação chuvosa ou seca, tendo em vista a oscilação do regime de vazão

mensal. Durante o período abordado no trabalho, em 24 meses (mai/1966, fev, mar, abr, mai, jun, ago, set/1968, abr/1970, dez/1971, mai/1972, fev, mar, abr, mai, jun/1978 fev/1979, abr/1982, set/1988, mar/1991, mar, abr/2004, mar/2005 e abr/2009) a vazão média mensal ficou abaixo do X-DV. Já os meses em que a média mensal ficou acima da X+DV são 79 (fev/1966, jun/1969, jan, jun/1971, ago, set/1972, out/1975, mai, out, nov/1979, jul, nov/1972, mar, mai, jun, jul/1983, jun, ago/1984, mai/1987, mai/1988, set/1989, jun, ago, set/1990, mai, jun, jul/1992, out/1993, jul, nov/1994, jan, out/1995, out/1996, fev, jun, ago, out, nov/1997, jan, fev, abr, ago, set, out/1998, set, out/2000, fev, out/2001, out, nov/2002, dez/2003, out, nov/2004, jun, set, out/2005, abr, mai, nov/2007, out, nov/2008, ago, set, out/2009, abr, mai, dez/2010, jul, ago, set/2011, mar, jun/2013, jun, out/2014, jul, out, dez/2015, jun, nov/2017).

Quanto ao período de recorrência das vazões da estação Salto Claudelino estão representados na figura 3;

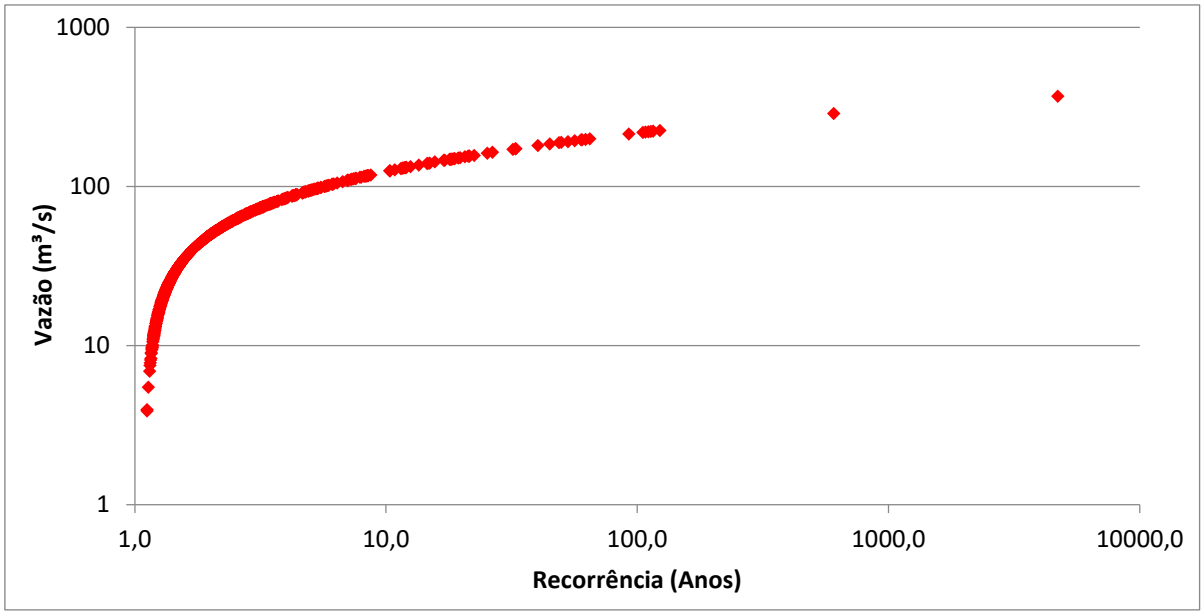


Figura 3 – Recorrência (anos) de vazões médias mensais da estação Salto Claudelino

A probabilidade de recorrência da vazão média mensal (56,86 m³/s) é de 2,3 anos. Já atingir o X+DV (102,12 m³/s) é de 6,1 anos. No que diz respeito aos extremos da série, a

probabilidade de recorrência das vazões de maio/1987 (224,49 m³/s), abril/1998 (287,28 m³/s) e julho/1983 (368,10 m³/s) é de 123,2, 605,8 e 4.722,3 anos respectivamente.

No que diz respeito a estação fluviométrica Porto Palmeirinha, se localiza mais na área central da Bacia hidrográfica do rio Chopim, apresenta média (X) de 106,20 m³/s e desvio padrão (DV) de 84,9 m³/s. Desta forma o X-DV é 21,25 m³/s e o X+DV é 191,16 m³/s. Na figura 4 está os dados referentes à vazão, média, X-DV e X+DV da estação Porto Palmeirinha.

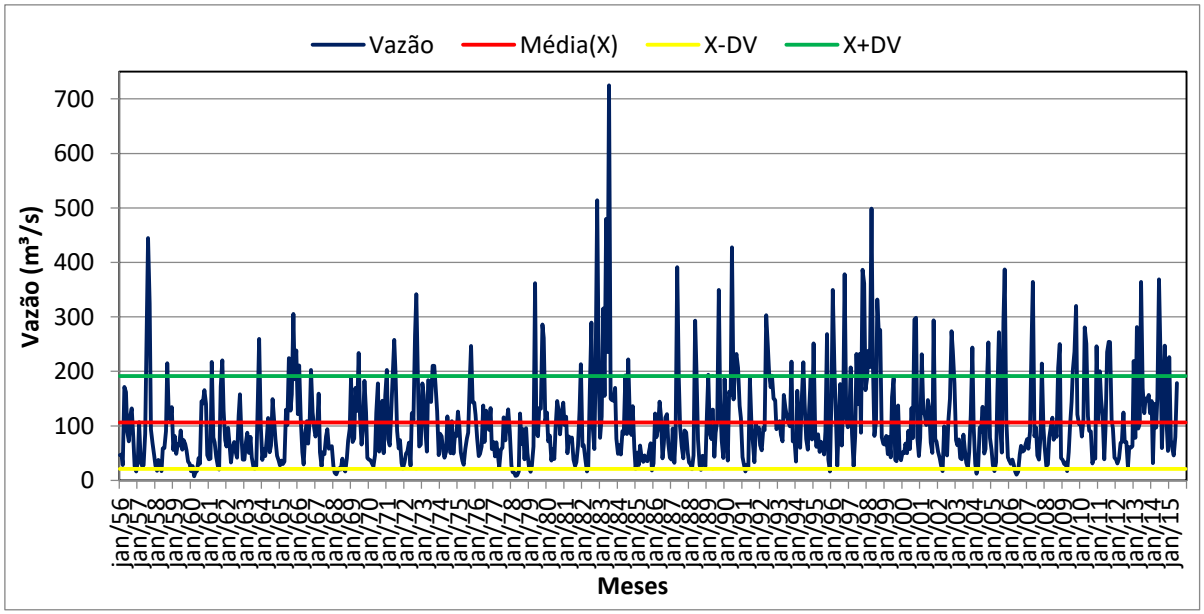


Figura 4- Regime de vazões (mensal) da estação fluviométrica Porto Palmeirinha.

Assim como na estação Salto Claudelino, a estação fluviométrica Porto Palmeirinha apresenta baixa periodicidade, com estação chuvosa e seca não definida. Na figura acima observamos 34 meses (dez/1956, fev, mai/1958, jan, mar, abr, mai/1960, ago/1961, ago/1963, fev, mar, abr, jun, set/1968, fev, mar, abr, mai, jun/1978, fev/1979, abr/1982, dez/1985, mar, set/1988, mar, mai/1991, dez/1995, abr/2002, mar/2004, mar/2005, mai, jun, jul/2006 e abr/2009) com vazão média mensal abaixo ou igual a X-DV (21,25 m³/s). Os meses em que a média mensal ficou acima da X+DV (191,16 m³/s) são 103 (jul, ago, set/1957, set/1958, mar,

ISBN: 978-85-7282-778-2

out/1961, nov/1963, jul, out, dez/1965, fev, out/1966, jun/1969, jan, jun, jul/1971, ago, set/1972, ago, set/1973, out/1975, mai, out, nov/1979, dez/1981, jul, out, nov/1982, mar, mai, jun, jul/1983, jun, ago/1984, mai/1987, mai, jun/1988, fev, set/1989, jun, ago, set, out/1990, mai, jun, jul, set/1992, out/1993, jun/1994, jan, out/1995, fev, mar, out/1996, fev, jun, ago, out, nov/1997, fev, mar, abr, mai, ago, set, out/1998, set, out/2000, fev, out/2001, out, nov/2002, dez/2003, nov/2004, jun, set, out/2005, abr, mai, nov/2007, out, nov/2008, ago, set, out/2009, abr, mai, dez/2010, fev, jul, ago, set/2011, jan, mar, jun/2013, jun, jul, out/2014, jan, jul, out, nov e dez/2015).

Sobre o período de recorrência das vazões da estação Porto Palmeirinha estão representados na figura 5;

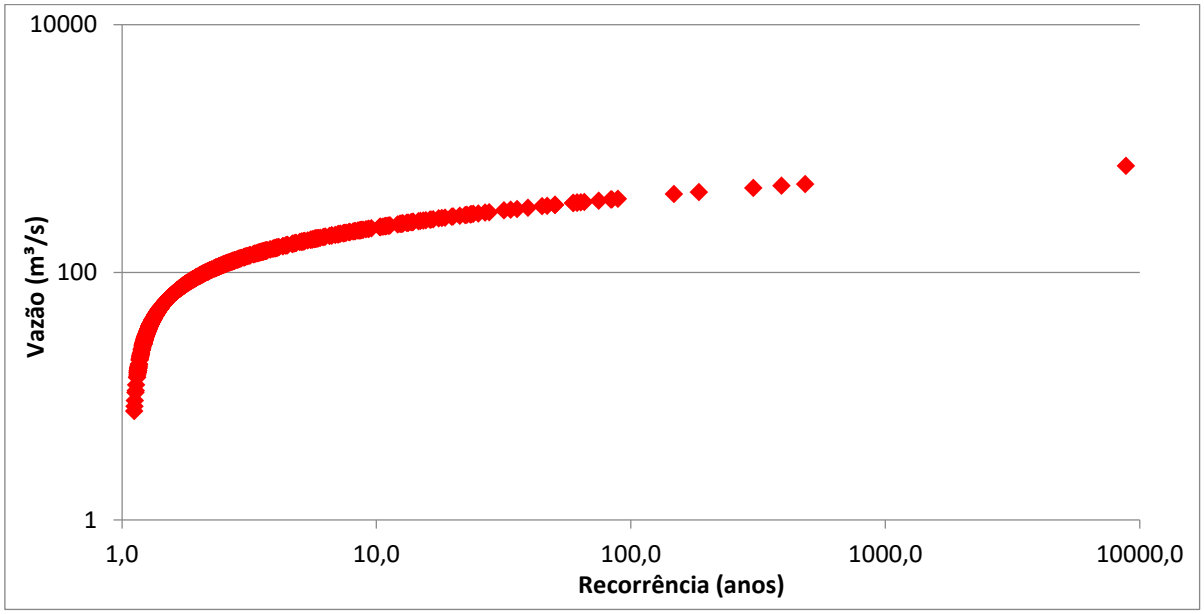


Figura 5 – Recorrência (anos) de vazões médias mensais da estação Porto Palmeirinha.

Acerca da recorrência da vazão média mensal (106,20 m³/s) é de 2,3 anos. Quanto ao X+DV (191,16 m³/s) é de 6 anos. Em relação aos extremos da série, a probabilidade de recorrência das vazões de abril/1998 (498,54 m³/s), novembro/1982 (514,12 m³/s) e julho/1983 (724,61 m³/s) é de 391,3, 485 e 8.847,6 anos respectivamente.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Por fim, a estação fluviométrica Águas do Verê, se localiza mais na área mais a jusante da Bacia hidrográfica do rio Chopim, apresenta média (X) de 206,17 m³/s e desvio padrão (DV) de 172,81 m³/s. Desta forma o X-DV é 34,09 m³/s e o X+DV é 378,25 m³/s. Na figura 6 estão os dados referentes à vazão, média, X-DV e X+DV da estação Águas do Verê;

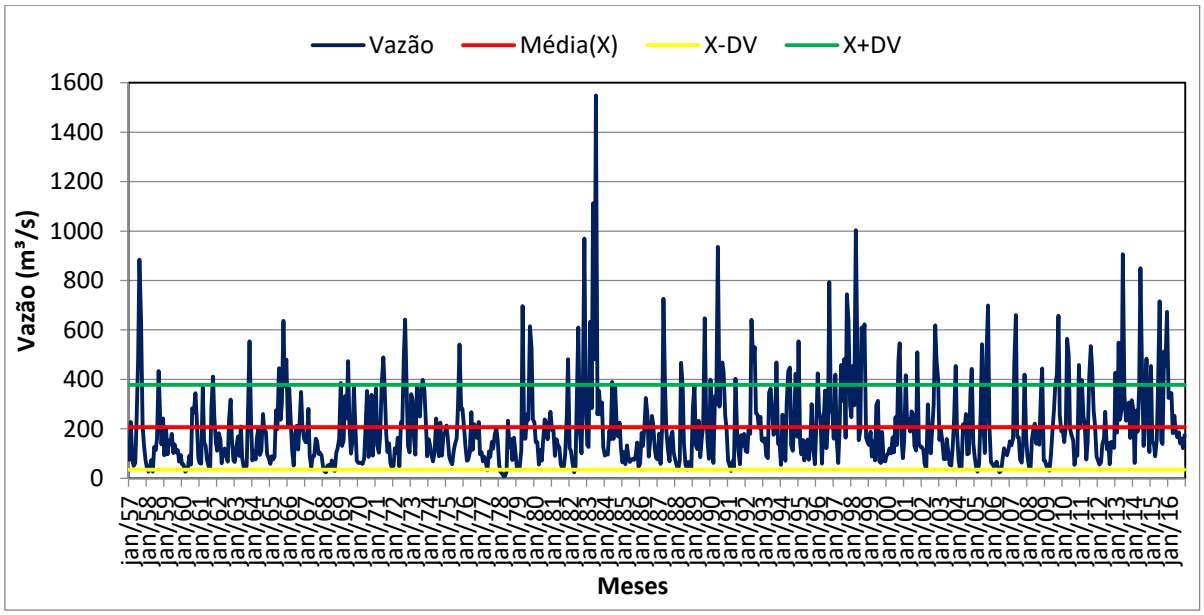


Figura 6- Regime de vazões (mensal) da estação fluviométrica Águas do Verê.

A respeito da estação Águas do Verê, como as demais, apresenta baixa periodicidade, com estação chuvosa e seca não definida. Na série exibida acima, 20 meses (fev, mai/1958, mar, abr/1960, fev, mar, set/1968, mai/1977, fev, mar, abr, mai, jun/1978, abr/1982, mar/1991, mar/2005, mai, jun, jul/2006 e abr/2009) estão com a média mensal inferior ou igual a X-DV (34,09 m³/s). Na série, os meses em que a média mensal ficou igual acima da X+DV (378,25 m³/s) são 92 (jul, ago, set/1957, set1958, out/1961, nov/1963, jul, out, dez/1965, jan, jun/1969, mai, jun/1971, ago, set/1962, set/1963, out/1975, mai, out, nov/1979, dez/1981, jul, nov/1982, mar, mai, jun, jul/1983, jun/1984, mai/1987, mai/1988, set/1989, jun, ago, set, out/1990, jun/1991, mai, jun, jul/1992, out/1993, jun, jul, nov/1994, jan/1995, fev, out/1996, fev, ago, out, nov/1997, fev, abr, mai, ago, set, out/1998, set, out/2000, fev,

ISBN: 978-85-7282-778-2

out/2001, out, nov, dez/2002, dez/2003, nov/2004, jun, set, out/2005, abr, mai, nov/2007, nov/2008, set, out/2009, abr, mai, dez/2010, fev, jul, ago, set/2011, jan, mar, jun/2013, jun, jul, out/2014, jan, jul, out, nov e dez/2015).

Quanto ao período de recorrência de vazões da estação Águas do Verê estão representados na figura 7;

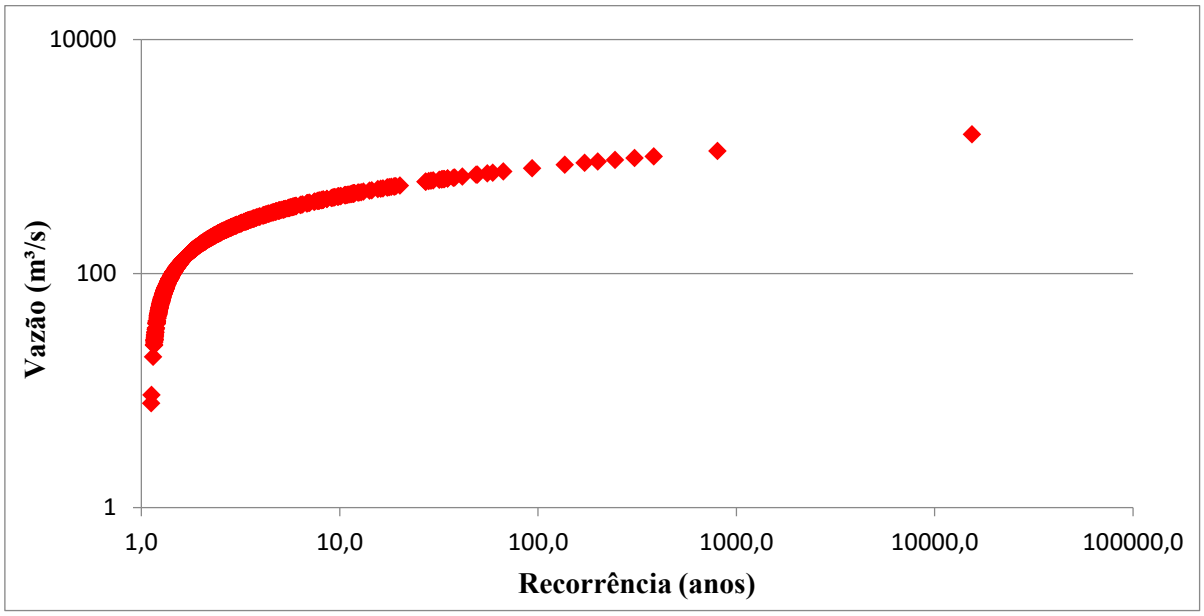


Figura 7 – Recorrência (anos) de vazões médias mensais da estação Águas do Verê.

Acerca da recorrência de vazão média mensal (206,17 m³/s) é de 2,3 anos. Quanto ao X+DV (378,25 m³/s) é de 6,1 anos. Com relação aos extremos da série, a probabilidade de recorrência das vazões de abril/1998 (1.002,73 m³/s), novembro/1983 (1.111,93 m³/s) e julho/1983 (1.548 m³/s) é de 385, 806,5 e 15.486,04 anos respectivamente.

ISBN: 978-85-7282-778-2

4. Considerações Finais

A análise estatística das vazões de uma determinada bacia é uma ferramenta importante para entender o comportamento hidrológico, tendo em vista o potencial econômico e a gestão dos recursos hídricos.

Com base nesse estudo, concluímos;

- Entre as estações abordadas no trabalho, o número de meses que a vazão média iguala ou supera o X+DV é muito maior que o número de meses que a vazão média é menor ou igual ao X-DV.
- A respeito da recorrência de vazões, para atingir a vazão média mensal, nas três estações a estimativa é de 2,3 anos, já a X+DV é aproximadamente 6 anos.
- Sobre a recorrência de vazões máximas, o evento ocorrido em julho de 1983, em que a média mensal das estações Salto Claudelino (368,10 m³/s), Porto Palmeirinha (724,61 m³/s) e Águas do Verê (1.548 m³/s) atingiram as maiores vazões, pode se repetir em 4.722, 8.847 e 15.486 anos respectivamente.

Enfim, os resultados encontrados na pesquisa são satisfatórios, porém, há necessidade aprofundar ainda mais, contemplar outros métodos estatísticos, a fim de abordar a recorrência de vazões mínimas e periodicidade.

5. Agradecimentos

"O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001".

6. Referências Bibliográficas

AGUASPARANÁ. **Instituto das águas do Paraná.** Disponível em: <www.aguasparana.pr.gov.br/>. Acesso em: 28 Out. 2018.

BERTONI, Juan C.; TUCCI, Carlos E. M.. PRECIPITAÇÃO. In: TUCCI, Carlos E. M. (Org.). **HIDROLOGIA: ciência e aplicação.** 4. ed. Porto Alegre: UFRGS/abrh, 2009. p. 177-243.

CARVALHO, D. F.; SILVA, L. D. B. **Hidrologia.** Rio de Janeiro: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2006. 115 p.

LEITE, Eduardo Soares; OLIVEIRA, Luiz Antônio de. Análise de vazões da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, variabilidades, intensidades e períodos de retorno. In: XVII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 2017, Campinas. **Anais... .** Campinas: Unicamp, 2017. p. 1857 - 1864.

LEME, E.J.A. **Hidrologia estatística da vazão mínima do rio Jaguari Mirim.** Ecossistema, Espírito Santo do Pinhal, v. 27, n. 1,2, p. 77-82, 2002.

SILVINO, A. N. O.; SILVEIRA, A.; MUSIS, C. R.; WYREPKOWSKI, C. C. **Determinação de vazões extremas para diversos períodos de retorno para o Rio Paraguai utilizando métodos estatísticos.** Geociências, São Paulo, v. 26, n.4, p. 369-378, 2007.

VALVERDE, A. E. LACERDA; LEITE, H. GARCIA; SILVA, D. D. DA; PRUSKI, F. FALCO. **Momentos-l: teoria e aplicação em hidrologia.** R. Árvore, Viçosa-MG, v.28, n.6, p.927-933, 2004.

ZAVATTINI, João Afonso; BOIN, Marcos Norberto. **Climatologia Geográfica:** Teoria e Prática de Pesquisa. Campinas: Alínea, 2013. 151 p.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ANÁLISE DO MÉTODO DE IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE ÁREAS DE VÁRZEAS E MARGENS DE RIOS PARA ELABORAÇÃO DE TAUS.

Bárbara Adriana Pires Barata [(a)], Fábio de Lima Marques [(b)]

[(a)] Faculdade de Tecnologia em Geoprocessamento, Universidade Federal do Pará, (barbarapires249@gmail.com)
[(b)] Faculdade de Tecnologia em Geoprocessamento, Universidade Federal do Pará,(fabio.limma.mq@gmail.com)

Eixo: Dinâmica e Gestão de Bacias Hidrográficas

Resumo/

Bárbara Adriana Pires Barata,
Fábio de Lima Marques

Este Artigo busca fazer uma análise técnica do método utilizado para elaboração de Termos de Autorização de Uso Sustentável – TAUS, para comunidades tradicionais e ribeirinhas do Pará gerenciado pela Secretaria do Patrimônio da União, onde tem como seu principal objetivo, mostrar a falta de precisão da base de dados utilizada para mapeamento pontuando alguns erros no processo de caracterização e identificação das áreas de várzeas e leitos de rios fazendo uma síntese da metodologia de trabalho e analisando o processo e as ferramentas utilizadas pela equipe técnica do órgão. O Produto de análise é uma TAUS de 169 famílias ribeirinhas localizadas nas Comunidades Tradicionais: Diamante, Flor do Brasil, Tocantins Lago, Santo Antoninho, Água da Saúde e Tauiri, situadas às margens do Rio Tocantins de parte dos municípios de Itupiranga, Marabá e Nova Ipixuna.

Palavras chave: Comunidades Tradicionais. Rio Tocantins. União.

1. Introdução

A Constituição de 1988, considerada a constituição cidadã, expressa como princípio da ordem econômica nacional o direito de propriedade e sua função social. Por outro lado, o artigo 20 incisos II, III e IV estabelece que são propriedades da União os rios, lagos e qualquer corrente de água que banhem mais de um estado da federação ou que se estendem em territórios estrangeiros, sendo assim, as áreas de várzeas sob jurisdição Federal são consideradas propriedades indubitavelmente da União, considerando que várzea compreende as áreas marginais a cursos d'água sujeitas a enchentes e inundações periódicas. Nessa perspectiva, aborda-se a aplicação da política pública do Governo Federal, com base nas ações da Secretaria do Patrimônio da União – SPU, por meio do Termo de Autorização de Uso Sustentável (TAUS), do Projeto Nossa Várzea: Cidadania e Sustentabilidade da Amazônia (SPU/MP, 2014).

O TAUS é conferido em caráter transitório e precário, para comunidades tradicionais, com o objetivo de possibilitar a ordenação do uso racional e sustentável dos recursos naturais disponíveis na orla marítima e fluvial, voltados à subsistência dessa população.

Os terrenos de várzea, isto é, o leito maior sazonal ocupado nos períodos de cheia dos rios, assim como ilhas fluviais com influência de maré são áreas caracterizadas como domínio público conforme artigo 20 da Constituição Federal, assim como pelo artigo 16 do Código de Águas. Além desse aspecto jurídico-fundiário, parte das florestas de várzea enquadra-se em áreas de Proteção Permanente, o que vêm influenciando de maneira significativa o modo de vida das populações que dependem dos recursos desse ecossistema.

O presente artigo traz em questão os erros da base de dados dos arquivos raster e vetoriais na metodologia utilizada na delimitação das áreas de várzeas e corpos hídricos, áreas com características de terreno marginal de rio (Terrenos de Marinha) e demais áreas da União segundo artigo 20 da Constituição Federal.

2. Materiais e Métodos

ISBN: 978-85-7282-778-2

O trabalho traz como exemplo uma aplicação de TAUS nas comunidades tradicionais: Diamante, Flor do Brasil, Tocantins Lago, Santo Antoninho, Água da Saúde e Tauiri, situadas nos municípios de Itupiranga, Marabá e Nova Ipixuna onde busca analisar o uso de SIG's, e demais softwares no processo de identificação das áreas da união. Busca-se neste artigo apenas analisar os procedimentos técnicos utilizados para caracterização e identificação das áreas de dominialidade da União (SPU).

Na primeira etapa do processo, é feita uma visita técnica em campo às comunidades com equipamento para georreferenciamento das propriedades, onde é tirado as coordenadas geográficas em GPS, no Datum SIRGAS 2000. Nesse caso, foram visitadas 169 famílias de três comunidades tradicionais, situadas às margens do Rio Tocantins. Este rio nasce no Distrito Federal, atravessando os estados de Goiás, Tocantins, Maranhão e Pará, portanto um Rio Federal, conforme determina o Art. 20, III, da CF/88, em seu Capítulo II:

> III – os lagos, rios e quaisquer correntes de água em terrenos de seu domínio, ou que banhem mais de um Estado, sirvam de limites com outros países, ou se estendam a território estrangeiro ou dele provenham, bem como os terrenos marginais e as praias fluviais; (BRASIL, CF 1988).

Os pontos coletados, são passados ao setor de caracterização e identificação por meio de uma planilha (Excel), e a partir dela se inicia o trabalho de plotagem dos pontos. Há duas formas de fazer este processo, a primeira é no software Google Earth Pro, onde é digitado cada ponto manualmente e depois salvo em conjunto em formato KML. O segundo é no Software QGIS, onde o próprio programa faz a leitura dos pontos da planilha e geoespacializa as coordenadas no seu Datum específico, para isso é necessário salvar a planilha no formato CSV e abrir na ferramenta “Adicionar uma camada de texto delimitado” escolhendo os campos de latitude e longitude.

ISBN: 978-85-7282-778-2

A partir da plotagem dos pontos, é feito a análise para delimitação da várzea e do leito maior do rio Tocantins. Em primeira vista, é feito a caracterização do local por meio de observação de Mapa Índice da área trabalhada, tendo na base de dados da SPU e disponível no Banco de Dados aberto do Exército, o BDGEx – Banco de Dados Geográfico do Exército Brasileiro, onde se pode baixar cartas topográficas já georreferenciadas em várias escalas como por exemplo, mapas índices de 1:50.000, 1:100.000, 1:250.000, etc.

Se na carta houver informações de curvas de nível e pontos cotados, as mesmas são utilizadas como complemento para posterior inclusão na nota técnica.

Para saber a dominialidade do corpo hídrico, é feito uma consulta na base de dados disponível na web no site da Agência Nacional de Águas (ANA).

Para o levantamento de dados de altimetria para elaboração de curvas de nível, cotas e Modelo Digital de Elevação (MDE), é utilizada uma SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) com a resolução do pixel de 90 metros. É também feita a análise básica das cotas do rio principal a partir da elevação vista a partir de imagem de satélite no Software Google Earth Pro.

As demais sobreposições, como arquivos shapefiles de municípios, rios, estradas e outros são feitas no QGIS a partir da base de dados do setor de caracterização e identificação.

O processo da análise dos erros nas ferramentas e bases trabalhadas, será feito individualmente para cada etapa, sendo as seguintes: Análise das Imagens DSG (Cartas Topográficas); Análise dos arquivos vetoriais contidos na base de dados do Setor; e Análise do mapa final.

3. Resultados e Discussão

A carta topográfica matricial que foi utilizada na área de estudo, é o Mapa Índice (MI – 0873) de 1982 cuja sua nomenclatura é SB-22-X-D-I, de escala 1:100.000 e de Datum WGS-84, coletado do Banco de dados da SPU e disponível no Banco de dados Geográficos do

Exército. Por ela é possível identificar quais pontos encontram-se nas áreas de várzea para futura regularização por meio do TAUS (Figura 1).

É possível observar que segundo o mapa, praticamente todos os 169 pontos encontram-se em área de várzea na margem do Rio Tocantins. Portanto, na escala utilizada não se tem uma noção da proximidade dos pontos ao rio e aos cursos d'água em torno.

Figura 1 – Resultado parcial da identificação dos pontos sobre a várzea e terreno sujeito à inundação. (Fonte: SPU)

ISBN: 978-85-7282-778-2

Para isso foi feita a aproximação em uma área específica (Figura 2) do mapa para fim de fazer as considerações e demais comparações e análises de deslocamentos e erros de dislocamento no arquivo Raster e vetoriais Shapefile.

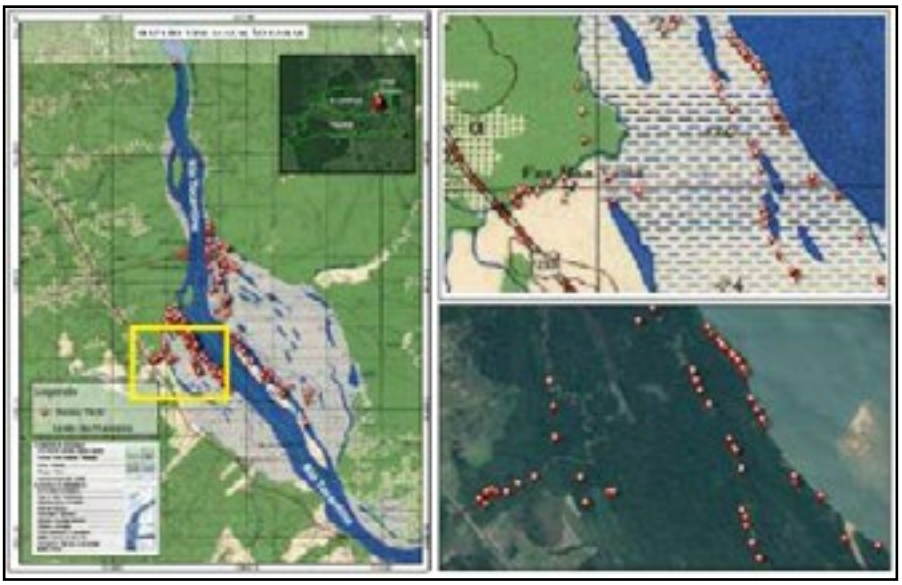


Figura 2 – Delimitação da área específica para análise. (Fonte: SPU/Autor)

A Partir do recorte, foi possível fazer uma comparação em uma escala com mais detalhes, já fazendo um comparativo da delimitação de rio da Carta topográfica do DSG (1982) com a imagem de satélite do Google (2016) e com a base vetorial de rios do IBGE (2010). chega-se ao seguinte resultado (Figura 3).

ISBN: 978-85-7282-778-2

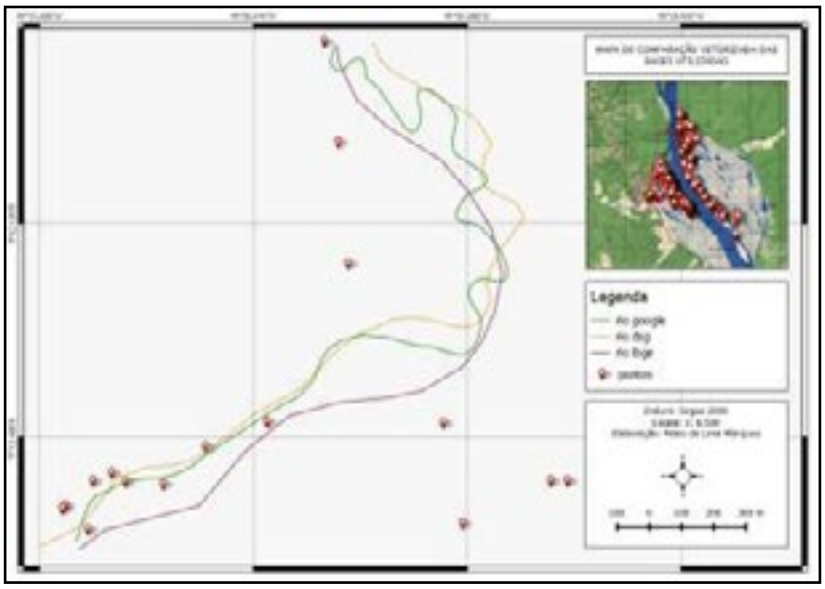


Figura 3 – Mapa de comparação Vetorizada. (Fonte: Autor)

4. Considerações Finais

Por meio deste estudo, foi possível observar que, as bases de dados utilizadas para elaboração da TAUS, é uma base da qual contém erros, seja de Datum, seja de vetorização dos arquivos vetoriais e raster e imagem de satélite, neste caso a fonte mais segura, das abordadas no estudo, para que seja feito os Termos de Autorização de Uso Sustentável para possível regularização fundiária das comunidades ribeirinhas, é a imagem de satélite da plataforma Google Earth Pro da qual não há diferença robusta de deslocamento na vetorização do rio, tendo em vista que, para regularização dessas comunidades, é necessário que as mesmas estejam situadas em áreas de várzea, ou marginal de rio com influência de maré. Ou seja, o resultado das técnicas utilizadas pelo órgão interfere diretamente na decisão do processo de regularização da propriedade. É por este motivo, que há o levantamento de campo e visita técnica as propriedades.

ISBN: 978-85-7282-778-2

4. Referências Bibliográficas

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS (ANA). Corpos hídricos e dominialidade. 2018. Disponível em < http://portal1.snirh.gov.br/ana/apps/webappviewer/index.html?id=ef7d29c2ac754e9890d7cdbb78cbaf2c>. Acesso em 26 jun. 2018.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil: promulgada em 5 de outubro de 1998. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituição.htm>. Acesso em 26 jun. 2018.

EXÉRCITO BRASILEIRO. Diretoria de Serviço Geográfico. Geoportal do Exército Brasileiro. 2018. Disponível em <http://www.geoportal.eb.mil.br/index.php?view=article&id=169>. Acesso em 25 jun. 2018.

MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, DESENVOLVIMENTO E GESTÃO. Instrumentos de destinação. Disponível em: < http://www.planejamento.gov.br/assuntos/gestao/patrimonio-da-uniao/destinacao-de-imoveis/instrumentos-de-destinacao>. Acesso em: 26 jun. 2018.

SECRETARIA DO PATRIMÔNIO DA UNIÃO. Portaria n. 89, de 15 de abril de 2010.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ANÁLISE DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA NO BAIXO CURSO DO RIO JIQUIÁ, RECIFE-PE

Emanuelle Cristine Batista da Silva [(a)], Osvaldo Girão da Silva [(b)]

[(a)] Mestranda pelo Programa de Pós Graduação em Geografia (PPGEO) – Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), emanuellecbs@gmail.com

[(b)] Professor Associado 2 do Departamento de Ciências Geográficas – Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), osgirao@gmail.com

Emanuelle Cristine Batista da Silva, Osvaldo Girão da Silva

Resumo

A intensificação da urbanização em áreas marginais à corpos hídricos tem colaborado para o crescimento dos impactos ambientais negativos assim como aumento das pressões sobre elementos naturais, acarretando na degradação dos cursos d'água, consequentemente, na negação por parte da sociedade pela área construída. Desta forma, este artigo objetiva analisar o processo de uso e ocupação da terra, visando compreender a apropriação do espaço no baixo curso do rio Jiquiá, Recife-PE. Viabilizando este objetivo, a revisão bibliográfica foi etapa fundamental para concentração de conceitos e uma base teórica para interpretação e adaptação das nomenclaturas utilizadas nos mapeamentos de uso e ocupação da terra, produzidos a partir de técnicas de geoprocessamento, utilizando dados disponibilizados por órgãos da Prefeitura do Recife e pela Agência Nacional das Águas (ANA). Os resultados apontaram um grande processo de urbanização, evidenciando a necessidade de um planejamento que considere a ocupação de novos espaços urbanos atentando para as consequências socioambientais.

Palavras chave Rio Jiquiá; Ocupação da terra; Geoprocessamento; Urbanização.

1. Introdução

A intensificação do processo de urbanização mundial nos últimos séculos em áreas localizadas às margens destes corpos hídricos, em que por muitas vezes, são efetivadas a canalização e retificação do curso, tem colaborado para o crescimento de impactos ambientais e o aumento das pressões sobre os processos e elementos naturais presentes no domínio fluvial, e mesmo no interfluvial, que repercute nos rios, acarretando, dentre outros impactos, a degradação dos cursos d'água e, consequentemente, na negação por parte da sociedade pela restauração de condições naturais para tais linhas de drenagem natural.

Para Villela e Mattos (1975), as características físicas de uma bacia hidrográfica constituem elementos de grande importância para avaliação de seu comportamento hidrológico, pois ao se estabelecerem relações e comparações entre eles e dados hidrológicos conhecidos, podem-se determinar indiretamente os valores hidrológicos em locais nos quais faltem dados.

Segundo Costa *et al.* (2002), os rios "cruzam o tecido urbano nas suas diferentes modulações paisagísticas: florestas urbanas, áreas livres públicas, áreas de uso industrial, comercial, institucional, residencial, entre muitas outras. No entanto, devido ao processo de urbanização, estes rios estão em grande parte ocultos na paisagem urbana".

As problemáticas relacionadas a instabilidade de processos relativos a hidromorfodinânica de cursos fluviais inseridos em ambientes urbanos são consequências ativadas, por muitas vezes, da concentração populacional em pequenas áreas e a expansão de periferias urbanas, além de aspectos como a falta de tratamento de esgoto e efluentes, ocupação do leito de inundação ribeirinha, impermeabilização de terras interfluviais e a canalização dos rios.

Ademais, obras como túneis, viadutos, pontes e vias de acesso, como rua, estradas e avenidas, são projetadas para facilitar o fluxo do sistema viário, mas acabam colocando em segundo plano, dinâmicas fluviais. Dentro desta perspectiva é necessário, de acordo com Girão e Corrêa (2004) considerar a indispensabilidade de um planejamento que correlacione os pontos de vista ambientais, considerando o meio físico-natural, com a necessidade de ocupação de novos espaços urbanos, considerando as limites geomorfológicas destes.

Na cidade do Recife, o desenvolvimento do espaço urbano, para Almeida e Corrêa (2016), ocorreu à custa de consideráveis modificações ambientais de suas terras úmidas, considerando suas planícies e estuários, e seu complexo paisagístico composto por manguezais, restingas, deltas intralagunares e arrecifes, para alocar lugar à segurança do estabelecimento do crescimento urbano horizontal.

De acordo com Tucci (2008), o desenvolvimento urbano tem ocorrido com forte densificação, resultando em ampla cobertura de áreas impermeáveis, crescente demanda de água potável e esgoto sanitário em pequenas áreas que passam a crescer verticalmente.

Acrescida as demandas urbanas sobre rios inseridos em suas espacialidades, a presença destes, assim como de ambientes propensos ao acúmulo e circulação de água, denominados de terras úmidas, comuns na Região Metropolitana do Recife, é outro aspecto a considerar nas formas de usos e ocupações do baixo curso do rio Jiquiá.

No presente estudo as formas de usos e ocupações das terras no baixo curso do rio Jiquiá, que abrange parcela da cidade do Recife, são encontradas moradias decorrentes de um processo de urbanização acelerado e sem o planejamento adequado voltado para a implantação de ações que conduziriam a uma adequada ocupação.

ISBN: 978-85-7282-778-2

É visível atualmente nas margens do rio Jiquiá, no trecho específico da presente pesquisa, uma produção do espaço urbano desprovido de ações de planejamento que viabilizariam uma apropriação do espaço sem provocar pressões diretas ao meio ambiente e seus elementos naturais, causando, a partir deste modelo de ocupação da terra, impactos negativos para o recorte da pesquisa, sobretudo no que se refere à questão da recorrência de alagamentos, enchentes e inundações que atingem as populações situadas nas proximidades deste curso.

A pesquisa realizada possibilitou e demonstrou o entendimento acerca da dinâmica local existente no que se refere a evolução di processo de ocupação da terra nos anos de 1986 e 2014, onde o processo de urbanização tem se aproximado das margens do baixo curso do rio Jiquiá, bem como os impactos que este processo de transformação do ambiente natural em meio urbano acarreta em alterações ambientais e sociais.

Caracterização da área de estudo

O baixo curso do rio Jiquiá (Figura 1), corresponde ao principal afluente do rio Tejipió, sendo responsável pela drenagem total da zona urbanizada situada no setor oeste do município de Recife. As nascentes do rio supracitado encontram-se na Mata da Várzea e no açude de São João da Várzea, possuindo cerca de 9 quilômetros de extensão até sua confluência com o rio Tejipió, para a pesquisa, no entanto, foi analisado um trecho de aproximadamente 3 quilômetros de extensão, correspondente ao baixo curso do rio Jiquiá.

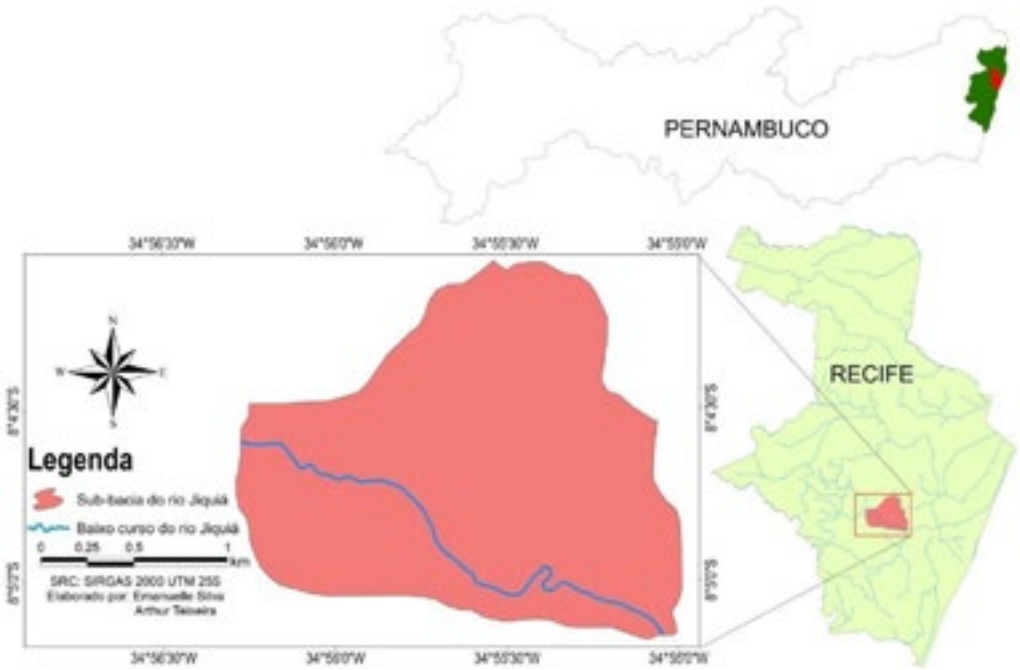


Figura 1: Mapa de localização do Baixo Curso do Rio Jiquiá, Recife-PE.

Ao longo de sua trajetória o curso fluvial em destaque perpassa por bairros da Zona Oeste da cidade Recife, sendo eles: San Martin, Mustardinha, Mangueira, Afogados, Jiquiá, Estância, Jardim São Paulo e Curado.

Com relação aos aspectos físicos da paisagem natural da área é necessário destacar a planície fluviomarinha, que congrega o chamado estuário comum dos rios Beberibe, Capibaribe e Tejipió, ou seja, área com baixas cotas altimétricas, bordejando o litoral e a presença, ainda que de forma resiliente, dos chamados bosques de mangue, apresentando, assim, recortes do ecossistema manguezal, ecossistema que possui relevância para a consolidação da fauna marinha, sendo, em diversas situações, a base para autoconsumo e comércio de comunidades de pescadores artesanais locais.

2. Materiais e Métodos

Em um primeiro momento foi realizada um levantamento bibliográfico, que buscou elencar diversos autores que discutem temáticas atreladas a ocupação da terra em bacias hidrográficas, sobretudo as questões que envolvem rios urbanos. Desta forma, foi possível fazer uma contextualização da problemática do processo espontâneo de ocupação da terra em áreas as margens de canais fluviais com as consequências expressadas, principalmente, em períodos onde as cotas pluviométricas atingem seus picos na capital pernambucana.

Após a construção da revisão bibliográfica, foi necessária a utilização do "Manual Técnico de Uso da Terra" disponibilizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2013) além do texto "Uso do Solo Urbano: suas relações com o meio físico e problemas decorres"; de Almeida e Freitas (1996) que auxiliaram como base teórica, para a interpretação dos mapeamentos de ocupação da terra, realizados na etapa seguinte,no referente ao direcionando para uma adaptação das nomenclaturas propostas nos trabalhos citados, o que culminou na criação das seguintes classes: Cobertura vegetal, Área urbana e Solo exposto.

A partir disso, a união e aquisição de dados vetoriais e matriciais (imagens) possibilitaram, com o manejo e tratamento nos *softwares* de geoprocessamento *Qgis 2.14.11* e *Arcgis10.5* (sob licença estudantil), à realização do mapeamento com o objetivo de demonstrar e caracterizar a dinâmica de uso e ocupação da terra no baixo curso do rio Jiquiá.

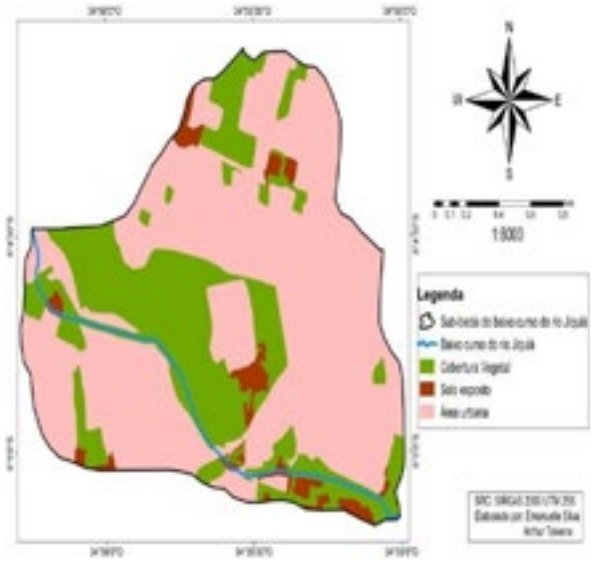
Para que fosse possível a realização desta segunda etapa foram agrupados dados vetoriais das bacias hidrográficas e rios da Região Hidrográfica do Atlântico Nordeste Oriental, disponibilizados pela Agência Nacional das Águas (ANA), somados as ortofotocartas de 1986 e imagens aéreas do ano de 2014 da cidade do Recife em uma escala de 1:15.000, além do conjunto de arquivos *shapefiles* relativo à delimitação dos bairros do

Recife que foram encaminhados pela Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas de Pernambuco (CONDEPE/FIDEM) e pelo Instituto da Cidade Pelópidas Silveira, órgão vinculado a Prefeitura do Recife.

3. Resultados e discussão

A partir do estudo realizado no baixo curso do rio Jiquiá foi possível observar, como demonstrado nas figuras 2 e 3, as transformações decorrentes dos processos de expansão urbana que tem se aproximado cada vez mais das margens do canal em questão.

À área urbanizada torna-se bastante comprometida pelo veloz crescimento da cidade e pela incompatibilidade entre este crescimento e as políticas públicas ambientais, econômicas e habitacionais, causando assim enorme degradação deste importante curso d'água acarretando problemas às populações que habitam em seu entorno, sejam estas legais ou improvisadas.



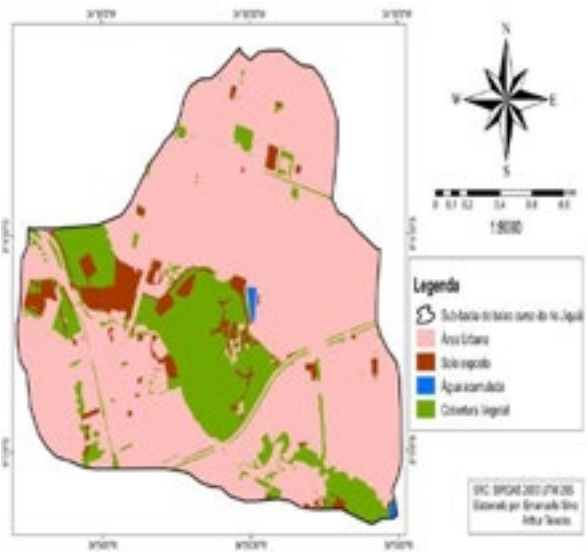


Figura 2: Mapa de ocupação da terra no baixo curso do rio Jiquiá - 1986.	**Figura 3:** Mapa de ocupação da terra no baixo curso do rio Jiquiá - 2014.

A ação antropogênica sobre o ambiente natural rapidamente promoveu inúmeras alterações, como é possível observar nas figuras acima, além disso, com a elaboração dos gráfico de distribuição da terra de 1986 e 2014 (*vide* gráfico 1 e 2) pode-se conferir que entre os anos estudados, a cobertura vegetal foi suprimida em mais de 9% enquanto a área urbana teve uma crescente de mais de 6%, assim como no aumento também das áreas de solo exposto que futuramente serão substituídas por áreas urbanizadas com a crescente expansão urbana.

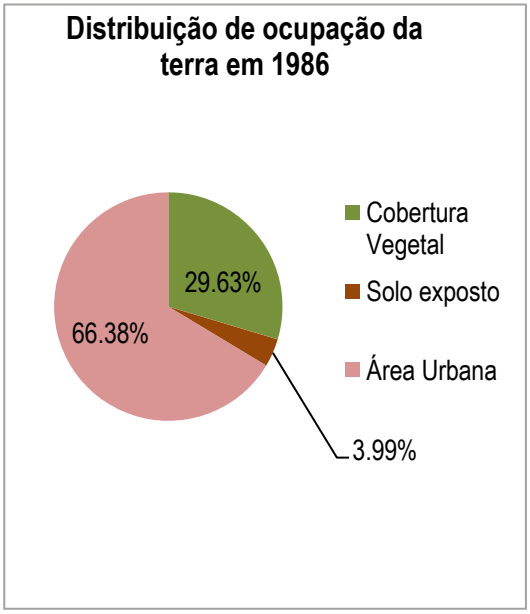


Gráfico 1: Distribuição de ocupação da terra em 1986.

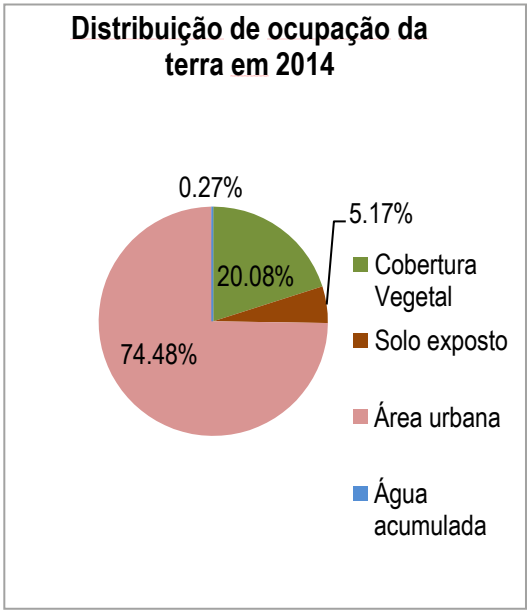


Gráfico 1: Distribuição de ocupação da terra em 2014.

Diante disto e das imagens obtidas e demonstradas abaixo, pode-se perceber que em muitos lugares, as margens do rio foram totalmente ocupadas por moradias que por muitas vezes não consideram as necessidades ambientais do lugar, tendo em vista que é evidente a quantidade de lixo despejado no curso d'água, além dos efluentes das casas que não são tratados e são despejados diretamente no rio.

Figura 4: Moradias as margens no rio Jiquiá, no bairro de Jardim São Paulo. SILVA, 2017.

Figura 5: Moradias as margens no rio Jiquiá, no bairro de Estância. SILVA, 2017.

A ocupação da terra em interação com os componentes naturais vem alterando a qualidade do meio ambiente de vida das populações situadas na área. Os processos de urbanização, por sua vez, têm provocado sérios impactos sobre o meio natural, além dos problemas sociais da população que ali se instalaram.

É possível observar, diante da presente pesquisa, que ao longo dos anos a concentração urbana cresce em velocidade maior do que a implantação de infra-estrutura e equipamentos urbanos, tendo como consequência à ocorrência de problemas socioeconômicos e ambientais. Além disso, pode-se afirmar, pelas representações das figuras apresentadas ao longo do texto, que, a princípio, foram ocupadas às áreas que são consideradas aptas, para posteriormente o crescimento urbano passar a ocupação de áreas suscetíveis à ocorrência de processos modeladores que, de modo geral, são áreas até então periféricas

4. Considerações finais

A partir dos mapeamentos, gráficos e análises realizadas no presente artigo, fica clara a presença de uma forma de produção do espaço de maneira espontânea que se consolida pela união de fatores como: ausência de políticas públicas eficazes para habitação, déficit habitacional e ausência de planejamento urbano por parte dos gestores públicos que permitem ocupações espontâneas.

Assim, de forma sequencial ao processo de produção espontâneo, ou seja, sem o devido planejamento necessário a expansão, vários são os exemplos de impactos negativos encontrados ao longo do trecho do baixo curso do rio Jiquiá, dentre eles estão: canalização do curso em alguns trechos, estreitamento do leito do rio, proximidade das moradias com o curso fluvial, impermeabilização das margens, retirada da cobertura vegetal nas matas ciliares, deposição de resíduos sólidos e o lançamento direto de efluentes nos rio. Então, toda dinâmica hídrica que naturalmente tem um equilíbrio, passa a ser desconstruída com a presença de áreas de infiltração, escoamento e armazenamento de água (terras úmidas) a partir das formas de atuações humana sobre o ambiente natural.

Com base na realização dos mapeamentos de ocupação e da visita exploratória registrada pelas fotografias, foi retratada e evidenciada a necessidade de um planejamento, complementado pela realização de obras de intervenção para garantir o mínimo de conforto e proteção para a parcela da população que se concentra nas margens do baixo curso do rio Jiquiá.

Contudo, é necessário que se tenha atenção para a contenção das ocupações nos fragmentos de áreas verdes do ecossistema manguezal existentes na área, pois, apesar de muito degradado atualmente, estes fragmentos possuem fundamental importância econômica, social e ambiental para o recorte estudado.

3. Referências Bibliográficas

ALMEIDA, L. Q.; **CORRÊA,** A. C. B. *Dimensões da Negação dos Rios Urbanos das Metrópoles Brasileiras: O caso da ocupação da rede de drenagem da planície do Recife, Brasil*. In**:** GeoUERJ, Rio de Janeiro, ano 14, nº. 23, v. 1, p. 114-135, 2012.

ALMEIDA, M.C. J. de; **FREITAS**, C.G.L. *Uso do solo urbano: suas relações com o meio físico e problemas decorrentes*. In: Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica, 2., São Carlos. Anais...São Paulo: ABGE, p. 195-200. 1996.

COSTA, L. M. *et al. Rios Cariocas*. In: Encontro Nacional de Ensino de Paisagismo em Escolas de Arquitetura e Urbanismo,VI, Recife, 2002.

GIRÃO, O.; **CORRÊA**, A. C. B. *A Contribuição da Geomorfologia para o Planejamento da Ocupação de Novas Áreas.* In: Revista de Geografia, Recife, v. 21, n. 2, p. 36-58, 2004.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE - **Manual Técnico de uso da terra**. 3ª Ed. Rio de Janeiro, p. 171 2013.

TUCCI, C. E. M. *Águas Urbanas***.** Estudos Avançados, São Paulo, v. 22, n. 63, p. 97-112, 2008.

VILLELA, S.M.; **MATTOS**, A. *Hidrologia aplicada*. In: McGRAWHill do Brasil, São Paulo, p. 245, 1975.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ANÁLISE DO USO E OCUPAÇÃO EM ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE ATRAVÉS DA MATRIZ DE IMPACTO AMBIENTAL

Delony de Queiroz Ribeiro [(a)], Renata Maria Sousa Castro [(b)], Gabriel Irvine Ferreira Alves dos Santos [(c)], Walefe Lopes da Cruz [(d)], Ediléa Dutra Pereira [(e)].

[(a)] Graduanda do curso de Geografia da UFMA; idelony@hotmail.com.

[(b)] Mestranda do Programa de Pós-graduação em Geografia, Natureza e Dinâmica do Espaço da UEMA; renata-maria-castro@hotmail.com.

[(c)] Graduando do curso de Geografia da UFMA; gabrielirvine@hotmail.com.

[(d)] Graduando do curso de Geografia da UFMA; walefe.lopescruz@gmail.com.

[(e)] Prof.ª Dr. ª do Departamento de Geociências da UFMA; edileap@gmail.com (Orientadora).

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Delony de Queiroz Ribeiro,
Renata Maria Sousa Castro,
Gabriel Irvine Ferreira Alves dos Santos, Walefe Lopes da Cruz, Ediléa Dutra Pereira.

Resumo/

A escolha pelo alto curso da bacia hidrográfica do rio Paciência da bacia com uma área de 46,6km² justifica-se pela importância que a região das nascentes representa para a hidrodinâmica nos trechos de jusante da bacia, além do rio Paciência ser um dos mais importantes mananciais genuinamente ludovicense. O presente estudo pretende avaliar o estado das áreas de APP's frente ao intensivo uso e ocupação e ao processo de urbanização no alto curso da bacia do rio Paciência, tendo em vista a relevância dessa bacia para a Ilha do Maranhão. A matriz de impacto ambiental e o mapa de uso e ocupação das APP's mostram que o alto curso da bacia do rio Paciência está intensamente impermeabilizado, causando a perda da biodiversidade, risco à saúde pública e a degradação da beleza cênica da paisagem, sendo definidas as seguintes classes: Área Urbanizada (50%); Área Vegetada (33,5%) e Solo Exposto (16,5%).

Palavras chave: Áreas de Preservação Permanente**,** uso e ocupação**,** matriz de impacto ambiental**,** alto curso, bacia do rio Paciência**.**

1. Introdução

A Ilha do Maranhão, composta pelos municípios de São Luís, São José de Ribamar, Paço do Lumiar e Raposa, é considerada uma Ilha populosa, por apresentar um contingente

populacional superior a 1 milhão de habitantes (IBGE, 2010), a cidade de São Luís detém uma população estimada de 1.094.667 (IBGE, 2018).

A bacia do rio Paciência é um dos mais importantes mananciais genuinamente ludovicense, possuindo dois sistemas de abastecimento, Paciência I e II, estas reservas de água são de importância para o abastecimento da população da Ilha, o planejamento e gestão desse espaço é fundamental.

São inúmeras as causas que provocam alterações nos recursos hídricos, mas uma das principais são as atividades humanas no que se refere ao uso e ocupação do solo, pois as ocupações presentes em uma bacia normalmente não consideram a aptidão e a fragilidade da mesma, por conseguinte, desencadeando danos irreparáveis ao meio ambiente. Além disso, as condutas antrópicas desordenadas intensificaram os processos do meio físico como erosão, escorregamento de massa, assoreamento, contaminação, entre outras problemáticas, provocando como consequência o desaparecimento de cursos d'águas. Todos esses problemas interferem diretamente na quantidade e qualidade da água, este recurso essencial que está cada vez mais escasso, posto que as atividades humanas representam fator decisivo na modificação da dinâmica desse elemento na bacia hidrográfica.

Destaca-se que as Áreas de Preservação Permanente (APP) consistem em espaços territoriais legalmente protegidos, ambientalmente frágeis e vulneráveis, podendo ser públicas ou privadas, urbanas ou rurais, cobertas ou não por vegetação nativa (BRASIL, 2012). Essas áreas têm a função ambiental de proteção dos rios e igarapés, evitando enchentes, inundações, poluição das águas, assoreamento dos rios, além da manutenção da permeabilidade do solo e a recarga de aquíferos, evitando o comprometimento do abastecimento público de água em qualidade e em quantidade, dentre outras. Nesse sentido, o presente estudo pretende avaliar o estado das áreas de APP's frente ao intensivo uso e ocupação e ao processo de urbanização no alto curso da bacia do rio Paciência, tendo em vista a importância dessa bacia para o abastecimento público da Ilha do Maranhão.

2. Materiais e Métodos

O método científico que se fez uso é o hipotético-dedutivo. Conforme Marconi e Lakatos (2010, p. 95) a primeira etapa do método proposto por Popper é o surgimento do problema. Toda investigação nasce de algum problema teórico/prático sentido. Este demonstrou os fatos relevante ou irrelevante a observar, os dados que devem ser selecionados. Esta seleção exige uma hipótese, conjectura e/ou suposição, que servirá de guia ao pesquisador. Com o surgimento da hipótese seguirá a fase de teste e comprovação ou superação da hipótese.

2.1. Levantamento e Análise de Material Bibliográfico

Os procedimentos metodológicos para a investigação do problema constaram de levantamento e análise de materiais relacionados com a temática, na biblioteca Central da Universidade Federal do Maranhão – UFMA e acervos particulares (incluindo periódicos, livros, monografias, dissertações e teses, *e-books* e periódicos *on-line*), além das bases de dados do Laboratório de Estudos de Bacias Hidrográficas (LEBAC/DEGEO).

2.2. Elaboração do Material Cartográfico

A base cartográfica foi elaborada no ambiente SIG - Sistema de Informação Geográfica, *ArGIS*, versão 10.4.1 e consistiu na delimitação da bacia do rio Paciência, definição da rede de drenagem. As Folhas da DSG (1980) que compreendem o alto curso da bacia foram 14, 15, 16, 23, 24, 25, 31, 32 e 33, em escala 1:10.000, as quais foram editadas e reunidas em forma de mosaico, facilitando assim, a leitura das cotas altimétricas, dos cursos d'água e dos limites da bacia do rio Paciência.

As informações da drenagem foram comparadas com as de 1980, encontradas nas folhas cartográficas DSG, e atualizadas para a realização do procedimento do *buffer*

(ferramenta cujo objetivo é a geração ou ampliação de uma área de influência) de 30 metros (rios) e de 50 metros (nascentes) nas áreas de APP's (BRASIL, 2012).

A atualização da drenagem foi realizada a partir da análise da *DigitalGlobe,* WV02 (resolução espacial de 0.5m) e GEO1 (resolução espacial de 0.4m), de 2017, com o auxílio das curvas de nível de 1m em 1m da Aerofoto (Instituto da Cidade, Pesquisa e Planejamento Urbano e Rural - INCID, 2009), nesta mesma imagem foi elaborado o mapa de uso e ocupação das áreas de APP's do alto curso da bacia hidrográfica do rio Paciência e seus afluentes com escala 1:53.000, na tentativa de melhor visualização das classes de uso e ocupação também foi realizado recortes das APP's com escala 1:36.000.

2.3. Trabalhos de Campo

Para a realização desta pesquisa, fizeram-se necessários trabalhos de campo em junho de 2017 e 2018 para reconhecimento da área da bacia do rio Paciência, seus cursos d'água e nascentes e identificação do estado real das APP's do alto curso para comprovar as análises realizadas em ambiente SIG. Além de registro fotográfico e levantamento dos principais impactos e danos ambientais da área.

2.4. Matriz de Impacto Ambiental

O objetivo da matriz é identificar as interações possíveis entre os componentes do projeto e os elementos do meio (SANCHEZ, 2008, p. 202-203). A matriz de impacto ambiental usada é uma adaptação da Matriz de Leopold (Leopold *et al.,* 1971), as mudanças foram realizadas com base na análise e interpretação das imagens de satélites, associado a percepção ambiental advindos dos trabalhos de campo e com o material bibliográfico estudado da área.

Nesta pesquisa, a matriz de impacto ambiental se tornou uma importante ferramenta de avaliação da condição ambiental e para a construção das principais medidas mitigadoras, decorrentes das identificações dos impactos diretos na bacia.

3. Área de Estudo

A bacia hidrográfica do rio Paciência situa-se nos municípios de São Luís, São José de Ribamar, Paço do Lumiar e Raposa, na porção central da Ilha do Maranhão e apresenta uma área de 146 km², padrão dendrítico, de 5ª ordem, alongada, com baixa densidade de drenagem (CASTRO, 2017). O rio Paciência apresenta direção nordeste e um comprimento de 32 km inserido num ambiente estuarino desembocando na Baía de São José (Figura 1).

Figura 1 – Mapa – bacia hidrográfica do rio Paciência - MA, 2018.

Fonte: Acervo da pesquisa, 2018.

O alto curso situa-se nos municípios de São Luís, São José de Ribamar, Paço do Lumiar e apresenta uma área de 46,6 km². Ademais, a escolha pelo alto curso da bacia

justifica-se pela importância que a região das nascentes representa para a hidrodinâmica nos trechos de jusante da bacia (Figura 1).

4. Resultados e discussões

A cartografia ambiental como instrumento de gestão é essencial na tentativa de análise da realidade de uma determinada região. No caso da carta de uso e ocupação do solo, esta se torna fundamental para o planejamento territorial de uma cidade, pois retrata as principais classes de uso e suas ocorrências no espaço podendo esta servir para elaborar uma melhor política de uso da terra para desenvolvimento da área.

O mapa de uso e ocupação das áreas de APP's do alto curso da bacia hidrográfica do rio Paciência – MA foi elaborado a partir da identificação e interpretação visual de imagens satélites da *DigitalGlobe*, WV02 (0.5m) e GEO1 (0.4m), de 2017, sendo definidas as seguintes classes Área Urbana 50%, Solo Exposto 16,5% e Área Vegetada 33,5%, (Tabela I) e (Figura 2).

Tabela I – Classes de uso e ocupação das áreas de APP's do alto curso da bacia do rio Paciência – MA, 2018.

CLASSES	ÁREA (km²)	(%)
Urbanizada	0,25	50
Vegetada	0,17	33,5
Solo Exposto	0,08	16,5
Total	0,5	100

Fonte: Acervo da pesquisa, 2018.

Mesmo com os inúmeros benefícios das formações ciliares como estabilização de ribanceiras, tamponamento e filtragem, diminuição e filtragem do escoamento superficial, contribuição para a integração com a superfície, interceptação e absorção da radiação solar, fornecimento de matéria orgânica e substrato de fixação, é visível o crescimento de áreas impermeáveis. Estas que interferem no funcionamento do ciclo hidrológico, pois repercutem na capacidade de infiltração da água no solo, favorecendo o escoamento superficial, em razão disso, provavelmente a porcentagem da água que infiltra na bacia possivelmente foi reduzida.

Figura 2 – Classes de uso e ocupação: Área Urbanizada, Solo Exposto e Área Vegetada - APP'S do alto curso, bacia hidrográfica do rio Paciência - MA, 2018.

Fonte: Acervo da pesquisa, 2018.

Analisando o solo exposto como consequência do processo da urbanização (Figura 2), destaca-se que as somatórias dessas duas classes seriam equivalentes a 66,5% das áreas de APP's do alto curso do Rio Paciência e restando apenas 33,5% de área vegetada na bacia (Tabela I).

A bacia do rio Paciência encontra-se grande parte urbanizada, apenas uma porção do baixo curso que ainda apresentam características do pré – urbano para o urbano inicial, pois o desenvolvimento está tendendo em direção ao baixo curso da bacia, em virtude da procura e necessidade de espaços territoriais ocupáveis. E o alto curso por naturalmente ter uma altitude mais elevada e plana, sempre foi alvo de intensiva especulação imobiliária, com ocupações do setor industrial e urbanísticas, porém altamente impactado (Figura 4).

O desenvolvimento urbano tem sido um dos principais vetores de mudanças da drenagem do rio Paciência, que vem se intensificando nas últimas décadas com o crescimento populacional, posto isto os desvios de cursos d'água e a canalização dos canais são

características notáveis no alto curso dessa bacia (Figura 3), consequentemente a urbanização na rede de drenagem e a perda desses canais impõem desafios aos gestores e moradores da Ilha.

Figura 3 – Modificações nos canais de drenagem do alto curso da bacia hidrográfica do rio Paciência - MA, 2018.
Fonte: Acervo da pesquisa, 2018.

A predominância da urbanização no alto curso da bacia com vegetação escassa e sendo mais presente ao longo das margens do rio principal, observa-se que há diversas áreas na bacia sem função social ou de produção, havendo mais desmatamento e degradação do ambiente do que a utilização dessas áreas ou a recuperação vegetal (Figura 4).

As nascentes classificadas como preservadas estão localizadas na porção sudoeste do curso superior da bacia, dentro da área do aeroporto Marechal Cunha Machado no bairro Tirirical e uma localizada na porção sudoeste do curso superior da bacia, dentro de instalações do IBAMA" (CANTANHEDE, 2017), contudo as áreas verdes como um todo têm sido progressivamente pressionadas pela urbanização (Figura 4).

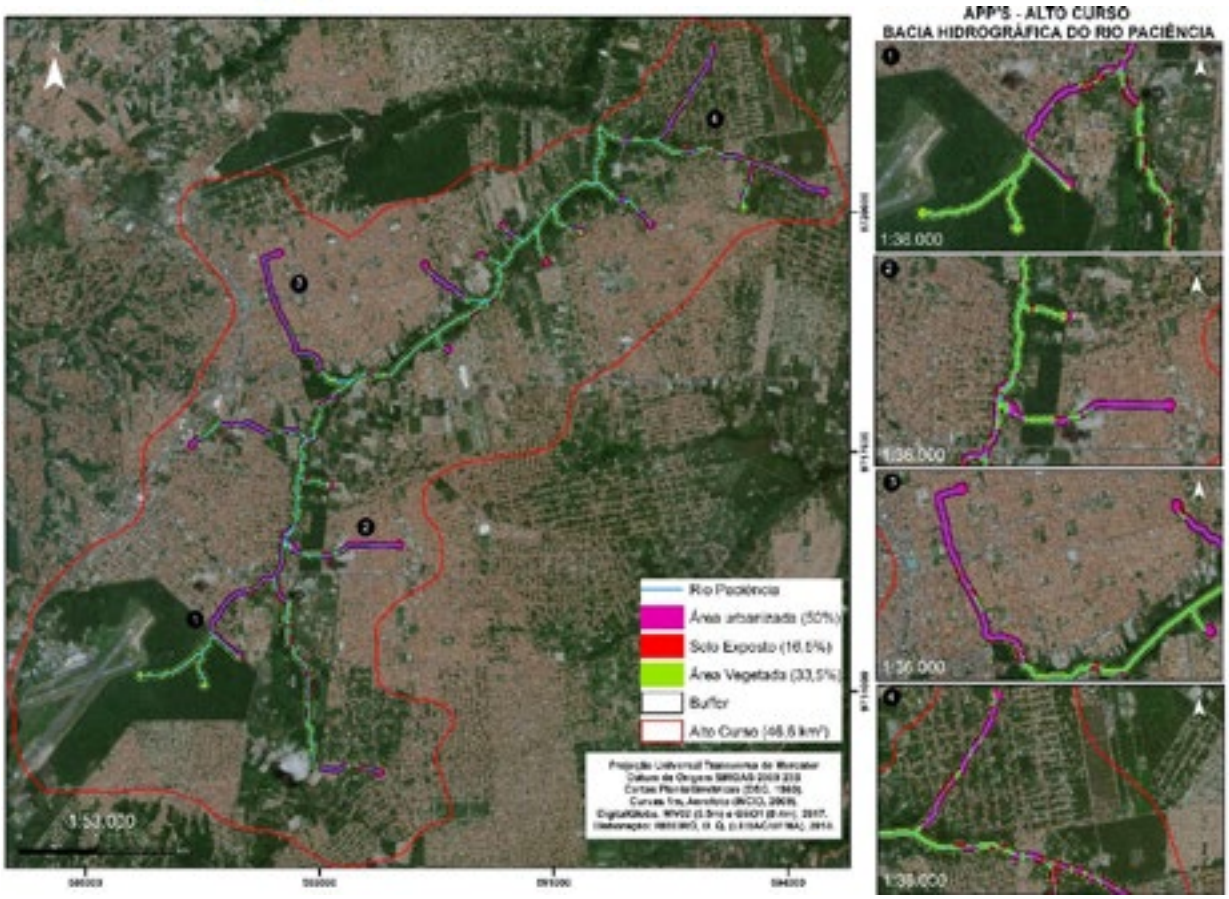


Figura 4 – Uso e ocupação nas APPs do alto curso da bacia hidrográfica do rio Paciência - MA, 2018.

Fonte: Acervo da pesquisa, 2018.

Os principais impactos e danos ambientais notados no alto curso da bacia do rio Paciência são típicos do crescimento urbano, o desmatamento, oriundo de abertura de vias e de lotes, a pavimentação das vias e a ocupação de lotes, todos esses processos interferem no funcionamento do ciclo da água. E conjutamento com o incremento da urbanização da Ilha do Maranhão e consequentemente com a política habitacional do Governo Federal, novas áreas da bacia foram sendo escolhidas para a expansão urbana afetando mais ainda o rio Paciência (Quadro 1).

Quadro 1: Matriz de impactos ambientais das APP'S do alto curso da bacia do rio Paciência – MA, 2018.

Matriz de impactos ambientais.

Discriminação de impactos	CARACTERÍSTICAS DOS IMPACTOS															
	Ordem hierárquica		Natureza			Localização e abrangência espacial		Magnitude ou importância			Momento de ocorrência			Duração		Reversibilidade	
	DI	IN	PO	NE	NH	LO	BH	FO	ME	FR	IM	MP	LP	TE	PE	RE	IR
Desmatamento	X			X			X	X			X			X		X	
Ocupação desordenada	X			X			X	X					X		X		X
Despejo de resíduos sólidos	X			X			X	X			X	X	X	X		X	
Poluição dos recursos hídricos por efluentes	X	X		X			X	X			X	X	X		X	X	
Assoreamento do rio	X			X			X	X					X		X		X
Remoção das matas ciliares	X			X			X	X			X	X	X	X		X	
Área edificada em APP's	X			X			X	X			X	X			X		X

LEGENDA

ORDEM DE HIERARQUIA	LOCALIZAÇÃO E ABRANGENCIA ESPACIAL	MOMENTO DE OCORRÊNCIA	REVERSIBILIDADE
DI = Direto	LO = Local	IM = Imediato	RE = Reversível
IN = Indireto	BH = Totalidade da bacia hidrográfica	MP = Médio prazo	IR = Irreversível
NATUREZA	MAGNITUDE OU IMPORTANCIA	LP = Longo prazo	
PO = Positivo	FO = Forte	DURAÇÃO	
NE = Negativo	ME = Media	TE = Temporário (intermediário)	
NH = Nem um nem outro	FR = Fraca	PE = Permanente (continuo)	

Fonte: Adaptado de Leopold *et al.,* 1971.

A remoção da cobertura vegetal e a impermeabilização do solo vêm transformando o rio Paciência, com a perda de suas características naturais tornando-se cada vez menos visível nas imagens de satélites e *in loco*. Em trabalho de campo, através de conversas informais com os moradores da bacia hidrográfica do rio Paciência foi percebido que eles próprios desconhecem a existência do Rio Paciência, pois tratam o rio como um grande esgoto a céu aberto (Figura 3). No canal do rio se observam diversos resíduos sólidos e efluentes que foram descartados inadequadamente, promovendo a contaminação dos seres vivos e a transmissão de doenças.

A partir disso, o alto curso da bacia se encontra altamente degradada, apresentando problemas socioambientais como desmatamento e a remoção das matas ciliares, ocupações espontâneas em áreas de APP's, poluição e assoreamento do rio, e em razão ao grande contingente populacional existe uma significativa quantidade de resíduos sólidos depositados principalmente no leito do rio, causando a perda da biodiversidade, risco a saúde pública e a

degradação da beleza cênica da paisagem, desta forma as APP's frente ao intensivo uso e ocupação estão em um estado de tendência a se tornarem completamente urbanizadas com áreas verdes cada vez mais pontuais, demonstrando uma profunda ausência da aplicação da Lei Federal Nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012), (Tabela I, Figura 4 e Quadro 1).

5. Considerações finais

O uso intensivo e não planejado do solo da Ilha tem provocado vários níveis de degradação ambiental, sobretudo dos recursos hídricos, por esse motivo o mapa de uso e ocupação nas áreas de APP's no alto curso da bacia do rio Paciência é fundamental para identificar as incoerências e as concentrações destes usos. As Áreas de Preservação Permanente - APP's são aquelas áreas protegidas nos termos dos arts. 3º e 4º do Código Florestal, e que se mostram como um mecanismo de defesa de zonas estratégicas.

Destaca-se que 50% das áreas de APP's do alto curso do rio Paciência se encontram urbanizadas, 16,5% desmatada e com solo exposto restando apenas 33,5% de área vegetada. Encontrando-se impermeabilizadas, causando a perda da biodiversidade, risco a saúde pública e a degradação da beleza cênica da paisagem. Destaca-se também a importância da aplicação da matriz ambiental, pois esta fornece um direcionamento inicial bastante útil para estudos mais aprofundados.

O alto curso é caracterizado por problemas socioambientais como desmatamento e a remoção das matas ciliares, ocupações espontâneas em áreas de APP's, poluição e assoreamento do rio, em razão disso, recomenda-se a implantação de políticas públicas e como principais medidas mitigadoras a serem aplicadas são o controle do desmatamento, melhoramento das drenagens de águas pluviais, proteção dos recursos hídricos com a aplicação da Lei Federal Nº 12.651, expansão da infraestrutura sanitária, e a aplicação de técnicas de recuperação das matas ciliares e das nascentes. Além do desenvolvimento de estratégicas com base na educação ambiental voltada para os moradores da bacia.

6. Referências Bibliográficas

BRASIL, Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa**; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. BRASILIA.

CANTANHEDE, Waldiana Almeida. **Relatório Final**: Levantamento das condições geoambientais das principais nascentes na bacia do rio Paciência, 2017.

CASTRO, R.M.S. **Análises morfométricas da bacia do rio Paciência e seus impactos geoambientais - São Luís – Ma**. Monografia em Geografia. Universidade Federal do Maranhão, 60p., 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA – IBGE. CENSO DEMOGRÁFICO, 2010, Brasília: IBGE, on-line. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/>. Acesso em nov., de 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA – IBGE. Cidades/São Luís. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/sao-luis/panorama>. Acesso em nov., de 2018.

LEOPOLD, L.B.; CLARKE, F.S.; HANSHAW, B. *et al.* **A procedure for evaluating environmental impact**. Washington: U. S. Geological Survey, 1971.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, p. 95, 2010.

SANCHEZ, L. E. **Avaliação de Impacto Ambiental**: conceitos e métodos. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ANÁLISE E COMPARTIMENTAÇÃO MORFOMÉTRICA DA REDE DE DRENAGEM DA VERTENTE ÚMIDA DA SERRA DE URUBURETAMA – CE

Antônia Elisangela Ximenes Aguiar (a), Maria Lúcia Brito da Cruz (b), Heloísa Helena Gomes Coe (c)

(a) Centro de Ciências e Tecnologia/CCT, Universidade Estadual do Ceará, elisximenes@gmail.com
(b) Centro de Ciências e Tecnologia/CCT, Universidade Estadual do Ceará, mlbcruz@gmail.com
(c) Centro de Ciências e Tecnologia/CCT, Universidade Estadual do Rio de Janeiro, heloisacoe@yahoo.com

Eixo: Geotecnologias e modelagem aplicada aos estudos ambientais

Resumo

O estudo tem como principal objetivo mostrar a dinâmica do sistema de drenagem através de sua análise e compartimentação na vertente úmida da Serra de Uruburetama. A Serra está localizada na porção centro norte do Estado do Ceará, região nordeste do Brasil, com uma área de aproximadamente 428,53km². A metodologia está fundamentada no estudo da dinâmica espacial do sistema de drenagem, efetivada através do conhecimento e comportamento dos recursos fluviais, agentes e processos morfogenéticos/pedogenéticos. Para obtenção das informações espaciais georreferenciadas e morfométricas foram utilizadas as geotecnologias de sensoriamento remoto e SIG's.

Palavras chave: Compartimentação, morfometria e sensoriamento remoto

Antônia Elisangela Ximenes Aguiar, Maria Lúcia Brito da Cruz, Heloísa Helena Gomes Coe

1. Introdução

A pesquisa se desenvolveu na vertente úmida da Serra de Uruburetama, localizada na porção centro norte do Estado do Ceará, região nordeste do Brasil, com uma área de aproximadamente 428,53km². A área abrange parte dos municípios de Uruburetama, Itapipoca, Itapajé e porções restritas dos municípios de Umirim e Tejuçuoca.

O trabalho tem como enfoque a análise da compartimentação e dos sistemas de drenagem em áreas de nascentes, que se tornam essenciais para estudos ambientais que tenham como foco os recursos hídricos, pois possibilitam a caracterização e identificação de áreas susceptíveis a inundação, a compreensão da atual formação do relevo, o aporte de sedimentos e entendimento sobre sua dinâmica.

Na área de estudo a destruição da biodiversidade aos redores de rios e outros cursos d'agua é um fator que gera muitos impactos negativos não apenas na redução da biomassa

vegetacional, mas que interfere diretamente na alimentação dos recursos hídricos e em toda sua dinâmica proporcionando grandes desequilíbrios ambientais.

Com base no exposto, a necessidade e relevância de desenvolver uma pesquisa sobre esse tema se deve principalmente à necessidade de informações sobre o sistema de drenagem o qual estamos inseridos, o que atuará no uso racional desse recurso e também na prevenção de desastres, mantendo a sustentabilidade do ambiente e a disponibilidade permanente de bens comuns à humanidade como a água.

A abordagem metodológica adotada para a pesquisa se configurou na análise morfométrica do sistema de drenagem em microbacias utilizando-se de bases metodológicas definidas por Strahler (1952, 1957), Horton (1945) e Christofoletti (1969 e 1974) agrupando os diversos dados morfométricos aos seus aspectos lineares, areais e hipsométricos.

A relevância de desenvolver uma pesquisa sobre esse tema se deve à necessidade de informações sobre o sistema de drenagem no qual estamos inseridos, o que resultará no uso racional desse recurso e também na prevenção de desastres, mantendo a sustentabilidade do ambiente e a disponibilidade permanente de bens comuns à humanidade, como a água.

Neste sentido, a pesquisa realizada preocupou-se essencialmente em dar subsídios e fomentar ações que levem à relação equilibrada do homem com seu ambiente, para que a mesma se estabeleça em bases sustentáveis.

2. Metodologia

Para se alcançar êxito em qualquer pesquisa faz-se necessário a validação e conexão dos elementos teóricos, metodológicos e técnicos a partir dessa lógica é possível obter respostas quanto à opção metodológica mais adequada para soluções de problemas norteadores da investigação científica assim como o uso da técnica mais apropriada para obtenção de uma maior fluidez quanto aos caminhos que devem ser percorridos na identificação dos fatos e fenômenos que materializam a realidade apresentada. Dessa forma a metodologia buscou dividir as variáveis morfométricas em grupos distintos para melhor compreensão e interpretação dos resultados.

ISBN: 978-85-7282-778-2

2.1. Descrição dos Grupos e das Variáveis Morfométricas

GRUPOS

As variáveis morfométricas analisadas foram separadas em três grupos distintos, que estão descritos e explicados a seguir. Os índices e parâmetros sugeridos em estudos analíticos são constituídos em quatro itens distintos, que foram adotados na pesquisa: Hierarquia fluvial, análise areal e análise linear.

✓ Hierarquia fluvial

Consiste no processo de classificação de determinado curso d'água no conjunto total da microbacia na qual se encontra. Essa etapa é importante, pois tem a função de facilitar as que a procedem, tornando o estudo mais objetivo e aplicado. Existem diversos tipos de classificação baseada em alguns autores como os supracitados acima, entre eles: Horton, Strahler, Scheidegger e Shreve, porém na pesquisa foi utilizado o modelo de Strahler (1952).

✓ Análise Areal

Nessa etapa a análise areal engloba vários índices e parâmetros, os quais incluem medições planialtimétricas e medições lineares. São eles: área da bacia (A), comprimento da bacia (L), largura média (Lm), índice de circularidade (Ic), densidade da drenagem (Dd), densidade hidrográfica (Dh), coeficiente de manutenção (Cm), coeficiente de compacidade (Kc) e fator de forma (Kf).

✓ Análise Linear

Nesse tipo de análise são englobados os índices e relações próprios da rede de drenagem, cujas medições se concentram ao longo dos segmentos de drenagem. Dessa forma, optou-se pelas seguintes variáveis: relação de bifurcação (Rb), extensão do percurso superficial (Eps) e índice de sinuosidade (Is).

ISBN: 978-85-7282-778-2

2.2 Material e Método

A área de estudo refere-se a uma vertente úmida inserida no maciço residual de Uruburetama. A análise das condições hidrológicas constitui requisito indispensável para compreensão do ambiente e do aproveitamento adequado deste recurso natural. Para tanto, foram necessários pesquisas bibliográficas para embasamento da formulação teórica, levantamentos analíticos e observações pessoais.

Para a realização da pesquisa e do alcance dos resultados foram utilizadas, como ferramentas para o mapeamento, técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento através de um Sistema de Informações Geográficas – SIG. Foi, assim, possível, por meio de uma análise visual, extrair informações sobre os recursos hídricos da área de estudo, obtendo-se a identificação e uma possível análise de seus componentes.

Foram usadas imagens do satélite Landsat 8 - órbita 217-63 de agosto/2018, fusionada com resolução de 15m. A composição das bandas para o satélite Landsat foi estabelecida em 3, 4 e 5 associando as cores RGB respectivamente, que se mostram ideais para estudos relacionados aos recursos naturais. Os dados de altimetria para delimitação da área de estudo foram gerados a partir do sensor Shuttle Radar Topography Mission (SRTM).

As técnicas de geoprocessamento, sensoriamento remoto e cartografia digital mostraram-se essenciais para uma análise físico-geográfica no ambiente, possibilitando, assim, a geração da carta de drenagem e informações geográficas que auxiliaram na compreensão física-morfológica da área de estudo.

3. Resultados - Avaliações dos Parâmetros Morfométricos das Microbacias I e II

A maior parte dos resultados foi obtida por meio de equações numéricas e a outra parte em um programa de Sistema de Informação Geográfica. Os resultados foram posteriormente descritos e transpostos em documentos cartográficos (Tabelas e Mapas).

ISBN: 978-85-7282-778-2

A partir dos dados anteriormente descritos, foram calculados índices e valores e foram feitas interpretações que forneceram características relativas à forma da bacia e aos componentes da rede hidrográfica. Parâmetros combinados também foram utilizados no sentido de confirmar o caráter erosivo das microbacias.

A área de estudo se trata de microbacias de terceira ordem, as quais apresentam um perímetro total de 131,6 km e 140 km, para uma área total de 235,5 km^2 e 193,1 km^2, respectivamente. O comprimento de seu canal principal é de 14,5 km na microbacia I e 14,9km na microbacia II sendo que sua distância vetorial é de 13,8 e 14,9 km. A diferença de altitude máxima medida nessas microbacias é de 850 m. Utilizando-se dos dados acima, foram calculados os parâmetros descritos a seguir.

A – Quanto à **Hierarquia Fluvial**

Strahler (1952) propõe uma ordenação que elimina o conceito de que o rio principal deve ter o mesmo número de ordem em toda a extensão e a necessidade de se refazer a numeração a cada confluência. A figura 01 ilustra a hierarquia fluvial da drenagem na área de estudo e a tabela 01 descreve a quantidade de canais de 1ª, 2ª e 3ª ordens em suas respectivas microbacias.

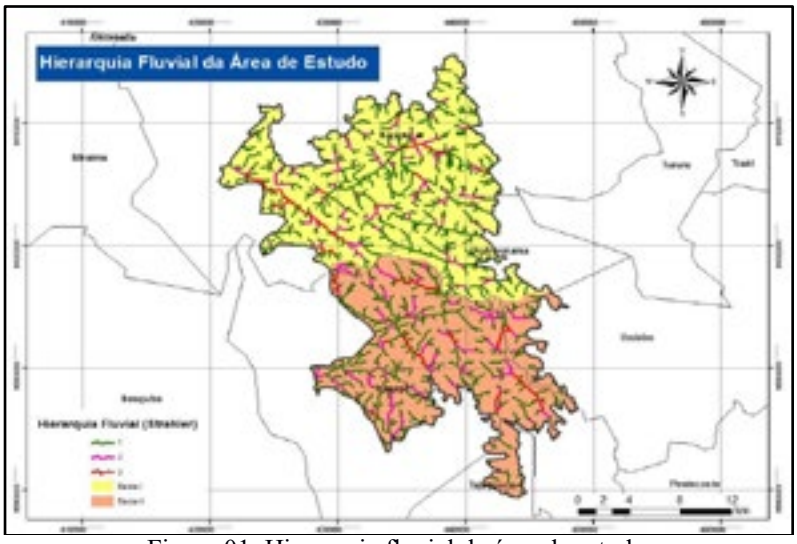


Figura 01: Hierarquia fluvial da área de estudo

ISBN: 978-85-7282-778-2

Tabela 01:Quantidade de canais por ordens em suas microbacias.

Ordem	Nº de canais (microbacia I)	Nº de canais (microbacia II)
1ª	264	307
2ª	73	100
3ª	12	27

B - Quanto à **Análise Linear**

A análise linear refere-se aos índices e relação ao longo do fluxo da rede de drenagem, como relação de bifurcação, relação entre o comprimento do rio principal, perímetro, índice de sinuosidade, entre outros.

- Relação de bifurcação (Rb):estudando o sistema de ordenação de Strahler (1952), Christofolleti (1980) concluiu que o resultado obtido na relação de bifurcação nunca pode ser inferior a 2. Estes valores, em sua maioria, devem variar entre 3 e 5. Nas microbacias em estudo a relação variou de 3,6 para a microbacia I e 3,0 para microbacia II em relação aos canais de 1ª e 2ª ordem, tendo uma média de 3,3. As relações de bifurcação das microbacias I e II se encontram dispostas na tabela 02.

Tabela 02:Relação de bifurcação das microbacias I e II.

Microbacia I			
Ordem	**Nº de Canais**	**Extensão (Km)**	**Relação de Bifurcação**
1º	266	14,582	3,6
2º	73	12,628	6,0
3º	12	10,446	-
Microbacia II			
Ordem	**Nº de Canais**	**Extensão (Km)**	**Relação de Bifurcação**
1º	307	14,912	3,0
2º	100	9,347	3,7
3º	27	7,419	-

–Índice de sinuosidade (Is):o índice de sinuosidade é de grande relevância para a análise dos cursos d'água, pois determina se o canal é formado por reta ou possui elevada sinuosidade. Valores próximos a 1,0 indicam que o canal tende a ser retilíneo. Já os valores superiores a 2,0 sugerem canais tortuosos e os valores intermediários indicam formas transicionais, regulares e irregulares. Sabe-se, entretanto, que a sinuosidade dos canais é influenciada pela carga de sedimentos, pela compartimentação litológica, estruturação geológica e pela

ISBN: 978-85-7282-778-2

declividade dos canais. Os índices de sinuosidade obtidos foram 1,05 para microbacia I e 1,31 para microbacia II. Os valores encontrados indicam que os canais da microbacia I tendem a ser mais retilíneos do que os da microbacia II, que atualmente apresenta valor intermediário, indicando formas transicionais.

- Comprimento do canal principal (L_c): no cálculo do canal principal foi considerado o curso d'água principal que percorria a maior distância entre a nascente e sua respectiva foz. O rio principal possui aproximadamente 14,582 km e 14,912km de extensão para as microbacias I e II, respectivamente.

- Extensão do percurso superficial (Eps): a extensão do percurso superficial é uma relação que é dependente da extensão que o fluxo terá que percorrer desde o interflúvio da bacia até o talvegue. A extensão do percurso superficial foi de 362,31 m/km para microbacia I e 340m/km para microbacia II, ou seja, sabe-se que, em média, a cada distância de 362,31 m/km e 340 m/km na vertente haverá um canal para escoamento das águas superficiais da microbacia.

C – Quanto à **Análise Areal**

- Área da bacia (A): entende-se por área de bacia hidrográfica como toda região drenada pelo mesmo conjunto de canais livres naturais ou não, sendo os seus limites delimitados pelos divisores d'água (interflúvios; divisores de drenagem). Neste estudo, com base em imagens SRTM, verificou-se que as microbacias I e II possuem de área 235,54 km^2 e 193,11 km^2 e perímetros de 131,6 km e 140 km, respectivamente.

- Comprimento da bacia (L): várias são as definições a propósito do comprimento da bacia, acarretando diversidade no valor do dado a ser obtido. Entretanto a definição adotada na pesquisa foi a distância medida, em linha reta, entre a foz e o mais alto ponto situado ao longo do perímetro, tendo como resultado os valores de 25 km para microbacia I e 22 km para microbacia II.

ISBN: 978-85-7282-778-2

- Largura média da bacia (Lm): a fórmula abaixo foi utilizada para determinar a largura média da bacia, onde Lé o comprimento do canal principal (km) e Aé a área da bacia (km^2), que apresentou os valores 9,3 km e 8,77 km nas microbacias I e II respectivamente.

$$Lm: L/A$$

- Fator de forma da bacia (Kf): o processo para determinação da forma da bacia é simples, utilizando-se da equação de Vilela e Matos (1975), em que:

$$Kf = (A/L^2)$$

A = área; L = comprimento do curso d'água principal.

Relaciona-se a forma da bacia com a de um retângulo, correspondendo à razão entre a largura média e o comprimento axial da bacia (da foz ao ponto mais longínquo do espigão). A forma da bacia, bem como a forma do sistema de drenagem, pode ser influenciada por algumas características, principalmente pela geologia. Podem atuar também sobre alguns processos hidrológicos ou sobre o comportamento hidrológico da bacia. Segundo Villela e Mattos (1975), uma bacia com um fator de forma baixo é menos sujeita a enchentes que outra de mesmo tamanho, porém com fator de forma maior. Os valores obtidos são: 1,10 para microbacia I e 0,86 para microbacia II, o que significa dizer que ambas microbacias se aproximam a forma circular. Ressalta-se que a forma geométrica da bacia hidrográfica pode determinar mudanças do canal, pois conforme sua forma, seus fluxos podem provocar enchentes representativas.

– Densidade de drenagem (Dd): esse índice relaciona o comprimento total dos canais com a área da bacia de drenagem. Essa variável se relaciona diretamente com os processos climáticos atuantes na área estudada, os quais influenciam o fornecimento e o transporte de material detrítico ou indicam o grau de manipulação antrópica. Em outras palavras, para um mesmo tipo de clima, a densidade de drenagem depende do comportamento hidrológico das rochas. Assim, nas rochas mais impermeáveis, as condições para o escoamento superficial são melhores, possibilitando a formação de canais e, consequentemente, aumentando a densidade de drenagem. O contrário acontece com rochas de granulometria grossa (HORTON, 1945).

ISBN: 978-85-7282-778-2

Os valores encontrados para as microbacias I e II estão expressos na tabela 03 considerando os principais canais fluviais de cada microbacia. Verifica-se que as bacias analisadas podem ser consideradas de drenagem mediana considerando o quadro de classificação de densidade de drenagem de Beltrame (1995) (Tabela 04). No entanto, outros fatores como declividade e, principalmente, o grau de impermeabilização das vertentes serão fundamentais na velocidade e magnitude dos picos de enchentes.

Tabela 03**:** Densidade de Drenagem das microbacias I e II

MICROBACIA I				
Canais	**Comp. Canal (km)**	**Área (km^2)**	**Densidade Drenagem (Dd)**	**Classificação (Vilella e Matos 1975)**
Canal	325,1277	235,549	1,38 km/ km^2	Drenagem moderada
MICROBACIA II				
Canais	**Comp. Canal (km)**	**Área (km^2)**	**Densidade Drenagem (Dd)**	**Classificação (Vilella e Matos 1975)**
Canal	284,83	193,11	1,47 km/km^2	Drenagem moderada

Tabela 04: Classificação de densidade de drenagem segundo Beltrame (1995).

VALORES de Dd (km/ Km^2)	**CLASSIFICAÇÃO Dd**
Menor que 0,50	Baixa
De 0,50 a 2,00	Moderada
De 2,01 a 3,50	Alta
Maior que 3,50	Muito Alta

- Coeficiente de manutenção (Cm): esse parâmetro fornece a área mínima necessária para a manutenção de um metro de canal de escoamento (SCHUMM, 1956). É considerado como um dos índices mais importantes do sistema de drenagem. O valor obtido foi de 724 m^2/km para microbacia I e 680 m^2/km para microbacia II, indicando que, de uma maneira geral, essa bacia é moderadamente drenada em cursos d'água. Para cada quilômetro linear de canal há em média setecentos metros quadrados de área de contribuição.

- Densidade hidrográfica (Dh): esse parâmetro relaciona o número de rios ou canais com a área da bacia hidrográfica. Em outras palavras, expressa a magnitude da rede hidrográfica, indicando sua capacidade de gerar novos cursos d'água em função das características

pedológicas, geológicas e climáticas da área (FREITAS, 1952). Vale ressaltar que a densidade hidrográfica e a densidade de drenagem referem-se a aspectos diferentes da textura topográfica. Os valores obtidos para as microbacias I e II estão apresentados na tabela 05, revelando mediana capacidade dos cursos de 1º ordem dessa bacia em gerar novos cursos d'água.

Tabela 05: Densidade Hidrográfica das microbacias I e II.

MICROBACIA I			
Ordem	**Nº de canais**	**Área (km²)**	**Densidade Hidrográfica (Dh)**
1º	264	235,54	1,12 km²
2º	73	235,54	0,30 km²
3º	12	235,54	0,05 km²
MICROBACIA II			
Ordem	**Nº de canais**	**Área (km²)**	**Densidade Hidrográfica (Dh)**
1º	307	193,11	1,58 km²
2º	100	193,11	0,51 km²
3º	27	193,11	0,13 km²

- Índice de circularidade (Ic): esse índice representa a relação entre a área total da bacia e a área de um círculo de perímetro igual ao da área total da bacia, que, na expansão areal, melhor se relaciona com o escoamento fluvial. Obteve-se o Ic de 1,7 para microbacia I e 1,37 para microbacia II. Esses valores de maior expressão, que ultrapassam o valor 1,0, indicam que a bacia sofre maior perigo de enchentes, como acentua Rocha (1991), pois haverá uma maiorconcentração de água no tributário principal quando se tem chuva intensa.

- Índice de compacidade (kc): é definido como sendo a relação entre o perímetro da bacia e a circunferência do círculo de área igual à da bacia.

$$Kc : 0{,}28 \cdot P/\sqrt{A}$$

onde: P = perímetro da bacia em km; A = área da bacia em km²

Como o círculo é a figura geométrica plana que comporta uma dada área com o menor perímetro, este índice nunca será menor que 1 (um). Bacias que se aproximam geometricamente de um círculo convergem o escoamento superficial ao mesmo tempo para um trecho relativamente pequeno do rio principal. Caso não existam outros fatores que

ISBN: 978-85-7282-778-2

interfiram, os menores valores de kc indicam maior potencialidade de produção de picos de enchentes elevados. Na área de estudo foram encontrados os valores de 2,40 para microbacia I e 2,82 para microbacia II. Quanto mais irregular a forma de uma bacia, maior será o coeficiente de compacidade. Desse modo, um coeficiente mínimo igual à unidade corresponderia a uma bacia circular e, para uma bacia alongada, seu valor é significativamente superior a 1.

5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através da análise morfométrica realizada e de acordo com a metodologia utilizada para análise dos recursos hídricos, foi possível identificar alguns aspectos de maior relevância, como a situação da área de estudo em relação aos seus recursos hídricos.

As informações derivadas dos parâmetros morfométricos ou associadas a estes são de grande valia para compreensão da dinâmica do sistema de drenagem na área de estudo a medida em que fornecem referenciais básicos para o conhecimento dos sistemas em questão e dão subsídio para um melhor direcionamento das ações de planejamento, servindo como ponto de partida para a definição e elaboração de Indicadores Ambientais.

Os 14 parâmetros selecionados fornecem informações relevantes no tocante a dimensão e característica das bacias hidrográficas; identificação de áreas vulneráveis a processos erosivos; aptidão a determinadas práticas produtivas etc.

Outro ponto que merece destaque é o baixo custo para obtenção destas informações, o que é um fator determinante para a maioria dos municípios brasileiros. Desta forma, é possível estabelecer um banco de dados sistematizado e atualizado com essas informações a fim de tornar o processo de conhecimento da dinâmica hídrica na área mais eficiente e eficaz possibilitando uso mais racional dos seus recursos.

ISBN: 978-85-7282-778-2

6. Agradecimentos:

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES).

7. Referências Bibliográficas

BELTRAME, Zoraide Victorello. Geografia Ativa, Investigando o Ambiente do Homem. Ed. Ática, 1995.

CHRISTOFOLETTI, A. Análise morfométrica de bacias hidrográficas. Notícia Geomorfológica. v.18, n. 9, p. 35-64, 1969.

CHRISTOFOLETTI,A.(1974)*Geomorfologia.*1ª ed.SãoPaulo.Ed.EdgardBlucher Ltda.

CHRISTOFOLETTI,A. (1980)Geomorfologia – 2ª ed. – São Paulo: Ed. Edgard Blucher Ltda.

FREITAS, R.O. Textura de drenagem e sua aplicação geomorfológica. *Boletim Paulista de Geografia*. São Paulo, v. 11, p.53-57, 1952.

HORTON, R.E. "Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology", Bull. Geol. Soc. Amer.,5, p. 275-370, 1945.

ROCHA, J.S.M da. Manual de Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas. Santa Maria, UFSM, 1991.

SEAB/PR. Manual Operativo do Fundo de Manejo e Conservação do Solo, Curitiba, julho de 1992 (4ª versão).

SCHUMM, S.A. Evolution of drainage systems and slopes in bedlands at Perth Amboy, New Jersey. Bull. Geol. Soc. Am., 67:597-646, 1956.

STRAHLER, A. N. Quantitative Analysis of Watershed Geomorphology. Transactions of the American Geophysical Union. Vol. 8, Number 6, pp. 913-920, 1957.

STRAHLER, A.N. Hypsometric (area-altitude) analysis and erosional topography. Geological Society of America Bulletin, v. 63, p. 1117-1142, 1952.

VILLELA, S. M. & MATTOS, A. *Hidrologia aplicada.* São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ANÁLISE ESPACIAL MULTICRITERIAL PARA SELEÇÃO DE SUB-BACIAS PRIORITÁRIAS PARA A RESTAURAÇÃO FLORESTAL VISANDO À PROTEÇÃO E RECUPERAÇÃO DO MANANCIAL DE ABASTECIMENTO DO RIO MACACU/RJ

Laís Almeida da Costa Pessanha [(a)], Patrícia Rosa Martines Napoleão[(b),] Tadeu Tostes de Souza [(c)]

[(a,b,c)] Instituto Estadual do Ambiente/Rio de Janeiro, laiscosta.uff@gmail.com

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

Estudo pautado na análise multicriterial para a seleção e priorização de sub-bacias hidrográficas para a implementação de projetos de restauração florestal visando à proteção e recuperação de mananciais de abastecimento público promovendo aumento na produção e na qualidade da água na bacia hidrográfica.

Laís Almeida da Costa Pessanha, Patrícia Rosa Martines Napoleão, Tadeu Tostes de Souza

Palavras chave: Restauração florestal; Análise multicritério; Mananciais; Hierarquização; Indicadores.

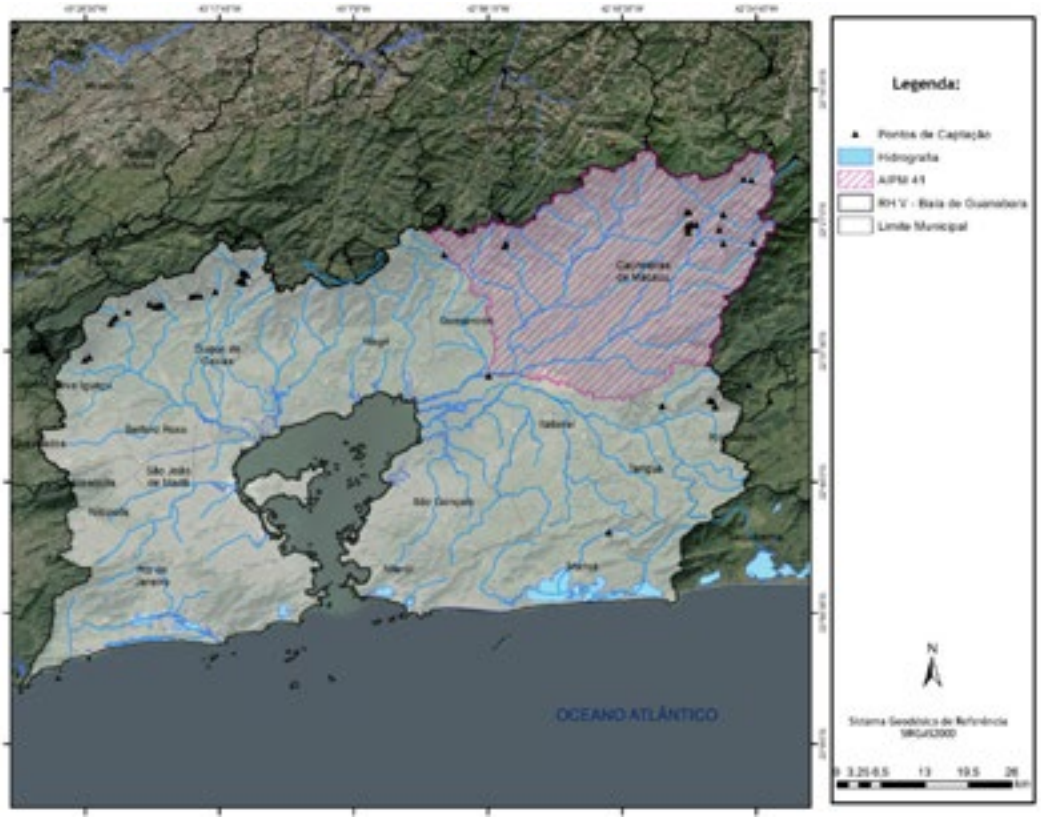
1. Introdução

O estudo proposto foi desenvolvido pela Coordenadoria de Gestão do Território e Informações Geoespaciais do INEA/RJ e consiste em um desdobramento do Projeto Atlas dos Mananciais de Abastecimento Público do Estado do Rio de Janeiro, integrante do Pacto pelas

Águas, que objetiva proteger os mananciais estratégicos de abastecimento público e aumentar a segurança hídrica em médio e longo prazos. O Pacto pelas Águas tem como diretrizes (i) a adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão; (ii) as iniciativas e intervenções deverão ser implementadas em áreas de interesse para proteção e recuperação de mananciais de abastecimento público (AIPMs); (iii) todas as intervenções devem contribuir para a manutenção, recuperação ou aumento dos serviços ambientais associados à água (regulação do clima, controle do nível dos rios, etc.) e também para a conservação e recuperação dos recursos hídricos; (iv) as ações e políticas públicas devem ser integradas, complementando esforços e resultados entre os municípios, Estado e União; (v) os dados e informações sobre o programa devem ser disponibilizados e compartilhados à sociedade.

De modo a subsidiar a elaboração de programas de proteção e recuperação de mananciais regionais e locais, este estudo apresenta critérios adotados para a priorização de áreas de intervenção, privilegiando a adequação ambiental do imóvel rural e os impactos positivos na paisagem. Identificando e dirigindo esforços de restauração florestal nas sub-bacias prioritárias na Área de Interesse para Proteção e Recuperação de Mananciais – AIPM.

A área de estudo corresponde às sub-bacias que contribuem para a captação de água do Sistema Imunana-Laranjal, em Guapimirim, na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, denominada no Atlas como Área de Interesse para Proteção e Recuperação de Mananciais (AIPM) 41.



Mapa 1 - Localização da área de estudo

O Atlas dos Mananciais foi elaborado com o intuito de gerar subsídios para a gestão pública e tomada de decisão diante da crise hídrica que o estado do Rio de Janeiro vivenciou desde 2014, com o agravamento dos déficits de precipitação e o inadequado manejo dos solos e das água. Diante desta demanda, buscou-se mapear e conhecer os principais mananciais de abastecimento público do estado e suas bacias de contribuição, analisando medidas que promovessem a recuperação de mananciais visando à produção e qualidade das águas desses corpos hídricos a fim de promover segurança hídrica à população do estado do Rio de Janeiro, integrantes do Pacto pelas Águas. A recuperação de mananciais remete ao processo de recuperação de uma área de manancial degradada, promovendo-a a condições não degradadas, reestabelecendo os processos hidrológicos, ecológicos e ecossistemas associados (INEA, 2018).

O sistema de abastecimento Imunana-Laranjal que atende os munícipios do leste da Baía de Guanabara (Itaboraí, Niterói, São Gonçalo, e a Ilha de Paquetá/RJ), correspondente a cerca de 1,7 milhões de habitantes, com vazão captada de 7.658,60 l/s nos rios Guapi-Açu e Macacu. O sistema integrado é operado pela CEDAE e se estende por 108.147 hectares, inseridos total/parcialmente nos municípios de Cachoeiras de Macacu, Guapimirim e Itaboraí.

Inserida no Bioma Mata Atlântica, a área de estudo apresenta vegetação bastante conservada. O uso e cobertura do solo predominante é de Vegetação Secundária em Estágio Inicial, Médio e Avançado, totalizando 64% da área de contribuição do ponto de captação de água. As classes campos-pastagens e agricultura recobrem, respectivamente, 27,6% e 4,7% da AIPM. Inserem-se total/parcialmente nesta área de contribuição seis unidades de conservação de Proteção Integral e nove de Uso Sustentável.

Apesar do quantitativo de áreas florestadas e de Unidades de Conservação, a área de estudo sofre pressão devido à intensa demanda hídrica e à ocupação do solo, composta de atividades urbanas, agropecuárias e industriais. Na região também está inserido o Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro, o COMPERJ. O empreendimento, após a retomada das obras, tem previsão de iniciar as operações em 2020, transformando a região em um grande parque industrial, demandando indicação de áreas para restauração florestal visando à promoção de serviços ecossistêmicos como condicionante de licenças ambientais, sobretudo daqueles relacionados à produção e promoção da qualidade da água.

2. Materiais e Métodos

A seleção de áreas prioritárias para restauração ocorreu através da hierarquização das sub-bacias do sistema Guapi-Macacu. As sub-bacias foram geradas a partir das Ottobacias de nível 6, com algumas adaptações aos limites da AIPM 41. Esse dado é proveniente do

shapefile de Base Hidrográfica Ottocodificada de Bacias Litorâneas SP-RJ 1:25.000/1:50.000, produzido pela Agencia Nacional das Águas,em parceria com o INEA.

A priorização das sub-bacias para recuperação de mananciais na AIPM 41 decorreu de avaliações multicritério – AMC, ferramentas de apoio ao planejamento que, por meio de técnicas estatísticas e matemáticas, criam condições que possibilitam a combinação e a comparação de cenários, evidenciando todo o potencial para o conhecimento e gestão do território baseando-se na organização de dados geográficos em um plano cartográfico. (GRISOTTO et al., 2012).

O estudo pauta-se em dados geoespaciais de diversos temas, dessa forma, a estruturação e análise espacial das informações utilizadas ocorreu em ambiente SIG – Sistemas de Informações Geográficas – que permitiu a agregação e cruzamento de dados das mais variadas fontes e escalas. Pires et al. (2002) salienta a importância dos SIGs como instrumento de gestão territorial, principalmente no que tange à gestão de bacias hidrográficas, pois auxiliam na determinação de medidas de manejo ambiental pautando-se em informações socioambientais, socioeconômicas e fisiográficas da bacia.

Com o auxílio de SIGs, construiu-se um modelo robusto que pudesse orientar a priorização e otimização de investimentos para a recuperação ambiental e recomposição vegetal visando, principalmente, a qualidade e garantia da disponibilidade hídrica, elencando as sub-bacias deste sistema com maior aptidão à restauração florestal, considerando aspectos fisiográficos e socioeconômicos.

A modelagem proposta busca hierarquizar a viabilidade e prioridade para a restauração das sub-bacias deste sistema em função de três indicadores: Indicador de suscetibilidade à erosão; Indicador de viabilidade de mobilização e de implementação do serviço de restauração florestal e Indicador de áreas prioritárias para restauração florestal visando à recuperação de mananciais.

O indicador de suscetibilidade à erosão buscou mapear ao longo da bacia de drenagem do ponto de captação do sistema Imunana-Laranjal as áreas mais suscetíveis aos processos erosivos e de perda de solos. A presença de cobertura florestal nas áreas mais suscetíveis à erosão reduz a ocorrência de processos erosivos, o que diminui o assoreamento dos mananciais e os custos com o tratamento de água para abastecimento (BOCHNER, 2010). Este mapeamento se baseou na modelagem de serviços ecossistêmicos do programa *InVEST*, modelo SDR – *Sediment Delivery Ratio* e nas cicatrizes erosivas e de movimentos gravitacionais de massa, conteúdo que integra as Cartas de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa, Inundação, Corridas e Enxurradas, projeto realizado pela CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, na escala de 1:25.000. A partir destes dois dados, foram mapeadas as sub-bacias mais suscetíveis à perda de solos e aos processos erosivos.

A partir de dados do Cadastro Ambiental Rural – CAR e do mapeamento de suscetibilidade à inundação (INEA, 2015, escala 1:25.000) foi gerado o indicador de viabilidade à mobilização e implementação do serviço de restauração florestal nas sub-bacias. Foram considerados o percentual de áreas cadastradas no CAR em cada sub-bacia, fator que viabiliza a mobilização dos proprietários frente à adequação ambiental de imóveis rurais no que tange às Áreas de Preservação Permanente e às Reservas Legais. Em relação às áreas suscetíveis às inundações, foram consideradas aquelas com os menores contingentes que podem sofrer os eventos de cheia dos rios e enxurradas, possibilitando assim a implementação e a manutenção das áreas em processo de restauração. Como resultado, este indicador priorizou sub-bacias com a maior proporção de áreas cadastradas no CAR em relação ao tamanho da sub-bacia e a menor proporção de áreas suscetíveis à inundação.

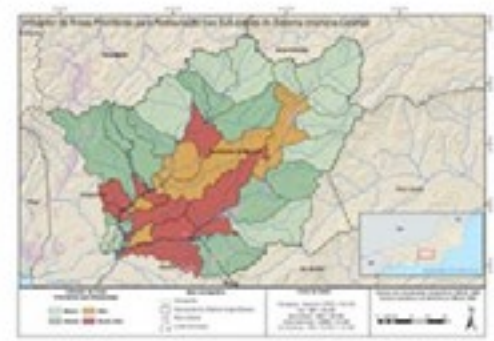
O indicador de áreas prioritárias para restauração visando à proteção de mananciais buscou identificar as sub-bacias prioritárias para a implementação do programa pautando-se na disponibilidade de áreas passíveis de restauração que apresentassem ganho em serviços

ecossistêmicos relacionados à promoção de qualidade e produção da água. Buscou-se selecionar em áreas de pastagens e agricultura, áreas que pudessem contribuir, a partir da restauração florestal, para a melhoria da qualidade e quantidade de água produzida.

A elaboração deste indicador ocorreu através de três fatores: a potencialidade de regeneração natural a partir da proximidade dos fragmentos florestais, produto que integra o Atlas dos Mananciais de Abastecimento Público do Estado do Rio de Janeiro, em escala 1:100.000, elencado por Crouzeilles et al. (2016) como um dos principais indicadores de sucesso da restauração florestal; a partir da potencialidade de produção de água da ottobacia e na demanda por proteção de nascentes, índice pautado na densidade de nascentes daquele recorte espacial, Valente & Gomes (2011) afirmam que a diminuição das nascentes resulta na redução do volume de água nos corpos hídricos, estando o fluxo contínuo dos rios relacionado à conservação e perenidade dessas nascentes; e do contingente de Áreas de Preservação Permanente degradadas dentro da sub-bacia de modo a identificar aquelas com a maior presença de APPs ocupadas com uso antrópico e passíveis de restauração florestal.

Os três indicadores elaborados para hierarquizar as sub-bacias do Sistema Imunana-Laranjal foram calculados a partir de uma álgebra de mapas utilizando a ferramenta *Raster Calculator*, no software *ArcGIS 10.4.*

No quadro 1 é possível observar os insumos, as fontes e os indicadores utilizados na análise. O resultado dos indicadores foi submetido à análise multicritério e originou o mapeamento final de hierarquização de sub-bacias para a implementação do projeto de restauração florestal. Os mapeamentos foram classificados pelo método de intervalos iguais - quartis - na segmentação das classes.

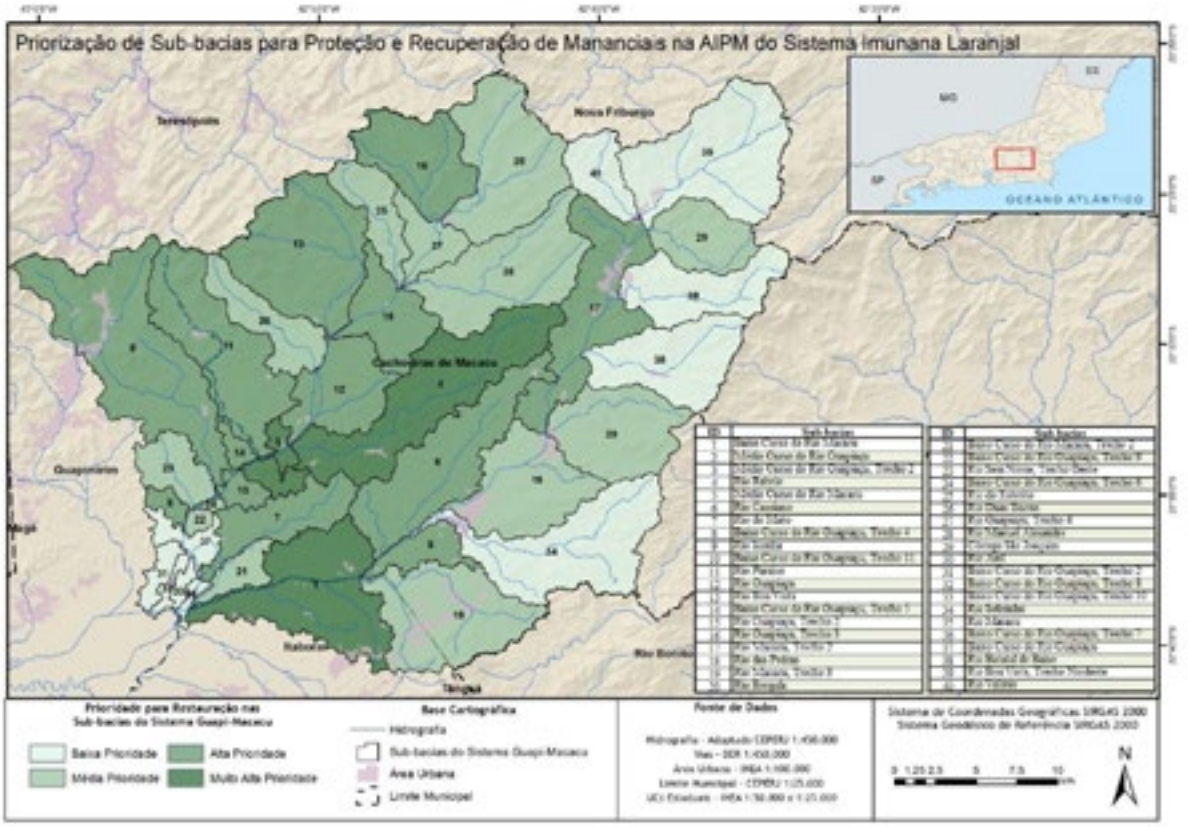
	Porcentagem de Área Cadastrada no CAR	Cadastro Ambiental Rural, SICAR
		Ottobacias, ANA/Inea – 1:25.000
	Porcentagem de Área Não Suscetível à Inundação	Suscetibilidade à Inundação – Inea (adaptado), 1:25.000
		Ottobacias, ANA/Inea – 1:25.000
	Total de Sedimentos Exportados em T/ha/ano (SDR) – Modelo Invest	Modelo Digital de Elevação, Inea – 1:25.000
		Pluviosidade, WorldClim – 1:100.000
		Solos, Inea – 1:100.000
		Uso e Cobertura do Solo da RH V – Inea, 1:25.000
		Ottobacias, ANA/Inea – 1:25.000
		Biofísico – 1:100.000
	Feições Erosivas	Cicatrizes de Movimento de Massa, CPRM – 1:25.000
		Feições Erosivas, CPRM – 1:25.000
		Ottobacias, ANA/Inea – 1:25.000
	Indicador de Potencialidade para a Regeneração Natural em Relação à Proximidade/Distância dos Remanescentes Florestais	Uso e Cobertura do Solo, Inea – 1:100.000
	Indicador de Degradação de Áreas de Preservação Permanente	Áreas de Preservação Permanente, Inea – 1:25.000
	Densidade de Nascentes	Trecho de Drenagem, IBGE – 1:25.000
		Ottobacias, ANA/Inea – 1:25.000

Quadro 2 - Composição dos Indicadores

3. Resultados e Discussões

O mapeamento das sub-bacias para a implementação do projeto de restauração florestal buscou hierarquizar, entre as 40 ottobacias geradas na área de contribuição do sistema de

captação do Guapi-Macacu, as de maior viabilidade e prioridade para a implementação do projeto de restauração florestal visando à produção de água. Dessa forma, levando em consideração os indicadores mencionados, obteve-se o mapa 1.



Mapa 2 – Priorização de bacias para a implementação da Restauração Florestal

As áreas localizadas no médio/baixo cursos dos rios Guapi-Açu e Macacu, por apresentarem grandes extensões de uso e cobertura dos solos na categoria de campo-pastagens e um alto contingente de propriedades rurais inscritas no CAR, além da proximidade com os fragmentos florestais da Unidade de Conservação REVIS Macacu, apresentaram alta prioridade para a restauração florestal. No entanto, as ottobacias localizadas próximo ao ponto de captação de água, apesar de apresentarem características semelhantes, a alta/muito alta

suscetibilidade à inundação reduziram a prioridade dessas à implementação do programa de restauração florestal.

A densidade de nascente comportou-se de forma regular ao longo de toda AIPM, salvo no baixo curso dos rios, que foi inferior à média apresentada. O índice de degradação de APP´s foi menor nos altos cursos dos rios, tal fato se justifica pela existência da Unidade de Conservação de Proteção Integral (Parque Estadual dos Três Picos) nas cabeceiras de drenagem destes. A suscetibilidade à erosão foi maior nas sub-bacias sobrepostas às escarpas da Serra do Mar, na porção Norte da AIPM, tal fato decorre das condições geomorfológicas e das cicatrizes de movimentos gravitacionais de massa presentes neste relevo. Por outro lado, a ottobacia 1, onde está inserido o COMPERJ, apesar do relevo suave, apresentou alta suscetibilidade à erosão, o que se justifica pela alteração das condições naturais do terreno devido às obras de implementação do complexo petroquímico, levando à ocorrência de solo exposto, influenciando a resposta do indicador.

A partir do mapeamento proposto, as sub-bacias de maior prioridade são as sub-bacias 4 e 1, Rio Rabelo e baixo curso do Rio Macacu, respectivamente. Na sub-bacia 1 é onde está localizado o empreendimento do COMPERJ.

O quadro 2 sistematiza as 40 sub-bacais mapeadas e traz o contingente de áreas prioritárias para restauração dentro de cada um destes recortes territoriais, neles é possivel observar proporcionalmente, o comportamento deste indicador. Nota-se que a proporção de área prioritária para restauração não foi decisiva na hierarquização das prioridades de implementação dos serviços de restauração nas bacias. O fator viabilidade e as outras condicionantes fisiográficas redistribuiram a priorização destas áreas.

Prioridade	ID	Sub-bacias	Área da Sub-bacia (Ha)	Área de APRF (Ha)	Percentual de APRF por Sub-bacia (%)
Muito Alta	1	Baixo Curso do Rio Macacu	5.426,75	3.927,91	72,38
	2	Médio Curso do Rio Guapiaçu	600,00	365,72	60,95
	3	Médio Curso do Rio Guapiaçu, Trecho 2	404,61	187,27	46,28
	4	Rio Rabelo	6.191,89	2.520,15	40,70
Alta	5	Médio Curso do Rio Macacu	1.116,62	863,39	77,32
	6	Rio Cassiano	5.017,23	3.451,42	68,79
	7	Rio do Mato	2.391,25	1.454,57	60,83
	8	Baixo Curso do Rio Guapiaçu, Trecho 4	379,04	314,96	83,09
	9	Rio Iconha	7.774,89	1.659,67	21,35
	10	Baixo Curso do Rio Guapiaçu, Trecho 11	539,34	252,15	46,75
	11	Rio Paraiso	5.117,82	1.609,60	31,45
	12	Rio Guapiaçu	2.873,20	1.728,80	60,17
	13	Rio Boa Vista	5.662,40	904,06	15,97
	14	Baixo Curso do Rio Guapiaçu, Trecho 5	352,05	205,86	58,47
	15	Rio Guapiaçu, Trecho 2	2.356,50	1.402,99	59,54
	16	Rio Guapiaçu, Trecho 3	3.234,83	103,83	3,21
	17	Rio Macacu, Trecho 2	4.723,55	1.995,25	42,24
Média	18	Rio das Pedras	4.896,88	1.535,82	31,36
	19	Rio Macacu, Trecho 3	3.878,21	1.177,07	30,35
	20	Rio Bengala	3.772,01	848,02	22,48
	21	Baixo Curso do Rio Macacu, Trecho 2	838,91	766,85	91,41
	22	Baixo Curso do Rio Guapiaçu, Trecho 9	232,48	188,12	80,92
	23	Rio Sem Nome, Trecho Oeste	1.438,79	900,05	62,56
	24	Baixo Curso do Rio Guapiaçu, Trecho 6	114,66	49,52	43,19
	25	Rio do Estreito	1.733,50	426,89	24,63
	26	Rio Duas Barras	4.834,12	1.289,94	26,68
	27	Rio Guapiaçu, Trecho 4	1.257,77	557,27	44,31
	28	Rio Manuel Alexandre	4.994,06	414,94	8,31
	29	Córrego São Joaquim	2.221,92	63,73	2,87
	30	Rio Anil	2.127,85	617,86	29,04
Baixa	31	Baixo Curso do Rio Guapiaçu, Trecho 2	532,72	515,88	96,84
	32	Baixo Curso do Rio Guapiaçu, Trecho 8	268,55	225,46	83,95
	33	Baixo Curso do Rio Guapiaçu, Trecho 10	245,89	235,90	95,94
	34	Rio Sobrinho	5.456,67	1.382,05	25,33
	35	Rio Macacu	5.978,23	58,68	0,98
	36	Baixo Curso do Rio Guapiaçu, Trecho 7	225,81	163,37	72,35
	37	Baixo Curso do Rio Guapiaçu	765,66	678,80	88,66
	38	Rio Batatal de Baixo	3.678,16	516,21	14,03
	39	Rio Boa Vista, Trecho Nordeste	3.096,88	229,02	7,40
	40	Rio Valério	1.534,81	57,70	3,76

Quadro 2 – Sub-bacias e contigente de áreas prioritárias para restauração

ISBN: 978-85-7282-778-2

4. Considerações Finais

A análise multicritério se mostrou uma ferramenta eficiente na priorização de sub-bacias para a implementação de serviços de restauração florestal. Os SIGs permitiram realizar o diagnóstico ambiental da bacia através da análise cunjunta de diferentes indicadores, obteve-se assim um resultado síntese que norteou a escolha das sub-bacias para a implementação do serviço de restauração.

Bibliografia:

BOCHNER, Julia Kishida. Proposta metodológica para identificação de áreas prioritárias para recomposição florestal – Estudo de caso: bacia hidrográfica do rio Macacu/RJ. 2010. 135p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2010.

CROUZEILLES, Renato; CURRAN, Michael; FERREIRA, Mariana S.; LINDENMAYER, David B.; GRELLE, Carlos E. V.; REY BENAYAS, José M. A global meta-analysis on the ecological drivers of forest restoration success. Nature Communications, vol. 7, 11666 (2016).

GRISOTTO, L. E. G.; PEREIRA, A. A. de O.; BITTENCOURT, A. G.; MACHADO, R. D. Geoestatística e avaliação multicriterial no processo de planejamento e 76 desenvolvimento local e regional do estado de São Paulo. Congresso PLURIS 2012 – Reabilitar o Urbano. Paranoá, n° 6.

Instituto Estadual do Ambiente (RJ). Atlas dos Mananciais de abastecimento público do Estado do Rio de Janeiro: subsídios ao planejamento e ordenamento territorial. Instituto Estadual do Ambiente, Rio de Janeiro, RJ, 2018.

PIRES, J. S. R.; DOS SANTOS, J. E.; DEL PRETTE, M. E. A utilização do conceito de bacia hidrográfica para a conservação dos recursos naturais. In: SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. (edit). Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações. Ilhéus, Ba: Editus, 2002.

VALENTE, O. F.; GOMES, M. A. Conservação de nascentes-Produção de água em pequenas bacias hidrográficas. 2 ed. Viçosa, MG: Aprenda Fácil Editora, 2011. 267 p.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ANÁLISE MORFOMÉTRICA DA BACIA DO RIO JACUTINGA

Ana Flavia Teixeira Maciel [(a)], Dayane da Silva Oliveira [(b)], Hellen Braga Serpeloni [(c)], João Vitor Ferreira Gonçalves [(d)], Vinícius Augusto Marques dos Santos [(e)]

[(a)] Departamento de Geografia, Universidade Estadual de Londrina, anaftmaciel@gmail.com
[(b)] Departamento de Geografia, Universidade Estadual de Londrina, dayanejuh@hotmail.com
[(c)] Departamento de Geografia, Universidade Estadual de Londrina, hellenbserpeloni@gmail.com
[(d)] Departamento de Geografia, Universidade Estadual de Londrina, joaofergo@gmail.com
[(e)] Departamento de Geografia, Universidade Estadual de Londrina, viaugusto.ms@gmail.com

Eixo: 6. Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

O estudo busca realizar a análise morfométrica da bacia hidrográfica do Rio Jacutinga, entre as cidades de Ibiporã e Londrina-PR. Gerou-se os resultados pelo software ArcGis 10, os mapas através do Sistema de Coordenadas UTM e DATUM SAD69 e os shapes da hidrografia e altimetria do Instituto Águas Paraná. Assim, a área da bacia é 236,56 km², de perímetro 86,04 km, índice de compacidade 1,57 e densidade de drenagem 1,10 km/km². O comprimento total da rede de drenagem é 262,37 km e é uma bacia de 4ª ordem. O trabalho discorre sobre a densidade hidrográfica, coeficiente de manutenção, fator forma da bacia, comprimento total e o comprimento médio dos canais por ordem de ramificação. Apresenta-se a relação de bifurcação, extensão do percurso superficial e o índice de sinuosidade da bacia. E, na análise hipsométrica, a amplitude altimétrica máxima da bacia, relação de relevo e o índice de rugosidade.

Palavras chave: Bacia hidrográfica do Rio Jacutinga; Morfometria; Uso e ocupação da terra; Escoamento superficial.

1. Introdução

A Geomorfologia é a ciência que estuda as formas de relevo, que são produto da interação antagônica entre forças endógenas e exógenas. As formas de relevo apresentam diversas características, onde destaca-se duas que são importantes e complementares no contexto desse trabalho: a morfologia e a morfometria. Significa afirmar que uma mesma forma de relevo possui uma morfologia e uma morfometria. Morfologia refere-se aos

ISBN: 978-85-7282-778-2

aspectos geométricos do relevo, isto é, sua fisionomia, seu desenho. A morfometria constitui-se como sua medida absoluta.

Nesse contexto, as bacias hidrográficas apresentam-se com variadas formas de relevo com suas respectivas morfologias e morfometrias. Assim, o objetivo deste trabalho foi fazer uma análise morfométrica da bacia hidrográfica do Rio Jacutinga (Figura 1), que compreende os municípios de Londrina e Ibiporã-PR, tendo sua nascente no limite noroeste de Londrina com Cambé.

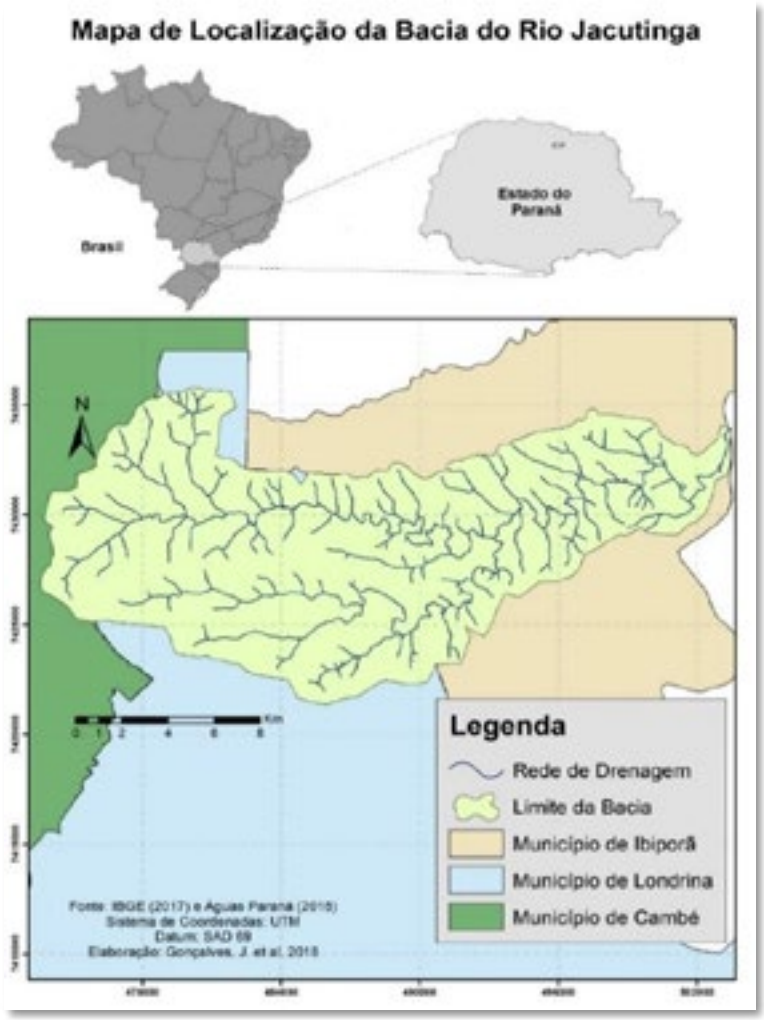


Figura 1 - Mapa de Localização da Bacia do Rio Jacutinga. Fonte: Próprios autores, 2018.

ISBN: 978-85-7282-778-2

A importância desses tipos de estudo, que envolve análises e medidas morfométricas, é a potencial aplicação que possui para o planejamento de uso e ocupação da terra e ordenamento do território, já que a partir delas tem-se uma ideia sobre o comportamento e regime hidrológico na bacia analisada.

2. Materiais e Métodos

Strahler (1957) e Christofoletti (1974) foram pesquisadores que elaboraram parâmetros morfométricos referentes a hierarquia fluvial, os quais foram utilizados para a elaboração deste trabalho. O aplicativo utilizado para a incorporação dos dados foi o ArcGis 10. Os arquivos usados como base foram os shapes, onde os que referem –se a limites foram baixados do site IBGE para criar mapas de localização, shapes referentes a altimetria foram baixados do Instituto Águas Paraná aplicado para criar mapas de hipsometria, declividade e perfis topográficos, sendo que o shape de hidrografia foi utilizado para incorporação no mapa de hierarquização.

Todos os mapas foram gerados no sistema de coordenadas Universal Transversa de Mercator (UTM) e DATUM: SAD69. Relacionado à bacia do rio Jacutinga foram analisadas expressões lineares, hierárquicas, areais e hipsométricas. A seguir, na tabela 1, verifica-se as fórmulas utilizadas para os cálculos de parâmetros morfométricos:

Os parâmetros foram calculados e, então, procedeu-se a elaboração de análises, das quais foram correlacionados com os resultados da pesquisa através das interpretações dos mesmos.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Tabela 1 - Fórmulas e significado dos parâmetros morfométricos. Fonte: Próprios autores.

Análise	Significado	Fórmula	Siglas
Comprimento médio dos canais	Utilizado para alcançar o comprimento médio dos canais de cada ordem.	Cmc = Cm/Nm	**Cmc** = comprimento médio dos canais; **Cm** = comprimento dos canais de cada ordem; **Nm** = número de canais de cada ordem.
Relação de bifurcação	Relação entre o número total de segmentos de uma certa ordem e o número total dos de ordem imediatamente superior	Rb = Nu/Nu+1	**Rb** = relação de bifurcação; **Nu** = número de rios de determinada ordem; **Nu+1** = número de rios da ordem imediatamente superior
Gradiente do canal principal	É a relação entre a amplitude topográfica do canal principal e o seu comprimento, identificando a declividade do canal	Gcp = Acp/Ccp.1000	**Gcp** = gradiente do canal principal; **Acp** = amplitude altimétrica do canal principal; **Ccp** = o comprimento do canal principal.
Índice de compacidade	correlativo a forma da bacia e resulta da razão entre o perímetro e sua área.	Kc = P/2√π.A	**Kc** = índice de compacidade; **P** = perímetro; **A** = área.
Densidade hidrográfica	É a correlação entre o número de rios ou cursos de água com a área da bacia hidrográfica.	Dh = N/A	**Dh** = densidade hidrográfica; **N** = número total de canais; **A** = área da bacia.
Densidade de drenagem	Correlaciona o comprimento total dos canais de escoamento com a área da bacia hidrográfica.	Dd = N/A	**Dd** = densidade de drenagem; N = soma total dos comprimentos dos canais; **A** = área da bacia.
Coeficiente de manutenção	Mostra a área mínima necessária para a manutenção de um metro de canal de escoamento	Cm = 1/Dd.1000	**Cm** = coeficiente de manutenção; **Dd** = densidade de drenagem
Relação de relevo da bacia	É a relação entre a amplitude altimétrica máxima e a maior extensão da bacia analisada, medida paralelamente a principal linha de drenagem.	Rr = Hm/Lb	**Rr** = relação de relevo; **Hm** = amplitude altimétrica; **Lb**= comprimento do eixo da bacia.
Área da bacia	É toda extensão escoada pelo conjunto do sistema fluvial, projetada em plano horizontal		
Perímetro da bacia	É a medida do contorno da bacia hidrográfica		
Amplitude altimétrica	É a diferença entre a maior e menor altitude da bacia		

3. Resultados e Discussões

Mostra-se a seguir (Tabela 2), as características físicas da bacia hidrográfica do Rio Jacutinga.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Tabela 2 - Parâmetros Morfométricos Calculados. Fonte: Próprios autores, 2018.

Paramêtro Morfométrico:	
Análise Linear:	**Valor Calculado:**
1) Comprimento Total da Rede de Drenagem (Lt)	262,37 km
2) Comprimento Total dos Canais por Ordem de Ramificação (Li)	
1ª Ordem	123,65 km
2ª Ordem	60,57 km
3ª Ordem	30,68 km
4ª Ordem	47,03 km
3) Comprimento Médio dos Canais por Ordem de Ramificação (Lmi)	
1ª Ordem	0,92 km
2ª Ordem	2,08 km
3ª Ordem	6,13 km
4ª Ordem	47,03 km
4) Relação de Bifurcação (Rb)	
RB 1)	4,58
RB 2)	5,8
RB 3)	5
5) Extensão do Percurso Superficial (Eps)	0,45 km
6) Índice de Sinuosidade (Isn)	1,90 km
Análise Areal:	
7) Área (A)	236,56 km²
8) Perímetro (P)	86,04 km
9) Índice de Compacidade (Kc)	1,57
10) Densidade de Drenagem (Dd)	1,10 km/km²
11) Densidade Hidrográfica (Dh)	0,71 canais/km²
12) Coeficiente de Manutenção (Cm)	909,09 m²
13) Fator Forma	0,27
Análise Hipsométrica:	
14) Amplitude Altimétrica Máxima da Bacia (Hm)	340 m
15) Relação de Relevo (Rr)	11,5 m/km
16) Índice de Rugosidade (Ir)	374

ISBN: 978-85-7282-778-2

3.1 Análise Linear

O comprimento total da rede de drenagem (Lt) é de 262,37 km, os canais de primeira ordem têm o comprimento total de 123,65 km, os de segunda ordem apresentam 60,57 km, os de terceira ordem têm 30,68 km e os de quarta ordem têm 47,03km.

Na figura 2 é possível visualizar a hierarquização dos cursos d'água da bacia estudada. Comprimento médio dos canais por ordem de ramificação (Lmi) é dado pela razão do comprimento total de determinada ordem e a quantidade de canais da mesma ordem, no caso da bacia do Rio Jacutinga é composta pela seguinte hierarquização:

1ª Ordem = 123,65/133 = 0,92

2ª Ordem = 60,57/29 = 2,08

3ª Ordem = 30,68/5 = 6,13

4ª Ordem = 47,03/1 = 47,03

A relação de bifurcação (Rb) é dada pela razão de número de segmentos de determinada ordem (Nu) e o número de segmentos da ordem imediatamente superior (Nu+1).

RB = 133/29 = 4,58

RB = 29/5 = 5,80

RB = 5/1 = 5

A relação média de bifurcações com índices mais elevados tem como características substratos rochosos com menor infiltração de água pluvial e maiores índices de escoamento superficial, por outro lado índices de menor correspondência têm substratos com maior permeabilidade e menor escoamento superficial, com uma variação normal entre 3,0 a 5,0, se o valor passar de 10 está relacionado a alternância da litologia mole e dura devido a uma heterogeneidade na litologia do local da bacia. A extensão do percurso superficial (Eps), no caso da bacia do Rio Jacutinga é de 0,45 km.

ISBN: 978-85-7282-778-2

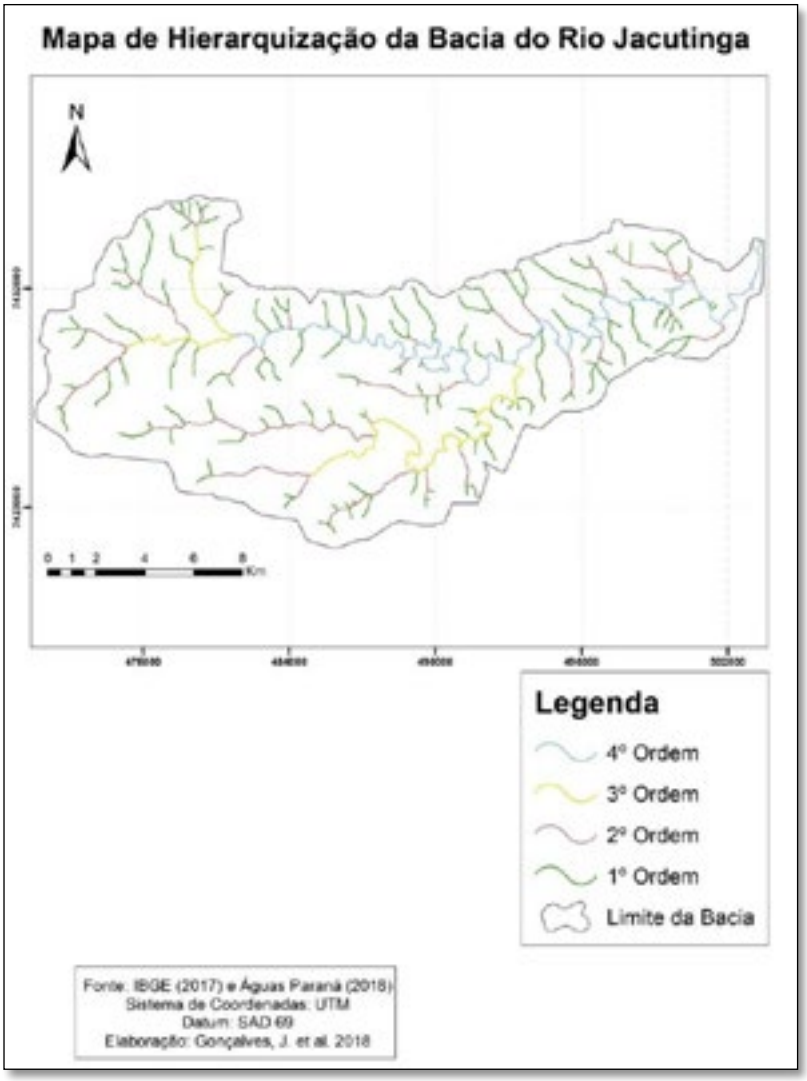


Figura 2 - Mapa da Hierarquização da Bacia do Rio Jacutinga. Fonte: Próprios autores, 2018.

O índice de sinuosidade (Isn) "está relacionado à velocidade do escoamento nos canais de drenagem e, em síntese, sua relação com o solo em produzir erosão" (SANTOS et. al., 2012, p. 207). Para o Rio Jacutinga, o valor encontrado é de 1,90 km, ou seja, indica que os canais de drenagem não podem ser considerados sinuosos, mas também não tem forma retilínea, logo, ele tem uma forma transitória.

3.2 Análise Areal

Para caracterização geométrica da bacia do Rio Jacutinga, foi mensurada uma área de 236,56 km² e perímetro de 86,04 km. Sendo que, o coeficiente de compacidade (Kc) obtido é de 1,57, associado ao respectivo fator de forma (Ff) 0,27, indicam que a bacia possui forma alongada, em que, segundo Villela e Mattos (1975) a bacia tende a apresentar menos concentração de deflúvio. Considerando essas características, analisa-se que a bacia do Rio Jacutinga denota menor sucessão a enchentes enquanto a ocorrência de precipitações for em níveis normais.

A densidade de drenagem (Dd) analisada na bacia foi 1,10 km/km², sendo que, essa relação compreende o comprimento total de todos os cursos d'água e a área total da bacia. Segundo Beltrame (1994), este índice varia, portanto, quanto maior o valor, maior a capacidade da bacia de escoar água durante uma enchente. Essa relação é melhor entendida conforme tabela 3.

Tabela 3 - Classificação da densidade de drenagem (Dd) de uma bacia. Fonte: Beltrame, 1994.

D d (km/km²)	**Denominação**
< 0,50	Baixa
0,50 – 2,00	Mediana
2,01 – 3,50	Alta
> 3,50	Muito alta

Consequentemente, de acordo com a classificação da densidade de drenagem por Beltrame (1994), a bacia do Rio Jacutinga possui mediana capacidade de drenagem, sendo esse um bom indicador de permeabilidade do solo, associado a regiões rochosas permeáveis com baixo nível pluviométrico, os quais influenciam o fornecimento e transporte de materiais detríticos.

ISBN: 978-85-7282-778-2

A densidade hidrográfica (Dh) da bacia é de 0,71 cursos d'água por km², esse valor de densidade está atrelado à capacidade que as bacias têm para gerarem novos canais (Lana, 2001), sendo que, a bacia do Rio Jacutinga tem baixa probabilidade. De acordo com a ordem hierárquica proposta por Strahler (1952), a bacia do rio Jacutinga é de 4º ordem, portanto, quando inferior ou igual a 4 é caracterizado como pequenas bacias hidrográficas, refletida diretamente ao uso da terra, e quanto mais ramificado a rede de drenagem, mais eficiente é o sistema de drenagem.

O coeficiente de manutenção (Cm) calculado na bacia foi de 909 m², que estabelece a área mínima necessária para a manutenção de um metro de canal de escoamento para que a qualidade hídrica seja mantida em seus valores físicos, químicos e biológicos (SCHUMM, p. 598, 1956). O valor obtido é alto, sendo assim, pode-se atribuir a baixas declividades e boa capacidade de recarga hídrica.

3.3 Análise Hipsométrica

No que condiz à análise hipsométrica da bacia hidrográfica do Rio Jacutinga (Figura 3), conforme metodologia apresentada anteriormente, o resultado encontrado a respeito da amplitude altimétrica máxima da bacia corresponde a 340m, sendo que a cota maior é de 680m, observada em porções isoladas a noroeste e sudoeste, e a cota menor encontra-se a 340m, localizada no exutório a leste da bacia.

A declividade representada pela Figura 4 foi dividida em 6 classes, adaptada da classificação da Embrapa (1979), em que há a nítida presença de declividades até 8%, no qual constitui um relevo predominantemente suave ondulado. As médias declividades que se constituem entre 15-45% apresentam-se em toda área, mas em pequenas porções na metade superior, principalmente na proximidade do curso hídrico. Da mesma forma, acontece na metade inferior, porém, com ocorrência em área um pouco maior. A alta declividade que é superior a 45%, tem sua predominância na parte média inferior na proximidade do curso hídrico.

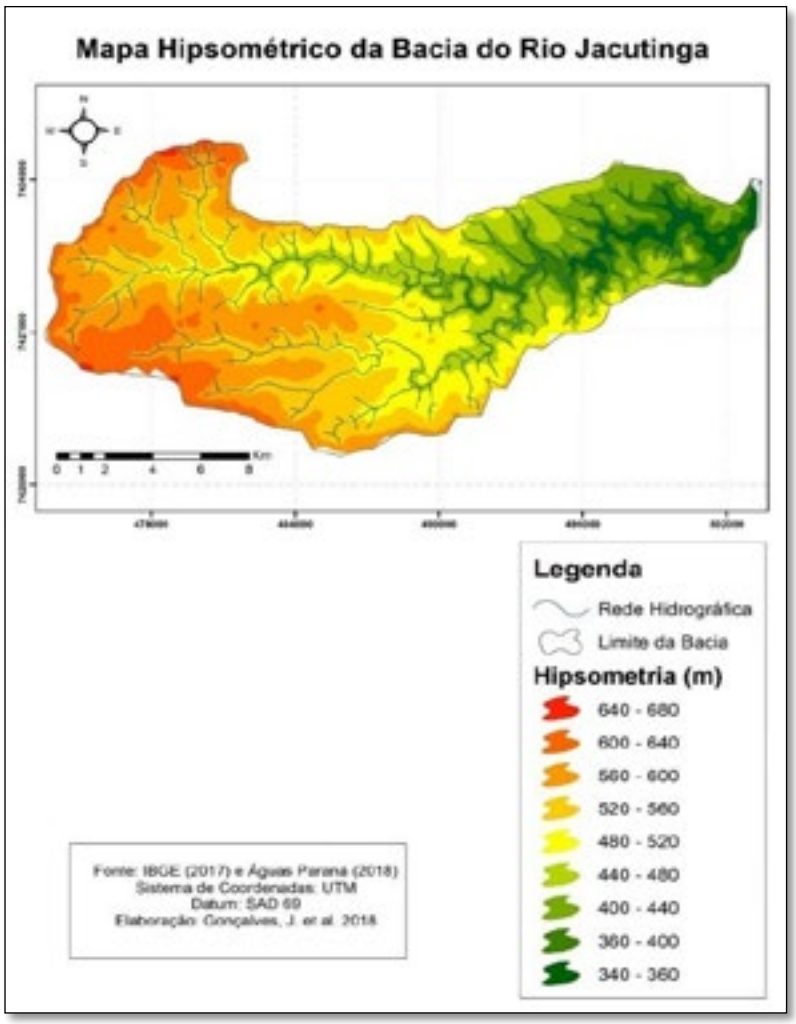


Figura 3 - Mapa Hipsométrico da Bacia do Rio Jacutinga. Fonte: Próprios autores, 2018.

A predominância de um relevo suave ondulado é também demonstrada pelo índice de relação de relevo, em que esta variável representa "o relacionamento existente entre a amplitude altimétrica máxima de uma bacia e a maior extensão da referida bacia, medida paralelamente à principal linha de drenagem" (CHRISTOFOLETTI, 1980, p.120). O resultado encontrado para essa bacia foi de 11,50m por quilômetro percorrido no eixo da bacia, o que caracteriza índices baixos, e, segundo Jesus (2004 apud SOARES; SOUZA, 2012, p. 32) "esse fato indica vertentes curtas e confirma baixa probabilidade natural de

ocorrerem cheias relâmpago", além de caracterizar um escoamento superficial da água relativamente rápido.

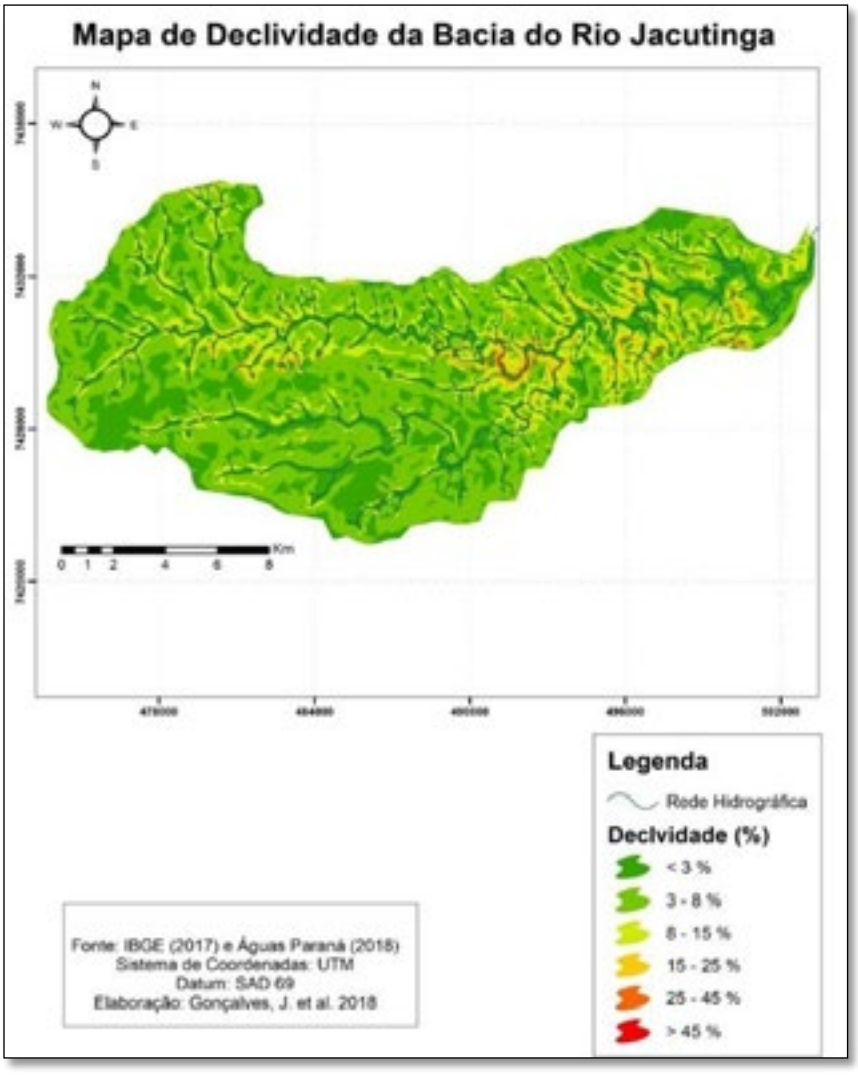


Figura 4 - Mapa de Declividade da Bacia do Rio Jacutinga. Fonte: Próprios autores, 2018.

O índice de rugosidade é utilizado para "expressar um dos aspectos da análise dimensional da bacia" combinando, assim, "as qualidades de declividade e comprimento das vertentes com a densidade de drenagem, expressando-se como número adimensional que resulta do produto entre a amplitude altimétrica (H) e a densidade de drenagem (Dd)"

(CHRISTOFOLETTI, 1980, p. 121). Verifica-se na Tabela 1 que o resultado foi de 374d. Este índice apresenta a "relação declividade com os comprimentos dos canais, sendo que quanto maior for o índice implica em relevo mais colinoso e dissecado (maiores declividades) e canais mais entalhados" (CASTRO; CARVALHO, 2009, p. 6). Isso significa que a bacia do Rio Jacutinga tem um relevo e um ambiente reconhecidamente de médio declive, principalmente na proximidade do canal principal.

Este fator é de extrema influência no escoamento superficial da água da bacia desde a nascente até o exutório, pois a área urbanizada impermeabiliza o solo, aumentando, assim, o fluxo e velocidade da água. E, toda a porção de noroeste a nordeste da bacia é ocupada por áreas rurais com culturas temporárias, sendo que este tipo uso pode influenciar na qualidade química da água que chega ao lençol e ao curso hídrico, devido a possível utilização em excesso de insumos agrícolas. Além disso, é nítido que os remanescentes florestais se dão somente ao longo dos cursos hídricos da bacia e, em algumas porções, é provável que não cheguem ao valor mínimo para se caracterizar área de preservação permanente.

4. Considerações Finais

Conclui-se que a bacia hidrográfica do Rio Jacutinga possui uma forma alongada e redes de drenagem em forma transitória entre sinuosas e retilíneas, sendo mediana a capacidade de drenagem nesta bacia, ocasionando um bom indicador de permeabilidade do solo, obtendo assim menor susceptibilidade a enchentes. Por se tratar de uma bacia hidrográfica de 4ª ordem, é caracterizada como uma pequena bacia. Possui, predominantemente, baixas declividades, encontradas até 8%, assim como tem uma boa capacidade de recarga hídrica.

Apresenta um relevo suave ondulado que caracteriza um escoamento da água superficial relativamente rápido e, um ambiente de médio declive, observado essencialmente na proximidade do canal principal da bacia do Rio Jacutinga. Através da imagem orbital de fundo foi possível verificar que toda a área central da bacia é ocupada pela urbanização da Zona Norte da cidade de Londrina, à medida que, a porção sul do terço inferior da bacia é

ISBN: 978-85-7282-778-2

ocupada por quase toda a cidade de Ibiporã, enquanto toda a porção de noroeste a nordeste da bacia é ocupada por áreas rurais com culturas temporárias. Constata-se, também, que as remanescentes florestais se dão somente ao longo dos cursos hídricos da bacia.

Por fim, os parâmetros morfométricos encontrados na elaboração deste trabalho permitem sua futura utilização para um possível planejamento urbano e ambiental da área que compreende toda a bacia hidrográfica do Rio Jacutinga.

Referências bibliográficas

BELTRAME, A. V. Diagnóstico do meio ambiente físico de bacias hidrográficas: modelo de aplicação. Florianópolis: UFSC, p. 112, 1994.

CASTRO, S. B.; CARVALHO, T. M. Análise Morfométrica e Geomorfologia da Bacia Hidrográfica do Rio Turvo - GO, através de técnicas de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento. Scientia Plena, Goiânia, v. 5, n. 2, p. 1-7, fev. 2009.

CHRISTOFOLETTI, A. A análise de bacias hidrográficas. In: _____. Geomorfologia. 2ª ed. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 1980. p. 102-121.

LANA, C. E.; ALVES, J. M. de P.; CASTRO, P. T. A. Análise morfométrica da bacia do Rio do Tanque, MG - BRASIL. REM: Revista Escola de Minas, Ouro Preto, v. 54, n. 2, p. 121-126, 2001.

SANTOS et. al. Análise morfométrica das sub-bacias hidrográficas Perdizes e Fojo no município de Campos do Jordão, SP, Brasil. Revista Ambiente & Água, Taubaté, v. 7, n.3, p. 195-211, 2012.

SCHUMM, S. A. Evolution of drainage system and slopes in badlands at Perth Amboy, New Jersey. Geological Society of America Bulletin, v. 67, n. 5, p. 597-646, 1956.

SOARES, M. R. G. J.; SOUZA, J. L. M. Análise morfométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Pequeno em São José dos Pinhais (PR). Revista Geografia (Londrina), Londrina, v. 21, n. 1, p. 019-036, jan./abr. 2012.

STRAHLER, A. N. Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography. Geological Society of America Bulletin, v. 63, n. 11, p. 1117-1142, 1952.

STRAHLER, A. N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. Transaction of American Geophysis Union. p. 913-920. 1957.

VILLELA, S. M; MATTOS, A. Hidrologia Aplicada. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975. 245p.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ANÁLISE MORFOMÉTRICA DA BACIA DO RIO MARRECAS – PR

Pâmela da Silva Gaedke [(a)], Marciel Lohmann [(b),] Rafael Pietroski Galvão [(c)]

[(a)] Departamento de Geociências, Universidade Estadual de Londrina, pamela_gaedke@hotmail.com

[(b)] Departamento de Geociências, Universidade Estadual de Londrina, marciel_lohmann@yahoo.com.br

[(c)] Departamento de Geociências, Universidade Estadual de Londrina, rafaelpietroskigalvao@hotmail.com

Pâmela da Silva Gaedke, Marciel Lohmann, Rafael Pietroski Galvão

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

A análise morfométrica de uma bacia hidrográfica é importante para a compreensão da dinâmica ambiental local e regional, podendo auxiliar no planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos. O objetivo deste trabalho foi realizar uma análise morfométrica da bacia do rio Marrecas localizada no sudoeste do Paraná através das características físicas da bacia. Para a análise morfométrica foi gerado um mapa de hipsometria, declividade e hierarquização fluvial, afim de identificar o comportamento hidrológico da bacia, por meio da base cartográfica do IBGE, ITCG e Águas Paraná, utilizando o software ArcGis. A análise morfométrica constatou que a bacia apresenta um índice de sinuosidade elevado, a classificando com canais meândricos, esse índice possui fator de influência no controle da vazão hídrica. A densidade de drenagem revelou uma bacia excepcionalmente bem drenada com alta capacidade de escoamento, e baixa capacidade de infiltração, que contribui para as cheias nos locais próximos aos curdos d'água.

Palavras chave: Bacia Hidrográfica; Morfometria; Rio Marrecas.

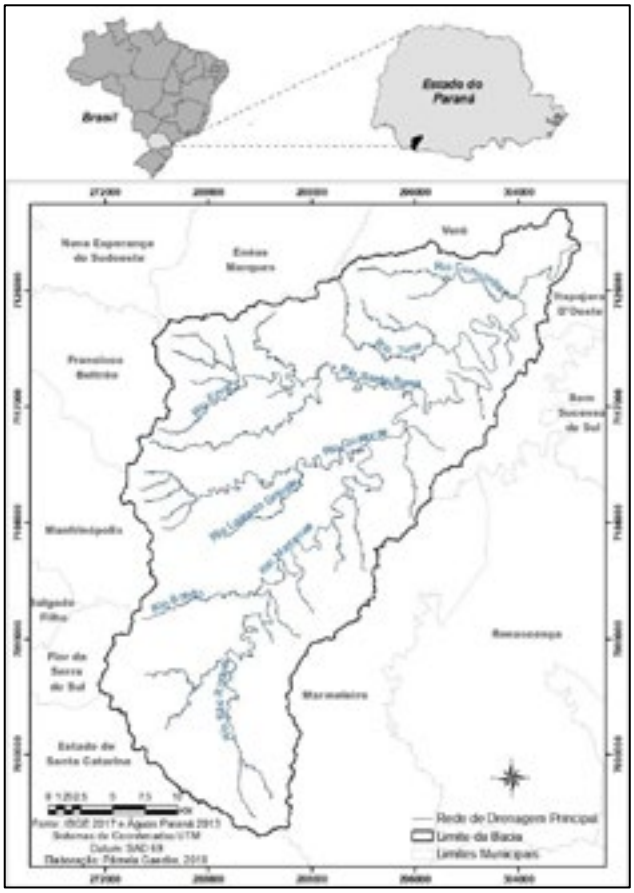
1. Introdução

Segundo Christofoletti (1980) as bacias hidrográficas são consideradas como sistemas abertos pela sua constante troca de energia e matéria, tendo o exutório como o único ponto de saída, onde todos os acontecimentos que ocorrem na bacia de drenagem, repercutem direta ou indiretamente nos rios. Por ser um sistema aberto recebe influência das condições climáticas, da cobertura vegetal e da litologia que são fatores que controlam a morfogênese das vertentes e por sua vez o tipo de carga de detritos a ser fornecida aos rios.

Assim, as características físicas e bióticas de uma bacia possuem importante papel nos processos do ciclo hidrológico, influenciando, dentre outros, a infiltração e quantidade de água produzida como deflúvio, a evapotranspiração, os escoamentos superficiais e sub superficial. Além disso, o comportamento hidrológico de uma bacia hidrográfica também é afetado por ações antrópicas, uma vez que, ao intervir no meio natural, o homem acaba interferindo nos processos do ciclo hidrológico (TONELLO, 2005).

A caracterização morfométrica das bacias hidrográficas permite avaliar o comportamento da área, pode ser executada em análises hidrológicas ou ambientais, para gerar dados da dinâmica local. A morfometria se caracteriza como um método quantitativo e utiliza de diferentes dados de determinada bacia para determinar seu comportamento através das características geométricas, características do relevo e da rede de drenagem, como o comprimento e quantidade dos canais, área e perímetro da bacia, dados do relevo, extensão do eixo da bacia etc. Assim pode-se ter uma melhor percepção a respeito do comportamento hidrológico.

A área de estudo compreende a bacia do rio Marrecas (Figura 1) que faz parte da bacia do rio Iguaçu. O rio Marrecas nasce no município de Marmeleiro e deságua no rio Santana. Possui uma área de 852,58 km² ocupando parcialmente os munícios de Enéas Marques, Flor da Serra do Sul, Francisco Beltrão, Itapejara D'Oeste, Marmeleiro e Verê.


Brasil
Estado do Paraná
Nova Esperança do Sudoeste
Ennes Marques
Verê
Rio Marrecas
Rio Jacu
Rio Andradina
Rio Capanema
Rio Lajeado Grande
Rio Verde
Rio Santo Antônio
Rio Barra Grande
Rio Flor da Serra
Rio Lajeado Bonito
Rio Lajeado Rico
Rio Lajeado Preto
Rio Lajeado Ribeirão
Rio Lajeado Ribeirão
Rio Lajeado Ribeirão

iii) Limite estadual e limite do País – IBGE, 2017.

As bases foram adquiridas em formato shapefile para processamento em ambiente SIG, todas na escala 1:50.000. Os dados foram utilizados para gerar os mapas de localização, hierarquia fluvial, hipsometria e declividade. Sobre o mapa de hipsometria foram gerados os perfis topográficos e o perfil longitudinal do rio principal, e em seguida foi realizado os cálculos de morfometria da bacia.

Para estabelecer a classificação dos cursos d'água, foi realizada a hierarquização fluvial da bacia, seguindo o método de Strahler, método criado em 1952, onde os cursos d'água sem nenhum afluente são considerados de primeira ordem, com a junção de dois cursos de uma mesma ordem passa a surgir uma ordem maior, por exemplo, do ponto de encontro em diante de dois rios de primeira ordem passa a ser um rio de segunda ordem, e assim se segue até o exutório da bacia.

Para a elaboração do mapa de hipsometria foi utilizado a ferramenta "Create Tin" com os shapefile de pontos cotados, curvas de nível e o limite da bacia. Usando os mesmos shapifiles, o mapa de declividade foi gerado a partir da ferramenta "Slope".

O comprimento total da rede de drenagem (Lt) e o comprimento total dos canais por ordem de ramificação (Li) foram calculados diretamente na tabela de atributos do ArcGis, assim como a área (A) e o perímetro (P) da bacia.

O perfil longitudinal (Figura 5) e perfil topográfico (Figura 6) foram gerados a partir do mapa de hipsometria. O perfil topográfico foi realizado sentido leste – oeste em três locais diferentes da bacia, sendo um mais ao sul, outro mais ao norte e um no centro, devido a bacia estar orientada no sentido norte – sul. O perfil longitudinal foi realizado delineando o rio principal da bacia, ou seja, o rio Marrecas.

A tabela I apresenta os cálculos utilizados na análise morfométrica que segundo Christofoletti (1980) pode ser dividida em partes que contemplam a hierarquização da rede de drenagem, análise linear, análise areal e análise hipsométrica.

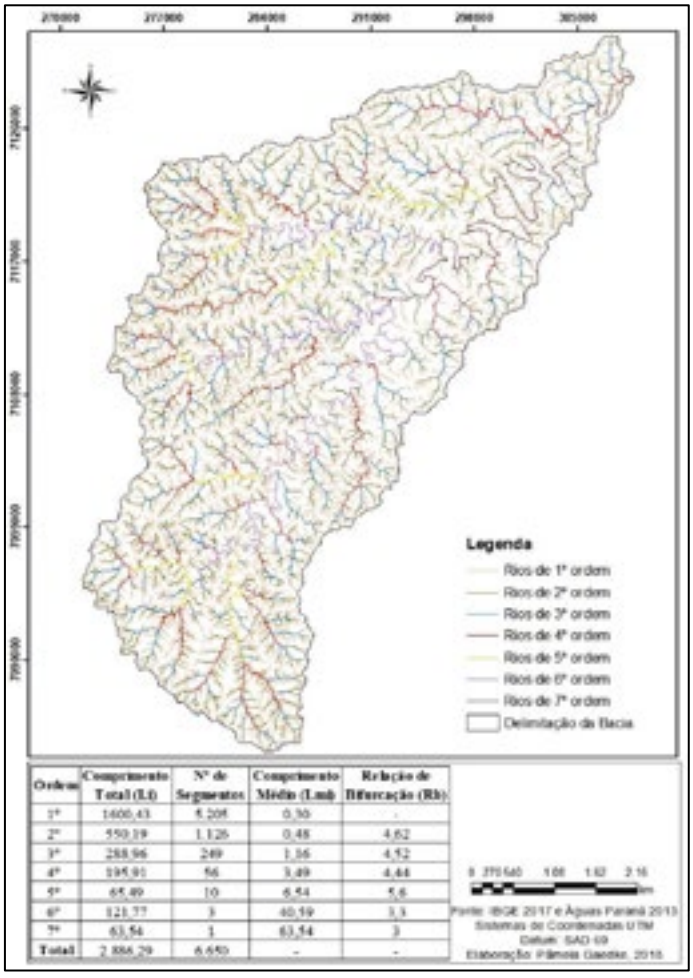
Tabela I – Cálculos morfométricos

	Parâmetro morfométrico	Fórmula	Descrição
Análise Linear	Comprimento Total da Rede de Drenagem (Lt)	-	Lt = comprimento total da rede de drenagem
	Comprimento Total dos Canais por Ordem de Ramificação (Li)	-	Li = comprimento total dos canais por ordem de ramificação
	Comprimento Médio dos Canais por Ordem de Ramificação (Lmi)	Lmi = Li/Ni	Li = comprimento total dos canais Ni = número total dos canais de cada ordem
	Relação de Bifurcação (Rb)	Rb = Nu/Nu+1	Nu = número de segmentos de determinada ordem Nu+1 = número de seguimentos da ordem imediatamente superior
	Extensão do Percurso Superficial (Eps)	Eps = 1/2Dd	Dd = densidade de drenagem
	Índice de Sinuosidade (Isn)	Isn = L/Lt	L = comprimento do rio principal Lt = comprimento do eixo da bacia
Análise Areal	Área (A) e Perímetro (P)	-	A = área / P = perímetro
	Índice de Compacidade (Kc)	Kc = P/2 √π.A	P = perímetro / A = área
	Densidade de Drenagem (Dd)	Dd = Lt/A	Lt = comprimento total dos canais A = área
	Densidade Hidrográfica (Dh)	Dh = N/A	N = número total de rios A = área da bacia
	Coeficiente de Manutenção (Cm)	Cm = 1/Dd x 1000	Dd = densidade de drenagem
	Fator Forma (Ff)	Ff = A/L²	A = área L² = comprimento do eixo da bacia
Análise Hipsométrica	Amplitude Altimétrica Máxima da Bacia (Hm)	max - min	Hm = amplitude altimétrica máxima da bacia
	Relação de Relevo (Rr)	Rr = Hm/Lb	Hm = amplitude altimétrica Lb = comprimento do eixo da bacia
	Índice de Rugosidade (Ir)	Ir = Hm* Dd	Hm = amplitude topográfica máxima (m) Dd = densidade de drenagem

3. Resultados e Discussões

A bacia do rio Marrecas apresenta um padrão de drenagem dendrítica, cuja drenagem é designada como arborescente, pois seu desenvolvimento assemelha-se à configuração de uma árvore, além de as confluências em ângulos retos, no padrão dendrítico, constituírem anomalias que se deve atribuir, em geral, aos fenômenos tectônicos. Esse padrão é tipicamente desenvolvido sobre rochas de resistência uniforme, ou em estruturas sedimentares horizontais (CHRISTOFOLETTI, 1980).

A hierarquia fluvial (figura 2) consiste em estabelecer a classificação dos cursos d'água e tem a função de facilitar e tornar mais objetivo os estudos morfométricos (CHRISTOFOLETTI, 1980). A rede de drenagem da bacia apresentou um comprimento total de 2.886,29 km com 6,650 seguimentos de diferentes ordens em um perímetro de 173,19 km.



Ordem	Comprimento Total (Lt)	Nº de Segmentos	Comprimento Médio (Lm)	Relação de Bifurcação (Rb)
1ª	1400,43	5.205	0,30	-
2ª	550,19	1.126	0,48	4,62
3ª	288,96	249	1,16	4,52
4ª	195,91	56	3,49	4,44
5ª	65,49	10	6,54	5,6
6ª	121,77	3	40,59	3,3
7ª	63,54	1	63,54	3
Total	2.886,29	6.650	-	-

Figura 2 – Mapa de hierarquização fluvial da bacia do rio Marrecas

A tabela inserida na figura 2 demonstra o comprimento total de cada ordem e o número de segmentos, dividindo o primeiro pelo segundo foi gerado o comprimento médio dos canais. A Relação de Bifurcação é altamente estável e monstra pequenas taxas de variação de uma região para outra, exceto em áreas com forte controle estrutural (STRAHLER, 1957).

Os resultados gerados através dos cálculos de morfometria (Tabela II) mostraram um índice de densidade de drenagem (Dd) equivalente a 3,38 km, o que classifica a bacia como bem drenada, segundo Villela e Mattos (1975) que afirmam que um índice acima de 3,5 km/km² são apresentados em bacias excepcionalmente bem drenadas. Quanto maior for este

índice, maior capacidade tem a bacia de escoar suas enchentes. Este índice elevado apresenta uma baixa capacidade de infiltração do terreno.

Para Villela e Mattos (1975), a tendência de uma bacia hidrográfica sofrer cheias será tanto maior quanto mais próximo de 1.0 for o índice de Compacidade (Kc). A bacia do rio Marrecas apresentou um Kc de 1,67 se classificando como uma bacia irregular e com alta tendência a sofrer cheias.

Sabe-se que tais eventos são constantes nesta bacia, e estão mais presentes na área urbana da cidade de Francisco Beltrão, localizada no médio curso da bacia, pois o processo de ocupação da cidade foi vinculado diretamente as margens do rio Marrecas, as cheias estão genericamente vinculadas ao transbordamento das águas dos canais naturais do rio Marrecas e de seus afluentes, Urutago e Lonqueador (SANTIS & MENDONÇA, 2000).

O valor da extensão do percurso superficial (Eps) foi de 0,14 km representando um lento escoamento das águas, esse índice representa a distância média percorrida pelas enxurradas entre o interflúvio e o canal permanente, correspondendo a uma das variáveis independentes mais importantes que afeta tanto o desenvolvimento hidrológico como o fisiográfico das bacias de drenagem (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Para Christofoletti (1980), canais que apresentam índices de sinuosidade igual ou superior a 1,5 são considerados meândricos. A bacia do rio Marrecas possui um índice de sinuosidade de 2,61, essa alta sinuosidade influência o controle da vazão hídrica.

Os dados básicos serviram de base para a análise morfométrica (Tabela II). A área e o perímetro foram gerados a partir da delimitação da bacia com o auxílio das curvas de nível e pontos cotados, o número total de canais foi atribuído a partir da soma de cada ordem da hierarquização da bacia. O comprimento da drenagem foi gerado na tabela de atributos inserida no software ArcGis, já para o valor do eixo do canal principal, foi utilizada a feramente “Measure”.

Tabela II – Parâmetros morfométricos

Parâmetro morfométrico	Resultados	Unidades
Área	852.58	km
Perímetro	173.19	km
Número de Canais	6.650	-
Comprimento do Canal Principal	133.34	km
Eixo do Canal Principal da Bacia	51.74	km
Ordem da Bacia	7º	-
Comprimento Total da Rede de Drenagem (Lt)	2.886.29	km
Comprimento Médio dos Canais por Ordem de Ramificação (Lmi)	0.43	km
Indice de Sinuosidade (Isn)	2.61	-
Índice de Compacidade (Kc)	1.67	-
Densidade de Drenagem (Dd)	3.38	km/km²
Densidade Hidrográfica (Dh)	7.79	km²
Coeficiente de Manutenção (Cm)	295,85	m²/m
Fator Forma (Ff)	0.32	-
Amplitude Altimétrica Máxima da Bacia (Hm)	422	m
Relação de Relevo (Rr)	8.27	m
Índice de Rugosidade (Ir)	3	-
Extensão do Percurso Superficial (Eps)	140	km

Os valores extremamente altos do índice de rugosidade na qual a bacia possui um valor de 3,0 ocorrem quando os valores de densidade de drenagem e amplitude máxima são elevados, isto é, quanto as vertentes são íngremes e longas. (STRAHLER, 1958).

A figura 3 apresenta o mapa de declividade da bacia do rio Marrecas, com representação que alteram do plano ao montanhoso. A declividade de uma bacia interfere na velocidade do escoamento da água no curso e tem relevância no cumprimento da legislação para garantir as intervenções do homem no meio ambiente, além de possuir grande importância na distribuição da água entre o escoamento superficial e subterrâneo (TONELLO et al, 2006).

Grande parte da bacia apresenta relevo plano, ou seja, com menos de 3% de declividade, as porções da bacia que apresentam relevo montanhoso, ou seja, superior a 45% de declividade estão presentes próximos aos corpos hídricos. Ao entorno do rio principal há uma presença significativa deste relevo, o que influencia na vazão da água, uma pequena porção ao extremo leste da bacia possui uma maior concentração deste tipo de relevo em comparação ao restante da área.

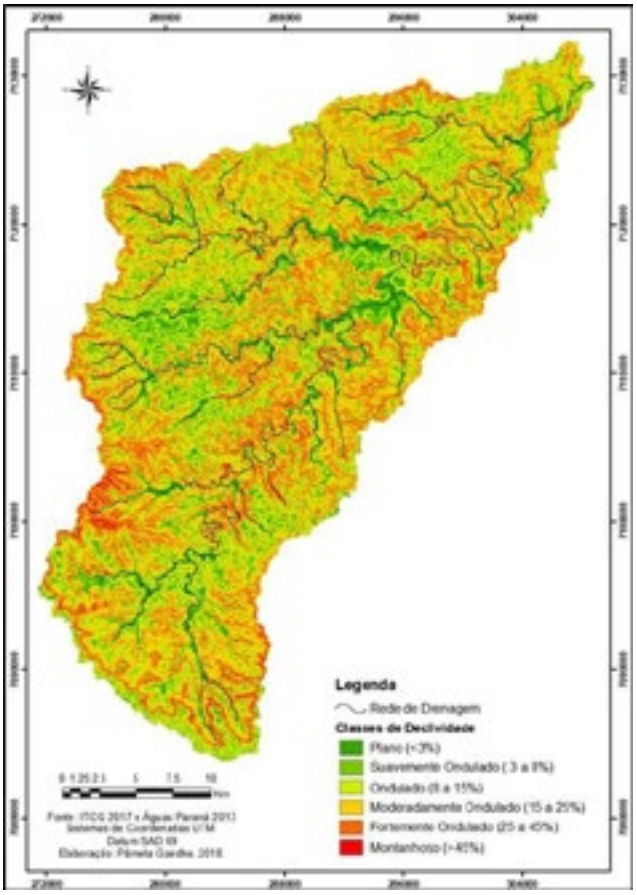


Figura 3 – Mapa de declividade da bacia do rio Marrecas

O mapa de hipsometria (Figura 4) da bacia, ilustra o total de área ocupada por determinada altitude. A bacia do rio Marrecas mostrou uma variação de altitude entre 478 a pouco mais de 900 metros, onde a parte periférica da bacia em sua porção leste até o contorno sul representa os valores mais elevados, os menores valores estão presentes próximo ao exutório da bacia. O índice da relação de relevo da bacia do rio Marrecas foi de 8,27 m, esse índice mostra o controle de boa parte da velocidade de escoamento superficial, mostrando o tempo que a água da chuva leva para se concentrar nos leitos fluviais.

A partir do mapa de hipsometria foram gerados o perfil topográfico e o perfil longitudinal, estando inteiramente ligados ao relevo. Christofoletti (1981) ressalta que o perfil típico apresenta uma curva parabólica côncava com declividades maiores em direção à

nascente e menor em direção à desembocadura. Os cursos d'água que apresentam tal morfologia são considerados em equilíbrio (igualdade entre a atuação da erosão, do transporte e da deposição).

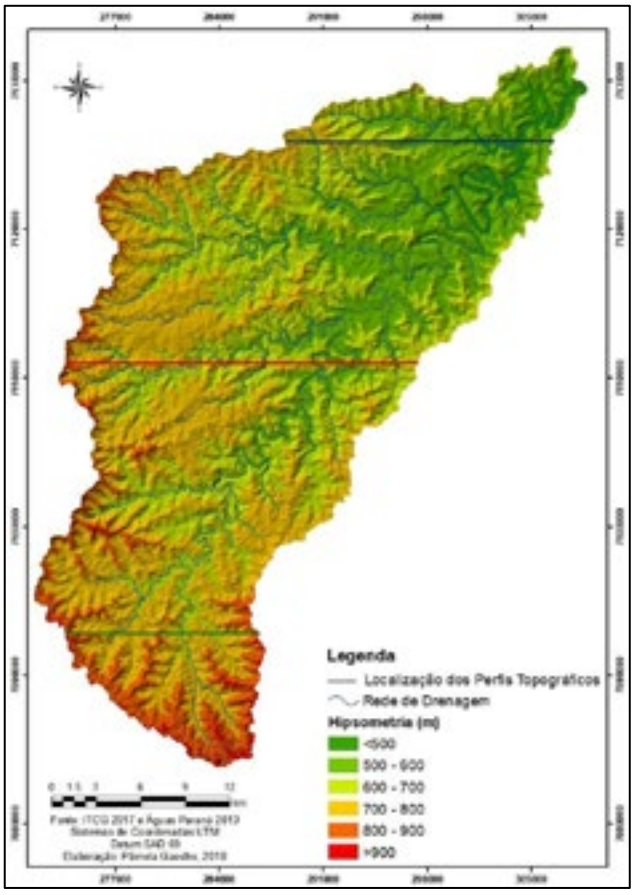


Figura 4 – Mapa de hipsometria da bacia do rio Marrecas com perfis topográficos

O perfil longitudinal do rio Marrecas (Figura 5), apresenta o caimento do terreno da nascente até a foz da bacia, representado pelo rio principal, por meio da relação entre a altitude e o comprimento do mesmo. O perfil apresenta uma altitude máxima de pouco mais de 800 metros e um comprimento de aproximadamente 13km, chegando a uma altitude de pouco menos de 500 metros ao exutório. O perfil representa uma variação de mais de 300 metros entre a nascente e a foz do rio Marrecas.

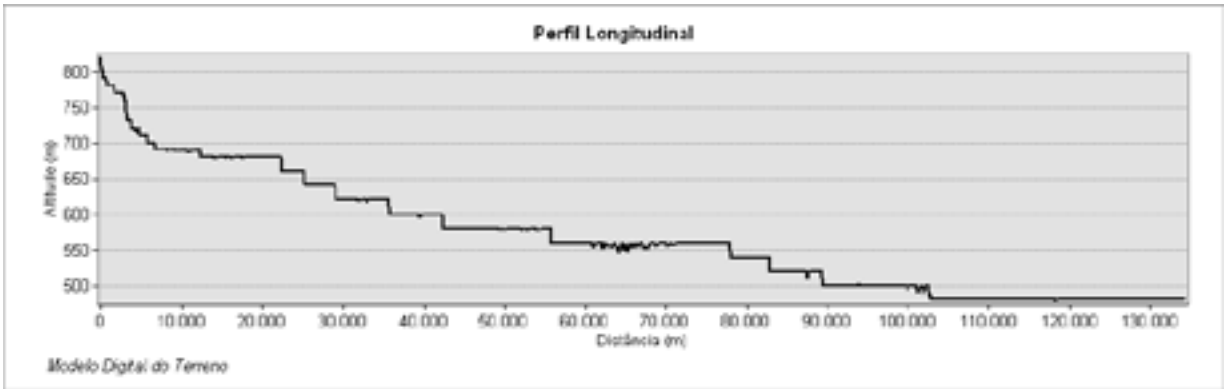


Figura 5 – Perfil longitudinal da bacia do rio Marrecas

O perfil topográfico (Figura 6) divide a bacia em três setores, baixo, médio e alto curso, representados pela cor azul, vermelho e verde respectivamente.

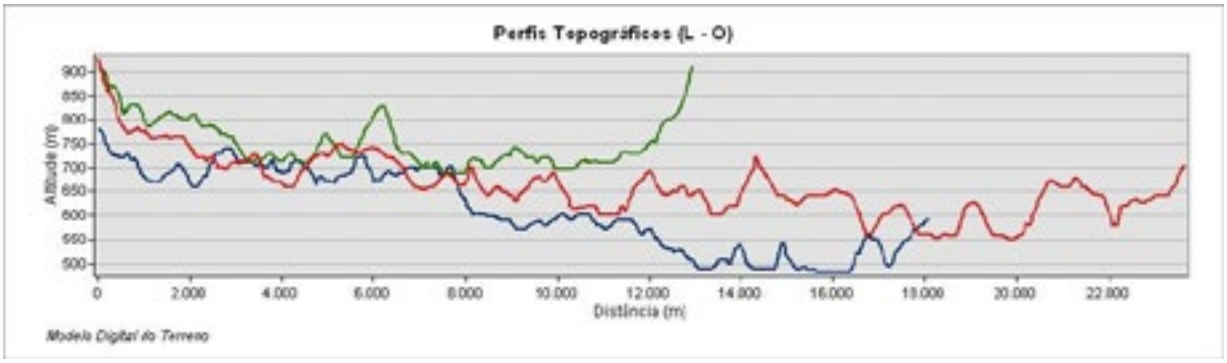


Figura 6 – Perfis topográficos da bacia do rio Marrecas

Os vales assimétricos e dissimétricos estão presentes nos três perfis. O baixo curso diferente dos outros perfis, apresenta algumas cristas planas, com vertentes íngremes. O médio curso possui vertentes em grande maioria íngremes, com algumas cristas mais agudas se destacando os vales dissimétricos. O alto curso possui vertentes mais suaves, mas também possui vertentes íngremes e algumas cristas côncavas.

4. Considerações Finais

A análise morfométrica da bacia hidrográfica do rio Marrecas tem grande potencial de amparar estudos ambientais e de ordenamento territorial. Os dados apresentados neste

trabalho a partir da análise morfométrica da bacia, possibilitaram a identificação das características físico-naturais e resultaram na compreensão das mesmas.

A área de estudo apresenta uma declividade em sua maioria ondulada com relevos montanhosos concentrados em torno dos corpos hídricos e em grande maioria nas extremidades sul e oeste da bacia, onde também apresentou as maiores altitudes.

Os resultados obtidos pelos parâmetros morfométricos mostraram que a bacia possui uma sinuosidade elevada que contribui com o índice de compacidade que apresentou um lento escoamento das águas, se caracterizando como uma bacia irregular com alta probabilidade de sofrer cheias. A bacia é extremamente bem drenada, sendo assim possui baixa capacidade de infiltração do terreno, condizendo com as cheias que ocorrem regularmente no local.

5. Referências Bibliográficas

CASTRO, P.; LOPES, J.D.S. Recuperação e conservação de nascentes. Viçosa, MG: **CTP**, 84P. 2001.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia.** 2º ed. São Paulo: Blucher, 1980.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia fluvial**: o canal fluvial. 2 ed. São Paulo**:** Edgard Blücher, 1981.

Horton, Robert E., ‘’Erosional develpoment of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology’’, Geol. Soc. **America Bulletin**, p. 275-370. 1945.

SANTIS, D.G.D; MENDONÇA, F.A. **Impactos de Inundações em Áreas Urbanas**: o caso de Francisco Beltrão – PR. [s.l.: s.n.]. 2000.

SOARES, L.S.; et al. Análise Morfométrica e Priorização de Bacias Hidrográficas como Instrumento de Planejamento Ambiental Integrado. **Revista do Departamento de Geografia** - USP, V. 31 (2016) 82-100. Nov. 2015.

STRAHLER, A. N.; Quantitative analysis of watershed geomorphology. **Transaction of American Geophysical Union**, p. 913 – 920, 1957.

TONELLO, K.C**.** Análise hidroambiental da bacia hidrográfica da cachoeira das Pombas, Guanhães, MG. 2005. 69p. Tese (Doutorado em Ciências Florestal) – **Universidade Federal de Viçosa**, Viçosa, 2005

TONELLO, K. C. et al. **Morfometria da Bacia Hidográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhães – MG**. R. árvore, Viçosa – MG, v. 30, n.5, p. 849 – 857, 2006.

VILLELA, S. M; MATTOS, A. **Hidrologia Aplicada**. São Paulo – SP, Ed. McGraw – Hill do Brasil, 1975.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ANÁLISE MORFOMÉTRICA DA ÁREA DAS NASCENTES DO RIO PARDO PEQUENO EM DIAMANTINA – MG EMPREGANDO TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO

Ana Clara Mendes Caixeta (a), Juliano Alves de Senna (b) e Alessandra Mendes Carvalho Vasconcelos (c)

(a) (b) 1Laboratório de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto (LGSR), Centro de Estudos em Geociências (CeGeo), Instituto de Ciência e Tecnologia (ICT), Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), ana.caixeta@ict.ufvjm.edu.br;
(b) jsenna@ict.ufvjm.edu.br;
(c)Laboratório de Análises de Mudanças Ambientais e Climáticas – LAMAC, Centro de Estudos em Geociências (CeGeo), Instituto de Ciência e Tecnologia (ICT), Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), alessandra.carvalho@ict.ufvjm.edu.br

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo/

Ana Clara Mendes Caixeta, Juliano Alves de Senna e Alessandra Mendes Carvalho Vasconcelos

Este estudo tem o objetivo de caracterizar morfometria da área das nascentes do Rio Pardo Pequeno com as ferramentas de geoprocessamento. A metodologia foi divida em três etapas: (i) pré-processamento, (ii) processamento (geometria, relevo e drenagem) e (iii) geração dos mapas finais no *software* Arcgis. Após a análise morfométrica verificou-se que a área de estudo possui características para a ocorrência da inundação. O canal é retilíneo e o coeficiente de compacidade (kc) (1,22) e a área adjacente ao canal principal e nas áreas de nascentes possuem uma declividade baixa favorecendo um escoamento superficial lento e a infiltração. Já nas áreas das vertentes a declividade aumenta ocorrendo o favorecimento do escoamento superficial e a redução da infiltração. Entretanto, o fator de forma (kf) (0,38) e uma boa drenagem não favorecem a formação da inundação. Assim, a área de estudo poderia ser classificada como uma área moderada à inundação.

Palavras chave: Diamantina, morfometria, inundação, bacia hidrográfica.

1. Introdução

A bacia hidrográfica pode ser compreendida como a área drenada de um rio e seus afluentes. A área limite é determinada pelos divisores de águas, que estão situados nas

maiores cotas da bacia. As nascentes estão próximas aos divisores de água, com uma vazão menor, que aumenta ao longo do rio, e é um ambiente vulnerável a intempérie.

De acordo com a Lei Federal nº 12.561 de 25 de maio de 2012 as nascente são compreendidas como "afloramento natural do lençol freático que apresenta perenidade e dá início a um curso d'água." (Lei Federal nº 12.561 de 25 de maio de 2012 no Art. 1 – XVII). Porém, nesses cursos de água não ocorrem um planejamento adequado. Como, por exemplo, a ocupação das áreas de inundação dos canais, o desmatamento nas áreas de preservação permanente (APP), uso inadequado nos locais adjacentes aos canais (indústrias, agropecuária e urbanização), entre outros.

O geoprocessamento é uma ferramenta para analisar de forma ágil, dinâmica e confiável. Com a aplicação desta ferramenta é possível realizar uma caracterização das informações, meio físico, biótico, ambiental e antrópico. A base de informações determinadas possibilita a projeção de cenários, simulações e a geração de novas informações.

Desta forma, utilizando o geoprocessamento, é possível realizar a caracterização morfométrica abordando diversos parâmetros, dentre os principais para a análise de inundação está à drenagem, o relevo e a geometria. De posse destes dados é possível realizar análise, conforme o Villela e Mattos (1975), "a magnitude dos picos de enchente e a maior ou a menor oportunidade de infiltração e susceptibilidade para erosão dos solos dependem da rapidez com que ocorre o escoamento sobre o terreno da bacia" (VILLELA, MATTOS, 1975, p. 18).

Assim, este estudo tem o objetivo de caracterizar morfometria da área das nascentes do Rio Pardo Pequeno com ferramentas de geoprocessamento. Este rio é afluente do rio Parto Grande que irá desaguar no rio das Velhas, que é um dos principais rios de Minas Gerais. Além disso, o rio das Velhas desagua no São Francisco, que possui uma relevância nacional. Desta forma, estas nascentes fazem parte da principal rede de drenagem nacional.

ISBN: 978-85-7282-778-2

2. Área de estudo

A área da nascente do Rio Pardo Pequeno é de 13,24 km², está situado na região sul do município de Diamantina com aproximadamente 12 km da cidade de Diamantina nas coordenadas 7982664 m Sul e 647376 m Oeste do fuso 23S. O Rio Pardo Pequeno faz parte da divisa dos municípios de Gouveia e Monjolos como pode ser visualizado na Figura 1.

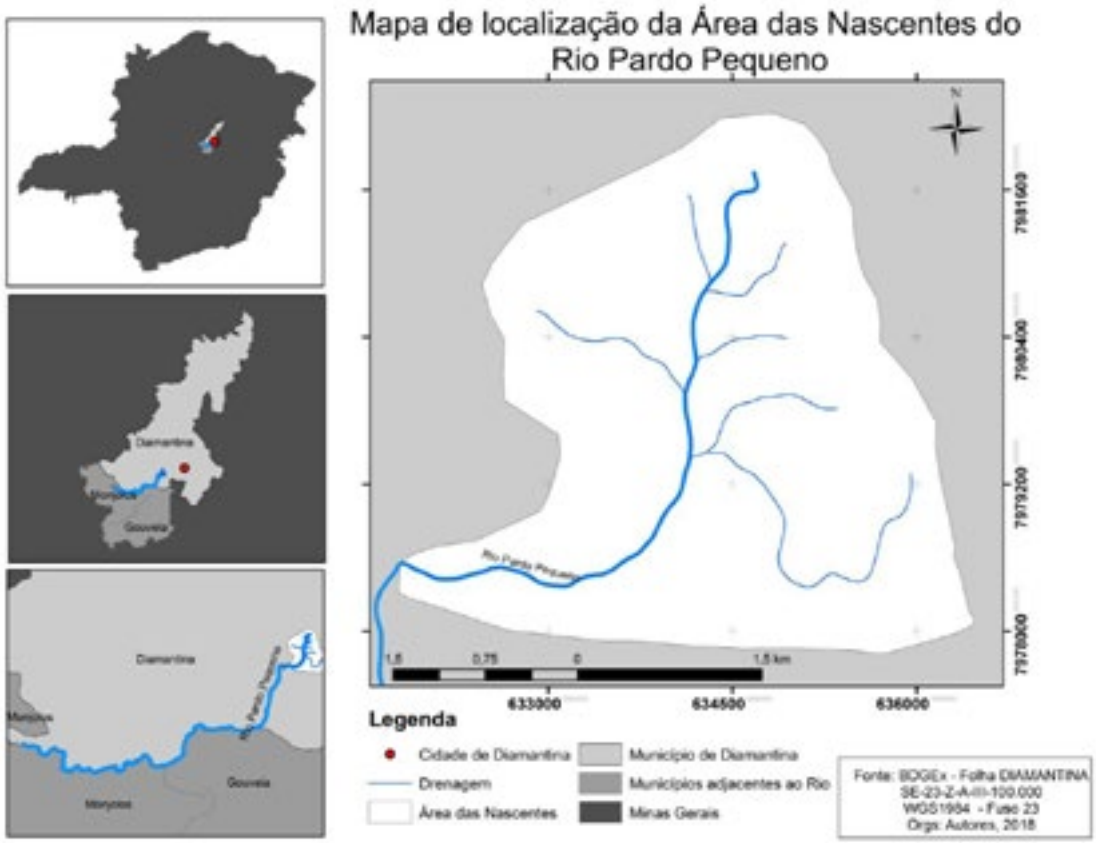


Figura 1 – Localização da área de estudo

De acordo com Santos (2012) as áreas próximas ao canal principal são deprimidas e a área das nascentes e nos divisores de água estão presentes o compartimento "escarpas quartzíticas" (SANTOS, 2012). O clima da região da área de estudo, de acordo com Ayoade (2004), utilizando a proposta por Köppen, é classificado como Cwb-mesotérmico, sendo este

tropical de altitude com inverno seco e verão úmido. Conforme Santos (2012) a vegetação da área de estudo pode ser divida em duas características principais: nas áreas mais elevadas apresenta uma vegetação rupestre com campos limpos (geralmente sobre os quartzitos) e nas áreas não tão elevadas a apresenta o cerrado, com diferentes formações vegetais (SANTOS, 2012).

3. Materiais e métodos

Para realizar este trabalho, utiliza-se como base a carta topográfico do Ministério do Exército de 1984 na escala 1:25000 e a carta topográfica de Diamantina-SE-23-Z-A-III na escala 1:100000 da CODEMIG (Companhia de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais) – 2017. De posse desta base, realiza-se o (i) pré-processamento dos dados com a conversar de coordenadas para UTM e o pixel para metros. Na etapa seguinte, ocorre o processamento dos dados, que é o calculo dos parâmetros analisados: área, perímetro, índice de compacidade, fator de forma, altitude, declividade, padrão de drenagem, hierarquia fluvial e sinuosidade do curso d'água.

Os cálculos foram determinados no estudo de Christofoletti (1980) e Villela & Mattos (1975) com base no principio determinado por Horton. Assim, para compreender os cálculos realizados segue a descrição e as equações utilizadas. Primeiramente, o índice de compacidade ou índice de Gravelius (K_c) (Equação 1) é a relação da forma da bacia com um círculo. O resultado obtido nesta equação é adimensional e o valor gerado quanto for mais próximo de 1 (um) maior a probabilidade de ocorrer inundação. Pois, a forma da bacia ficará parecida com um círculo, possibilitando o escoamento superficial da bacia tenha o mesmo raio (VILLELA, MATTOS, 1975).

$$K_C = 0{,}28\frac{P}{\sqrt{A}} \qquad (1)$$

Sendo que:

P = perímetro da bacia (km),

ISBN: 978-85-7282-778-2

A = área da bacia (Km²).

O fator de forma (k_f) (Equação 2) é a relação da divisão da área pelo comprimento da bacia pelo o comprimento axial da bacia (L). Quanto menor o produto deste parâmetro, menor probabilidade de ocorre inundação e sua forma é alongada não ocorre uma chuva com a mesma intensidade em toda dimensão. Já, quando o k_f possui maiores valores aumenta a possibilidade de ocorre a inundação (VILLELA, MATTOS, 1975).

$$k_f = \frac{A}{L^2} \tag{2}$$

Outro parâmetro proposto por Villela e Mattos (1975) é a densidade de drenagem. Esta é determinada pela razão entre o comprimento total dos canais (L) e a área da bacia (A) (Equação 3). Para ter um parâmetro de analise de acordo com Igawa e Barreiros (2017) "as bacias pouco drenadas aquelas que possuírem índice de 0,5km/km² e com boa drenagem as que possuírem valores de densidade de 3,5 km/km² ou superior a esse valor (...)" (IGAWA E BARREIROS, 2017, p. 2794). Assim, conforme o produto deste parâmetro cresce, a inundação cresce proporcionalmente.

$$D_d = \frac{L}{A} \tag{3}$$

Na análise da velocidade do escoamento superficial aborda a sinuosidade do curso d'água (Equação 4) é a relação entre o comprimento do rio principal (L) e o comprimento do talvegue (L_t) (VILLELA, MATTOS, 1975). Este parâmetro é fundamental para a consolidação das inundações, principalmente nas áreas adjacentes aos canais.

$$Sin = \frac{L}{L_t} \tag{4}$$

E para finalizar os parâmetros da drenagem calcula-se o coeficiente de manutenção (Equação 5), que é a área mínima para a existência do canal. Conforme Christofoletti (1980) "proposto por S.A. Schumm, em 1956, esse índice tem finalidade de fornecer a área mínima

necessária para a manutenção de um metro de canal de escoamento" (CHRISTOFOLETTI, 1980, p. 117).

$$Cm = \frac{1}{Dd} \quad (5)$$

Sendo,

Cm = coeficiente de manutenção;

Dd = densidade de drenagem (m).

Nos parâmetros de altimetria e declividade empregam-se as interpolações de dados das curvas de níveis no programa ArcGIS 10.2 utilizando as cartas topográfica já mencionada. Após, este processamento ocorreu a averiguação dos dados no Google Earth e em campo. E por fim, (iii) analise final dos dados com a geração dos mapas finais.

4. Resultados e discussão

Os resultados das características morfométricas foram divididos em três características principais: geométrica, rede de drenagem e revelo (Quadro 1). As características geométricas abordam a sua forma e medidas, que, para a análise de forma gerar a inundação, o coeficiente de compacidade (k_c) foi de 1,22, que está próximo a 1. Mas ao analisar o fator de forma (k_f), que foi baixo no valor de 0,38, nota-se que a bacia não contribui para a formação da inundação. Ao analisar as características do relevo observa-se um intervalo de 250 m na área de estudo, com uma média de 1350 metros e toda a área contempla uma altitude elevada (acima de 1250 m).

Por fim, as características da drenagem com o total dos canais com uma extensão de 14,03 km e o canal principal com 5,58 km. Estes valores dão base para o cálculo da densidade de drenagem que foi de 1,05 km/km², que possibilita um bom escoamento superficial, visto que a bacia é classificada com boa drenagem. Entretanto, ressalta-se que um bom escoamento

superficial não significa que a inundação não possa ocorrer, sendo necessário analisar este índice com os outros índices de drenagem e a declividade.

Outro índice fundamental é a sinuosidade do canal principal. Neste estudo, foi abaixo de 1,12, que é característica do canal ser retilíneo, não tendo uma influência significativa no escoamento superficial com as variações das margens. Já a área mínima para a manutenção da que foi 0,94 km/km², que é menos de 10% da área da bacia. Os resultados dos morfométricos da bacia são apresentados no Quadro 1.

A formação geológica da área das nascentes da Bacia na cota de 1450 apresenta a formação São João da Chapada, passando para a cota de 1350 até 1420 a formação Sopa-Brumadinho e por fim, na cota de aproximadamente 1350 a formação Galho do Miguel. Desta forma, o padrão de drenagem da área de estudo é dendrítica, que é semelhante a uma configuração de uma árvore com ramificações em todas as direções, que se unem formando ângulos agudos de graduações variadas.

Características	**Parâmetro**	**Valores**
Geometria	Área de drenagem (A)	13,24 km²
	Perímetro (P)	15,98 km
	Coeficiente de compacidade (K_c)	1,22
	Fator de forma (k_f)	0,38
Relevo	Altitude mínima	1250 m
	Altitude média	1350 m
	Altitude máxima	1500 m
Drenagem	Comprimento total dos canais	14,03 km
	Comprimento do canal principal (Lp)	5,58 km
	Densidade de drenagem (Dd)	1,05 km/km²
	Ordem de Straler	3ª ordem
	Sinuosidade do rio principal	1,12
	Coeficiente de Manutenção	0,94 km²/km
	Padrão de drenagem	Dendrítica

Quadro 1 – Características Morfométricas da bacia formada pelos canais de nascente do Rio Pardo Pequeno

Na hierarquia fluvial, observa-se a classificação de Strahler (Figura 2) da área de estudo com 7 canais de primeira ordem, 2 de segunda ordem e 1 de terceira ordem. Observa-

se que todos os canais classificados como de primeira ordem são nascentes do Rio Pardo Pequeno.

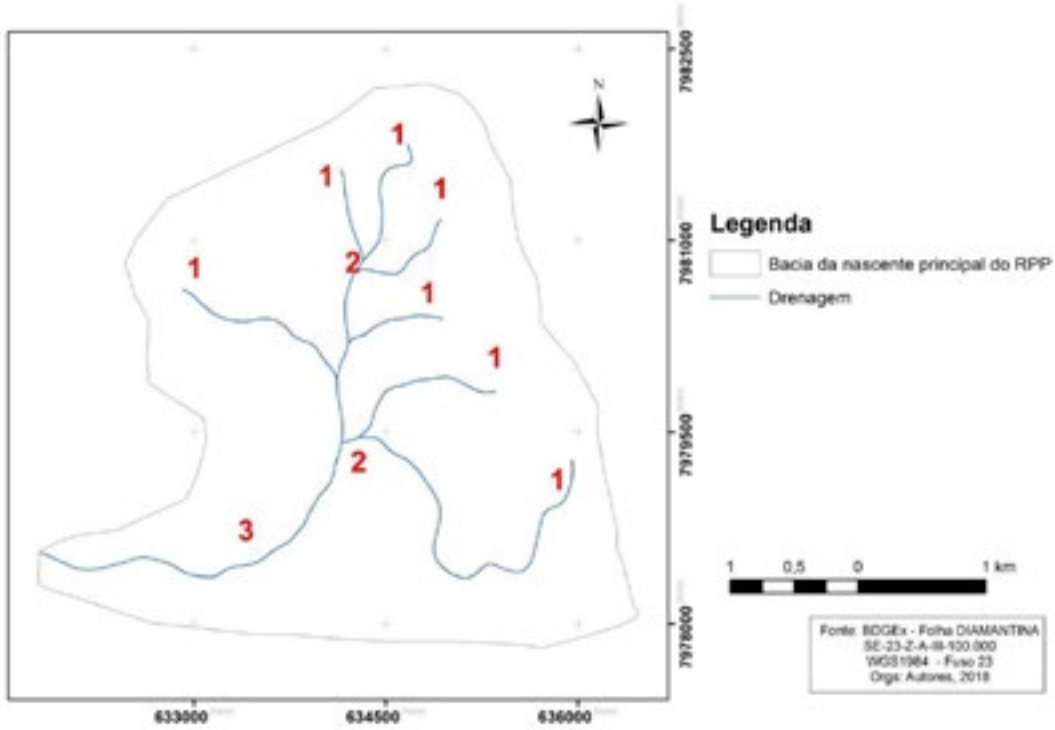


Figura 2 – Classificação de Strahler na Hierarquia Fluvial área das nascentes do Rio Pardo Pequeno

Com a interpolação das curvas de níveis gerou-se o mapa de hipsometria (Figura 3), que possibilita a análise da morfologia do terreno com a verificação no Google Earth e em campo. Na Figura 3, observa-se a área adjacente ao canal principal com uma cota no intervalo de 1275 – 1300, que possibilita uma variação de 25 metros em seções de aproximadamente 550 m.

Nesta mesma Figura, comparam-se as duas vertentes no canal principal com comportamento do relevo bem distintos. Na vertente do lado leste da área de estudo, nota-se um relevo suave que está sobre a formação Galho do Miguel. No lado oeste, verifica-se uma

ISBN: 978-85-7282-778-2

significativa variação das cotas, visto que, neste lado, ocorrem todas as formações geológicas presentes na área de estudo.

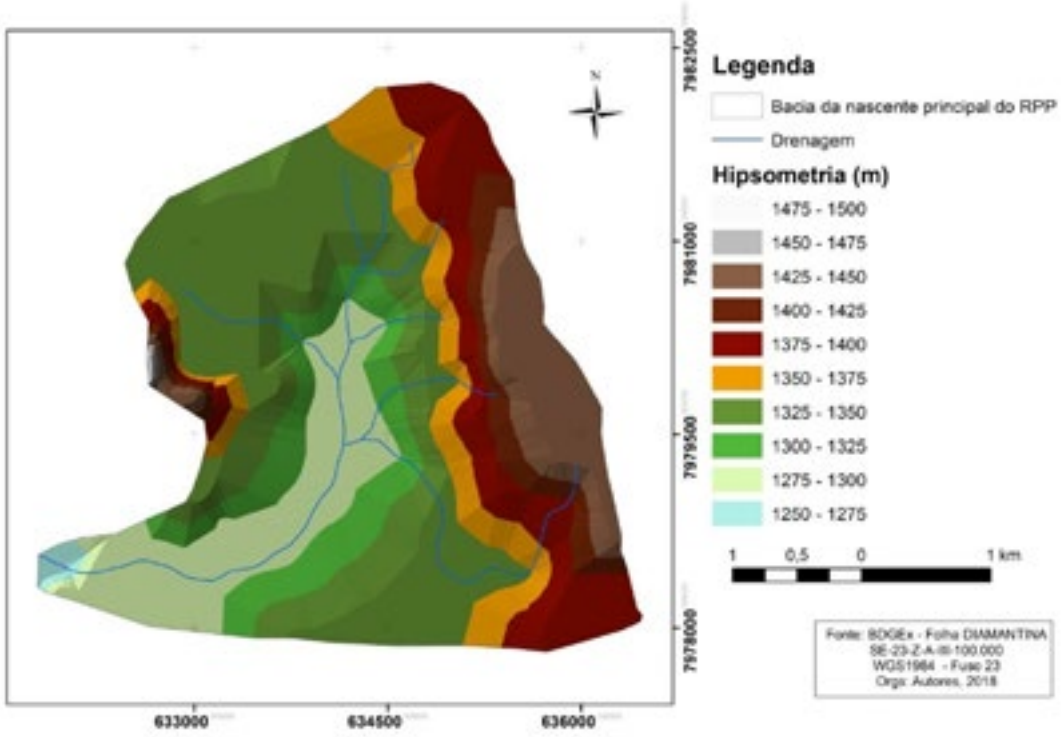


Figura 3 – Mapa Hipsometrico da área das nascentes do Rio Pardo Pequeno

Outro elemento fundamental para compreender a dinâmica hídrica é a declividade, pois baixas declividades contribuem para a infiltração e a redução da velocidade do escoamento superficial e a alta declividade ocorre o inverso. A Figura 4 apresenta a área próxima ao canal principal possui uma declividade de até 2,86º favorecendo um escoamento superficial lento. Desta forma, ao saturar o solo no entorno do canal possibilitará a formação da inundação.

ISBN: 978-85-7282-778-2

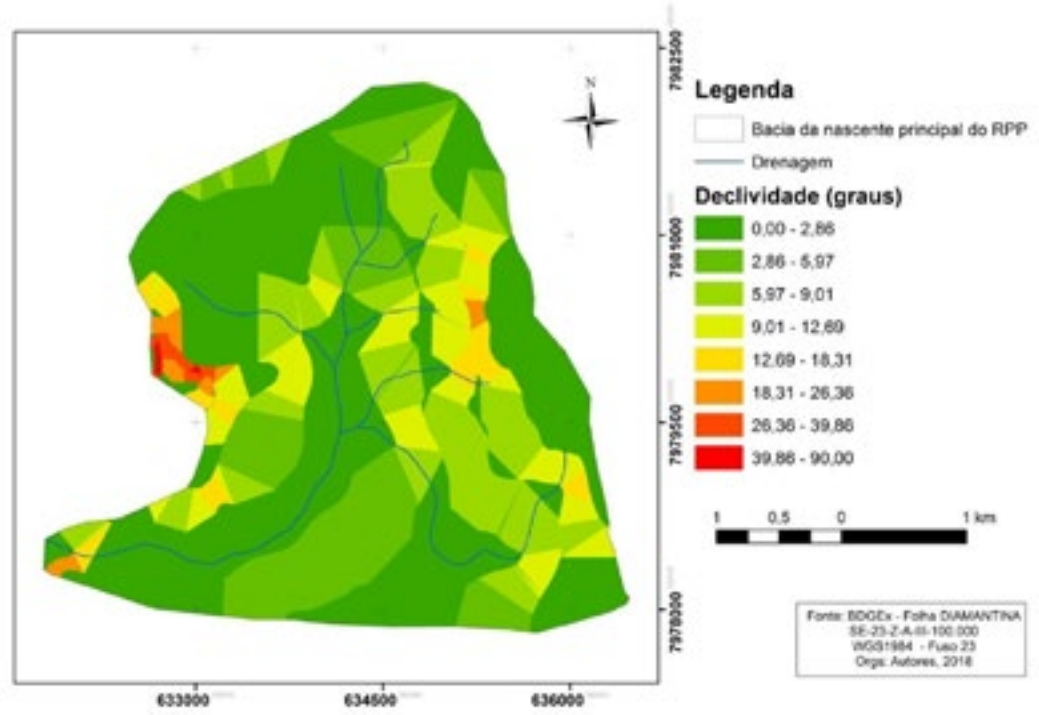


Figura 4 – Mapa de declividade da área das nascentes do Rio Pardo Pequeno

Ao analisar as áreas das nascentes, percebe-se que das 7 nascentes 5 estão abaixo de 5º e as outras 2 possuem aproximadamente 10º. Esta declividade comprova que a área das nascentes também possui uma baixa declividade não contribuindo para um rápido escoamento superficial. Mas ao analisar as vertentes dos canais, percebe-se que essa declividade cresce significativamente comparada com as outras declividades, chegando em uma média de 15º. Este cenário do aumento da declividade possibilita a formação de inundação nas áreas no entorno do canal.

5. Considerações finais

Após a análise morfométrica, percebe-se que a área das nascentes possui probabilidade de ocorrer inundações, principalmente com o canal retilíneo, o coeficiente de compacidade (k_c) (1,22) e o relevo. Com destaque para a área próxima ao canal principal, ela

ISBN: 978-85-7282-778-2

possui uma declividade de até 2,86º favorecendo um escoamento superficial lento e uma infiltração, isto ocorre também nas nascentes. Porém, nas vertentes correm a alta declividade com o favorecimento do escoamento superficial e a redução da infiltração.

Contudo, a área de estudo também apresenta o fator de forma (k_f) (0,38) e uma boa drenagem, que não favorecem a formação da inundação. Assim, a inundação será possivelmente formada nesta bacia, mas com um grande tempo de retorno. Estes parâmetros históricos são difíceis mensurações, pois no Brasil são escassos esses dados, que dificulta estes estudos.

Desta forma, a área de estudo poderia ser classificada como uma área moderada à inundação. Ressalta-se que ao alterar o uso do solo, reduz-se a infiltração e potencializa-se a formação da inundação nas áreas adjacentes ao canal. Assim, percebe-se que a inundação deve ser integrada ao planejamento ambiental local para preservar a área de cabeceira do canal.

6. Referências Bibliográficas

AYOADE, J. O. **Introdução à Climatologia para os Trópicos**. 10ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand do Brasil, 2004.

Brasil. **Lei Federal nº 12.561** de 25 de maio de 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm>. Acessado em: 20 de dezembro de 2018.

CHRISTOFOLETTI, A**. Geomorfologia**. São Paulo: Blucher, 1980.

SANTOS, E. de C. **Levantamento pedológico e perda geoquímica na Bacia do Rio Pardo Pequeno – Espinhaço Meridional – Minas Gerais**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Geografia, 2012.

IGAWA, T. K.; BARREIROS, D. L. P. Análise das características morfométricas e susceptibilidade a enchentes na bacia hidrográfica do Rio Caeté, Nordeste do Pará por intermédio do uso de geotecnologias. **Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR.** 28 a 31 de maio de 2017 (ISBN:978-85-17-00088-1).

VILLELA, S.M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ANÁLISE MORFOMÉTRICO E TRANSPORTE DE SEDIMENTOS DA CONFLUÊNCIA DO CÓRREGO PASTO RUIM COM O RIO APORÉ, CHAPADÃO DO SUL, MS.

Lana Mara Silva Teixeira [(a)], Jaila Raiane Barbosa de Souza [(b)], Chrystiano Alves de Souza [(c)] Luis Felipe Soares Cherem[(d)]

[(a)] Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento – LAPIG, Universidade Federal de Goiás, lanamarast@gmail.com
[(b)] Instituto de Estudo Socioambientais – IESA, Universidade Federal de Goiás, raiane.jaila@gmail.com
[(c)] Laboratório de Geomorfologia, Pedologia e Geografia Física – LABOGEF, Universidade Federal de Goiás, chfetgeo@gmail.com
[(c)] Laboratório de Geomorfologia, Pedologia e Geografia Física – LABOGEF, Universidade Federal de Goiás, luis.cherem@gmail.com

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

O monitoramento da qualidade da água é um dos principais instrumentos de sustentação de uma política de planejamento e gestão de recursos hídricos, visto que funciona como um sensor que possibilita o acompanhamento do processo de uso dos corpos hídricos, apresentando seus efeitos sobre as características qualitativas das águas, visando subsidiar as ações de controle ambiental (GUEDES, DA SILVA, et al., 2012). Os procedimentos utilizados foram: trabalho de campo para análise de parâmetros físico-químicos e coleta de sedimentos em suspensão. Este estudo visa investigar a qualidade da água e o transporte de sedimento e observar possível influência dos sedimentos em suspensão na qualidade da água, mostrando desta maneira a importância do gerenciamento dos recursos hídricos desta unidade, para que se possa garantir o seu uso de maneira adequada e sustentável, além de garantir a qualidade e a quantidade de água.

Palavras-chave: parâmetros, padrões, qualidade, sedimentos.

1. Introdução

Naturalmente os rios são agentes de erosão, transporte e deposição, removem águas e sedimentos da superfície para oceanos. Sendo o fluxo da água uma das forças mais potentes que opera na superfície da Terra, tanto em termos de energia cinética como no total de fragmentos transportados (Christofoletti, 1981).

No entanto, a ação antrópica pode acelerar a erosão natural, ampliando a quantidade de depósitos e a instabilidade dos leitos fluviais. Os meios que mais interferem no ciclo hidrossedimentológico são: o desmatamento, a agricultura, a urbanização, a mineração, o barramento dos cursos d'água, entre outros (Bordas & Semmelmann, 2004).

O arranjo de sedimentos através de uma seção transversal varia de um lado para o outro, sendo mais expressa em termos de concentração. Esta varia em função da velocidade da corrente, da disponibilidade de sedimentos e de sua granulometria (Carvalho, 1994).

O conhecimento da dinâmica fluvial é importante para sugerir medidas de uso, preservação e recuperação. Desta forma o presente trabalho buscou verificar as variáveis hidrodinâmicas do canal, bem como analisou a composição granulométrica dos sedimentos transportados em suspensão. O que o torna uma ferramenta importante para propor e sugerir medidas que possam minimizar os impactos ocasionados principalmente das atividades humanas realizadas em torno da área de confluência.

2. Materiais e Métodos

2.1 Área de estudo

A área de estudo situa-se no município de Chapadão do Sul, o qual foi povoado a partir dos anos de 1970, sendo colonizada principalmente por habitantes da região sul do país, os quais levaram a afinidade ao cultivo de grãos para o município, colocando-o entre os 100

maiores produtores do agronegócio brasileiro de acordo com o ranking nacional do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) referente ao PIB do município.

O local de confluência encontra-se na bacia hidrográfica do Rio Aporé o qual divide os Estados de Goiás e Mato Grosso do Sul (Figura 1), localizada em uma área rural, caracterizada por intensa atividade antrópica, principalmente agricultura e pastagem, que se encontram degradadas pelo mau uso do solo.

Figura 1: Localização da área de estudo.

2.2 Procedimentos Metodológicos

A visita ao local foi realizada no dia 28 de setembro de 2017, onde no reconhecimento geral da área verificou-se um alto nível de degradação ambiental, afetado por diversos impactos no solo gerando problemas ambientais, alterando o equilíbrio entre

sedimento transportado e sedimento depositado. Nesta data foi efetuada a quantificação das variáveis hidrodinâmicas e a coleta de sedimentos.

Para aquisição dos dados de sólidos totais dissolvidos (TDS), potencial hidrogeniônico (pH), oxigênio dissolvido (OD), turbidez da água e temperatura (T), foi utilizado o equipamento multiparâmetro Hanna HI9829 (Figura 2).

Figura 2: Medidor multiparâmetro Hanna – Modelo HI9829.

A coleta de água, para determinar a carga de sólidos em suspensão, foi realizada, de acordo com os procedimentos previstos por APHA (1998). A qual consiste na coleta de amostras de água de cada um dos canais em confluência, condicionados em frascos plásticos de 500 ml.

Para determinação da concentração de sólidos em suspensão seguiu-se o método proposto por Wetzel e Likens (1991). As amostras foram filtradas utilizando-se uma bomba de sucção a vácuo e filtro de papel, pesado antes de ser utilizado. Após as filtragens de toda amostra de água, o filtro foi retirado e deixado para secar ao ambiente. Após a secagem, foi realizada uma nova pesagem do filtro, podendo assim relacionar o peso natural do filtro com

o peso obtido após a filtragem, chegando a quantidade de sedimentos encontrados em meio litro de água.

A equação utilizada para determinar as concentrações de sedimentos em suspensão se dá por:

$$CSS = \frac{P2-P1}{V} \cdot 1000$$

Onde:

C.S.S = Concentração de sedimentos em suspensão (mg/L)

P1 = peso inicial do filtro (g);

P2 = peso do filtro com material coletado após a secagem em estufa (g);

V = volume da água utilizado para filtração (L)

1000 = fator conversão para miligramas

Todas as análises laborais foram realizadas no laboratório de Geomorfologia, Pedologia e Geografia Física do Campus Samambaia da Universidade Federal de Goiás (LABOGEF/UFG).

3. Resultados e discussões

Com relação aos parâmetros físico-químicos da água, obteve-se os seguintes resultados:

3.1 PH

A partir das análises elaboradas pelo multiparâmetro, pode-se perceber que o pH de ambas as drenagens está abaixo da resolução expressa pelo CONAMA 357/2005, classe 4. Isso mostra que a água é pouco ácida, e está sendo influenciada pela temperatura local, já que o ph diminui com a temperatura.

3.2 Oxigênio Dissolvido

A concentração de oxigênio é controlada por vários fatores químicos e biológicos, inclusive a temperatura sendo um dos mais importantes (Fiorucci e Benedetti Filho, 2005) que no caso, de acordo com a resolução do Conama consultada, está a um nível alto de vida aquática considerando uma temperatura de 21° C a 27° C. Uma simples diminuição do nível de OD poderá prejudicar todo o ecossistema envolvido, tanto os seres aeróbicos presentes no leito como também comprometer os diversos usos da água.

De acordo com os dados coletados em relação a esse parâmetro, os valores correspondentes ao córrego Pasto Ruins e ao Rio Aporé estão dentro do valor estabelecido pelo CONAMA, onde foi estipulado pelo multiparâmetro 53% de OD para o córrego Pasto Ruim e 46,1% de OD para o Rio Aporé.

3.3 Sólidos Totais dissolvidos

Os TDS indicam a quantidade de solos que está em suspensão na amostra de 500 ml de água de ambas as drenagens, com a resolução CONAMA é de 500 ppm, ou seja, a amostra encontra-se com o índice abaixo do permitido.

3.4 Turbidez

Todos minerais qualificados como físicos, caracterizados pela sua rigidez e que se estabelece como resíduos da água são denominados sólidos totais e o seu excesso pode causar sérios problemas ambientais em relação à qualidade hídrica (Silva *et al.,*2016).

A presença de grande número de resíduos implica o aumento da DBO e também da turbidez, que dificulta a passagem de luz solar na água, prejudicando o processo de fotossíntese (Rabelo *et al,*2009).

De acordo com a resolução CONAMA a dissolução de sólidos na água doce tem que está menor ou igual a 100, estando os cursos d'água analisados dentro dos padrões estabelecidos.

3.5 Vazão.

De acordo com as técnicas e seguindo as instruções do comunicado técnico da Embrapa, foram realizadas três medições, ver tabela 1 abaixo, do tempo necessário para que o flutuador percorresse à distância de 10 metros entre um ponto e outro, para que desta forma, se obter os parâmetros mínimos para se calcular uma média da velocidade do canal.

Tabela 1: Tabela de dados de profundidade, largura e tempo necessário para o flutuador percorrer 10 metros, do Córrego Pasto Ruim.

Técnica Flutuador	Medição 01	Medição 02	Medição 03
Tempo (s)	19,95	14,27	11,5
Velocidade (m/s)	0,5	0,7	0,86
Profundidade	0,53	0,33	0,15
Largura (m)	3,46	5,75	12,9
Velocidade Média (m/s)		0,69	
Profundidade Média (m)		0,34	
Largura Total (m)		12,9	

Com o dado de velocidade e do perfil do canal do córrego Pasto Ruim, foi possível calcular a vazão média do canal, sendo este igual a 3 m³/s.

A partir da quantidade (peso) dos sedimentos e do dado de vazão foram feitos cálculos para se obtiver a concentração dos sedimentos em suspensão, em mg/l. O peso obtido após a filtragem estão exposto na Tabela 2 a seguir.

Tabela 2. Quantidade de sedimentos presentes na água.

Amostras	Peso (500 ml)	Sedimento em suspensão (mg/l)	Descarga de sedimentos
Aporé jusante	5,5 mg	11 mg	-
Córrego Pasto Ruim (MDPR)	2,1 mg	4,2 mg	1,1 ton/dia

*Em campo não foi coleta vazão do rio Aporé

De acordo com os dados avaliados, podemos afirmar que o rio Aporé recebe diariamente uma grande quantidade de sedimentos provindos do seu afluente o córrego Pasto Ruim, com uma carga diária de 1,1 toneladas por dia. Este dado, para essa pequena área é alarmante, pois semestralmente e anualmente indica grande quantidade de sedimentos transportados. O histórico da região, de grande produtora agropecuária influência na dinâmica e na carga sedimentar desses cursos hídricos. Apesar da quantidade de sedimento em suspensão na água não foi possível identificar uma queda na qualidade da água, mas isto não indica que estes recursos hídricos estejam preservados e/ou sem riscos de diminuição de sua vazão ou possíveis poluições por produtos de origens agropecuárias.

4. Considerações finais

Os resultados mostraram a variação da quantidade de sedimentos transportados em suspensão nos canais. Estes dados comprovam a relação existente entre os sedimentos transportados pelo córrego Pasto Ruins e depositados no rio Aporé, o qual recebe uma grande carga de sedimentos diariamente, isso sendo resultado de densa utilização do solo da região.

Tais sedimentos que chegam ao rio Aporé preenche a calha e no período das chuvas, o escoamento do rio se eleva e chegam ainda mais sedimentos. É importante para a manutenção dos rios e córregos, o acompanhamento da qualidade e dos sedimentos, pois a qualidade da água pode inviabilizar alguns usos e os sedimentos podem provocar assoreamento e diminuição da vida útil de barragens e lagos. Além de o transporte de sedimento poder está conectado a processos erosivos como voçorocas e ravinas.

Novos estudos são necessários para que se compreenda melhor a dinâmica fluvial e assim subsidiar o planejamento e a gestão dos recursos hídricos de maneira adequada, além de ressaltar os impactos que a utilização da terra e a perda de solo agrícola, provocam na dinâmica fluvial e também na biodiversidade aquática.

5. Referências Bibliográficas

BORDAS, M.P. & SEMMELMANN, F.R. Elementos de Engenharia de Sedimentos. In: TUCCI, C.E. M. (Org.), Hidrologia. Ciência e Aplicação. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 3ª ed., 915 p., 2004.

BRASIL- Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA Resolução 357/2005, Enquadramento dos Corpos Hídricos Superficiais no Brasil. Governo Federal, Brasília. Publicada no DOU nº 53, de 18 de março de 2005, Seção 1, p. 58 - 63.

CARVALHO, N.O. Hidrossedimentologia. Rio de Janeiro: CPMR, 372 p., 1994.

CARVALHO, T. M. Técnicas de medição de vazão por meios convencionais e não convencionais. **Revista Brasileira de Geografia Física Recife-PE,** Vol. 01 n.01 Mai/Ago 2008, pp 73-85.

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia fluvial**.** São Paul**o,** Editora Edgard Blucher, 313 p., 1981.

FIORUCCI, A. R.; BENEDETTI FILHO, E. A importância do oxigênio dissolvido em ecossistemas aquáticos. **Química Nova na escola**. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br>. Acesso em: 21.11.2017.

FRANCO, R. A. M. Qualidade da água para irrigação na microbacia do Coqueiro, Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, p. 772-780, 2009.

GUEDES, H. A. S. et al. Aplicação da análise estatística multivariada no estudo da qualidade da água do Rio Pomba, MG. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, p. 558-563, 2012.

NOGUEIRA, F. F. *et al.* Análise de parâmetros físico-químicos da água e do uso e ocupação do solo na sub-bacia do Córrego da Água Branca no município de Nerópolis – Goiás. **Escola de engenharia civil e ambiental, UFG.** P. 16-21, 2015. Disponível em: <https://www.eec.ufg.br>. Acesso em: 21.11.2017.

RABELO, C. G. *et al*. Influência do uso do solo na qualidade da água no bioma Cerrado: um estudo comparativo entre bacias hidrográficas no Estado de Goiás, Brasil. **Revista Ambiente & Água - Na Interdisciplinary Journal of Applied Science:** v. 4, n. 2, 2009. pp 173 – 187.

OLIC, N. B. A questão da água no Brasil e no mundo. **Revista Pangea Mundo**, 2002.

WETZEL.R.G; LIKENS,G.E. Limnological analisys. 2ed. New York. Springer Verlag. 1991.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ANÁLISE MORFOTEMPORAL DO ARQUIPÉLAGO FLUVIAL DE ANAVILHANAS – AMAZONAS

Matheus Silveira de Queiroz[(a)], Neliane de Sousa Alves[(b)]

[(a)] Escola Normal Superior, Universidade do Estado do Amazonas – UEA, msdq.geo16@uea.edu.br

[(b)]Escola Normal Superior, Universidade do Estado do Amazonas – UEA, nsalves@uea.edu.br

Eixo: Dinâmica e Gestão de Bacias Hidrógraficas

Resumo/

O objetivo desse trabalho é identificar as unidades geomorfológicas presentes no Arquipélago de Anavilhanas e analisar a evolução temporal do sistema fluvial. Para isso foram realizados levantamentos de campo e técnicas de sensoriamento remoto, através do uso de imagens do satélite Landsat TM 5 para análise da evolução temporal do canal fluvial entre os anos de 1984 e 2011, e o comportamento das unidades geomorfológicas. Foi identificado um complexo de ilhas, lagos, paranás, furos, diques e barras fluviais, sujeitos a ação de processos da dinâmica fluvial como erosão, transporte e deposição de sedimentos. Nota-se que o canal não sofreu alterações significativas nos trinta anos de análise sendo, portanto possível considerar que o Arquipélago de Anavilhanas apresenta uma estabilidade geomorfológica e não sofre alterações significativas provenientes dos processos fluviais.

Palavras chave: Morfometria do Canal; Geomorfologia Fluvial; Unidades Geomorfológicas; Amazônia; Rio Negro.

Matheus Silveira de Queiroz;
Neliane de Sousa Alves

1. Introdução

A bacia hidrográfica do rio Negro possui uma área de aproximadamente 700.000 km², estendendo-se por Colômbia, Venezuela e Brasil. A alta bacia do rio Negro atravessa as planícies colombianas e o Escudo Brasileiro, sendo o rio chamado Negro após a confluência entre os rios Guaínia e Casiquiare, que unem a bacia do rio Negro à bacia do rio Orinoco. O rio Negro apresenta uma descarga anual de 28.400 m^3/s^{-1}, que o torna o sexto maior rio do mundo nesse quesito, em uma área de drenagem de 696.103 km² (LATRUBESSE e FRANZINELLI, 2005; LATRUBESSE, 2008).

O Arquipélago de Anavilhanas (Figura 1) fica localizado, próximo à foz do canal principal, o rio Negro, nos limites territoriais dos municípios de Novo Airão (70,5%) e Manaus (29,5%), sendo o segundo maior arquipélago fluvial do mundo, menor apenas que o arquipélago de Mariuá que se localiza à montante de Anavilhanas. O Arquipélago está localizado entre as coordenadas geográficas 02°03'00" S e 03°02'00" S de latitude e 060°21'00" W e 061°12'00" W de longitude, em uma área total aproximada de 2.350 km².

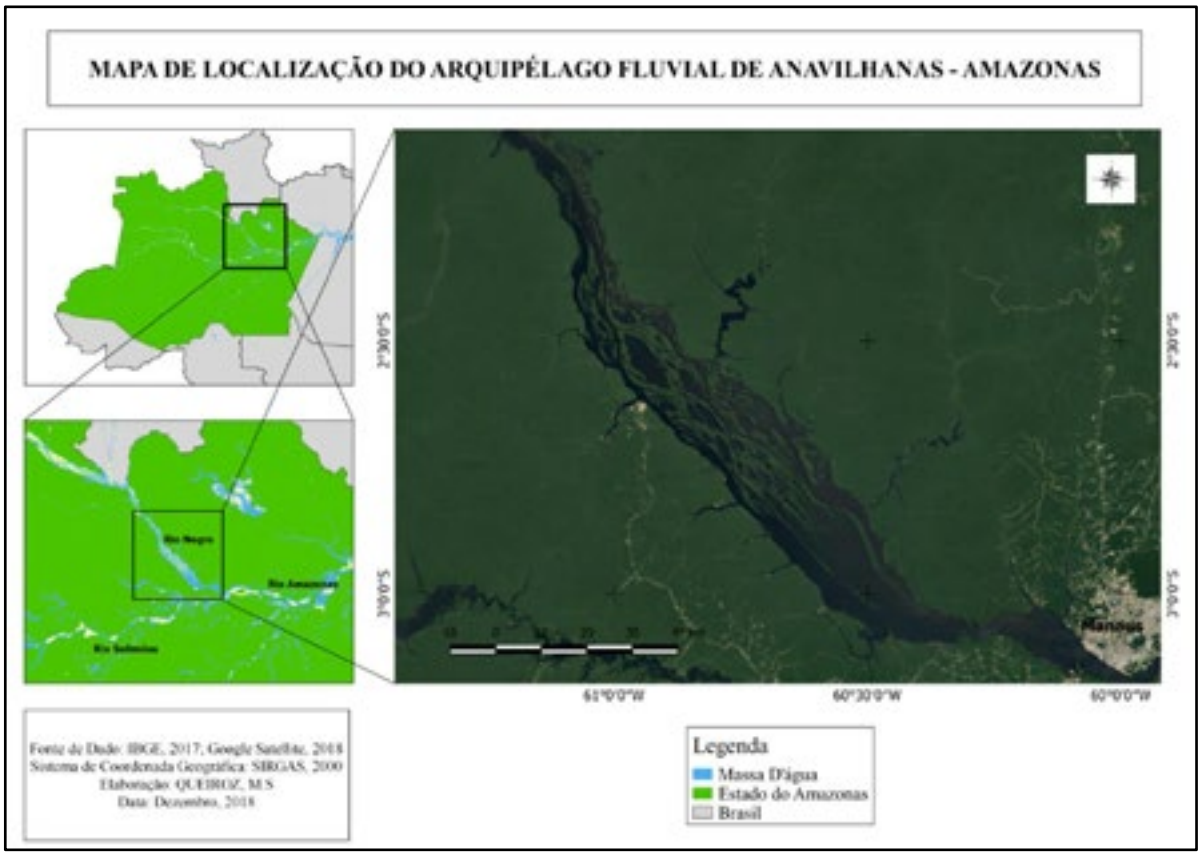


Figura 1: Mapa de localização do Arquipélago Fluvial de Anavilhanas no Estado do Amazonas. Elaboração: QUEIROZ, M.S, 2018.

A princípio os estudos sobre a formação morfológica do rio Negro não receberam a devida atenção da comunidade acadêmica, e somente na segunda metade do século XX e século XXI, surgiram trabalhos relevantes que buscavam entender a formação hidrogeomorfológica deste rio. Destacam-se os trabalhos de Latrubesse e Franzinelli (2005),

ISBN: 978-85-7282-778-2

Franzinelli e Igreja (2002) e Latrubesse e Franzinelli (1998). Se tratando do Arquipélago de Anavilhanas os estudos são mais escassos, destacando-se os trabalhos de Alves (2013), Barbosa (2015) e o trabalho pioneiro de Leenheer e Santos (1980).

Entender a dinâmica dos rios amazônicos e suas particularidades é essencial para compreender a bacia Amazônica como um todo. Logo, o presente trabalho tem como objetivo identificar as unidades geomorfológicas mapeadas no Arquipélago de Anavilhanas e analisar a evolução temporal dessas morfologias no canal fluvial.

2. Materiais e Métodos

Na identificação morfológica do canal foram usadas imagens do MDE (Modelo Digital de Elevação) SRTM (*Shuttle Radar Topograffhy Mission*) de 1-arco por segundo com resolução espacial de 30 metros, disponível em: https://earthexplorer.usgs.gov/, corrigidas e ortorretificadas. Trabalhos recentes como os de Oliveira e Paradella (2008) e Miceli et al. (2011) atestam a validade dos dados do MDE-SRTM para a análise geomorfológica na região amazônica.

Para definir a planície de inundação do canal foi utilizado o SRTM e os dados de cota da estação de Moura (14840000) devido à séria histórica disponível de 1983 a 2013, os dados disponibilizados pelo Ore-Hybam no site: http://www.ore-hybam.org/, referenciados ao nível do mar (Figura 2). As estações de Novo Airão (14900050) localizada no arquipélago; e Tatu Paricatuba (14911000) localizada à jusante de Anavilhanas, não foram utilizadas, pois as estações foram instaladas recentemente e não possuem uma série histórica significativa para análise (Novo Airão possui dados a partir de 2014 e Tatu Paricatuba a partir de 2002).

Segundo Stevaux e Latrubesse (2017, p. 197) a planície de inundação de um canal fluvial pode ser classificada como “áreas adjacentes ao canal do rio inundadas, ao menos parcialmente, pelas cheias ordinárias e que mantém relações hidrológicas, sedimentológicas e ecológicas com a dinâmica fluvial”.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Visto que a planície de um rio corresponde à área inundável foram usadas as cotas referenciadas ao nível do mar da estação de Moura para definir, através da altimetria da imagem SRTM, a planície de inundação do Arquipélago de Anavilhanas. O cotagrama da estação de Moura também foi usado para a definição dos períodos hidrológicos do rio Negro ao longo do ano (Enchente, Cheia e Vazante).

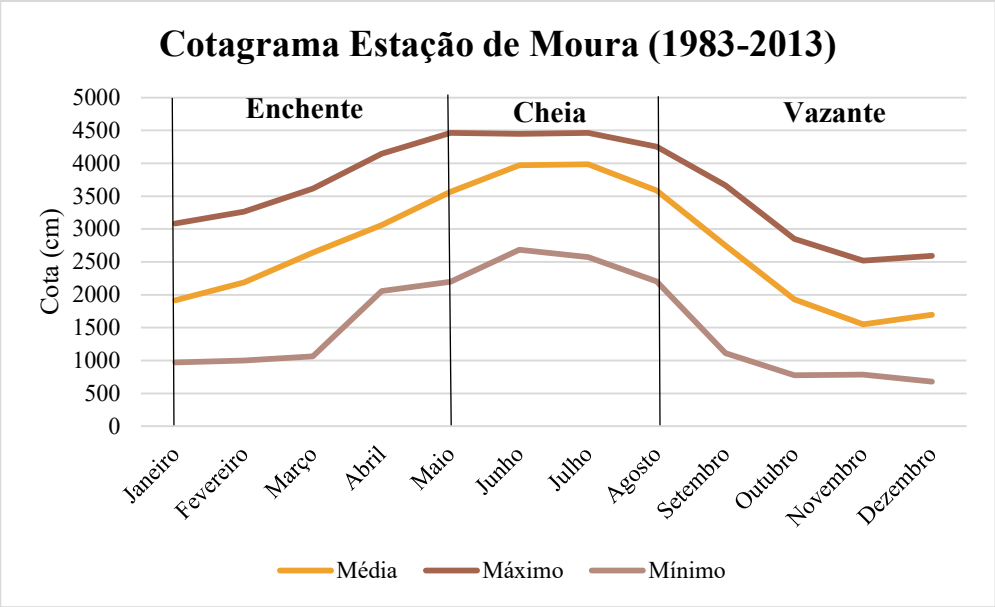


Figura 2: Cotas médias, mínimas e máximas anuais medidas na Estação de Moura entre 1983-2013. Elaboração: QUEIROZ, M. S, 2018.

Foram realizadas pesquisas de campo no ano de 2017 em 6 (seis) pontos do arquipélago (figura 3) para identificação das unidades geomorfológicas presentes e para o entendimento dos processos fluviais atuais no canal (erosão, transporte e deposição de sedimentos).

ISBN: 978-85-7282-778-2

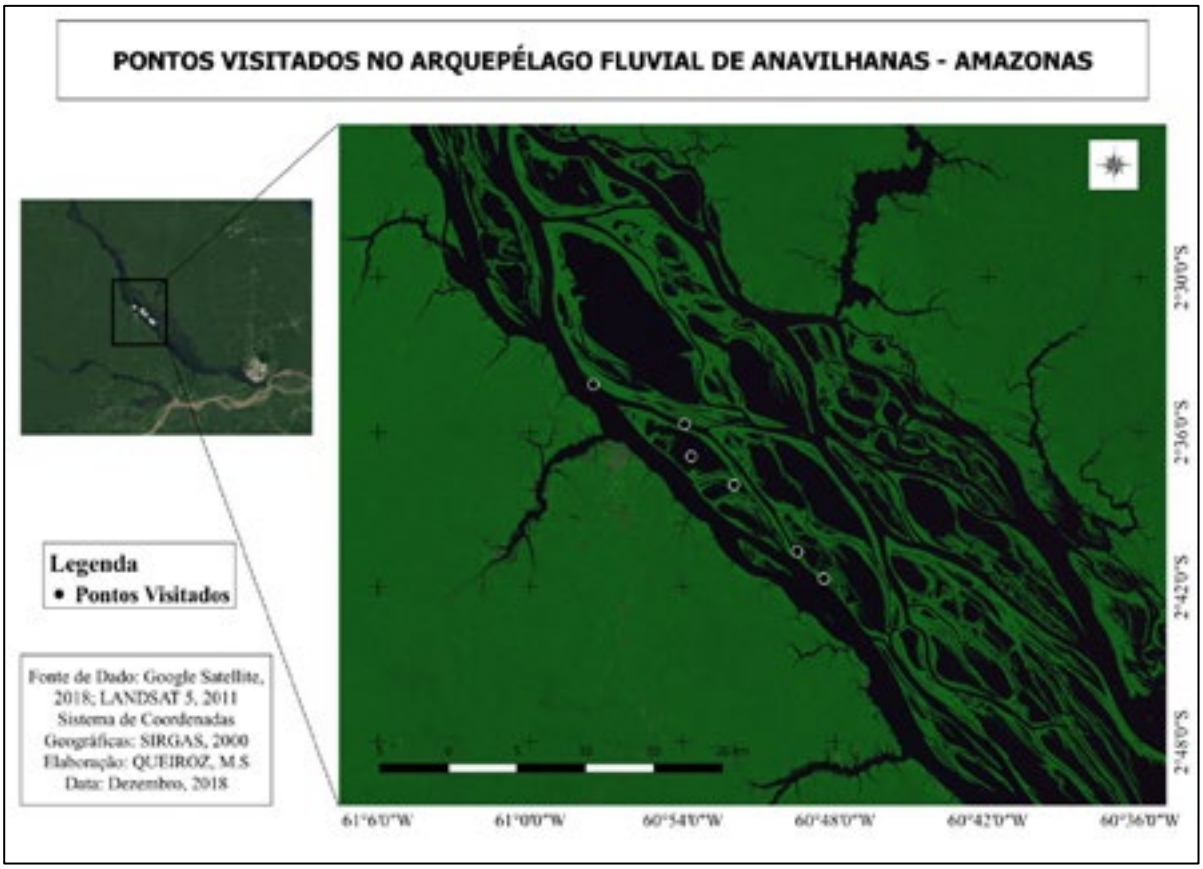


Figura 3: Pontos visitados na pesquisa de campo no Arquipélago de Anavilhanas. Elaboração: QUEIROZ, M.S, 2018.

Com uso de técnicas de sensoriamento remoto foram analisadas imagens do satélite Landsat TM 5, auxiliando a análise da evolução temporal do canal fluvial por meio da sobreposição e comparação de imagens. Foi analisada a evolução do canal no período de 30 (trinta) anos entre 1983 e 2013, com imagens a cada 10 (dez) anos disponibilizadas pelo INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, disponível em: http://www.dgi.inpe.br/CDSR/, utilizando o referencial de águas baixas (vazante) entre agosto e dezembro. O Landsat é um satelite óptico, portanto não ignora as nuvens, por isso, as imagens adequadas para a análise foram de 1984, 1992, 2001 e 2011.

As imagens do Landsar TM 5 em conjunto com as imagens do MDE-SRTM foram utilizadas para a análise da morfometria do canal quantificando-se parâmetros como a

ISBN: 978-85-7282-778-2

declividade do canal fluvial (em porcentagem); a largura máxima no canal e o número de afluentes (igarapés) na área do arquipélago, ao longo da série histórica considerada.

3. Resultados e Discussões

Anavilhanas é um complexo de ilhas, barras fluviais (laterais e logitudinais), diques (marginais e longitudinais), paranás e furos, lagos, igarapés. As ilhas são alongadas geralmente com um lago no seu centro. Na altura de Anavilhanas o canal principal do rio Negro se divide em dois canais laterais, um na margem esquerda e outro na margem direita, que se unem novamente a jusante do complexo de ilhas. Possui uma largura média no canal principal de até 2 km podendo variar tanto a montante (1,5 km) quanto à jusante (4 km).

O arquipélago possui cerca de 400 ilhas que variam em forma e tamanho, que juntamente com os lagos formam um complexo fluvial de padrão anastomosado. Os lagos são isolados e tem relação com o canal apenas nas épocas de cheia ou são ligados ao canal por furos, corpos d'água menores que geralmente tem um padrão retilíneo e podem ligar um paraná a um lago ou um lago ao canal principal (Figura 4). As ilhas são inundadas durante parte do período da enchente (janeiro a maio), na cheia (maio a julho) e parte da vazante (agosto e setembro).

Estudos de neotectônica na região do baixo rio Negro sugere que este encontra-se encaixado, na sua margem direita, em uma falha geológica normal associada a deslizamento na direção NW-SE (FORSBERG et al., 2000) e na margem esquerda está encaixado em falhas normais na direção NE-SW (LATRUBESSE e FRANZINELLI, 2005). Por estar bem encaixado geologicamente em um sistema de falhas, a planície de inundação de Anavilhanas não é alongada, tornando a influência da sazonalidade das águas menor no terreno.

ISBN: 978-85-7282-778-2

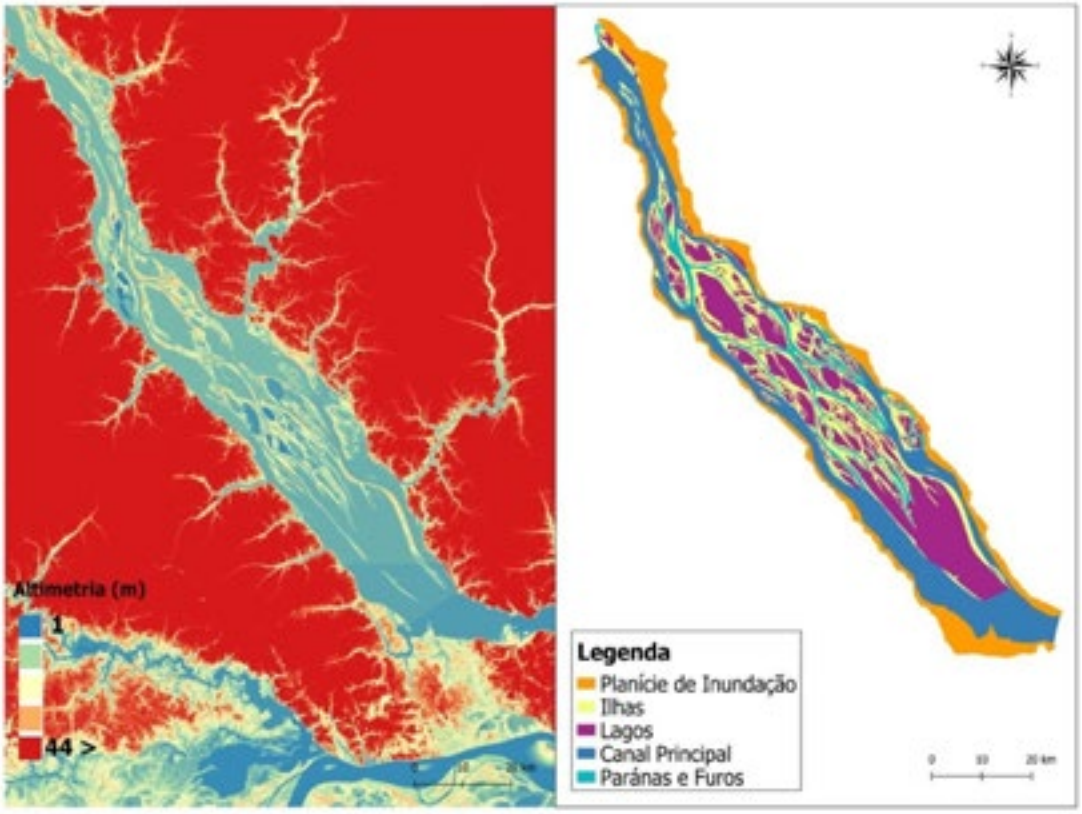


Figura 4: Morfologia do Arquipélago de Anavilhanas. Elaboração: QUEIROZ, M.S, 2018.

Sioli (1984) classificou os rios amazônicos segundo as características de suas águas, e o rio Negro é considerado um rio de água preta. Estas possuem a coloração escura devido ao material orgânico dissolvido. A planície de inundação e as ilhas de Anavilhanas, pouco antropizadas, garantem matas de igapó (vegetação inundada permanentemente ou sazonalmente em rios de água preta) por toda a extensão do arquipélago.

O rio Negro não apresenta altos índices de carga sedimentar atualmente, considerando-se o volume de suas águas. A jusante do Arquipélago de Anavilhanas o rio transporta 8.10^6 ton.ano^{-1} de carga em suspensão (FILIZOLA e GUYOT, 2011). Porém, o canal, no passado transportava índices de sedimentos mais elevados que o atual (LATRUBESSE; FRANZINELLI, 2005), provavelmente, quando a região amazônica vivia

ISBN: 978-85-7282-778-2

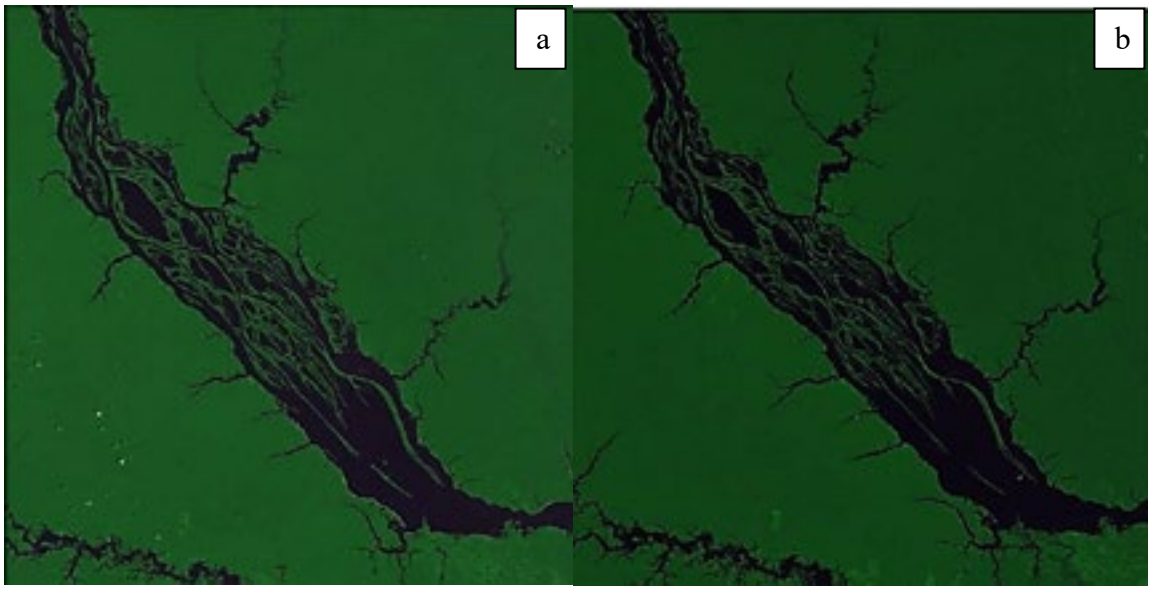
uma instabilidade hidroclimática durante o Pleistoceno Superior (entre 126 mil e 11.500 anos) no quaternário (SINHA et al., 2011).

Esta taxa atual de transporte de sedimentos limita a deposição, logo não impacta nas mudanças do canal ao longo do tempo. Leenheer e Santos (1980) afirmam que atualmente a principal área-fonte de sedimentos do arquipélago é o rio Branco, afluente do rio Negro, localizado à montante das ilhas.

Os principais tipos de erosão fluvial que ocorrem no arquipélago são a ação química das águas sobre os sedimentos, a ação das ondas (regionalmente chamado de "banzeiro") ocorre impulsionada pela ação dos ventos e/ou durante tempestades, ou por ação antrópica através das embarcações que circulam na área (Figura 5). A ação erosiva não é tão marcante no canal devido à baixa declividade do mesmo, sendo de 2% influenciando na baixa ação erosiva no canal.

Figura 5: Erosão fluvial, Arquipélago de Anavilhanas, outubro de 2017, período de vazante. Foto: QUEIROZ, M.S.

A largura máxima do arquipélago varia ao longo de sua extensão, a montante do arquipélago a largura máxima do atinge 5 (cinco) km; na área do arquipélago esta chega a 22 (vinte e dois) km; e a na parte jusante do arquipélago atinge a largura máxima de 2 (dois) km, essas condições permaneceram durante toda a série histórica analisada. O número de igarapés da margem direita é de 14 (quatorze), enquanto a margem esquerda possui 26 (vinte e seis) tributários e, da mesma forma, a quantidade não se alterou durante os anos avaliados. O mesmo vale para a quantidade de ilhas que seguem com aproximadamente 400 (quatrocentas) (Figura 6 a, b, c, d)



ISBN: 978-85-7282-778-2

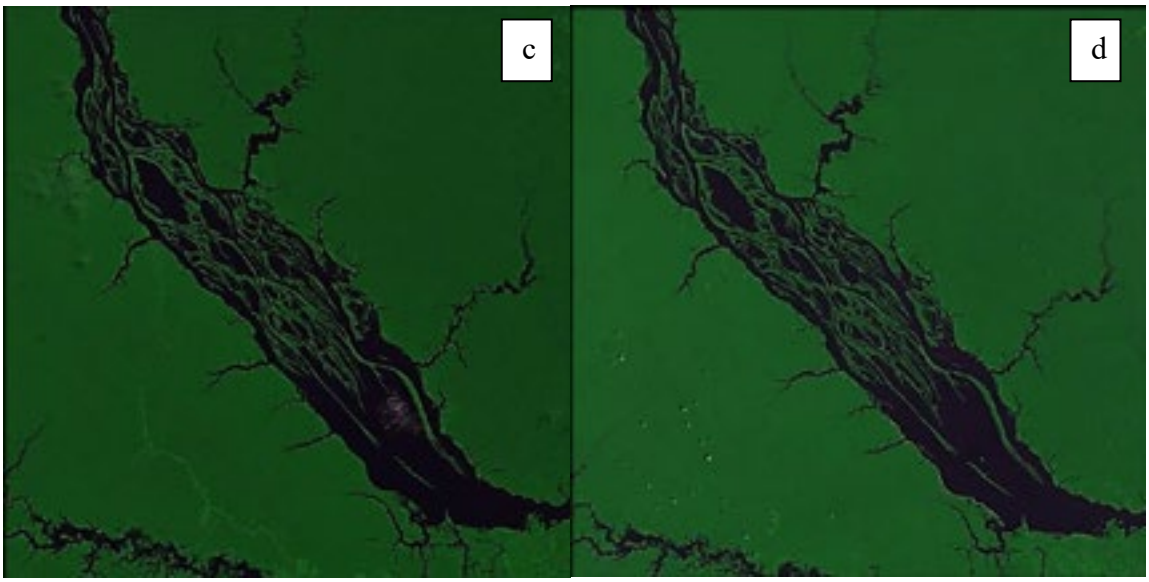


Figura 6 a, b, c, d: Evolução temporal do canal. a) Imagem Landsat5 de novembro de 1984; b) Imagem Landsat 5, agosto de 1992; c) Imagem Landsat 5, agosto de 2001; d) Imagem Landsat 5, agosto de 2011.

Entre os anos de 1984 e 2011 o canal não sofreu mudanças significativas, portanto os processos de erosão, transporte e deposição de sedimentos não alteraram de forma significativa a morfologia do canal, evidenciando uma estabilidade no canal fluvial quanto à dinâmica hidrogeomorfológica.

4. Considerações Finais

O arquipélago fluvial de Anavilhanas apresenta uma dinâmica geomorfológica estável, fato observado na estabilidade das morfologias identificadas, considerando a escala de análise temporal de 30 anos (1983 a 2013). Os processos fluviais que atuam no canal não promovem mudanças significativas na área do Arquipélago, mostrando que as taxas de erosão, transporte e deposição de sedimentos estão em equilíbrio, promovendo alterações mínimas no canal.

O estudo dos rios amazônicos ainda necessita de avanços para que se possa chegar a um entendimento de como esses sistemas fluviais se comportam na natureza. Por isso, é

ISBN: 978-85-7282-778-2

importante que as pesquisas, principalmente em rios que se tem pouca produção científica, buscando o conhecimento holístico da bacia Amazônica.

Referências Bibliográficas

ALVES, N.S. **Mapeamento hidromorfodinâmico do complexo de anavilhanas:** Contribuição aos estudos de Geomorfologia Fluvial de Rios Amazônicos. 2013. Tese (Doutorado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. 232p.

BARBOSA, R.O**. Estudos Sedimentológicos e Estratigráficos dos Depósitos Sedimentares Quaternários do Arquipélago deAnavilhanas, Município de Novo Airão (Amazônia Central).** Dissertação (Mestrado em Geociências) - Universidade Federal do Amazonas, 2015.

FILIZOLA, N; GUYOT, J.L. Fluxo de sedimentos em suspensão nos rios da Amazônia. **Revista Brasileira de Geociências**, 41, pp. 566-576, 2011.

FORSBERG, B., HASHIMOTO, Y., ROSENQVIST, A., MIRANDA, F.P. Tectonic fault control of wetland distributions in the central Amazon revealed bi JERS-1 radar imagery. **Quaternary International,** 72, 2000, pp. 61–66.

FRANZINELLI, E.; IGREJA, H.L.S. Modern Sedimentation in the Lower Negro River, Amazonas State, Brazil.**Geomorphology**, v. 44, pp. 259-271, 2002.

LATRUBESSE, E.;FRANZINELLI, E. Late Quaternary alluvial sedimentation in the Upper Rio Negro Basin, Amazonia, Brazil: palaeohydrological implications. In: BENITO, G., BAKER, V., GREGORY, K. (Eds.), **Paleohydrology and Environmental Change**. John Wileyand Sons, Ltd., 1998, pp. 259 – 271.

LATRUBESSE, E.M. Patterns of anabranching channels: The ultimate end-member adjustment of mega rivers. **Geomorphology** 101, 2008, pp. 130–145.

LATRUBESSE, E.M; FRANZINELLI, E.The late Quaternary evolution of the Negro River, Amazon, Brazil: Implications for island and floodplain formation in large anabranching tropical systems. **Geomorphology** 70, 2005, 372–397.

LEENHEER, J.A; SANTOS, U.M. Considerações sobre os processos de sedimentação na água preta ácida do rio Negro (Amazônia Central). **Acta Amazônica**. vol.10, Manaus, 1980.

MICELI, B. S.; DIAS, F.; SEABRA, F. M.; SANTOS, P.; FERNANDES, M. Avaliação vertical de modelos digitais de elevação (MDEs) em diferentes configurações topográficas para médias e pequenas escalas. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 63, n. 1, p. 191–201, 2011.

OLIVEIRA, C. G. D.; PARADELLA, W. R. Anassessment of the altimetric information derived from space borne SAR (RADARSAT-1, SRTM3) and optical(ASTER) data for cartographic application in the amazon region. **Sensors, Molecular Diversity Preservation International**, v. 8, n. 6, p. 3819–3829, 2008.

SINHA, R.; LATRUBESSE, E. M.; NANSON, G. C. Quaternary fluvial systems of tropics: Major issues and status of research. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, 2012, pp. 1–15.

SIOLI, H. A limnologia e a sua importância em pesquisas da Amazônia. **Amazoniana**, 1965, pp. 11-35.

STEVAUX, J. C; LATRUBESSE, E. M. **Geomorfologia Fluvial**. Oficina de Textos, São Paulo, 2017.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ANÁLISE SEDIMENTAR DO CÓRREGO PASTO RUIM COM O RIO APORÉ, CHAPADÃO DO SUL, MS: análises preliminares

Chrystiano Alves de Souza [(a)], Jaila Raiane Barbosa de Souza [(b)] Lana Mara Silva Teixeira [(c)] Lucas Espindola Rosa[(d)], Luis Felipe Soares Cherem[(e)]

(a) Laboratório de Geomorfologia, Pedologia e Geografia Física - LABOGEF, Universidade Federal de Goiás, chfetgeo@gmail.com
(b) Instituto de Estudos SocioAmbientais – IESA, Universidade Federal de Goiás, raiane.jaila@gmail.com
(c) Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento – LAPIG, Universidade Federal de Goiás, lanamarast@gmail.com
(d) Laboratório de Geomorfologia, Pedologia e Geografia Física - LABOGEF, Universidade Federal de Goiás, lukasespindola@gmail.com
(e) Laboratório de Geomorfologia, Pedologia e Geografia Física - LABOGEF, Universidade Federal de Goiás, luischerem@ufg.br

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Esta pesquisa realizada na baixa bacia do córrego pasto ruim um afluente do rio Aporé localizado na divisa dos estados de Goiás e Mato Grosso do Sul, com o objetivo de analisar a dinâmica sedimentar da microbacia do córrego pasto ruim à partir de amostras de profundidade e de bordas de canais, para isto, foi realizado um campo para a coleta das amostras no qual também se pode realizar a análise da paisagem e dos elementos ambientais que ocorrem na bacia. Em seguida, as amostras de sedimentos foram analisadas por meio do granulometro Mastersizer 2000, identificando os percentuais relativos à granulometria do material, ou seja, foi quantificado o percentual referente à cada tamanho particula, possibilitando assim melhor compreender o comportamento e a dinâmica hidrossedimentar do canal, de acordo com as alterações nos usos e ocupação do solo da bacia hidrográfica à montante.

Chrystiano Alves de Souza, Jaila Raiane Barbosa de Souza, Lana Mara Silva Teixeira Lucas Espindola Rosa, Luis Felipe So-

Palavras chave: Processos Erosivos, Sedimentação, Dinâmica Fluvial, Análise da Paisagem

1. Introdução

O uso e ocupação do bioma Cerrado vem alterando diversos aspectos ambientais ao longo das últimas décadas e, mais recentemente este processo se encontra consolidado em toda sua porção sul acumulando diversos passivos e impactos ambientais, que afetam áreas distantes e a jusante nas bacias hidrográficas em todas suas escalas (CHRISTOFOLETTI, 1999).

O conhecimento dos sistemas ambientais em seus estados anteriores à ocupação e à qualquer alteração na bacia hidrográfica é imprencindivel, pois permitem compreender o comportamento do sistema diante tais alterações, possibilitando assim estabelecer cenários com danos e benefícios para o sistema durante um período temporal (SANCHEZ, 2000).

Nessa perspectiva sistemica, a bacia hidrográfica é o sistema mais adequado para realizar estudos dessa natureza, já que é nela onde ocorrem as trocas de matéria e energia, onde a dinâmica fluvial é estabelecida de acordo com a inter-relação entre os diversos elementos presentes no âmbito da bacia responsáveis pela manutenção do ciclo hidrológico. Desta forma compreender estes elementos é fundamental, pois fornecem informações importantes sobre as características e da dinâmica de cada bacia hidrográfica, além de determinarem os limiares com relação à influência natural e ou antrópica dos processos atuantes de forma a auxiliar na tomada de decisões para os gestores implementarem politicas conservacionistas para o uso da água, do solo e de todos os elementos de interesse na bacia. (Souza e Cunha, 2007), (Honda, et al, 2004).

A pesquisa tem como objetivo analisar os padrões de deposição dos sedimentos não consolidados na confluencia entre o córrego Pasto Ruim e o Rio Aporé forma a analisar os padrões de deposição dos sedimentos na bacia hidrográfica, assim foram realizadas amostragens em oito pontos amostrais ao longo da foz do córrego pasto ruim, com amostragem de tubo testemunho nos bancos de areia, amostra de sedimentos de fundo do canal e sedimentos encontrados às margens.

As amostras analisadas possuem uma alta correlação com o material de origem, indicando ambientes à montante com maior presença de material arenoso do tipo areia quartzoza, condizente com o tipo geológico presente na região que de acordo com o Departamento Nacional de Pesquisas Minerais - DNPM é representado basicamente pela formação cachoeirinha e de acordo com o descrito por Embrapa, o uso do solo deve ser com bastante cuidado, pois pode ser degradado rapidamente, devendo ser seguido com bastante atenção os fatores condicionantes do uso e ocupação, principalmente em áreas próximas aos cursos hidricos.

2. Materiais e Métodos

2.1 Área de Estudo

A área de estudo da pesquisa realizada encontra-se na bacia hidrográfica do rio Aporé situado na divisa entre os estados de Goiás e Mato Grosso do Sul como se pode ver na figura 1 abaixo, mais precisamente na micro bacia hidrográfica do córrego Pasto Ruim, onde diversos processos erosivos se desenvolveram nas vertentes da bacia ao longo dos últimos anos como consequência das alterações no uso e ocupação indistinto. Podem ser observadas feições erosivas e deposicionais que indicam que há alterações na dinâmica hidrossedimentar do córrego Pasto Ruim desde suas cabeceiras até o exutório.

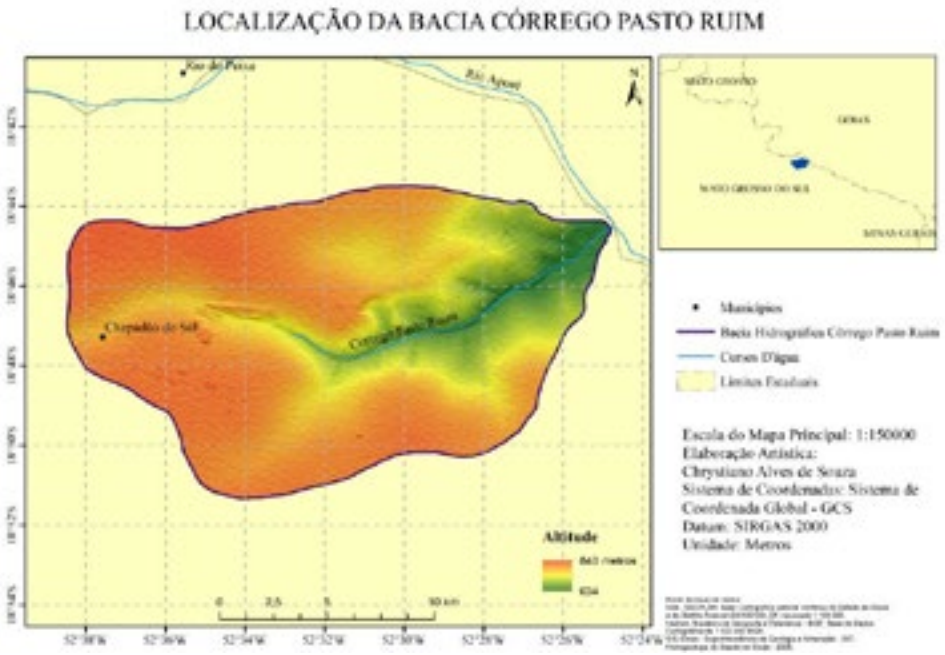


Figura 1: Localização da bacia hidrográfica do córrego Pasto Ruim.

A área da bacia hidrográfica do córrego Pasto Ruim possui usos múltiplos, mas em grande parte predomina a atividade de pecuária extensiva e agricultura, justamente após a remoção da cobertura vegetal, a implementação de atividades agrícolas em larga escala e sem o devido manejo agro-ecológico foram os fatores condicionantes para iniciar e intensificar os processos de degradação dos solos da bacia hidrográfica, principalmente a perca de material

por processos erosivos lineares e laminares o surgimento de grandes feições erosivas entre outros.

Dentre estes fatores de uso e ocupação, associados ao fato de que a bacia hidrográfica encontra-se situada em um contexto geológico diverso segundo dados da CPRM segunda a base litoestratigráfica realizada na escala de 1:1.000.000, apresentando coberturas superficiais de lateritas e intercalações entre depósitos aluvionares com as formações Cachoeirinha, Santo Anastácio e Botucatu como se pode ver na figura 2 abaixo, aumentam a fragilidade ambiental da bacia. (Machado, et al. 2013).

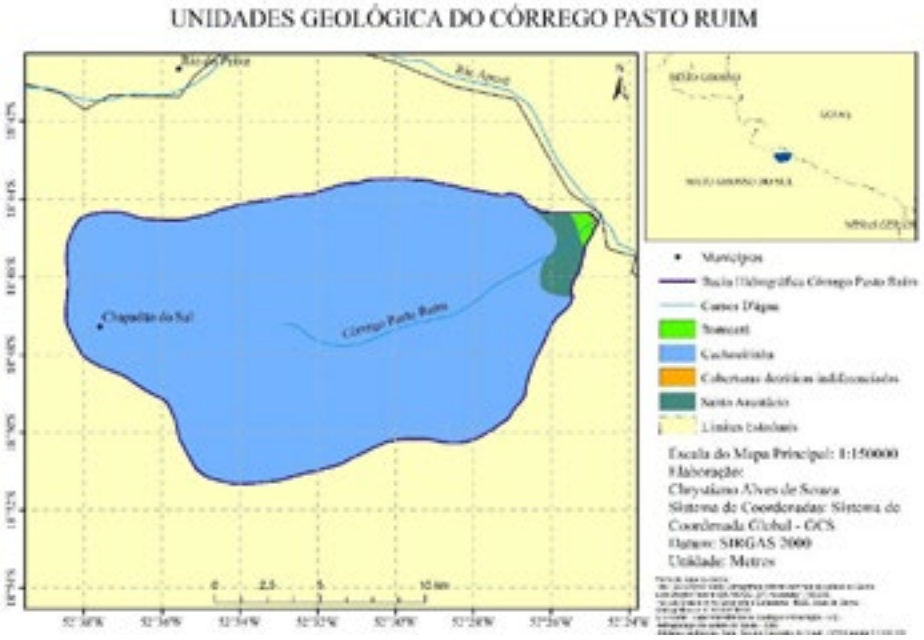


Figura 2: Mapa geológico simplificado da área de estudo.

Dentre estas formações outras foram identificas e descritas posteriormente por outros autores como pertencendo coberturas de sedimentos aluvio/coluvionares do período terciário/quartenário inconsolidada, formação Rio Paraná e as coberturas detrítico-Laterítica, com uma única exceção da formação Uberaba que é mais antiga, correspondente do período cretáceo médio e são representadas por limestones e green sandstones, derivadas de rochas e

sedimentos vulcânicos pré-existentes na área. (Moreton, 2001) e (Candeiro, et al. 2007).

2.2. Procedimetos

De forma a melhor compreender estes padrões de sedimentação e da dinâmica hidrossedimentar, foi realizado um campo com o objetivo de realizar amostragens de sedimentos ao longo do canal, às margens e em depósitos sedimentares, de acordo com as metodologias apresentadas. O campo foi realizado nos dias 27, 28 e 29 de setembro de 2017 compreendendo a área da confluência do córrego Pasto Ruim com o rio Aporé, sendo amostrados oito pontos amostrais, como se pode ver na figura 03 abaixo:

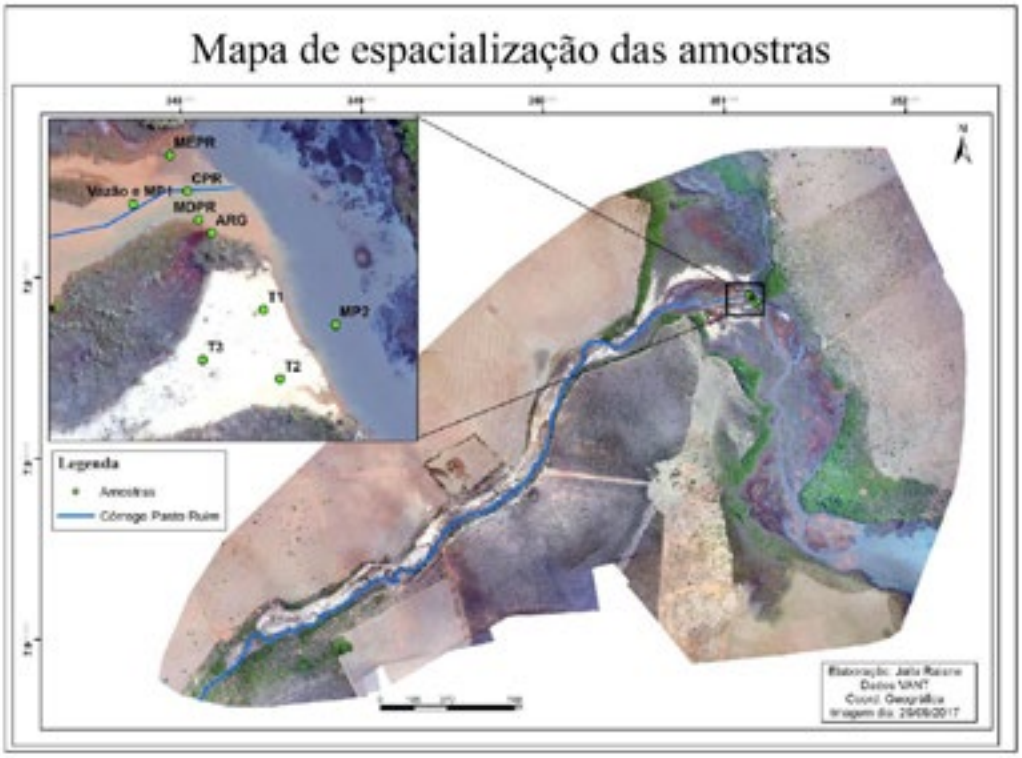


Figura 3. Espacialização dos pontos de amostragem.

As amostras testemunho T1, T2 e T3, foram realizadas pelo método amostrador em tubo ou testemunhador de acordo com a metodologia definida pela ANA (2013), e são correspondentes a um banco de areia inconsolidado foram realizadas pela técnica do tubo de PVC, onde se insere verticalmente um tubo de PVC de 5 a 7 centímetros de diâmetro no

perfil, com 1 a 1,5 metros de altura sendo aplicada uma força até que o tubo seja totalmente inserido ou até onde o tubo encontre algum obstáculo ou dificuldade de penetrar no perfil.

Os perfis testemunhos T1, T2 e T3 foram devidamente marcados e georreferenciados possibilitando assim a espacialização de cada amostra de forma que se posteriormente se possa definir os padrões de deposição vertical, horizontal e temporal dos sedimentos do depósito.

No leito do córrego pasto ruim, foram amostrados cinco pontos, sendo três dentro do canal principal identificados por Margem Esquerda do córrego Pasto Ruim – MEPR, Centro do córrego Pasto Ruim – CPR, Margem Direita do córrego Pasto Ruim – MDPR e outros dois pontos às margens do canal identificados pelos pontos Banco de Areia, Argila e georreferenciados para posteriormente serem espacializados e ser possível analisar os padrões de transporte e sedimentação do respectivo canal, as amostras de sedimentos de fundo foram realizas a partir do método de amostragem simples, ou seja, sendo a coleta realizada de forma manual devido à pouca profundidade do canal, dispensando equipamentos especializados.

Em seguida as amostras foram separadas e tratadas para que pudessem ser analisadas no granulômetro da marca Malvern, modelo Mastersizer 2000 que analisa a o tamanho das partículas e a sua distribuição na amostra à partir da difração do laser gerada quando determinada partícula passa sobre o feixe. MALVERN(2010).

3. Resultados e Discussões

As amostras analisadas resultaram em um total de 16 análises realizadas no granulômetro, e foram distribuídas de acordo com as tabelas abaixo:

Tabela 1: Resultados da granulometria da amostra tubular T1.

Profundidade (cm)	Granulometria (%)				
	Argila	Silte	Areia		
			Fina	Média	Grossa
0 – 5	0,31	1,26	18,98	58,62	20,83
5 – 35	1,67	5,38	9,02	40,14	43,8
35 – 50	0	0	11,9	66,72	21,38
50 – 70	3,31	9,1	25,24	46,48	15,86
70 - 100	0	0,22	17,22	59,71	22,86

Tabela 2: Resultado da granulometria da amostra tubular T2.

Profundidade (cm)	Granulometria (%)				
	Argila	Silte	Areia		
			Fina	Média	Grossa
0 – 5	0,33	2,85	30,68	47,28	18,86
5 – 50	1,97	6,36	33,98	48,59	9,09
50 - 90	1,4	3,84	33,29	51,2	10,27

Tabela 3: Resultado da granulometria da amostra tubular T3.

Profundidade (cm)	Granulometria (%)				
	Argila	Silte	Areia		
			Fina	Média	Grossa
0 – 15	1,14	5,49	28,18	54,86	10,32
15 – 55	0	0	9,58	49,24	41,18
55 – 85	2,08	5,7	22,2	43,01	27
85 – 100	1,29	4,95	30,46	57,15	6,15

As amostras testemunho tubulares demonstram uma grande percentual de sedimentos do tipo areia média nos perfis, e baixos percentuais de sedimentos finos, como silte e argila, com algumas nuances deposicionais como as observadas na amostra T2 um maior percentual de deposição de areias finas, fato que pode ser esclarecido devido à posição da amostra, porém não ocorrendo em T1.

É possível observar um padrão deposicional nos tubos T1 e T3, que apresentaram um elevado grau de deposição de areias grossas, com 43% no ponto T1 e 41,18% no ponto T3, e aproximadamente na mesma profundidade aproximadamente 10cm a 50cm de

profundidade o que pode representar um momento em que velocidade mínima de deposição do canal estavam mais elevadas em um determinado momento possibilitando somente a deposição de sedimentos mais grosseiros.

De acordo com a granulometria analisada das amostras de sedimento de fundo coletadas em outubro de 2017 demonstra o que ribeirão tem uma característica deposicional de sedimentos com granulometria variando entre 100µm e 1000µm, o que corresponde a fração areia, fina, média e grossa, não foram identificadas partículas maiores que 1000µm, visto que estas, foram possivelmente depositadas à montante do local amostrado (Tabela 4). Pode-se observar também a baixa quantidade de partículas muito finas como as argilas e siltes, tanto nas análises de sedimento em suspensão e sedimentos de fundo. Estes fatos podem ser comprovado devido ao fato da bacia hidrográfica do ribeirão Pasto Ruim encontrar-se sobre rochas sedimentares de diversas formações como a cachoeirinha com intercalações de depósitos aluvionares, formações Uberaba e Paraná com baixa ocorrência de materiais mais grosseiros devido à natureza do material sedimentar.

Tabela 4: Granulometria das Amostras de Sedimento de Fundo.

Amostras superficie	Granulometria (%)				
	Argila	Silte	Areia		
			Fina	Média	Grossa
Banco de Areia	0,45	3,18	29,7	50,48	16,19
MEPR	0,64	3,35	22,11	44,09	29,82
CPR	0	0	16,02	63,11	20,87
MDPR	0	0	5,12	72,97	21,91
Argila	22,6	68,2	9	0,21	0

Com relação às partículas de sedimentos do tamanho de argila e silte, predomina-se o caráter de transporte neste mesmo período exceto nas margens do canal e em áreas de remanso, onde a velocidade do canal é muito baixa, ou próxima à zero, o que favorece a deposição de praticamente todo sedimento em suspensão que eventualmente adentre nestas faixas, fato que ocorre somente à jusante no encontro com o Rio Aporé que possivelmente é o principal contribuinte para sedimentos de granulometria mais fina.

4. Considerações finais

Esta pesquisa realizada na microbacia hidrográfica Pasto Ruim, com o objetivo de analisar os padrões de sedimentação ao longo do curso hídrico para que seja possível compreender a dinâmica e os processos fluviais, bem como dos componentes que influenciam de maneiras distintas a quantidade, o tipo de carga de sedimentos,

No caso da Bacia do Pasto Ruim, a geologia é provavelmente o principal componente ambiental, pois define o tipo do material que será aportado no canal, e como se pode perceber, sedimentos de granulometria do tamanho de areia corresponde a mais de 80% do total destes.

Nas análises, foi possível perceber uma certa relação entre a posição, ou local de onde foi realizada a amostragem com o tipo de sedimento, podendo identificar ambientes mais lênticos e lóticos dentro do perfil do canal.

Outro fator identificado foram as alterações na paisagem devido ao consequente assoreamento decorrente do excessivo aporte de sedimentos no canal, principalmente no trecho final do canal, região próxima à confluência com o rio Aporé, nota-se um distinto padrão deltaico no final do córrego Pasto Ruim, resultante do baixo gradiente de transporte do rio e da influência do rio Aporé sobre o córrego Pasto Ruim.

4.2 Agradecimentos

Agradecemos à Universidade Federal de Goiás, pelo apoio e suporte à pesquisa e no campo realizado, ao Laboratório de Geomorfologia, Pedologia e Geografia Física – LABOGEF por ter cedido e financiado para a pesquisa os equipamentos e o laboratório necessários para a realização deste, e ao técnico em laboratório Lucas Espíndola, pelas orientações técnicas, apoio em campo, execução das análises em laboratório.

5. Referências Bibliográficas

Agência Nacianal das Águas – ANA. Monitoramento da qualidade da água em rios e reservatórios. Material didático versão online, 2013. Disponível em: https://www.capacitacao.ana.gov.br/conhecerh/handle/ana/76. Acesso em: 20 out. 2017;

CANDEIRO, Carlos Robertos do Anjos. et. al. Preliminary approach on depositional environmental of the uberaba formation (upper cretaceous), peirópolis site, minas gerais state, brazil: an introduction**. Revista Caminhos de Geografia**. Uberlândia/Mg, 2007.

CRISTOFOLETTI, A. Modelagem de sistemas ambientais**.** 1 ed. São Paulo: ed. Blucher, 1999. 236 p.

EMBRAPA. Bioma Cerrado: Areia Quartzosa / Neossolo Quartzarênico. disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01_2_10112005101955.html. Acesso em: 20 dez. 2018.

HONDA, Eliana Akiko. et al. Transporte de sedimentos,escoamento superficiale variação da tensão matricialdo solo em parcelas comdiferentes usos do solo nomunicípio de assis. In: Vilas Boas, O.; Durigan, G.. (Org.). Pesquisas em conservação e recuperação ambiental no oeste paulista: resultados da cooperação brasil/japão. 1ed.SP: Páginas & Letras, 2004, v. 1, p. 133-153.

MACHADO, Fábio Braz. Et al. Geologia e litogeoquímica da formação serra geral nos estados de mato grosso e mato grosso do sul. Revista Geociências. UNESP, São Paulo, 2009.

MALVERN. MASTER SIZER 2000 USER MANUAL. 2010

MORETON, Luiz Carlos. Programa levantamentos geológicos básicos do brasil. Iporá. Folha SE.22-V-B. Escala 1:250.000. Estado de Goiás / organizado por Luiz Carlos Moreton – Brasília: CPRM, 2001.

SOUZA, C. A.; CUNHA, S. B. Pantanal de cáceres-mt: dinâmica das margens do rio paraguai entre a cidade de cáceres e a estação ecológica da ilha de taiamã-mt. **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros** – Seção Três Lagoas. Ano 4, v. 1, n. 5, p. 18 – 42,

2007. Disponível em <http://www.ceul.ufms.br/revista-geo/artigo_celia_sandra_2pdf>. Acesso em 20 nov. 2016.

TEIXEIRA, N. C. GUIMARÃES, C. D. C. Métodos de contenção e estabilização de processos erosivos avançados e voçorocas no Brasil. Disponível em: http://www.iptan.edu.br/publicacoes/saberes_interdisciplinares/pdf/revista10/METODOS_DE_CONTENCAO.pdf. Acesso em: 20 dez. 2018.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ANÁLISE SEDIMENTOLÓGICA EM CANAIS DE DRENAGEM NA REGIÃO PONTAL DO PARANAPANEMA – UGRHI – 22, SÃO PAULO

Sinthia Silvestre Gonçalves [(a)], Prof. Dr. Paulo César Rocha [(b)]

[(a)] Departamento de Geografia/Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Email: sinthia.gd@gmail.com

[(b)] Departamento de Geografia/Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Email: pcrochag@gmail.com

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Sinthia Silvestre Gonçalves,
Prof. Dr. Paulo César Rocha

Resumo

Este estudo refere-se a análise sedimentológica de redes de drenagem na região do Pontal do Paranapanema, situado no oeste do estado de São Paulo. A localização da área de estudo abrange um cenário mapeado pela presença de cana-de-açúcar na área rural, formas de relevo do tipo tabulares, convexos e áreas de planícies fluviais, com presença significativa de assentamentos ao entorno da região. Desse modo, foi feito coletas de amostras de materiais de fundo para analisar a variação granulométrica espacial e temporal, além da análise de geometria hidráulica considerando o relevo: uso e cobertura e as redes de drenagem, assim permitindo relacionar os processos apropriativos com as características sedimentológicas, em razão do conceito de conectividade. Portanto, podemos perceber uma variação moderada entre os anos e as localidades de coleta, referente ao fator velocidade do sistema hidrográfico e a sua configuração do relevo e de determinados tipos de sedimentos.

Palavras chave: Sedimentos, sistemas de drenagem, relevo, processos apropriativos.

1. Introdução

A paisagem natural em todas as escalas sofre diariamente uma série de mudanças consideráveis desde o avanço do modo de produção capitalista, atingindo os vários elementos como o solo, vegetação e recursos hídricos, especificamente nos conjuntos hidrodinâmicos do

sistema, "a bacia hidrográfica é composta por uma rede de drenagem e é uma área de captação natural da água da chuva cuja rede de drenagem estabelecida faz convergir o escoamento para um único ponto de saída" (ROCHA; SANTOS, C; SANTOS, A; 2016, p. 611), formando um conjunto do meio físico.

Ainda, no cenário dos canais de drenagem, há os processos referentes ao transporte dos sedimentos que são influenciados pelos fatores da composição do relevo, fator essencial para a compreensão da dinâmica dos canais "que se reflete o jogo das interações naturais e sociais" (CASSETI, 1991, p. 34), forma de cobertura e vegetação da terra, "na bacia hidrográfica, os canais fluviais são importantes agentes no transporte de sedimentos das áreas de maior altitude (nascentes) para as de menor altitude (foz)" (ROCHA, 2014 p. 94), evidenciando a variação sedimentológica de acordo com as características físicas da região.

A carga sedimentar no sistema fluvial representa a relação de entrada e saída de matéria no meio, de acordo com a força da energia, condicionada e/ou acelerada por fatores pontuais das características do relevo, permitindo uma maior vulnerabilidade em situações como à falta de cobertura vegetal, por exemplo. Desse modo, a quantidade elevada de matéria no transporte de sedimentos, pode levar ao assoreamento do rio, assim como modificar a qualidade das águas, devido à sua composição (GUERRA, 1995). Contudo, todos os elementos do meio natural são condicionados pelos processos apropriativos do relevo, forma de ocupação, o desenvolvimento agropecuário, a logística urbana e rodoviária, a divisão da estrutura fundiária, presença industrial, desmatamentos em prol da pecuária, todos esses fatores irão repercutir na composição qualitativa dos ecossistemas, principalmente em relação aos materiais, pois "os sedimentos não são somente um dos maiores poluentes da água, mas também servem como catalisadores, carreadores e como agentes fixadores para outros agentes poluidores" (CARVALHO et al., 2000, p. 8).

Desse modo, a região do Pontal do Paranapanema sofre das transformações ocasionadas pelo avanço do modo de produção capitalista, as quais foram nitidamente

ISBN: 978-85-7282-778-2

perceptíveis, diante de sua oferta considerável de recursos hídricos e solo fértil. Nesse contexto, a paisagem original passou por uma drástica modificação, sobretudo quando comparado à última década, quando o cultivo principal passou a ser o de cana-de-açúcar.

1.1 Objetivos

O objetivo desta pesquisa foi analisar os efeitos dos elementos de relevo e a apropriação do uso da terra, a fim de relacioná-las às características granulométricas dos materiais de fundo no leito de canais fluviais, bem como a sua conectividade na região do Pontal do Paranapanema.

1.2 Objetivos específicos

- Analisar as redes de drenagem, os aspectos de relevo e a sua conectividade;
- Identificar o uso e cobertura da terra na região;
- Averiguar comparativamente as quantidades de sedimentos encontrados em cada rede de drenagem;
- Comparar as características físicas dos sedimentos com os diferentes tipos de relevo na bacia a montante dos locais de amostragem e tipos de uso.

1.3 Área de estudo

Na região do Pontal do Paranapanema, localizado no oeste do estado de São Paulo, o processo histórico de uso e ocupação do solo teve um direcionamento para o setor agrícola, refletindo em modificações nas dinâmicas naturais pré-existentes (LEITE, 1998).

Ainda, a região apresenta vasto manancial de recursos hídricos, acompanhados pelo CBH-PP (Comitê da Bacia Hidrográfica do Pontal do Paranapanema). A hidrografia local drena para os rios Paraná e Paranapanema, representados no mapa da **figura 1**, apresentando os principais sistemas fluviais do Pontal do Paranapanema:

ISBN: 978-85-7282-778-2

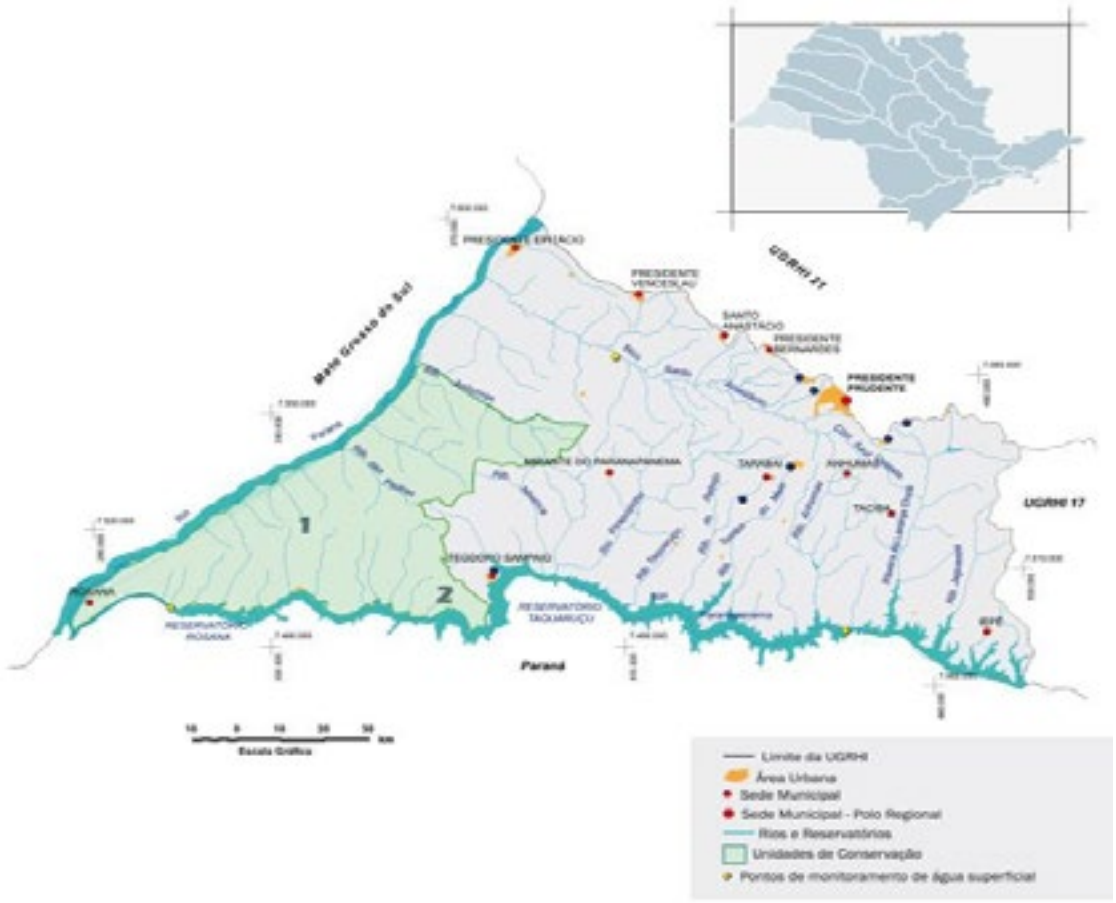


Figura 1 – Localização da área de estudo

Fonte: SIRGH (2018)

2. Material e métodos

O procedimento inicial foi analisar as redes de drenagem, os aspectos de relevo e a sua conectividade. Em março de 2017 e fevereiro de 2018, foram feitos trabalhos de campo para coletar amostras de sedimentos em pontos das redes de drenagem na região do Pontal do Paranapanema, sendo justamente em períodos de alta quantidade de atividade pluviométrica no estado. Havia inicialmente 12 pontos de coleta, porém, devido a logística ficaram decididos 10 pontos, excluindo o ponto 1 e o ponto 10. Desse modo, houveram pontos que não conseguimos coletar, devido aos fatores como velocidade, que não permitia a deposição,

entre outros fatores, deixando o instrumento *van veen* sem amostras em sua utilização. A **figura 2**, apresenta os pontos de coleta:

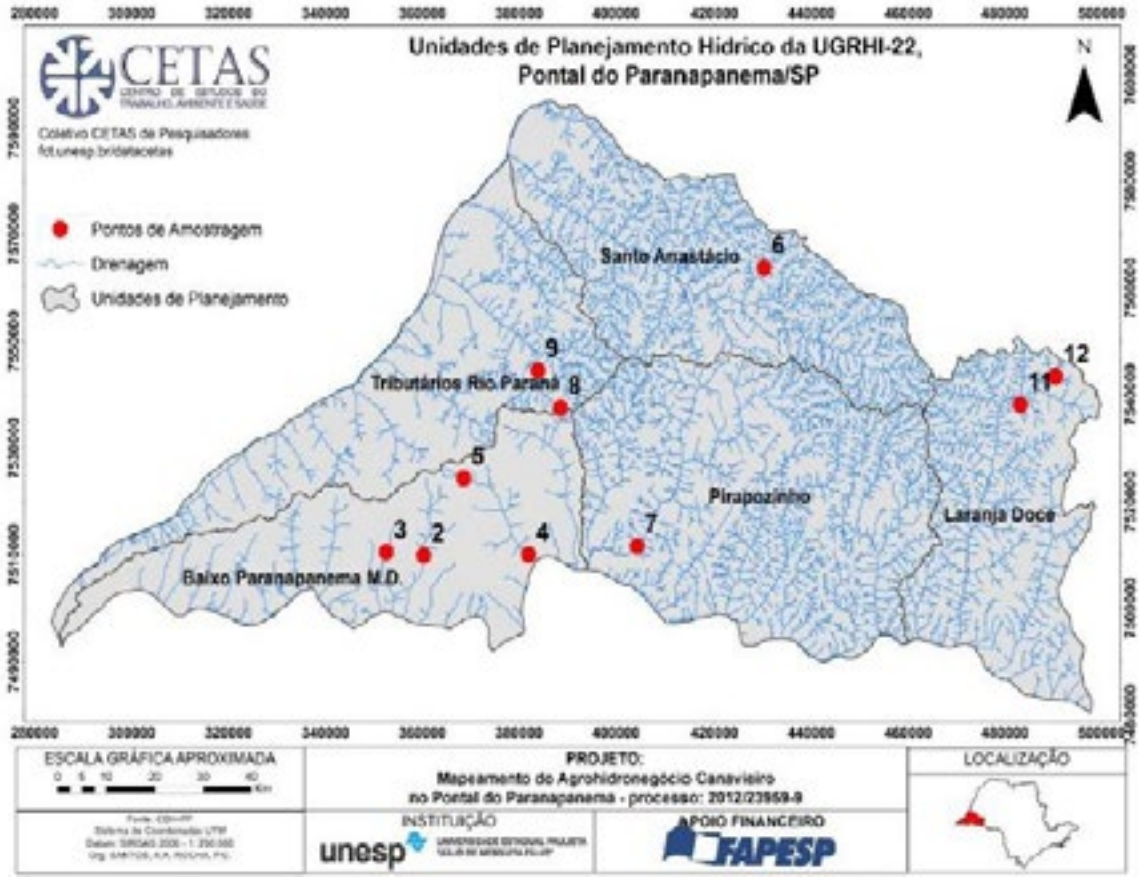


Figura 2 – Pontos de coleta de amostras

Fonte: CETAS (2017)

Após a observação dos aspectos de relevo que integram o cenário, foi possível identificar indícios de transformação da paisagem natural a partir da apropriação do solo e ocupação, a fim de evidenciar impactos desse processo, considerando os fatores de influência no meio, de acordo com ROSS, (2014). Através dos produtos obtidos, foi feita a análise da conectividade (CHRISTOFOLLETI, 1974) entre os elementos físicos e antrópicos que

compõem as características atuais do relevo, observando a interação entre os elementos hidrodinâmicos com o meio, sendo um ponto da pesquisa executada.

Foi executado então, uma caracterização da área de estudos e principalmente dos pontos amostrais, a partir da bibliografia previamente consultada e idas a campo, a fim de compreender o histórico de transformação da paisagem natural, a partir do uso e ocupação da terra.

A coleta de sedimentos a campo, foi feita pelo instrumento chamado *van veen*, este instrumento é lançado aberto no centro do rio, até chegar na profundidade máxima, encostando no fundo, após um impulso dado manualmente na corda que o pendura, ele se fecha de modo que captura os materiais de fundo quando há quantidade considerável para fazer a coleta. Após o instrumento fechado, havendo a presença de material, este é realocado em sacos plásticos, identificados de acordo com o ponto e levado até o laboratório.

As análises batimétricas foram efetuadas seguindo o método descrito por SUGUIO (1973), foram feitos os cálculos referentes aos dados de geometria hidráulica, considerando a largura, profundidade, velocidade, para que então fosse calculado a vazão. Para calcular a largura, foi usado uma trena métrica para delimitar tamanho total. A profundidade, foi mensurada por uma régua específica, considerando a margem esquerda, centro e margem direita, dividida em 4 pela sua largura total, para que então fosse calculada a profundidade média. A velocidade foi calculada a partir de uma extensão média de 1 metro na maioria das seções ou considerava a própria ponte do rio como base para a medição, dessa forma, fazia o cálculo de quanto tempo um determinado objeto demorava para fazer o percurso durante essa extensão, levando em conta três vezes a repetição do processo para que então pudesse calcular a média.

A partir de cada ponto, foram coletados sedimentos para análise granulométrica, retirando material a princípio, em uma profundidade entre 0 e 60 centímetros em função da largura e de acordo com a montante e jusante da rede de drenagem. As amostras foram

ISBN: 978-85-7282-778-2

acondicionadas em sacolas plásticas transparente no momento da coleta e devidamente identificadas para serem transportadas até o laboratório.

No laboratório, a amostras foram separadas em recipientes de aluminío a fim de proporcionar a secagem natural das mesmas, levando até mais de 24 horas para que secasse. O próximo processo foi a pesagem dos sedimentos, já destorroados as partículas para chegar em um peso de 100 gramas para peneirar no agitador mecânico, passando por peneiras de 2.000, 1.000, 0.500, 0.250, 0.125, 0.062 e < 0.062mm (SUGUIO, 1973) para serem filtrados de acordo com o tamanho da sua granulometria e gerar a interpretação dos dados.

Relacionando todo o referencial teórico aos trabalhos de campo e, por conseguinte, os resultados finais, gerando uma análise geral de toda a pesquisa, comparando as características do sedimento com os diferentes tipos de relevo, considerando o local de deposição de sedimentos da bacia hidrográfica.

3. Resultados e discussões

3.1 Cobertura da terra na região: cana-de-açúcar

A **figura 3** apresenta a cobertura da terra na região do Pontal do Paranapanema, de modo que podemos identificar as características que o relevo adquire de acordo com a ocupação.

ISBN: 978-85-7282-778-2

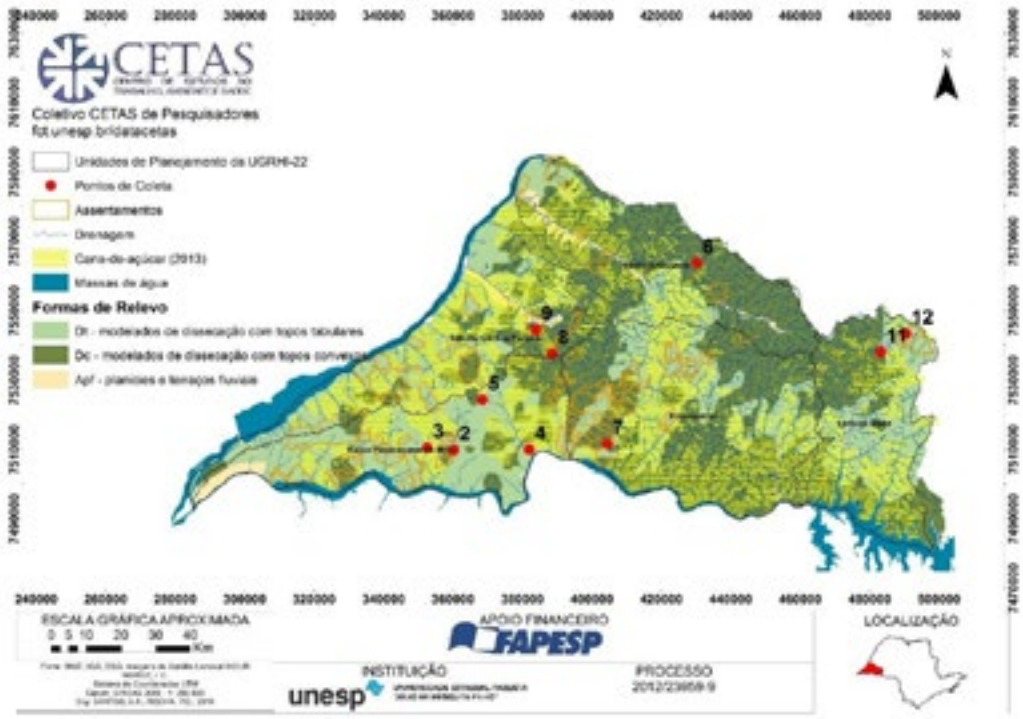


Figura 3 – Mapa de cobertuda da terra na região e Localização das seções de amostragem.

Fonte: CETAS (2017)

Na **figura 3**, a cana, enquanto categoria de maior presença na região apresentada no mapa apontou seu avanço situado na maior parte da área, deixando sua ocorrência amenizada apenas no nordeste da região, sua presença abarca tanto as proximidades das redes de drenagem quanto os assentamentos, se aproximando principalmente das grandes massas de água (Rio Paraná e Rio Parananema), assim como alguns assentamentos.

3.2 Análise de geometria hidráulica

ISBN: 978-85-7282-778-2

Tabela I – Geometria Hidráulica referente aos anos de 2017/2018

Calibre	Grânulos 2	Areia MG 1	Areia Grossa 0,5	Areia Média 0,25	Areia Fina 0,125	Areia MF 0,064	Silte + Argila <0,064	V (m/s)	Tm (s)	C (m)	L (m)	Pm (m)	Marg. início	A (m²)	Q (m³/s)
P2/2017	0	0	0	0	0	0	0	1,10	12,560	13,800	4,0	0,390	ME-> MD	1,560	1,71
P3/2017	96,02	0,46	1,5	1,83	0,28	0,2	0,02	0,89	1,570	1,400	2,010	0,350	ME ->MD	0,704	0,63
P4/2017	0,03	0,03	8,57	78,36	11,9	0,36	0	0,78	17,810	13,850	9,200	0,656	ME->MD	6,035	4,69
P5/2017	0,02	39,89	56,26	3,34	0,02	0	0	0,59	2,390	1,400	1,950	0,212	ME->MD	0,413	0,24
P6/2017	0	0	0	0	0	0	0	0,73	1,930	1,400	2,600	0,120	ME->MD	0,312	0,23
P7/2017	0	0	0,26	34,35	54,92	9,98	0,81	0,63	6,170	3,900	16,200	0,870	ME->MD	14,094	8,91
P8/2017	28,11	2,26	1,59	5,37	22,67	32,03	7,35	0,08	12,000	1,000	2,300	0,274	MD->ME	0,630	0,05
P9/2017	3,97	0,05	7,69	49,77	34,13	4,16	0,1	0,36	4,900	1,750	1,600	0,154	ME ->MD	0,246	0,09
P11/2017	0,39	0,06	0,67	28,43	62,44	7,59	0,12	0,34	2,930	1,000	2,100	0,112	ME->MD	0,235	0,08
P12/2017	0	0,07	2,04	44,72	49,66	3,16	0,04	0,47	8,290	3,900	6,900	0,360	ME ->MD	2,484	1,17
P2/2018	0,05	0,06	23,9	71	4,23	0,7	0,02	1,00	12,9	12,9	4,2	0,6	MD-> ME	2,52	2,52
P3/2018	0	0	0	0	0	0	0	1,07	1,3	1,4	3,23	0,35	ME ->MD	1,13	1,20
P4/2018	0,32	0,25	24,6	69,86	4,85	0,03	0,01	0,84	16,5	14	9,7	0,84	ME->MD	8,22	6,90
P5/2018	0,098	0,07	38,9	58,6	2,23	0,01	0,002	0,53	2,6	1,4	2,56	0,23	ME->MD	0,58	0,30
P6/2018	0,83	4,67	8,59	16,87	41,65	22,33	5,24	0,58	2,4	1,4	1,96	0,21	MD->ME	0,41	0,24
P7/2018	0,006	0,05	0,6	41,2	56,7	1,3	0,01	0,58	6,64	3,9	18,65	1,2	ME->MD	22,38	12,98
P8/2018	19,53	2,05	3,52	30,76	32,95	9,89	1,27	0,16	6,1	1	1,72	0,35	MD->ME	0,60	0,10
P9/2018	0,28	0,13	4,04	50,68	40,93	3,84	0,04	0,44	9,25	4,1	6	0,66	MD->ME	3,96	1,74
P11/2018	0,28	0,27	1,59	52,95	44,24	1,3	0,08	0,42	4,8	1,4	1,91	0,2	ME->MD	0,38	1,31
P12/2018	34,28	0,58	1,56	33,54	27,67	2,73	0,07	0,32	1,3	4	1,54	0,22	ME->MD	0,34	0,11

A partir desses dados apresentados na tabela, podemos relacionar as diversas variáveis de geometria hidráulica aos dados obtidos de acordo com o calibre das granulometrias encontradas em cada ponto, primeiramente, seguem os gráficos que apresentam a relação entre a granulometria e a velocidade, para poder compreender essa relação de cada ano.

3.3 Análise Sedimentológica

A seguir, os dados referentes às análises de sedimentos coletados, apresentam os resultados obtidos com os dados das tabelas acima de geometria hidráulica, a partir da análise granulométrica, representando a massa em relação ao tamanho granulométrico das amostras coletadas em campo, todos apresentam materiais de fundo.

ISBN: 978-85-7282-778-2

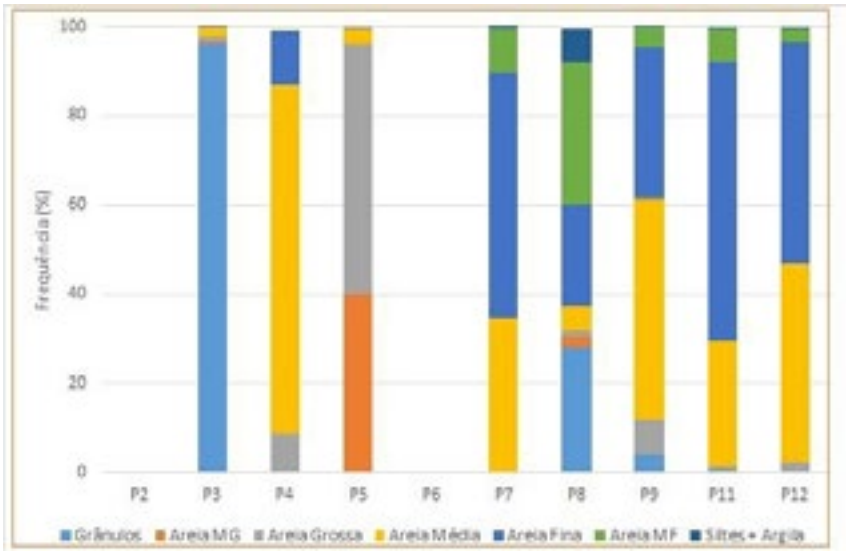
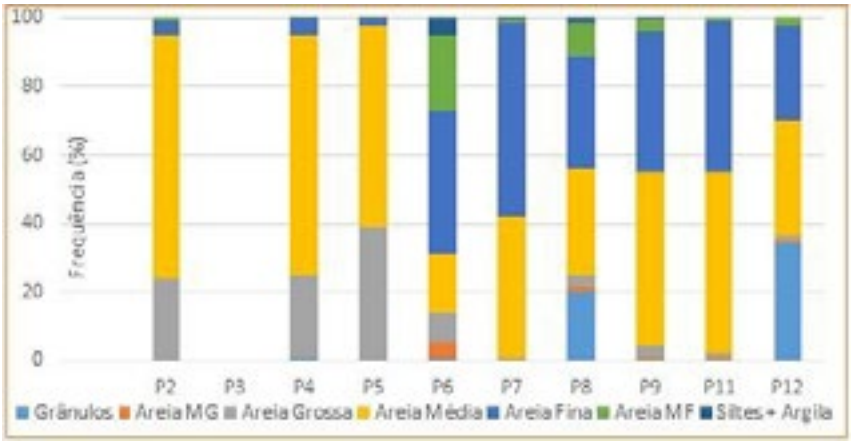


Figura 4 – Análise espacial da granulometria – março/2017

A **figura 4** apresenta uma dominância de areia fina nos pontos 7, 8, 9, 11 e 12. A areia média também reflete um predomínio visual no gráfico, principalmente nos pontos 4, 7, 9, 11 e 12, formando junto com a areia fina os destaques quantitativos do gráfico.

A areia grossa aumentou sua frequência no ponto 5 e diminuiu nos pontos 4 e 9. Os materiais grosseiros se concentram precisamente no ponto 5. por outro lado, a areia muito fina aumenta sua concentração no ponto 8 e em apresenta uma diminuição nos pontos 7, 9, 11 e 12.



ISBN: 978-85-7282-778-2

Figura 5 – Análise espacial da granulometria – feveireiro/2018

Na **figura 5**, pode-se verificar que as seções 2, 4 e 5 apresentam dominância de materiais grosseiros. Apesar disso, as seções estão localizadas em trechos de baixa ordem dos canais e assim mais próximas das nascentes. As seções 6, 7, 8, 9, 11 e 12 tiveram elevados valores de areias finas em relação a dominância das demais areias e materiais finos. De acordo com o gráfico, no ponto 2, não houve amostragem em 2017 e no ponto 3 não houve amostragem em 2018. Nestas seções o substrato rochoso foi identificado, assim como altas velocidades, o que sugere que não houve deposição de sedimentos nestas amostragens.

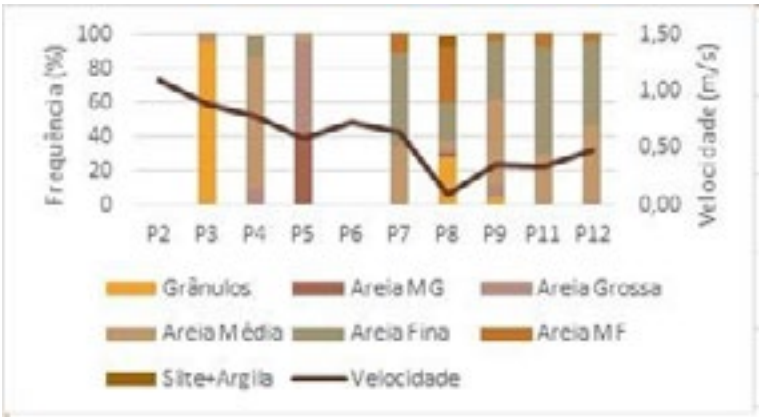


Figura 6 – Relação do dados granulométricos com a velocidade – março/2017

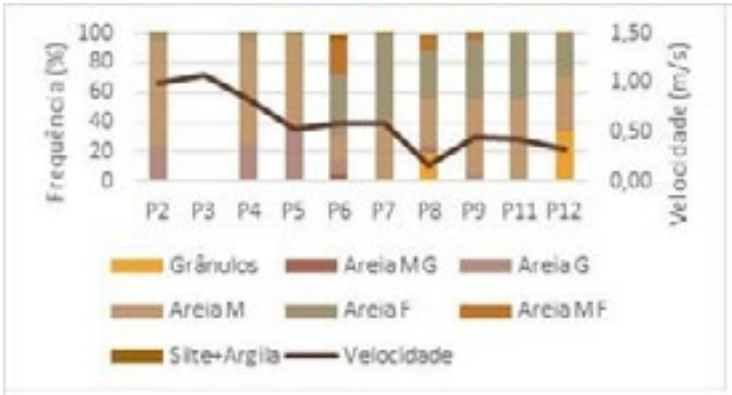


Figura 7 – Relação do dados granulométricos com a velocidade – fevereiro/2017

ISBN: 978-85-7282-778-2

Os dados apresentados em relação aos dois anos, não obtiveram alterações drásticas em relação à velocidade, concentrando modificação aguda no ponto 3, a qual podemos relacionar a falta de material para coleta. A conexão da velocidade da água é intrínseca a quantidade de material em transporte, sendo assim, significativamente, os resultados não foram maiores, porém, acerca da dinâmica fluvial, estes fatores são primordiais para o sistema aquático.

4. Considerações finais

Desse modo, podemos relacionar a sua característica de conectividade dos elementos físicos dos sistemas fluviais aos processos de apropriação do relevo e a presença significativa de cana-de-açúcar no Pontal do Paranapanema.

Assim, as principais intervenções humanas no relevo, se expressam, nos canais fluviais propriamente ditos. Sobretudo com a instalação de manilhas, terraplanagem (aterros/retirada e transferência de solo). Numa segunda dimensão, revolvimento do solo, curvas de nível, arruamento para o plantio da cana. Em terceira escala, retirada da cobertura em compartimentos do relevo (vertentes). A somatória compromete os recursos hídricos com o assoreamento de trechos do sistema de drenagem associado ao tipo de sedimentos. Portanto, devemos considerar como as redes de drenagem são diretamente afetadas pelos processos apropriativos do relevo, assim como sua dinâmica está sendo alterada diariamente pelos diversos tipos de intervenção humana.

5. Referências Bibliográficas

CARVALHO, N. O.; FILIZOLA JÚNIOR, N. P.; SANTOS, P. M. C.; LIMA, J. E. F. W. **Guia de práticas sedimentométricas.** Brasília: ANEEL. 2000. 154p.

CASSETI, V. **Ambiente e apropriação do relevo**. São Paulo: Contexto, 1991. 147 p.

CETAS. **Centro de Estudos do Trabalho, Ambiente e Saúde**; Relatório de Projeto - Temático, FAPESP, 2018.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. Ave Maria: São Paulo, 1974. 188 p.

GUERRA, A. J. T. **Processos Erosivos nas Encostas**. Cap. 4. GUERRA, A. J. T. e CUNHA, S. B. (org). Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. 2 ed. Rio de Janeiro: Bertrande Brasil. 1995. 472 p.

LEITE, J. F. **A ocupação do Pontal do Paranapanema**. São Paulo: Hucitec, Fundação UNESP, 1998, 202 p.

ROCHA, P. C. **Análise integrada da variação espacial do transporte de sedimentos no Rio Santo Anastácio, Oeste Paulista**. Simpósio: X SINAGEO. 2014.

ROCHA, P. C.; SANTOS, C. R.; SANTOS, A. A. **A expansão da atividade canavieira e interações com a rede hidrográfico na região do Pontal do Paranapanema, São Paulo, Brasil**. In: IX Seminário Latino-Americano e V Seminário Ibero-Americano de Geografia Física, 2016.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia, ambiente e planejamento**. Contexto: São Paulo, 2014, 88 p.

ROSS, J. **Geografia do Brasil**. Edusp: São Paulo, 1996. 552 p.

SIGRH. **Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo**. 2017. Disponível em <http://www.sigrh.sp.gov.br/cbhpp/apresentacao> Acesso em 15/10/2017.

SUGUIO, K. **Introdução à sedimentologia**. Edgard Blücher: São Paulo, 1973. 318 p.

SUGUIO, K. **Rochas Sedimentares**. Edgard Blücher: São Paulo, 1980. 500 p.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ANÁLISE TEMPORAL DO USO E OCUPAÇÃO EM 20 ANOS DA BACIA RIO DE CALDAS PARA POSSÍVEL ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM GOIÂNIA

Amanda Morais [(a)], Pedro Damasceno [(b)], Danillo Luyyije [©]

[(a)] Instituto de Estudos Socioambientais/Universidade Federal de Goiás, amandaufg16@gmail.com
[(b)] Instituto de Estudos Socioambientais/Universidade Federal de Goiás, damsceno70@gmail.com
[(c)] Instituto de Estudos Socioambientais/Universidade Federal de Goiás, danilloluige@gmail.com

Eixo: Analise temporal do uso e ocupação

Neste artigo propomos um estudo visando o conhecimento da degradação da possível fonte de abastecimento de água para a cidade de Goiânia, a bacia do rio Caldas, tendo em vista que dentro dos próximos anos pode se tornar a principal fonte para suprir a alta demanda industrial e doméstica da cidade, conforme os planos do Ministério Público de Goiás. Para isso, foram utilizadas técnicas de análise não supervisionada dos anos de 1996, 2006 e 2016, totalizando 20 anos de observação para melhor aprofundamento e detalhamento, relacionando o uso e ocupação da sub-bacia do rio Caldas, sua vazão e índices pluviométricos durante os respectivos anos.

Analisando essas mudanças nos usos da bacia ao longo de vinte anos, pode-se dizer que a ocupação acompanhou o avanço da atividade industrial das últimas décadas, valorizando o ramo da agricultura, além da urbanização, que vem crescendo ao longo dos anos acompanhando a degradação nesta região.

Palavras chave: Abastecimento, Bacia Hidrográfica, Rio.

Amanda Morais, Pedro Damasceno, Danillo Luyyije

1. Introdução

A água tanto superficial como subterrânea é continuamente influenciada pelas atividades humanas, por amparar e integrar as comunicações com as demais atividades industriais, de energia, saúde humana, desenvolvimento urbano, agricultura e com todo o sistema biológico, tornando visível a sua importância para a manutenção da vida no planeta Terra (TUNDISI, 2000). Perante aos conflitos de conservação ao meio ambiente, com base na possível utilização da sub-bacia do rio Caldas como fonte de abastecimento para a região metropolitana e periférica do município de Goiânia, o diagnóstico da intensidade do uso e ocupação será direcionada a análise de imagens de satélite dos anos de 1996 (Landsat 5), 2006 (Landsat 5) e 2016 (Sentinel 2). Por meio da técnica não supervisionada, relacionada a observação dos índices pluviométricos dos anos citados para cálculo de vazão anual, será verificado o quão prejudicial à subsistência do rio Caldas, as atividades são : agricultura, área urbana e pastagem.

2. Materiais e Métodos

A Bacia do Rio Caldas abrange um total de 9 municípios situados na região central do Estado de Goiás, dentre eles estão: Anápolis, Silvânia, Goianápolis, Caldazinha, Bonfinópolis, Leopoldo de Bulhões, Hidrolândia, Senador Canedo e Bela Vista de Goiás. Sua área total é de cerca de 1,272 Km² e sua vazão média é de 6,72 m³/s, conforme a Agência Nacional das Águas (ANA, 2003). Sua nascente está localizada próxima ao DAIA (Distrito Agroindustrial de Anápolis) e sua foz que deságua no rio Meia Ponte no município de Hidrolândia como mostra a (figura 1).

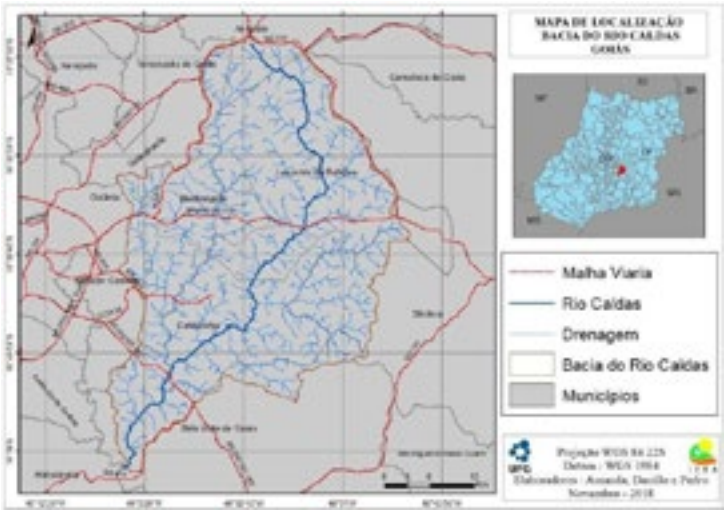


Figura 1 - Mapa de Localização da Bacia do Rio Caldas-GO.

Fonte: Autores, 2018.

A metodologia usada para gerar os mapas de uso e ocupação se fez necessária imagem de satélite, com isso foi criado uma série temporal de 10 em 10 anos usando como início da série o ano de 1996, 2006 e 2016. Os sensores satelitários usados foram, o landsat 5 e sentinel 2. Após a obtenção das imagens foi necessário a aplicação do software Envi 64 bits para realizar a classificação do uso e ocupação entorno do rio Caldas, sendo utilizadas 4 classes, entre elas estão: agricultura, vegetação nativa, agricultura e área urbana, como base nos dados gerados, sendo esses dados em formato shapefile, transferido para o software ArcGis para identificar e redistribuir as classes conforme a interpretação da carta imagem da área de estudo.

3 - Resultados e discussões

Para a análise temporal de mudanças de uso e ocupação do solo da Bacia Rio Caldas, foi utilizado o método de classificação supervisionada de três imagens da bacia, dos anos de 1996, 2006 e 2016, de acordo com a (figura 3).

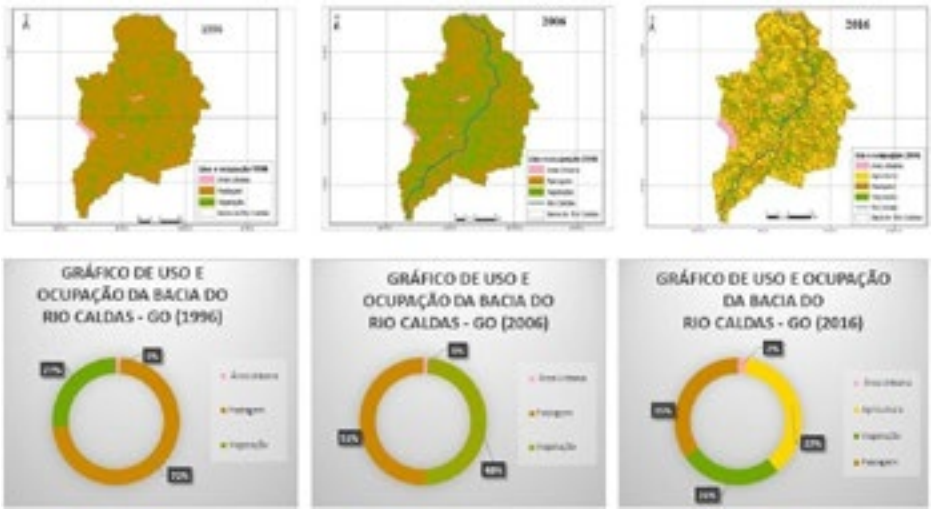


Figura-3: Mapas de uso e ocupação da bacia do rio Caldas – GO, com seus respectivos gráficos do ano

Na classificação do uso e ocupação de 1996, foram obtidas três classes de uso: Área Urbana, Pastagem e Vegetação. Nota-se que há um extremo valor de pastagem referente a 72% da área total, restando apenas 27% de vegetação e uma pequena porcentagem da área urbana com 1%.

Já para o ano de 2006, percebe-se uma concordância nas classes de Pastagens, permanecendo seus índices superiores ao de vegetação, com 51% de pastagem e 48% de vegetação. Em contrapartida, durante esses 10 anos, o índice de vegetação quase dobrou em relação ao ano de 1996.

O último ano da análise temporal é referente ao de 2016, no qual é possível perceber uma expressiva redução das classes de pastagem e vegetação deste ano. Em 2006 a área de pastagem era de 51%, e no ano de 2016 reduziu para 35%. Seguido também da redução na

vegetação com o valor de 26% neste último ano. Ademais, com essas variâncias de redução do uso, houve um novo índice percentual de ocupação da bacia: o uso para a agricultura com 37%, tendo também um aumento da área urbana comparado aos anos anteriores, consolidando em 2% para o ano de 2016.

Conforme os dados fornecidos pela ANA e o cruzamento dos mapas de uso e ocupação com as informações fluviométricas, é notório que a vazão observada entre os anos de 1996, 2006 e 2016 variou conforme as atividades apresentadas em sua extensão. Sendo assim, foram analisados os dados do observatório fluviométrico de Leopoldo de Bulhões, a datação dos índices de vazão tem início em 1976 e são interrompidos no ano de 2016, em análise prévia voltada para o comportamento da vazão quando aos anos de 1976 a 1996, encontra-se uma média de 7,81 m^3/s, com pequenas variações devido a períodos de estiagem ou chuva intensa.

4- Conclusão

Verifica-se que ao longo dos vinte anos analisados houve alteração no uso e ocupação da bacia. Em 1996 e 2006 ambos os anos a predominância é de pastagem, apenas aumentando o índice de vegetação em 2006. Já em 2016 o uso teve uma certa variância contendo um novo uso para a agricultura. Assim, analisando essas mudanças nos usos da bacia ao longo de vinte anos, pode-se dizer que a ocupação acompanhou o avanço da atividade industrial das últimas décadas, valorizando o ramo da agricultura, além da urbanização.

5- Referências Bibliográficas

TUNDISI, José Galizia. **Ciência & Ambiente**, n. 21. Julho/dezembro de 2000.

ANA. **Hidroweb**. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/hidroweb/publico/mapa_hidroweb.jsf>. Acesso em: 26 nov. 2018.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

APLICAÇÃO DA TEORIA DA PAISAGEM NA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO GUAIÇARINHA/SP

Fernanda Bomfim Soares[(a)], Angélica Estigarriba São Miguel [(b)], Letícia Roberta Amaro Trombeta [(c)]

[(a)] Doutoranda do programa de Pós-graduação em Geografia/FCT, UNESP, fbs.geo@gmail.com
[(b)]Doutoranda do programa de Pós-graduação em Geografia/FCT, UNESP, angelicaesm.geo@gmail.com
[(c)] Doutoranda do programa de Pós-graduação em Geografia/FCT, UNESP, leticiaroberta89@hotmail.com

Fernanda Bomfim Soares, Angélica Estigarriba São Miguel, Letícia Roberta Amaro Trombeta

Eixo:

Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

O presente trabalho tem como objetivo demonstrar a aplicação da teoria de definição de unidades da paisagem de Rodriguez (2010) realizado na bacia hidrográfica do córrego Guaiçarinha, localizada no município de Álvares Machado/SP, bem como a possibilidade de obter uma visão integrada de toda a sua extensão, tornando-o um trabalho amplo e dinâmico de acordo com as características e necessidades físicas e ambientais da bacia hidrográfica. Para a realização dos mapeamentos temáticos e das características físicas foram utilizados o software ArcGis® 10.5, com licença disponível pela FCT/UNESP, e aplicativos do pacote *Office* para cruzamentos e tabulação dos dados processados, conforme segue a proposta da metodologia aplicada. Portanto, é fundamental a aplicabilidade da metodologia voltada para as unidades da paisagem em estudos de bacias hidrográficas, na qual possibilita o entendimento dos processos que constroem sua alteração e dinâmica, além de apontar áreas estratégicas para o planejamento e gestão dos recursos hídricos.

Palavras chave: bacia hidrográfica, paisagem, unidades da paisagem, córrego guaiçarinha.

1. Introdução

Neste trabalho foram abordadas algumas concepção de paisagem, antes de se aplicar a metodologia proposta por Rodriguez (2010), como ponto de partida para a compreensão do funcionamento e da organização do espaço geográfico na bacia hidrográfica do córrego Guaiçarinha/SP, é necessário que se faça uma breve revisão histórica do modo como o termo tem sido utilizado na Geografia.

O histórico-linguístico do conceito de paisagem surge por volta do século XV, quando ocorre um distanciamento entre o homem e a natureza, e a possibilidade de domínio técnico suficiente para poder apropriar-se e transformá-la. Dessa forma Venturi (2004), aborda que foi no século XIX que ocorreu a transformação do conceito de paisagem, com os naturalistas alemães, dando-lhe um significado científico, transformando-se em conceito geográfico (landschaft) derivando-se em paisagem natural (naturlandschaft) e paisagem cultural (kulturlandschaft).

De acordo com Bolós e Capdevila (1992), algumas definições de paisagem encontradas atualmente nos melhores dicionários, foram formuladas até meados do século XVII. No Dicionário Webster (1828), por exemplo, encontra-se a seguinte definição: uma paisagem é

> "a imagem que representa a vista de um setor natural" (significado pictórico), "superfície terrestre, relevo de uma região em seu conjunto produzido ou modificado por forças geológicas" (significado de território físico), e, finalmente, "território ou parte da superfície terrestre que a vista pode observar simultaneamente, incluindo todos os objetos discernidos" (visão global do conjunto do mosaico).

Percebe-se na maior parte das definições uma visão subjetiva da paisagem, sempre associada à sua acepção pictórica. Ainda, de acordo com Bolós e Capdevila (1992, p. 102), o termo paisagem passa a ser profundamente utilizado na Geografia, a partir do século XIX e, em geral,

> *"concebida como o conjunto de formas que caracterizam determinado setor da superfície terrestre".*(...) *"Este concepto de 'paisaje' fue introducido en Geografia por A. Hommeyerem mediante la forma alemana* Landschaft*, entendiendo exactamente por este término el conjunto de elementos observables desde un punto alto. Se trata, en este caso, de subrayar en el paisaje el ámbito tangible de las formas resultantes de la asociación del hombre con os demás elementos de la superficie terrestre. Endicho contexto se habla de paisaje rural, urbano, cultural, natural, etc".*

No século XIX, o estudo da paisagem trabalhou a abordagem descritiva e morfológica que abordava a natureza do ponto de vista de sua fisionomia e funcionalidade. Nesse período, destacam-se grandes trabalhos precursores da época como Alexander Von Humboldt e Richthofen, que foram importantes no desenvolvimento da geografia alemã. Conforme Christofoletti (1999), essa abordagem descritiva mostra que, em sua função estético-descritiva, a palavra paisagem teve seu desenvolvimento inicial relacionado com o paisagismo e com a arte dos jardins. A partir do ano de1934 de então, a mesma começa a ganhar várias conotações nos diversos países europeus e abrange outros significados. Dentro desse enfoque as principais escolas da geografia e seus respectivos olhares para o conceito de paisagem.

Diante do exposto, pode-se afirmar que com a chegada do século XX, houve a tendência para descrição dos elementos físicos das paisagens (destacando-se as formas 35 topográficas) em relação aos aspectos das atividades socioeconômicas. De acordo com Christofoletti (1999), o conceito de *landschaft* é visto como o de unidade territorial, e a valorização maior está em focar nas paisagens morfológicas e da cobertura vegetal, abrindo caminho para se estabelecerem distinções entre as paisagens naturais e paisagens culturais. Ao longo do tempo, o conceito de paisagem tomou formas variadas segundo as concepções de cada época e atualmente se faz um desafio para os geógrafos tratá-la na sua totalidade.

Sob a ótica de Aziz Ab'Saber é de suma importância na promoção da análise da paisagem que o geógrafo a compreende como *"herança de processos fisiográficos e biológicos, e patrimônio coletivo dos povos que historicamente as herdaram como território de atuação de suas comunidades."* (AB'SABER, 2003, p.63). Para a compreensão das dinâmicas geomorfológicas, faz-se necessário a compreensão de tais heranças, que deixaram marcas ao longo desta paisagem, e que hoje é parte das características constituintes deste relevo. Segundo o autor mencionado: "*num primeiro nível de abordagem, poder-se-ia dizer que as paisagens têm sempre um caráter de heranças de processos de atuação antiga, remodelados e modificados por processos de atuação recente"* (AB'SABER, 2003, p.65).

Assim, é necessário que se entenda não somente a ocupação pioneira feita na região oeste paulista, especialmente na bacia em estudo, como também, através de levantamentos históricos, conhecer seu passado mais recente de ocupação, por meio de depoimentos de moradores, análise de

registros de imagens de datas relevantes que demonstrem as diferentes ocupações que vem sendo feitas e que também são vetores de redefinição dos cursos d'água.

Nessa perspectiva, a partir da década de 1980 intensificam-se os diversos estudos relacionados à paisagem, numa abordagem sistêmica e integrada dos componentes da natureza. Foram vários os trabalhos relacionados com as questões ambientais e de cunho aplicativo, utilizando-se de metodologias, as propostas de Tricart (1977) para a classificação da paisagem. Nesse cenário, surge o trabalho de Bolós (1981) que aborda os conceitos relativos às Teorias de Geossistema de Sotchava e da Ecodinâmica de Tricart, elencando o conceito de paisagem integrada, como sendo o resultado da interação do geossistema (elementos, estrutura e dinâmica) com sua localização espacial e temporal.

Entretanto, é complicado formular um conceito ideal de paisagem, uma vez que, tanto o leigo quanto o intelectual, podem encontrar sua própria concepção do termo, ou seja, a paisagem varia a partir da sensibilidade, vivência e do conhecimento do observador. Assim, a paisagem pode ser vista como o local da vivência, e aí está carregada de um sentimento de percepção sensória, como também considerada apenas como uma porção do espaço, sem quaisquer vínculos sentimentais, encerrando uma perspectiva mais científica.

Neste trabalho, porém, foi utilizado o conceito de paisagem como categoria de análise geográfica, permitindo a compreensão de maneira ampla sobre os processos ambientais, alcançando múltiplas análises. Realizando uma análise na bacia hidrográfica do Córrego Guaiçarinha, que está localizada no município de Álvares Machado, no sudoeste do estado de São Paulo, e inserida no território da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos Pontal do Paranapanema (UGRHI-22).

2. Desenvolvimento

Para os procedimentos dos mapeamentos temáticos, foram realizados no *software ArcGis*®, com licença disponível pela FCT/UNESP, e aplicativos do Pacote *Office* como o Excel utilizado para tabulação e organização dos dados obtidos durante o processo de mapeamento. A elaboração dos mapas de hipsometria, declividade, litologia, morfologia e uso da terra seguiu dados e metodologias já estabelecidas nos trabalhos de Trombeta (2015).

As tabelas de cruzamento de dados foram analisadas a partir da leitura, conhecimentos e abordagens sobre os elementos que formam a paisagem na área estudada. Como o conhecimento prévio e a sensibilidade ao descrever a área muda de pesquisador para pesquisador, então os resultados

e identificação de paisagens não será a mesma, pois o principal foco de análise será a sensibilidade individual do autor com o auxílio das geotecnologias.

Foram utilizados os dados de Hipsometria e Declividade, para sua elaboração realizou-se o agrupamento das 6 classes altimétricas e seguiu a equidistância entre as isolinhas, sendo esta de 10 metros para a escala cartográfica trabalhada de 1:10.000. Assim temos a classe de cotas mínimas com 330 metros de altitude e chegando a altitude máxima de 500 metros.

A hipsometria e a declividade são atributos geomorfológicos. Portanto, a carta hipsométrica é caracterizada por permitir a análise altimétrica da área, proporcionando uma visão ampla do relevo e do rebaixamento do terreno em direção ao córrego.

O mapa de Hipsomentria foi realizado a partir do modelo digital do terreno – SRTM, na ferramenta "*symbology – classified",* com 6 classes de hipsometria. Em seguida realizou-se a reclassificação das classes de altimetria utilizando ferramentas disponíveis no *"Arctoolbox – 3D Analyst – Reclassyfid"*, para que assim possa se filtrar as várias unidades/classes geradas na primeira classificação. Utilizando essa ferramenta de filtragem e reclassificação das classes é possível otimizar a geração dos intervalos de interesse e os separá-los na grade de resultados.

Já para a realização do Mapa de Declividade foi necessário a importação da SRTM e, posteriormente, a utilização da ferramenta "*SpatialAnalystt>Surface>Slop"*. A divisão das classes de declividade baseou-se na metodologia de De Biasi (1992) 0-5%, 5-12%, 12-30% e 30-47% e >47%.

A ferramenta de filtragem dos dados gerados, utilizadas no mapa de hipsometria, disponíveis na ferramenta *Arctoolbox*, do *ArcGis*®, pode ser, também, realizada por mais de uma vez no mapa de declividade, garantindo, assim, a melhoria no agrupamento dos dados.

No mapa de declividade, após a reclassificação das classes, utilizou-se o método *"Majority",* onde o programa agrega a mesma classe unindo até os 8 polígonos próximos que obtém as mesmas características de altimetrias, refinando, assim, os dados representados em cada classe.

Após essa etapa transformou-se a informação Raster em Polígono, a partir da ferramenta *Arctoolbox - "RastertoPolygon",* para assim facilitar o acréscimo da informação referente a Área Mínima Cartografada para diferentes escalas, proposta de Priego, et al. (2008), (Tabela 1). A inclusão dessa informação na Tabela de Atributos de cada classe identificada é uma forma de representar melhor a proporção entre a área real e a sua representação no mapa.

Tabela 1. Área mínima cartografiada para diferentes escalas.

Escala	1 cm igual a		1mm igual a		Área mínima cartografiable (4x4 mm)	
	m	km	m	km	m^2	km^2
1:500	5	0.05	0.5	0.0005	4	0.000004
1:1 000	10	0.01	1	0.001	16	0.000016
1:2000	20	0.02	2	0.002	64	0.000064
1:5 000	50	0.05	5	0.005	400	0.0004
1:10 000	100	0.1	10	0.01	1 600	0.0016
1:20 000	200	0.2	20	0.02	6 400	0.0064
1:25 000	250	0.25	25	0.025	10 000	0.01
1:50 000	500	0.5	50	0.05	40 000	0.04
1:100 000	1000	1	100	0.1	160 000	0.16
1:250 000	2500	2.5	250	0.25	1 000 000	1
1:500 000	5000	5	500	0.5	4 000 000	4
1:1 000 000	10000	10	1000	1	16 000 000	16
1:6 000 000	60000	60	6000	6	576 000 000	576

Fonte: Priego, et al. (2008)

A partir dessa compreensão, na Tabela de Atributos referente às classes de declividade, calculou-se a área de cada polígono presente na tabela de atributos e foram selecionados todos os polígonos com áreas menores que **0,0016 Km²** (Tabela 1), generalizando as informações e filtrando esses pontos. Após esse processo recalculou-se a área de cada polígono novamente e enquanto aparecer áreas com pontos menores que 0,0016, repetimos o processo de generalização.

Em seguida com a utilização da ferramenta *"Arctoolbox – Analysis Tools – Overlay – Union"*, unimos e cruzamos as informações de altimetria e declividade, criando dados transformados em informações e organizados em forma de tabela (Tabela 2) para interpretar os dados.

Tabela 2. Cruzamento entre declividade e hipsometria:

Declividade	Hipsometria					
	330-360	360-390	390-420	420-450	450-480	480-510
0-5	0,92	2,45	1,29	1,64	0,22	0,37
5-12	1,44	4,51	5,85	4,55	1,05	0,45
12-30	0,81	2,35	5,78	4,25	1,80	0,13
30-47	0,05	0,17	0,31	0,40	0,22	0,00
>47	0,02	0,02	0,03	0,06	0,03	0,00

Nesse primeiro cruzamento além de identificar áreas homônimas, é possível dividi-las em 3 grandes grupos onde identificou-se que o primeiro grupo (Tabela 3), trata-se de um conjunto de áreas baixas a médias e com presença grande de encostas, canais encaixados e corpos hídricos. O segundo grupo trata-se de áreas médias com canais e encostas muito inclinadas, são áreas com presença de nascentes e onde tem maiores possibilidades e ocorrer processos erosivos, devido a inclinação das encostas e drenagem. O terceiro grupo é formado por áreas mais altas, topos planos ou pouco inclinados e por encostas muito inclinadas, são áreas mais isoladas.

Tabela 3. Descrição detalhada das informações disponíveis na Tabela 2.

1	1	Canal e planície de inundação do rio (menor que 5%)
	2	Encostas pouco inclinadas (5 a 30%)
	3	Canal e encostas do plano de inundação de pequenos córregos (0 a 30%)
	4	Parte média das encostas muito inclinas (mais de 30%)
	5	Parte alta das encostas com canais mais encaixados
2	6	Encosta mediamente inclinada (5 a 30%)
	7	Canais de drenagem um pouco mais altos (menor que 5 %)
	8	Encostas muito inclinadas (mais que 30%)
3	9	Topos planos a pouco inclinados (0 a 12%)
	10	Encostas médias a muito inclinadas (mais que 12%)

O cruzamento entre declividade e hipsometria auxiliou na identificação de áreas com os mesmos graus de elevação e áreas com as mesmas dificuldades ou facilidades de manejo, ajudando, assim na identificação de áreas que concentra grande quantidade mesmos elementos da paisagem.

A compreensão da hipsometria e da declividade, também é importante para compreender e diferenciar a Morfologia da área em estudo. A geografia faz uso da morfologia para estudar as estruturas e formas de uma determinada área ou região específica, descrevendo e determinando características de clima, solo, vegetação, relevo, etc.

Os dados de Litologia e Solos foram obtidos através da compilação do Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da bacia hidrográfica do Pontal do Paranapanema – Relatório Zero (CPTI, 1999), na escala de 1:500.000, e adaptado com as feições de planícies fluviais e alveolares do mapeamento geomorfológico para destacar os depósitos cenozóicos. Embora esta escala seja

incompatível com os demais mapas contidos neste trabalho, o propósito foi somente reconhecer as características gerais da litologia presentes na área, que foram possíveis de serem identificadas nesta análise.

Com as análises e os cruzamentos de dados, podemos verificar que quase metade da bacia hidrográfica é composta pela unidade **ka5**, na cabeceira e parte do médio curso correspondendo a 46% e 19km² do total da área de estudo; a unidade **ka4** está presente no médio curso e parte do baixo curso, contemplando a foz do córrego Guaiçarinha, em 39% da bacia hidrográfica (16, 2km²); e, a variação **ka1** em apenas 15%, representando 6km², localizada em uma porção menor no baixo curso.

Tabela 6 - Cruzamento entre solos e morfologia.

SOLOS	Morfologia									
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Argissolos Vermelho-Amarelos	0,37	0,77	2,84	0,01	0,01	5,16	0,48	0,13	0,49	0,91
Argissolos Vermelho	0,32	1,33	5,38	0,04	0,09	14,98	1,91	0,24	0,98	1,21
Gleissolosháplicos	0,14	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Neossolosflúvicos	0,05	0,02	1,18	0,00	0,01	1,05	0,15	0,04	0,00	0,00
Urbano	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,55	0,12

Já a carta de solos da área de estudo foi elaborada com o auxílio do ArcGis®10.5 e dados do IGC - Instituto Geográfico e Cartográfico do estado de São Paulo. Os solos apresentados na área de estudo foram: Argissolo Vermelho-Amarelo, Argissolo Vermelho, Gleissolos Háplicos, Neossolo Flúvicos.

O cruzamento dos dados de morfologia e solos é importante para analisar a estrutura composta por aquele determinado relevo. As características do solo garantem a capacidade do mesmo em armazenar água e sais minerais e a perda desses elementos, muitas vezes, se dá pela maneira com que o relevo é formado, mas, também, como é realizado o manejo desse solo.

Tabela 7 - Interpretação das informações apresentadas na Tabela 6.

Parte baixa		canal e plano de inudação do rio (menor que 5%), sobre arenitos, com argissolos vermelhos-amarelos e vermelhos e gleissolos.
		encostas pouco inclinadas (5 a 30%)sobre arenitos, com argissolos vermelhos e vermelhos-amarelos e gleissolos
		canal e encostas do plano de inudação de pequenos córregos (0 a 30%), sobre arenitos, com argissolos vermelhos, vermelhos-amarelos e neossolosflúvicos
		parte média das encostas muito inclinas (mais de 30%), sobre arenitos, com argissolos vermelhos e argissolos vermelho-amarelos
		parte alta das encostas com canais mais encaixados, sobre arenitos, com argissolos vermelhos e vermelhos-amarelos
Parte média		encosta mediamente inclinada (5 a 30%), sobre arenitos, com argissolos vermelhos, vermelho-amarelos e neossolosflúvicos
		Canais de drenagem um pouco mais altos (menor que 5 %), sobre arenitos, com argissolos vermelhos, vermelho-amarelos e neossolosflúvicos
		Encostas muito inclinadas (mais que 30%), sobre arenitos, com argissolos vermelhos, vermelho-amarelos e neossolosflúvicos
Parte alta		topos planos a pouco inclinados (0 a 12%), sobre arenitos, com argissolos vermelhos, vermelho-amarelos e área urbanizada
		Encostas médias a muito inclinadas (mais que 12%), sobre arenitos, com argissolos vermelhos, vermelho-amarelos e área urbanizada

Com os cruzamentos anteriores e a classificação dos diversos usos na bacia hidrográfica, foi possível o cruzamento dos dados de uso e ocupação com morfologia utilizou, no ArcGis®, a ferramenta "*Arctoolbox – Analysis Tools – Overlay – Union"*, onde unimos e cruzamos as informações (Tabela 8 e 9), criando uma nova tabela relacionando os diversos usos com as formas do relevo.

Tabela 8. Cruzamento entre uso e ocupação e morfologia:

USOS	**MORFOLOGIA**									
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Temporária	0,01	0,01	0,15	0,00	0,00	0,56	0,06	0,00	0,02	0,00
Permanente	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00	0,35	0,02	0,00	0,06	0,07
Pastagem	0,64	1,81	7,39	0,04	0,02	16,54	2,07	0,21	1,21	1,44
Silvicultura	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,09	0,02	0,00	0,00	0,01
Floresta	0,15	0,33	1,24	0,01	0,09	2,08	0,15	0,14	0,05	0,31
Campestre	0,01	0,03	0,11	0,00	0,00	0,97	0,06	0,05	0,10	0,26
Solo exposto	0,03	0,11	0,34	0,00	0,00	0,33	0,08	0,00	0,01	0,01
Infraestrutura	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,09	0,03	0,00	0,02	0,02
Urbano	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,51	0,11

Cemitérios	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00
Lagos	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,10	0,02	0,00	0,00	0,00
Calha dos rios	0,04	0,02	0,06	0,00	0,00	0,08	0,03	0,00	0,00	0,00

Tabela 9. Descrição das cores presentes na Tabela 8.

Descrição dos usos da terra:
a – Pastagem
b - Culturas (temperatura, permanente e solo exposto)
c - Floresta, silvicultura e campestre

A união, o cruzamento e a organização de dados são etapas importantes para se chegar a um resultado refinado e coerente com a realidade que se está representando em um mapa. Deste modo, as etapas seguintes de interpretação e detalhamento desses cruzamentos, como o presente na Tabela 10, são importantes para se construir um trabalho completo, mas como a percepção de paisagem varia de acordo com a sensibilidade e a identificação do pesquisador com a área pesquisada, essa interpretação pode variar, mesmo seguindo uma determinada metodologia.

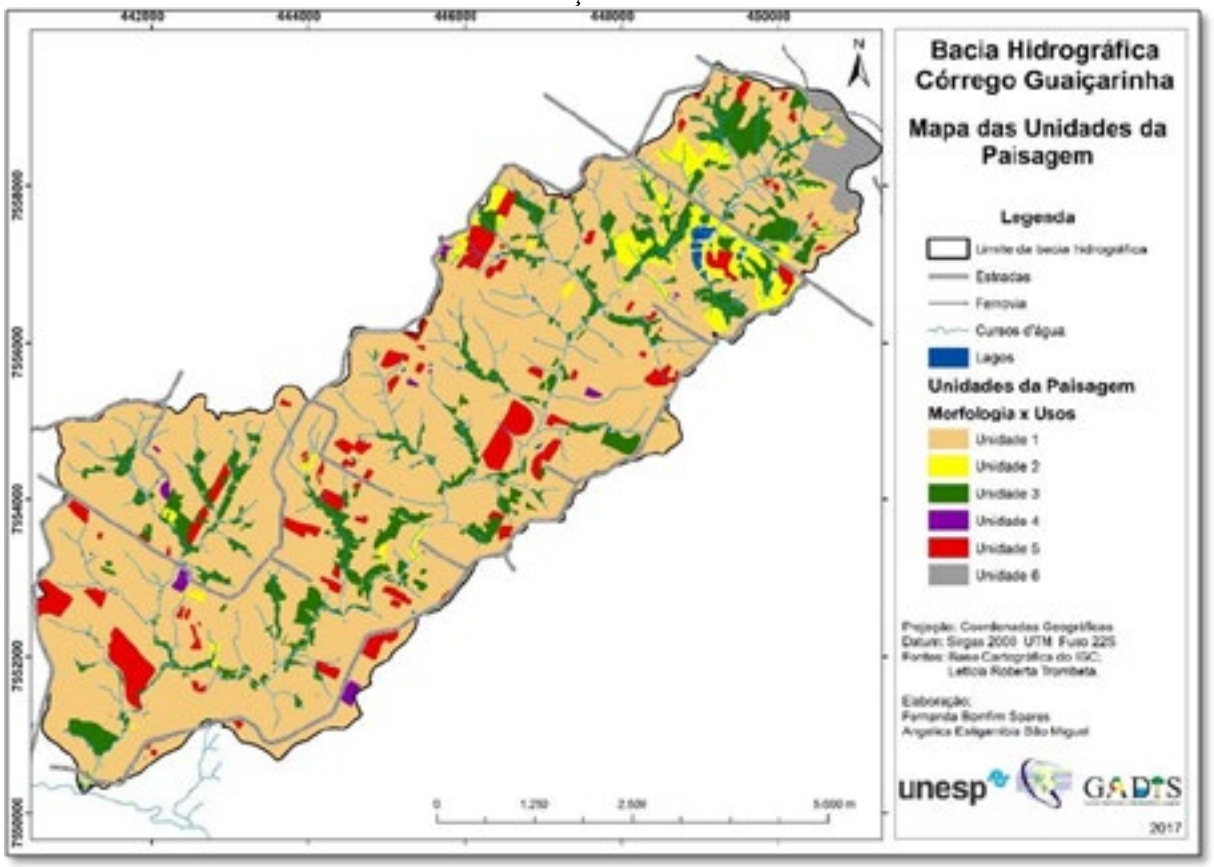
Tabela 10. Detalhamento dos usos a partir das unidades morfológicas.

MORFOLOGIA	DESCRIÇÃO DOS USOS E SUAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS
1	Composto por áreas de canal e plano de inundação do rio (menor que 5%), sobre arenitos, com argissolosvermelhos-amarelos e vermelhos e gleissolos.
	1a –Grande presença de pastagem.
	1b – Presença apenas de cultura temporária e solo exposto.
	1c – Presença de floresta e campestre.
2	Compreende áreas de encostas pouco inclinadas (5 a 30%)sobre arenitos, com argissolos vermelhos e vermelhos-amarelos e gleissolos.
	2a – Grande quantidade de pastagem.
	2b – Grande quantidade de solo exposto.
	2c – Floresta e Campestre.
3	Áreas de canal e encostas do plano de inudação de pequenos córregos (0 a 30%), sobre arenitos, com argissolos vermelhos, vermelhos-amarelos e neossolosflúvicos.
	3a – Compreende a segunda maior área de pastagem da bacia.

	3 b – Abriga a maior parte de solo exposto da bacia e presença marcante de cultura temporária.
	3c – Segunda maior reserva de floresta da bacia, também abriga áreas campestres e silvicultura.
4	Compreende partes médias das encostas muito inclinas (mais de 30%), sobre arenitos, com argissolos vermelhos e argissolos vermelho-amarelos
	4a – Abriga a menor quantidade de pastagem presente na bacia.
	4c – Menor quantidade de floresta encontrada nos conjuntos de morfologia.
5	Áreas que compreendem partes altas das encostas com canais mais encaixados, sobre arenitos, com argissolos vermelhos e vermelhos-amarelos.
	5a – Presença de uma pequena quantidade de pastagem.
	5b – Pequena quantidade de floresta.
6	Áreas de encostas mediamente inclinada (5 a 30%), sobre arenitos, com argissolos vermelhos, vermelho-amarelos e neossolosflúvicos
	6a – Abrange a maior quantidade de pastagem da bacia.
	6b – Abriga, também a maior quantidade de culturas permanentes e temporárias, assim como há presença de solo exposto.
	6c – Compreende a maior quantidade de florestas na bacia, mas também obtém áreas com solo exposto e silvicultura.
7	Canais de drenagem um pouco mais altos (menor que 5 %), sobre arenitos, com argissolos vermelhos, vermelho-amarelos e neossolosflúvicos
	7a – Pequenas áreas de pastagem.
	7b – Presença de solo exposto e culturas permanente e temporária.
	7c – Áreas destinadas a Floresta, silvicultura e campestre.
8	Encostas muito inclinadas (mais que 30%), sobre arenitos, com argissolos vermelhos, vermelho-amarelos e neossolosflúvicos
	8a – Pouco presença de pastagem
	8c – Floresta e campestre
9	Topos planos a pouco inclinados (0 a 12%), sobre arenitos, com argissolos vermelhos, vermelho-amarelos e área urbanizada.
	9a – Presença de pastagem.
	9b – Possui culturas temporária e permanente e áreas pontuais de solo exposto.
	9c – Presença de floresta e campestre.
10	Presença de encostas médias a muito inclinadas (mais que 12%), sobre arenitos, com argissolos vermelhos, vermelho-amarelos e área urbanizada
	10a – Pequena quantidade de pastagem.
	10b – Presença apenas de cultura permanente e solo exposto.
	10c – Presença de floresta, campestre e silvicultura.

A partir das classificações e descrição dos usos e suas características físicas, apresentadas na Tabela 10, onde realizou-se o cruzamento das informações morfologia e uso e ocupação na bacia hidrográfica, foi possível, assim, unir dados e determinar as Unidades da Paisagem (Figura 1). Para se chegar a esse resultado utilizou-se do software ArcGis® 10.5, a opção de ferramenta "*Arctoolbox – Analysis Tools – Overlay – Union"*, onde unimos feições próximas e definimos, a partir dos critérios **usos** e **morfologia**, as unidades da paisagem.

Figura 1 - Mapa das Unidades da Paisagem na bacia hidrográfica do córrego Guaiçarinha/SP.



A identificação de Unidades da Paisagem em uma bacia hidrográfica facilita planejar o território e gerir de maneira eficaz os padrões e os elementos naturais e antrópicos presentes naquela paisagem.

A partir desse trabalho de identificação, na bacia hidrográfica do córrego do Guaiçarinha, foi possível identificar 6 Unidades da Paisagem, sendo elas:

- **Unidade 1** – Área predominantemente utilizada para pastagem, possuem solos com fragilidade média, áreas de encostas mediamente inclinada (5 a 30%), sobre arenitos, com argissolos vermelhos, vermelho-amarelos e neossolosflúvicos.
- **Unidade 2** – Área com predomínio campestre, possui solos com fragilidade fraca, topos planos a pouco inclinados (0 a 12%), sobre arenitos, com argissolos vermelhos e argissolos vermelho-amarelos.
- **Unidade 3** – Área com preponderância florestal com fragilidade muito fraca, áreas de canal e encostas do plano de inundação de pequenos córregos (0 a 30%), sobre arenitos, com argissolos vermelhos, vermelhos-amarelos e neossolosflúvicos.
- **Unidade 4** – Área com predomínio de silvicultura com fragilidade média de solo, compreende áreas de encostas pouco inclinadas (5 a 30%) sobre arenitos, com argissolos vermelhos e vermelhos-amarelos e gleissolos.
- **Unidade 5** – Área com solo exposto e cultura temporária com fragilidade de solos muito forte. Áreas de canal e encostas do plano de inudação de pequenos córregos (0 a 30%), sobre arenitos, com argissolos vermelhos, vermelhos-amarelos e neossolosflúvicos.
- **Unidade 6** – Área urbana com fragilidade de solos média, encostas muito inclinadas (mais que 30%), sobre arenitos, com argissolos vermelhos, vermelho-amarelos e neossolosflúvicos. Pouca presença de vegetação e áreas de infiltração.

3. Considerações Finais

Este trabalho é resultado final da disciplina "*Cartografia de Paisajes: AplicacionesalAnalisis y Diagnostico",* onde trabalhamos teorias e métodos de análise da paisagem integrada em estudos ambientais, tendo como principal foco a paisagem antroponatural. Este trabalho só foi possível devido ao levantamento prévio de dados sobre hipsometria, declividade, litologia, solos, morfologia e uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do córrego Guaiçarinha realizado por Trombeta (2015).

Os mapeamentos temáticos e de síntese são fundamentais para a análise e para o detalhamento completo da metodologia aplicada neste trabalho, na qual possibilitou o entendimento da bacia hidrográfica como um sistema aberto e complexo, que possui elementos que constroem a paisagem e que a mesma é modificada a partir da ação humana sobre aquele território, mas, também, é alterada pela ação natural devido a interação de seus elementos naturais.

O geoprocessamento tem se mostrado uma ferramenta que auxilia os estudos e análises da geografia e, mais atualmente, tem sido muito utilizada para o estudo e análise da paisagem, pois orienta e facilita a interpretação da distribuição e concentração de seus elementos. Neste trabalho utilizamos o software ArcGis® 10.5, com licença disponível pela FCT/UNESP, e ferramentas complementares disponíveis por esse software.

Com a realização e definição das Unidades da Paisagem e com os resultados alcançados foi possível obter uma visão integrada de toda a bacia hidrográfica podendo, assim, realizar um trabalho amplo e dinâmico de acordo com as características e necessidades físicas e ambientais da bacia hidrográfica. A análise da paisagem é uma opção fundamental nos estudos ambientais realizados nos últimos anos no campo da geografia física, é importante se utilizar da paisagem nas análises ambientais, pois através dela é possível entender a dinâmica natural do meio ambiente e o grau de impacto provocado pelo Homem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SÁBER, Aziz. **Os domínios de natureza no Brasil - potencialidades paisagísticas.** São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

BERTRAND, G. **Paisagem e Geografia Física Global: esboço metodológico.** Instituto de Geografia, USP. São Paulo. Cadernos de Ciências da Terra, 1972.

BOLÓS, M.I.C. **Problemática actual de losestudios de paisaje integrado.** Revista de Geografia. Barcelona, v. 15, n. 1-2. 1981.

BOLOS i CAPDEVILA, M. (Org.). **Manualde Ciência del Paisaje: teoria, métodos y aplicaciones**. Barcelona: MASSON, 1992

CARVALHO, W. A. **Levantamento semi detalhado dos solos da bacia do Rio Santo Anastácio – SP**. Presidente Prudente, SP: FCT-UNESP, (Boletim Científico, n.2), 1997.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. São Paulo: Edgard Blücher, 1999

CPTI, Cooperativa de Serviço, Pesquisas Tecnológicas e Industriais. **Relatório da situação dos recursos hídricos da bacia do Pontal do Paranapanema (Relatório Zero)**. São Paulo, 1999.

DE BIASI, M. A carta clinográfica: os métodos de representação e sua confecção. In: **Revista do Departamento de Geografia**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1992, n.º 6, p. 45-60.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de uso da terra**. 3.ª ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2013.

PASSOS, M. M. **Biogeografia e Paisagem**. Presidente Prudente: UNESP, 2003.

RODRIGUEZ, José M. M. et al**. Geoecologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental.** 3. Ed. Fortaleza: Edições UFC, 2010.

TRICART, Jean. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE, SUPREN, 1977.

TROMBETA, Letícia R. **Planejamento Ambiental da Bacia Hidrográfica do Córrego Guaiçarinha, Município de Álvares Machado, São Paulo, Brasil.** Dissertação de mestrado. FCT/UNESP, 2015.

VENTURI, L.A.B. **Tristes Mananciais.** As geografias de São Paulo. Editora Contexto, São Paulo. 2004.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

APLICAÇÃO DE PROTOCOLO PARA VERIFICAR O USO E DEGRADAÇÃO NA ÁREA DE EXPANSÃO URBANA DE CÁCERES NO RIO PARAGUAI - MATO GROSSO

Claudete Silveira Damas Machado [(a)], Vanda A. Souza Lima [(a)], Priscila C. Santos [(b)], José Aldair Pinheiro [(c)], Célia Alves de Souza [(d)]

[(a)] Mestrandas do Programa de Pós Graduação em Geografia – (PPGGEO) /Universidade do Estado de Mato Grosso – (UNEMAT), E-mail: klaudete_machadotnn@hotmail.com / vandaapslima09@gmail.com
[(b)] Mestranda do Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais – (PPGCA)/Universidade do Estado de Mato Grosso – (UNEMAT), E-mail: pricampossantos@gmail.com
[(c)] Doutorando do Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais – (PPGCA), Universidade do Estado de Mato Grosso – (UNEMAT), E-mail: jpinheiral@gmail.com
[(d)] Professora Dra. Célia Alves de Souza, Universidade do Estado de Mato Grosso – (UNEMAT), E-mail: celiaalvesgeo@globo.com

Eixo: Dinânica e gestão de bacias hidrográficas

Claudete Silveira Damas Machado, Vanda A. Souza Lima, Priscila C. Santos, José Aldair Pinheiro, Célia Alves de Souza

Resumo

O estudo foi realizado na Baía do Sadao, localizada no rio Paraguai com objetivo de analisar a ocupação, uso e degradação da mesma, neste trecho que é uma área de expansão urbana de Cáceres, Mato Grosso. Para realização do trabalho foram feitas observações e aplicados dois protocolos sendo um de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats em trechos de bacias hidrográficas e outro de Canais Fluviais com Níveis e Matriz de Tipologias. Constatou-se com aplicação dos protocolos que a erosão e o assoreamento do canal encontram-se de moderado a severamente alterado devido aos diferentes tipos de uso que promoveram a retirada quase que total da vegetação, sendo assim, classificado como canal fluvial com severo impacto pelo uso. Ressalta-se a importância da preservação da vegetação ciliar a fim de diminuir a erosão que vem ocorrendo de forma acelerada e em consequência desta o assoreamento.

Palavras chave: Canal fluvial; ações antrópicas; processos erosivos; assoreamento.

1. Introdução

Os canais fluviais desde as primeiras civilizações estão sendo utilizados para consumo humano, irrigação, navegação e dessedentação de animais (BOTELHO, 2011). Atividades

humanas interagem com os canais fluviais de modo que todos os cursos de água foram alterados em maior ou menor escala (STEVAUX; LATRUBESSE, 2017).

A interferência antrópica com a finalidade de ocupação e uso nas margens dos canais fluviais acentua os processos erosivos e provoca o assoreamento do canal (LEINZ; AMARAL, 1995). Assim, na margem direita da Baía do Sadao a vegetação está preservada, na margem esquerda encontram-se chácaras, casas, comércio, sendo que muitas famílias vivem da pesca e do lazer (VENDRAMINI, SOUZA e SOUZA, 2012).

A Proteção da vegetação nativa em Áreas de Preservação Permanente nas margens de canais fluviais protege o solo (SCHÄFFER, 2011) assim como, evita que este e outros detritos provindos de processos erosivos de áreas agrícolas, pastagens ou do entorno sejam transportados para os canais fluviais.

No rio Paraguai o nível de água aumenta no período de cheia propiciando a remoção e o carreamento de sedimentos para os canais secundários, baías, lagoas e planícies marginais (VENDRAMINI, SOUZA e SOUZA, 2012). A Baía do Sadao está localizada a margem esquerda do rio Paraguai, segundo Souza et al. (2012 p.16) “as baías constituem áreas deprimidas, contendo água, delineando formas circulares, semicirculares ou irregulares”.

Vários trabalhos realizados abordam a temática referente à ocupação e uso nas margens de canais fluviais, dentre eles Silva (2011) dissertando sobre uso e ocupação da margem esquerda do rio Paraguai e a percepção ambiental de usuários do município de Cáceres, Mato Grosso; Vendramini, Souza e Souza (2012) relatam o uso e ocupação na Baía do Sadao no rio Paraguai em Cáceres Mato Grosso; Leandro, Andrade e Bindandi (2013) trabalharam o uso das margens e processo de navegação no rio Paraguai no município de Cáceres Mato Grosso; Carmo e Araújo (2017) abordaram o uso e ocupação do solo no rio Paraguai entre os bairros Cavalhada I e Centro de Cáceres Mato Grosso.

Nesta perspectiva o presente trabalho tem como objetivo analisar a ocupação, uso e degradação na Baía do Sadao – Cáceres Mato Grosso.

2. Materiais e métodos

2.1Área de estudo

O estudo foi realizado na Baía do Sadao uma área de expansão urbana de Cáceres Mato Grosso. Localiza-se entre coordenadas 16°06'37'' a 16º07'43'' de latitude sul e 57°43'01'' a 57°44'11'' de longitude Oeste. (Figura 01).

Figura 01 - Área de estudo **Fonte**: Google Earth Pro - organizado pelos autores

2.2 Procedimentos metodológicos

Realizou-se trabalho de gabinete e de campo: em gabinete foram utilizados livros, revistas, artigos científicos, entre outros documentos como aborda Gil (2000). Para aferir a área da barra central, largura e extensão do canal fluvial utilizou-se a ferramenta Google Earth Pro. O campo ocorreu no dia 15 de junho de 2018 com observação direta e aplicação de protocolo de avaliação rápida que ocorreu em três pontos na Baía do Sadao (Tabela I).

Tabela I - Pontos de aplicação dos protocolos

Ponto	Latitude	Longitude	Horário da coleta
01	16°07'08.50'' de latitude Sul	57°43'40.05'' de longitude Oeste	9:09 horas
02	16°07'23.84'' de latitude Sul	57°43'42.84'' de longitude Oeste	9:47 horas
03	16°07'31.05'' de latitude Sul	57°43'46.67'' de longitude Oeste	11:03 horas

Fonte: Elaborado pelos autores

Foram utilizados dois protocolos: Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats em trechos de bacias hidrográficas (Quadro I) e o protocolo de Canais Fluviais com Níveis e Matriz de Tipologias (Quadros II, III, IV e V).

Quadro I: Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats em trechos de bacias hidrográficas.

Localização:			
Data da coleta: Hora da coleta:			
Tempo (situação de dia)			
Modo de coleta (coletor)			
Tipo de ambiente: Córrego ( ) Rio( )			
Largura:			
Profundidade:			
Temperatura da água:			
Parâmetros	**Pontuação**		
	4 pontos	**2 pontos**	**0 pontos**
1. Tipo de ocupação das margens do corpo de água (principal atividade)	Vegetação natural	Campo de pastagem/agricultura/ monocultura/ reflorestamento	Residencial/comercial/ Industrial
2. Erosão Próxima e/ou nas margens do rio e assoreamento em seu leito	Ausente	Moderada	Acentuada
3. Alterações antrópicas	Ausente	Alterações de ordem doméstica (esgoto, lixo)	Alterações de origem industrial/urbana (fábricas, siderurgias, canalização, retificação do curso do rio)
4. Cobertura vegetal no leito	Parcial	Total	Ausente
5. Odor da água	Nenhum	Esgoto (ovo podre)	Óleo /industrial
6. Oleosidade da água	Ausente	Moderada	Abundante
7. Transparência da água	Transparente	Turva/cor de chá forte	Opaca ou colorida
8. Odor do sedimento de fundo	Nenhum	Esgoto/ ovo podre	Óleo /industrial
9. Oleosidade do fundo	Ausente	Moderada	Abundante
10. Tipo de fundo	Pedras/ cascalho	Lama/ areia	Cimento/canalizado

Fonte: Protocolo de Avaliação Rápida da diversidade de habitats em trechos de bacias hidrográficas, modificado do protocolo da Agência de Proteção Ambiental de Ohio (EUA) (EPA,1987).OBS: 4 pontos (situação natural) 2 e 0 pontos (Situação leve ou severamente alterada) CALLISTO et al. 2002.

Para aplicação do protocolo de canal fluvial utilizou-se de uma Matriz de Tipologia e Três Níveis: 1) características morfológicas do trecho do canal; 2) uso do solo nas margens do

trecho do canal; 3) situação de uso do solo no interflúvio (CARVALHO, BITOUN e CORRÊA, 2010).

Quadro II: Nível 1- Características Morfológicas do canal e valores referência utilizados na matriz de Tipologias.

Trecho Canal	Características Morfológicas do Canal		Referência
Canal	Não alterado		NA (100)
	Aberto	Retificado e Canalizado	AL (200)
		Retificado	MA (300)
	Fechado		MA (300)

Fonte: CARVALHO, BITOUN e CORRÊA, 2010.

Onde **NA (100)** representa canais não alterados; **AL (200)** canais que sofreram diminuição na sua sinuosidade, são abertos e não canalizados; **MA (300)** canais fechados canalizados.

Quadro III: Nível 2- Uso do solo nas margens e valores de referência utilizados na Matriz de Tipologia.

Trecho do canal	Uso do solo nas margens	Referência
Canal	Vegetação preservada	Baixo (10)
	Vegetação residual	Baixo (10)
	Urbanização fraca	Médio (20)
	Urbanização média	Alto (30)
	Urbanização intensa	Alto (30)

Fonte: CARVALHO, BITOUN e CORRÊA, 2010.

Quadro IV: Nível 3- Uso do solo nos Interflúvios e valores referência utilizados na Matriz de Tipologias.

Trecho do canal	Uso do solo nas margens	Referência
Canal	Vegetação preservada	Baixo (1)
	Vegetação residual	Baixo (1)
	Urbanização fraca	Médio (2)
	Urbanização média	Alto (3)
	Urbanização intensa	Alto (3)

Fonte: CARVALHO, BITOUN e CORRÊA, 2010.

Cada nível (1, 2 e 3) depois de aplicado o protocolo em campo oferece um valor. Estes sendo agrupados definem uma combinação que o caracteriza na Matriz de Tipologia (Quadro V).

Quadro V: Matriz de Tipologias

Nível 1	Nível 2	Nível 3	Combinação	Tipologia
100	10	1	111	A- Canal sem alterações e com baixo impacto pelo uso do solo
100	10	2	112	A- Canal sem alterações e com baixo impacto pelo uso do solo
100	10	3	113	B- Canal sem alterações e com baixo impacto pelo uso do solo
100	20	1	121	A-Canal sem alterações e com impacto pelo uso do solo
100	20	2	122	B- Canal sem alterações e com baixo impacto pelo uso do solo
100	20	3	123	B- Canal sem alterações e com baixo impacto pelo uso do solo
100	30	1	131	C- Canal sem alterações e com significativo impacto pelo uso
100	30	2	132	C- Canal sem alterações e com significativo impacto pelo uso
100	30	3	133	C- Canal sem alterações e com significativo impacto pelo uso
200	10	1	211	D-Canal alterado e com baixo impacto pelo uso do solo
200	10	2	212	D-Canal alterado e com baixo impacto pelo uso do solo
200	10	3	213	E-Canal alterado e com impacto pelo uso do solo
200	20	1	221	D-Canal alterado e com baixo impacto pelo uso do solo
200	20	2	222	E-Canal alterado e com impacto pelo uso do solo
200	20	3	223	E-Canal alterado e com impacto pelo uso do solo
200	30	1	231	F- Canal alterado e com significativo impacto pelo uso
200	30	2	232	F- Canal alterado e com significativo impacto pelo uso
200	**30**	**3**	**233**	**F- Canal alterado e com significativo impacto pelo uso**
300	10	1	311	G- Canal muito alterado e com baixo impacto pelo uso
300	10	2	312	G- Canal muito alterado e com baixo impacto pelo uso
300	10	3	313	H- Canal muito alterado e com impacto pelo uso do solo
300	20	1	321	G- Canal muito alterado e com baixo impacto pelo uso
300	20	2	322	H- Canal muito alterado e com impacto pelo uso do solo
300	20	3	323	H- Canal muito alterado e com impacto pelo uso do solo
300	30	1	331	I- Canal muito alterado e com significativo impacto pelo uso
30	30	2	332	I- Canal muito alterado e com significativo impacto pelo uso
300	30	3	333	I- Canal muito alterado e com significativo impacto pelo uso

Fonte: CARVALHO, BITOUN e CORRÊA, 2010.

3.Resultados e discussões

Ao longo da área de estudo notou-se que há intensa ocupação e diferentes tipos de uso da terra.

Na observação *in loco,* identificou-se como forma de ocupação e uso predominante urbano na margem esquerda composta por lotes e pequenas chácaras. Há residências, pousadas, casas de veraneio, clubes de lazer, restaurantes, ancoradouros, cevas de pesca (lazer e abastecimento), lançamentos de efluentes e pouca vegetação. Existem também pequenos sítios com criação de animais.

Observou-se a captação d'água por meio de bombas de sucção no canal fluvial. Esta água é utilizada para abastecimento doméstico dos moradores e casas de veraneio existentes na localidade. Em período de estiagem parte do canal fluvial da Baía do Sadao reduz seu fluxo ou até mesmo seca ocasionando a mudança temporária de moradores que utilizam essa água para diferentes usos (VENDRAMINI, SOUZA e SOUZA, 2012). Percebeu-se em toda margem contenções de madeira, rochas, pneus e de alvenaria para amenizar processos erosivos marginais (Figura 03). As poucas árvores existentes na margem esquerda possuem suas raízes expostas devido à erosão acentuada.

Figura 03- Bomba d'água e tipos de contenção **Fonte**: Os autores

Quanto à erosão marginal e assoreamento do rio no ponto 3, foi considerada moderada e no ponto 1 e 2 foram classificados como acentuados (todos de leve a severamente

alterados). No leito do rio notou-se presença em alguns trechos de macrófitas aquáticas (Figura 04). Não foi observado nenhum odor e oleosidade na água, a mesma apresenta coloração turva. Os sedimentos de fundo são em sua maioria areia (ponto 1, 2 e 3 = situação natural). Segundo estudo realizado por Vendramini, Souza e Souza (2012) confirma-se que em dois pontos por eles coletadas amostras de fundo e da barra central na Baía do Sadao, houve presença expressiva de areia (98,43% e 99,8%).

Figura 04 - Processo erosivo e macrófitas aquáticas **Fonte**: Os autores

A erosão laminar causada pelo escoamento superficial é acentuada na área de estudo, pois restam alguns exemplares de vegetação, além do declive do terreno onde a água escoa das partes mais altas para as mais baixas. A ação da água do rio está causando o solapamento basal da margem. Nota-se que a vegetação existente nesses locais poderá vir a cair no próximo período de cheia, logo que, algumas árvores estão com a raiz pivotante exposta (raiz principal).

No segundo ponto a erosão é intensa, os proprietários utilizam muro de arrimo para conter o processo erosivo. No canal fluvial encontra-se uma embarcação que deve ter danificado e ficou abandonada no local (Figura 05).

Figura 05 - Barco danificado abandonado no canal fluvial próximo à margem direita **Fonte**: Os autores

Nos três pontos o rio encontra-se com a margem direita preservada onde ocorre inundação temporária. A margem esquerda do canal fluvial está ocupada por residências (casa de veraneio) e comércio com presença de poucas árvores, se enquadrando na situação de leve a severamente alterada quando se refere ao tipo de ocupação das margens do corpo de água. Presença de rede de energia com postes no canal fluvial (Figura 06 A, B e C).

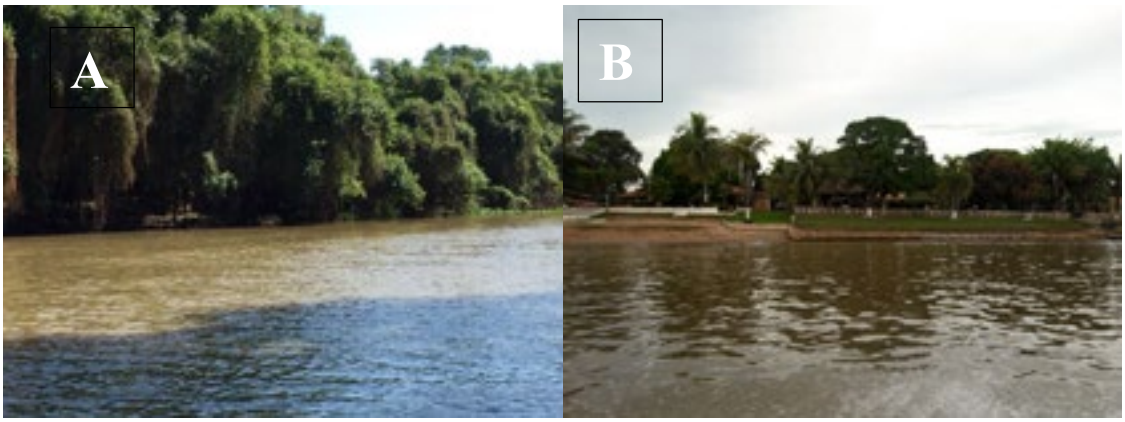


Figura 06 - Vegetação preservada margem direita (A), casa de veraneio margem esquerda (B) e rede de energia no canal fluvial (C). **Fonte**: Os autores

O resultado do protocolo de avaliação em Canais Fluviais a partir dos Níveis (1, 2 e 3) percebeu-se que nos três pontos aplicados o resultado se igualou sendo, AL= 200 canais que sofreram diminuição na sua sinuosidade, são abertos e não canalizados, quanto ao uso das margens observou-se urbanização média = Alto 30 e uso do solo nos Interflúvios com urbanização média = Alto 3 somados = 233 pontos. Quando se relaciona este valor no quadro de Matriz de Tipologias chega-se ao resultado de que a baía do Sadao é um canal fluvial alterado e com significativo impacto pelo uso.

A barra central existente na Baía do Sadao apresenta uma área de 3.346 m^2. Quanto ao canal fluvial obteve-se a medida de 40 m de largura e 1.20 km de extensão. No período de cheia a barra central fica submersa. Assim conforme Vendramini, Souza e Souza (2012) relatam em sua pesquisa a Baía do Sadao recebe água de dois canais, um da Baía da Palha em outro do rio Paraguai. Em período de estiagem essa conexão cessa devido o nível de água da Baía da Palha ficar abaixo do nível do primeiro canal ficando assim, com o fluxo advindo do segundo canal que tem acesso com o rio Paraguai.

4. Considerações finais

Os processos erosivos ocorrem de forma natural, destarte o ser humano os acelera pela forma de ocupação e uso. Vale ressaltar a importância da preservação das margens dos canais fluviais uma vez que a retirada da vegetação deixa o solo exposto favorecendo a erosão e o carreamento de sedimentos provocando o assoreamento do canal.

5. Referências bibliográficas

BOTELHO, R. G. M. Bacias Hidrográficas Urbanas. In: GUERRA, A. J. T. (org.). **Geomorfologia Urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

CALLISTO, M.; FERREIRA, W. R.; MORENO, P.; GOULART, M.; PETRUCIO, M. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividade de ensino e pesquisa (MG-RJ). In: **Acta Limnol. Bras**.14(1): 91-98, 2002. Disponível em: < https://www.researchgate.net/publication/320258459_Aplicacao_de_um_protocolo_de_avaliacao_rapida_da_diversidade_de_habitats_em_atividades_de_ensino_e_pesquisa_MG-RJ> Acesso em: 03 de jul. de 2018.

CARMO, J.de A.; ARAÚJO, R. de. Uso/ocupação do solo entre os bairros Cavalhada I e - Centro - Cáceres Mato Grosso. In: **Ciência Geográfica** - Bauru - XXI - Vol. XXI - (1): Janeiro/Dezembro – 2017. Disponível em: <http://www.agbbauru.org.br/publicacoes/revista/anoXXI_1/agb_xxi_1_versao_internet/Revista_AGB_JanDez2017-13.pdf> Acesso em: 19 de jul. de 2018.

CARVALHO, L. E. P.; BITOUN, J. CORRÊA, A. C. de B. Canais fluviais urbanos: proposta de tipologias para a região metropolitana do Recife. In: **Revista de Geografia**. Recife: UFPE – DCG/NAPA, v. especial VIII SINAGEO, n. 3, Set. 2010. Disponível em: < https://www.google.com/search?q=Canais+fluviais+urbanos%3A+proposta+de+tipologias+para+a+regi%C3%A3o+metropolitana+do+Recife&oq=Canais+fluviais+urbanos%3A+proposta+de+tipologias+para+a+regi%C3%A3o+metropolitana+do+Recife&aqs=chrome..69i57.628j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8> Acesso em: 03 de jul de 2018.

GIL. A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

LEANDRO, G. R. dos S.; ANDRADE, L. N. P, da S.; BINDANDI, N. M. Processo de navegação e uso das margens no rio Paraguai no município de Cáceres Mato Grosso. In: **Revista GeoPantanal** . UFMS/AGB . Grupo de Pesquisa Pantanal Vivo . Corumbá/MS . 8(14): 27-45 . Jan./Jun. 2013.

LEINZ, V.; AMARAL, S. E. do. **Geologia Geral.** São Paulo: Editora Nacional, 1995.

SCHÄFFER, B. W.... [et al.]. Áreas de Preservação Permanente e Unidades de Conservação & Áreas de Risco. O que uma coisa tem a ver com a outra? In: **Relatório de Inspeção da área atingida pela tragédia das chuvas na Região Serrana do Rio de Janeiro**. Brasília: MMA, 2011. 96 p. : il. color. ; 29 cm. + mapas. (Série Biodiversidade, 41).ISBN 978-85-7738-155-5. Disponível em:<http://www.mma.gov.br/estruturas/202/_publicacao/202_publicacao01082011112029.pdf> Acesso em: 05 de jul. de 2018.

SILVA, R. V. da. **Uso e ocupação da margem esquerda do rio Paraguai e a percepção ambiental de usuários do município de Cáceres, Mato Grosso.** 110 fls. Dissertação (Ciências Ambientais) Universidade do estado de Mato Grosso. 2011. Disponível em: <http://portal.unemat.br/media/oldfiles/ppgca/docs/dissertacao_rosimeire_vilarinho.pdf> Acesso em: 19 de jul. de 2018.

SOUZA, C. A. de; SOUSA, J. B. de.; FERREIRA, E.; ANDRADE, L. N. P. da S. Sistema hidrológico do rio Paraguai- MT. In: Souza, C. A (org.). **Bacia Hidrográfica do Rio Paraguai – MT: Dinâmica das águas, uso e ocupação e degradação ambiental.** São Carlos: Cubo, 2012. p.13-21.

STEVAUX, J. C. LATRUBESSE, E. M. Impacto antrópico e manejo conservativo. In: ___. **Geomorfologia fluvial**. São Paulo: Oficina de textos, 2017.

VENDRAMINI, W. J.; SOUZA, C. A. de; SOUZA, M. A. de. Assoreamento na Baía do Sadao-Cáceres-Mato Grosso. In: Souza, C. A (org.). **Bacia Hidrográfica do Rio Paraguai – MT: Dinâmica das águas, uso e ocupação e degradação ambiental.** São Carlos: Cubo, 2012 p.173-181.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

APORTE DE SEDIMENTOS DE FUNDO E SUSPENSÃO E VARIÁVEIS HIDRODINÂMICAS NO RIO PARAGUAI ADJACENTE À BAÍA DO SADAO, CÁCERES - MATO GROSSO

Luana Rodrigues de Carvalho[(a)], Thales Ernildo de Lima[(b)], Alessandra Rodrigues Gamero[(c)], Celia Alves de Souza[(d)], Cleidiane dos Santos Carvalho[(e)], Josimar Lemos[(f)]

[(a)] Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, E-mail: lunas2.rc@gmail.com
[(b)] Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, E-mail: lima.thales@hotmail.com
[(c)] Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, E-mail: alessandra_gamero@hotmail.com
[(d)] Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, E-mail: celiaalvesgeo@globo.com
[(e)] Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, E-mail: cleidianecarvalho74@outlook.com
[(f)] Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, E-mail: lemosjosimar@gmail.com

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

O estudo foi realizado em um segmento do rio Paraguai nas imediações da cidade de Cáceres – Mato Grosso, e teve como objetivo analisar as variáveis hidrodinâmicas e o aporte de sedimentos no trecho selecionado. A metodologia aplicada neste estudo consistiu em trabalho de gabinete com levantamento teórico e tabulação dos dados, atividade de campo para mensuração das variáveis hidrodinâmicas e coleta de amostras de sedimentos de fundo e suspensão, e análise granulométrica em laboratório. A área de estudo apresenta padrão meandrante com processo de erosão da margem côncava e deposição de sedimentos na margem convexa, favorecendo a formação de barras laterais e migração do canal. O canal possui competência de transportar sedimentos grosseiros (areia fina), este material compõe o maior percentual nas amostras coletadas, e a presença deste material está relacionado às variáveis hidrodinâmicas, ao regime fluvial, à morfologia da calha e as atividades antrópicas desenvolvidas na área.

Luana Rodrigues de Carvalho, Thales Ernildo de Lima, Alessandra Rodrigues Gamero, Celia Alves de Souza, Cleidiane dos Santos Carvalho, Josimar Lemos

Palavras chave: Alto Paraguai; dinâmica fluvial; seção transversal.

1. Introdução

O rio Paraguai é considerado um dos rios mais importantes do Brasil, pois sua grande planície compõe o bioma Pantanal (TUCCI, 2004). Souza (2004) corrobora afirmando que o canal principal com seus afluentes percorre uma vasta área de planície devido sua bacia apresentar morfologia de anfiteatro, assim, a bacia do Paraguai é designada como uma grande área de recepção de águas e sedimentos.

Segundo Christofoletti (1981) os rios funcionam como canais de escoamento fluvial e essa função exercida pelos rios compõe parte importante do ciclo hidrológico, e a alimentação dos mesmos procede através das águas superficiais e subterrâneas. Charlton (2008) expõe que os rios possuem características próprias que modelam a paisagem ao longo do tempo, e neste contexto, a geomorfologia fluvial desenvolveu concepções e métodos para a interpretação evolutiva desses sistemas fluviais. Deste modo, a evolução dos sistemas fluviais varia de acordo com suas características particulares, sendo independentes na escala espaço-temporal (FRISSELL *et al.* 1989).

Logo, os canais fluviais por apresentarem diferentes características em sua dinâmica podem acarretar distúrbios no sistema, com isso o canal vai se organizando e reorganizando para encontrar um equilíbrio (CHRISTOFOLETTI, 1980; 1981). Neste sentido, a dinâmica fluvial reflete diretamente na manutenção do equilíbrio do sistema fluvial, sendo responsável por transportar, remover e depositar detritos ao longo da rede de drenagem (LEOPOLD *et al.,* 1964).

De acordo com Carvalho (2008) na hidrodinâmica de escoamento ocorre a distribuição dos sedimentos na seção transversal, esses podem ser transportados no fundo ou suspensos, portanto, o transporte ou deposição varia de acordo com a velocidade do fluxo, a granulometria e a disponibilidade de sedimentos. Conforme Leandro e Souza (2012), o conhecimento do tipo do material de fundo é muito importante por indicar a capacidade de transporte que o rio exerce e quais são os segmentos deposicionais do mesmo, podendo denotar assim, a morfologia fluvial e a sua dinâmica de migração lateral.

Tendo em vista o exposto, estudos que abordem a dinâmica do rio Paraguai são de suma importância, pois subsidiam informações pertinentes do pantanal. Cabe ressaltar alguns autores que realizaram estudos referentes à dinâmica fluvial do rio Paraguai, tais trabalhos apresentam enfoques diferenciados conforme os objetivos de suas pesquisas, dentre estes podem ser citados Assine (2003), Souza (2004), Justiniano (2010), Silva *et al.* (2012), Leandro (2015) e Tucci (2004).

Sendo assim, o presente estudo teve como objetivo analisar a composição granulométrica dos sedimentos de fundo e suspensão, bem como as variáveis hidrodinâmicas no corredor fluvial do rio Paraguai adjacente à baía do Sadao, Cáceres - Mato Grosso.

2. Materiais e Métodos

A área de estudo compreende o rio Paraguai no segmento adjacente à baía do Sadao, nas proximidades do distrito industrial da cidade de Cáceres, nas coordenadas N 8218590,05 a N 8216805,27; e E 420888,72 a E 422648,57, representadas no Sistema UTM 21 Sul, referenciadas ao Meridiano Central -57° WGr, tendo como o Datum o SIRGAS2000.

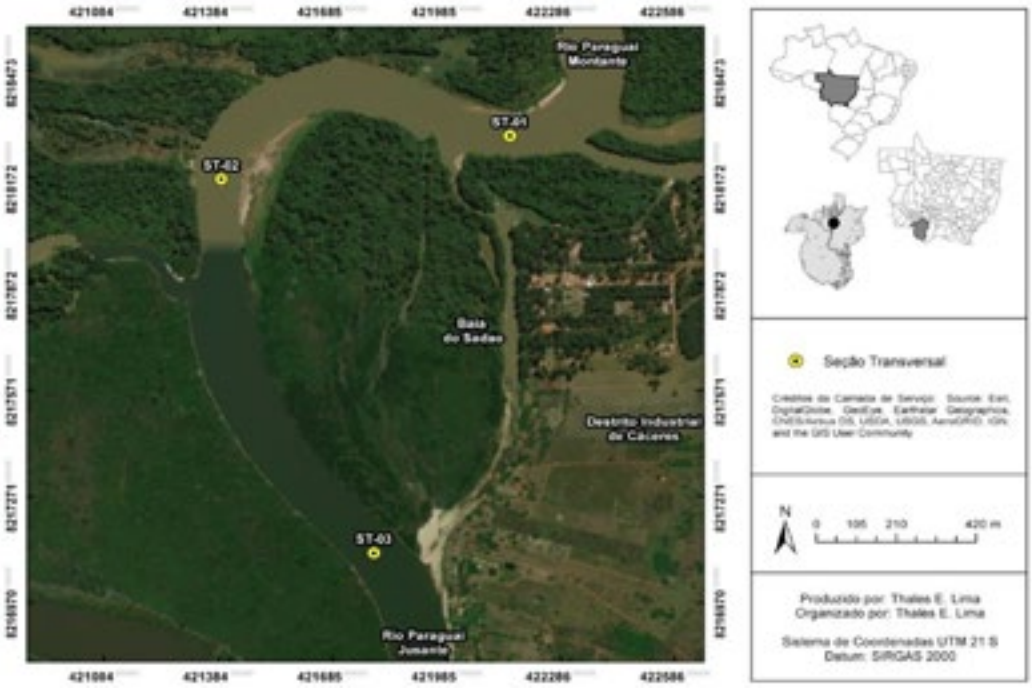


Figura 1 - Localização da área de estudo

A área possui 3,14 km^2, com 2,11 km de extensão. Foram realizadas três (03) seções transversais para coleta de amostras, e as mesmas podem ser visualizadas no mapa de localização acima (Figura 1).

Conforme Souza *et al.* (2012), a área apresenta dois períodos sazonais levando em consideração o fator precipitação, sendo o período chuvoso que se estende de novembro a

maio, com média de precipitação mensal variando de 50 a 330 mm e o período de estiagem que inicia-se no mês de junho e se estende até outubro, com média de precipitação mensal variando de 0 a 76 mm.

2.1. Trabalho de gabinete

O levantamento teórico procedeu conforme Marconi e Lakatos (2011) onde enfocam a necessidade de subsidiar o conhecimento sobre o tema da pesquisa proposta. Neste sentido, foram selecionados autores da área, e suas obras subsidiaram no desenvolvimento pré e pós trabalho de campo e nas análises laboratoriais desenvolvidos neste trabalho.

Para calcular a área das seções foi adotada a fórmula: A = L x P, onde A é área da seção, L é a largura do canal e P é a profundidade, por meio desta fórmula obteve-se a área da seção molhada levando em consideração a morfologia da calha. O cálculo da vazão foi adquirido por meio da seguinte fórmula: Q = V x A, sendo Q a vazão, V a velocidade e A a área da seção (CUNHA, 2009). Para estimar a carga sólida transportada em suspensão foi utilizada a fórmula proposta por Carvalho (2008) por meio da equação Qss = ∑(cssi.Qli).0.0864, onde: Qss = descarga sólida em suspensão (t/dia^{-1}); Cssi = concentração de sedimentos em suspensão da vertical (mg/l^{-1}); Qli = descarga líquida da respectiva vertical ($m3/s^{-1}$); e 0,0864 = segundos totais em 24 horas.

2.1. Atividade de campo

O trabalho de campo ocorreu em maio de 2018, onde foram coletadas amostras de sedimentos de fundo e de suspensão, bem como avaliado as variáveis hidrodinâmicas das seções transversais. Neste sentido, para o monitoramento da batimetria (largura e a profundidade do canal) foi utilizado ecobatímetro GARMIN *echomap* 50s, enquanto que a largura do canal foi aferida por meio de marcações em corda que posteriormente foi medida junto a uma fita métrica de 50 metros a bordo da embarcação.

Para medir a velocidade do fluxo foi utilizado molinete fluviométrico, modelo MLN 7 – 200.09.15. Em cada seção transversal foi verificado a velocidade nas proximidades da margem direita, centro da calha e próximo a margem esquerda, sendo verificada também a

velocidade em três profundidades diferentes (20%, 50% e 80%) levando em consideração a profundidade de cada setor para posterior obtenção da velocidade média.

Para a coleta de sedimentos de fundo foi utilizada a draga do tipo *Van Veen* (mostrador de mandíbulas). A coleta do material ocorreu por meio do lançamento da draga até alcançar o fundo da calha do rio e após força deferida em sentido contrário ao da draga a mandíbula fecha-se retendo o material de fundo. Na coleta de água para verificar os sedimentos em suspensão foi usada a garrafa de *Van Dorn*, a água capturada foi estocada em garrafas de plástico esterilizadas três vezes com a própria água do ponto de coleta que posteriormente foram levadas para análise no Laboratório de Pesquisa e Estudos em Geomorfologia Fluvial "Professora Drª Sandra Baptista Cunha" – LAPEGEOF da Universidade do Estado de Mato Grosso.

2.2. Análise em laboratório

Para verificar os tipos de sedimentos transportados e depositados no corredor fluvial foi realizada análise granulométrica seguindo metodologia proposta por EMBRAPA (2017), onde a distribuição granulométrica dos sedimentos de fundo foi obtida com análise física laboratorial.

Utilizou-se o método de pipetagem – dispersão total para o fracionamento do material de fundo (areia, silte e argila). 20 g de cada amostra coletada foi condicionada em 10 ml de solução dispersante (NaOH 0,1M.L^{-1}) e 100 ml de água destilada, depois de agitadas por 30 segundos com auxílio de um bastão de vidro as amostras ficaram em repouso por 12 horas. Após o repouso as amostras foram agitadas novamente por 15 minutos no Agitador de Wagner (TE-160).

Dando sequência, o material foi lavado em peneira de malha de 0,053 mm (nº 270) onde as frações de areia ficaram retidas e o silte e a argila passaram para repouso em provetas de 1000 ml. Transcorrido o tempo de sedimentação, uma pipeta foi introduzida até a profundidade de 5 cm e assim foi aspirada a suspensão, ou seja, a fração de argila. Todas as

amostras foram secas em estufa modelo TE - 394/2 e pesadas em balança de precisão analítica de marca SHIMADZU por modelo AUY220. A fração de silte foi determinada pela diferença da soma da areia e da argila das 20 g iniciais.

O método por Evaporação Total elaborado por Carvalho *et al.*, (2000) foi utilizado para as amostras dos sedimentos transportados em suspensão. As amostras contidas em béquer de 500 ml foram secas também em estufa modelo TE - 394/2 e posteriormente pesado, este procedimento ocorreu por três vezes, obtendo-se os valores de sedimentos em suspensão (mg/l^{-1}).

3. Resultados e discussões

O segmento do rio Paraguai estudado encontra-se inserido na bacia do alto Paraguai e apresenta padrão meandrante com predomínio do processo de escavação das margens côncavas e deposição de sedimentos nas margens convexas.

3.1. Seção transversal 1

A seção transversal mais a montante encontra-se nas proximidades da entrada da baía do Sadao, nas coordenadas geográficas 16° 6'51.81"S e 57°43'40.60"O. As margens apresentam vegetação preservada, com presença de gramíneas, arbustos e vegetação arbórea que compõem a floresta aluvial do rio Paraguai.

Referente às variáveis hidrodinâmicas, registrou-se nesta seção 0,29 m/s-¹ de velocidade do fluxo d'água, com 5,16 m de profundidade média e largura do canal de 120 m. A área da seção é de 619,2 m² e a vazão obtida foi de 179,56 m^3/s^{-1}. Por meio da análise da concentração dos sedimentos em suspensão foi possível estimar que a seção possui uma descarga sólida de 1.551,39 t/dia^{-1} (Tabela 1).

Tabela 1 - Batimetria, vazão e sedimentos em suspensão

Seção	Largura (m)	Prof. Média (m)	Área da seção (m^2)	Vel. Média (m/s^{-1})	Vazão (m^3/s^{-1})	Sed. em suspensão (mg/l^{-1})	Descarga sólida (t/dia^{-1})
ST1	120	5,16	619,2	0,29	179,56	100	1.551,39

ST2	131	4,93	645,83	0,42	271,24	80	1.874,81
ST3	160	3,6	576	0,48	276,48	100	2.388,78

A análise granulométrica dos sedimentos de fundo apontou a predominância da fração areia com valores acima de 98% nas amostras coletadas no centro do canal e próximo à margem esquerda (Tabela 2). Conforme estudos de Leandro e Souza (2012) estes valores expressivos de areia de textura fina podem ser atribuídos aos elementos particulares do corredor fluvial que está embasado nos Aluviões Atuais sem controle estrutural e com leito móvel. Essas características indicam que nestes setores há maior capacidade do rio de transportar sedimentos de granulometria mais grosseira (areia), sendo que nas proximidades da margem direita, onde há o desenvolvimento de uma barra de meandro (*point bar*), o percentual que se destaca é o de silte (58,4%), e é o único ponto que apresenta maior percentual de argila (4%) ao comparar com as demais amostras. A presença destes sedimentos finos indica que o local apresenta um ambiente de sedimentação, portanto, reduzida competência do rio em transportar este tipo de sedimentos (BAYER; CARVALHO, 2008).

Tabela 2 - Granulometria dos sedimentos de fundo do canal

Sedimentos de fundo (%)				
Ponto	**Amostras**	**Areia**	**Silte**	**Argila**
ST1	Margem direita	37,6	58,4	4
	Centro	98,7	0,9	0,4
	Margem esquerda	98,2	1,4	0,4
ST2	Margem direita	58,5	39,5	2
	Centro	98	1,3	0,7
	Margem esquerda	98,07	1,43	0,5
	Margem direita	88,65	10,35	1
	Centro	98,6	1	0,4

ST3	Margem esquerda	98,05	1,45	0,5

3.2. Seção transversal 2

A segunda seção localiza-se nas coordenadas geográficas de 16°6'54.92"S e 57°44'6.92"O, onde encontra-se o centro do meandro. Na localidade foi possível visualizar a presença de pesqueiro/rancho. Identificou-se também que o canal apresenta a dinamicidade de escavação da margem côncava (onde há maior velocidade da corrente) que proporciona o solapamento basal, permitindo a conservação da verticalidade da margem que apresentou 1,5 m de altura conforme observado na Figura 2A.

A remoção e transporte dos materiais advindos do processo de solapamento da margem côncava a montante dão origem à formação do banco de sedimento identificado na margem convexa de aspecto rampeado, conforme Christofoletti (1980) e Cunha (2013) esse processo de sedimentação deve-se a menor velocidade do fluxo d'água na margem convexa de rios meandrantes. Observou-se que o banco de sedimentos apresenta o desenvolvimento de vegetação rasteira indicando que a feição deposicional encontra-se em processo de estabilização (Figura 2B).

Figura 2 - (A) margem esquerda com estrutura verticalizada. (B) margem direita com morfologia rampeada, banco de sedimentos

Nesta seção o canal possui 131 m de largura, com 4,93 m de profundidade média e velocidade do fluxo de 0,42 m/s^{-1}. Apresenta uma área de 645,83 m^2 e a vazão correspondeu a

271,24 m^3/s^{-1}. Os sedimentos transportados em suspensão apresentaram 80 mg/l^{-1}, portanto, uma descarga sólida de 1.874,81 t/dia^{-1} (Tabela 01). Nota-se que mesmo compartilhando suas águas e sedimentos para a baía do Sadao logo a jusante da primeira seção, o rio Paraguai apresenta valores maiores tanto de vazão quanto de descarga sólida em suspensão por influência das demais feições localizadas na margem direita do rio.

Quanto à granulometria dos sedimentos de fundo é notável a expressividade de areia de textura fina na composição das amostras coletadas na seção (Tabela 02). Percentuais acima de 90% de areia de mesma textura foram encontradas por Leandro e Souza (2012) no rio Paraguai em um trecho a montante. Os autores salientam que a deposição deste tipo de material origina feições morfológicas ao longo do perfil longitudinal do rio, tais como, barras laterais e diques marginais. A cada ciclo de cheia e de estiagem estes sedimentos podem ser acrescidos ou removidos para locais a jusante dependendo da capacidade do fluxo do canal.

A fração de silte só aparece com relativa porcentagem na amostra coletada próximo à margem direita, indicando 39,5% da composição total, podendo estar relacionada com o processo de erosão marginal que desprende as partículas mais finas do solo, passando a compreender a carga de fundo desse ponto.

3.3. Seção transversal 3

A terceira seção transversal encontra-se nas coordenadas geográficas de 16°7'30.51"S e 57°43'52.24"O, na saída da baía do Sadao. A margem direita apresenta altura de 1m e a mesma contem vegetação marginal preservada, foi possível observar atividade de pesca embarcada no segmento, e, logo nas adjacências da margem esquerda, onde encontra-se a saída da baía, há presença de ranchos, hotéis e até mesmo uma bomba d'água usada para abastecer tais empreendimentos.

No período de estiagem a saída da baía perde conexão com o rio Paraguai devido o assoreamento da mesma contribuindo assim para o barramento da água a montante tornando a

água parada e escassa, este fato levou os moradores a instalarem a bomba d'água diretamente no rio Paraguai a fim de não ficarem sem água no período de estiagem (SOUZA *et al.*, 2012).

Em relação às variáveis hidrodinâmicas observa-se que esta seção transversal apresentou a maior vazão (276,48 m^3/s^{-1}), este fato em consonância com o regime fluvial do rio Paraguai no período de cheia influencia diretamente na descarga sólida em suspensão criando condições energéticas favoráveis para a competência do canal em transportar sedimentos suspensos, neste sentido, a descarga sólida em suspensão do segmento foi de 2.388,78 t/dia^{-1}, indicando a maior concentração por ser o ponto mais a jusante da área de estudo que recebe influência das demais áreas a montante e, conforme Buhler e Souza (2012), as embarcações que trafegam no trecho podem causar a remobilização destes sedimentos deixando-os suspensos na água.

Os sedimentos de fundo registraram alta porcentagem de areia de textura fina nos três setores de coleta da seção, com média de 95,1% da composição. De acordo com estudos realizados por Buhler e Souza (2012) na região do Sadao, os sedimentos de fundo do canal também apresentaram valores aproximados tanto nas amostras coletadas no período de cheia quanto nas de estiagem, 100% e 99,25% respectivamente. Assim, é pertinente afirmar que o rio Paraguai possui competência de transportar sedimentos grosseiros (areia) pela presença do elevado percentual deste material nas amostras coletadas para esta pesquisa.

4. Considerações finais

Os dados referentes à composição granulométrica das seções transversais apontaram a predominância de material grosseiro, com destaque a areia fina, assinalando que o canal fluvial apresenta capacidade de transportar sedimentos de fundo. Os valores pertinentes à descarga sólida neste trecho mostraram que houve o aumento da carga suspensa transportada pelo rio Paraguai em direção à jusante.

Neste contexto, análises da composição granulométrica dos sedimentos de fundo e suspensão, bem como das variáveis hidrodinâmicas viabilizam informações relativas à

morfologia fluvial e a dinâmica do rio Paraguai. A dinamicidade meandrante do trecho estudado contribui para a erosão da margem côncava e deposição de detritos na margem convexa que favorece a formação e evolução da barra lateral e migração do canal. Esse processo é natural, mas pode estar sendo intensificado pelas atividades antrópicas desenvolvidas nas margens do rio, bem como nas áreas adjacentes à planície fluvial.

5. Referências bibliográficas

ASSINE, M. L. **Sedimentação na Bacia do Pantanal Mato-Grossense, Centro-Oeste do Brasil**. 2003. Tese (Livre Docência) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2003.

BAYER, M.; CARVALHO, T. M. Processos morfológicos e sedimentos no canal do rio Araguaia. **Revista de Estudos Ambientais**, v. 10, n. 2, p. 24-31, 2008.

BUHLER, B. F.; SOUZA, C. A. de. de. Aspectos sedimentares do rio Paraguai no perímetro urbano de Cáceres – MT. **Geociências**, São Paulo, UNESP, v. 31, n. 3, p. 339-349, 2012.

CARVALHO, N. de O. *et al.* **Guia de práticas sedimentométricas**. Brasília: ANEEL, 2000. 154 p.

CARVALHO, N. de O. **Hidrossedimentologia Prática**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2008. 600 p.

CHARLTON, R. **Fundamentals of fluvial geomorphology.**London: Routledge, 2008. 234 p.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia.** 2. ed. São Paulo: Editora Blucher, 1980. 189 p.

CHRISTOFOLLETTI, A. **Geomorfologia fluvial**. São Paulo: Edgar Blucher, 1981. 297 p.

CUNHA, S. B. da. Geomorfologia Fluvial. In: CUNHA, S. B. da; GUERRA, A. J. T. (org.). **Geomorfologia**: exercícios, técnicas e aplicações. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009, p. 157-190.

CUNHA, S. B. da. **Geomorfologia Fluvial**. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da (org.). Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2013, p. 211-246.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual de Métodos de Análises de Solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2017.

FRISSEL, C. A.; LISS, W. J.; WARREN, C. E.; HURLEY, M. D. 1986. A hierarchical framework for stream habitat classification: viewing streams in a watershed context. **Environmental Managemet**, 10: 199-214.

JUSTINIANO, L. A. A. **Dinâmica fluvial do rio Paraguai entre a Foz do Sepotuba e a foz do Cabaçal**. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade do Estado de Mato Grosso, Cáceres, 2010.

LEANDRO, G. R. S. **Dinâmica Ambiental e Hidrossedimentológica no Rio Paraguai Entre a Volta do Angelical e a Cidade de Cáceres – MT.** 2015. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2015.

LEANDRO, G. R. S.; SOUZA, C. A. Pantanal de Cáceres: composição granulométrica dos sedimentos de fundo no rio Paraguai entre a foz do rio Cabaçal e a cidade de Cáceres, Mato Grosso, Brasil. **Ambi-Agua**, Taubaté, v. 7, n. 2, p. 263-276, 2012.

LEOPOLD, I. B.; EMMETT. W. W.; MYRICK, R. M. Channel and hiellslope processes in a semiarid area. New México. **U.S - Geog. Surv. Prof. Paper**, v. 352-6, 1964, p. 193-253.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia do trabalho científico:** procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto e relatório, publicações e trabalhos científicos. 7. ed. São Paulo: Atlas: 2011.

SILVA, E. S. F. et. al. Evolução das Feições Morfológicas do rio Paraguai no Pantanal de Cáceres – Mato Grosso. **Revista Brasileira de Geomorfologia,** v.13, n.4, p. 435-442, 2012.

SOUZA, C. A. de.; VENDRAMINI, W. J.; SOUZA, M. A. de. Assoreamento na baía do Sadao no rio Paraguai – Cáceres – Mato Grosso. **Cadernos de Geociências**, v. 9, n. 2, 2012.

SOUZA, C. A. de. **Dinâmica do corredor fluvial do rio Paraguai entre a cidade de Cáceres e a Estação Ecológica da Ilha de Taiamã-MT**. 2004. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

SOUZA, C. A. de. *et al.* **Sedimentação no rio Paraguai e no baixo curso dos tributários Sepotuba, Cabaçal e Jauru, Mato Grosso, Brasil**. In: 14º EGAL- Encuentro de Geógrafos de América Latina, Lima - Peru, 2013.

TUCCI, C. E. M. 2004. **Recursos Hídricos e Conservação do Alto Paraguai**. Porto Alegre, Instituto de Pesquisas Hidráulicas – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 123 p.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

APORTE DE SEDIMENTOS E VARIÁVEIS HIDRODINÂMICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO TAQUARAL, AFLUENTE DA MARGEM ESQUERDA DO RIO PARAGUAI

Antonia Brito Farias[(a)], Celia Alves de Souza[(b)]

[(a)] Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), antonia.bf@gmail.com

[(b)] Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), celiaalvesgeo@globo.com

Eixo:

Resumo/

O presente trabalho objetivou analisar as variáveis hidrodinâmicas e o comportamento sedimentológico no período de cheia da bacia hidrográfica do córrego Taquaral, afluente da margem esquerda do rio Paraguai. Dessa forma, foi realizado trabalho de campo em nove seções distribuídas no baixo, médio e alto curso da bacia, para a coleta de dados referentes batimetria e velocidade do fluxo. Para a caracterização sedimentológica da bacia realizou-se coletas de sedimentos de fundo e suspensão. Os resultados mostram a morfologia do canal nas seções transversais, a largura do canal variou de 2,20 a 11,80 m, a profundidade média ficou entre 0,18 a 1,58m, velocidade de fluxo variou de 0,1 a 0,9 m/s^{-1}, área molhada de 0,39 a 18,64m^2 e a vazão de 0,11 e 10,05 m^3/s^{-1}. A carga de sedimentos em suspensão e a descarga sólida variaram entre 20 e 140mg/l, 0,57 e 38,60 respectivamente. Nos sedimentos de fundo predominou areia fina.

Antonia Brito Farias, Celia Alves de Souza

Palavras chave: Córrego Taquaral, Dinâmica fluvial, Sedimentação.

1. Introdução

O estudo foi realizado na bacia hidrográfica do córrego Taquaral, afluente da margem esquerda do rio Paraguai, localizada na compartimentação geológica denominada Província Serrana, no município de Cáceres/MT. A área da bacia é ocupada por pequenas e médias propriedades e pelas Comunidades Taquaral e Guanandí.

A bacia hidrográfica é caracterizada como um conjunto de terras drenadas por um determinado corpo d'água principal e seus demais afluentes, a bacia representa uma unidade apropriada para a realização de estudos quantitativos e qualitativos dos recursos d'água e dos fluxos de sedimentos e nutrientes (CHRISTOFOLLETI, 1980; PIRES *et al.*, 2002).

A bacia do Alto Paraguai é considerada uma das mais importantes do Brasil, seus afluentes atravessam uma vasta área de planície, sendo uma grande bacia de recepção líquida e sedimentos, por possuir forma de anfiteatro. O rio Paraguai e seus afluentes ocupam uma grande extensão territorial, sendo um dos principais contribuintes da manutenção do pantanal mato-grossense (SOUZA, 2004).

O córrego Taquaral é uma área de grande importância cultural para o município de Cáceres/MT, por fazer parte do contexto histórico de formação territorial da cidade. Em relação as suas características físicas, é possível observar que a bacia possui duas realidades hídricas, uma vinculada a disponibilidade e a outra a qualidade da água. Com referência a disponibilidade de água nota-se que nas áreas onde possuem ocorrência de arenito, há abundância de água, já nos ambientes que têm rochas carbonáticas, há a escassez de água (XAVIER; SOUZA, 2016).

Os estudos relacionados aos ambientes de bacias hidrográficas constituem-se importantes para a compreensão de todos os processos que ocorrem nesse ambiente, uma vez que elas são consideradas um sistema aberto, onde ocorrem trocas de energia e de matéria, recepção de águas e sedimentos que se relacionam com os diversos elementos ambientais que a compõem(BÜHLER, 2016).

Alguns autores ao longo dos anos veem realizando estudos e pesquisas no âmbito da Geomorfologia Fluvial. Entre eles destacam-se: Andrade e Souza (2009); Justiniano (2010); Négrel e Rigollet (2011); Vieira *et al.* (2018), dentre outros.

Diante do exposto, esse trabalho tem como objetivo analisar as variáveis hidrodinâmicas e o comportamento sedimentológico no período de cheia da bacia hidrográfica do córrego Taquaral afluente da margem esquerda do rio Paraguai, Cáceres/MT.

2. Materiais e Métodos

2.1 Área de Estudo

A área de estudo corresponde a bacia hidrográfica do Córrego Taquaral, localizada no município de Cáceres/MT. Nas respectivas coordenadas geográficas 15º58'40.4"S a 16º03'47.6" e 57º30'28.1"W a 57º41'13.8"W. A bacia possui uma área de 158 km², contribuinte da margem esquerda do Rio Paraguai (Figura 1).

2.2. Procedimentos metodológicos

Para o desenvolvimento deste trabalho serão fundamentais as etapas de gabinete, campo e laboratório (ROSS; FIERZ, 2009). A pesquisa bibliográfica versará em uma parte da etapa de gabinete sendo realizada preliminar às outras e ao longo de todo processo de investigação a partir de relatórios, livros, teses, dissertações, artigos científicos, dentre outros (LAKATOS; MARCONI, 2007).

Para obter os dados referentes a área da seção (A) foi utilizado o seguinte cálculo: L x P (A = L x P). Para obter o cálculo da vazão será utilizada a seguinte fórmula: Q= V x A, onde: Q = Vazão; V = Velocidade das águas; A = Área (CUNHA, 2009).

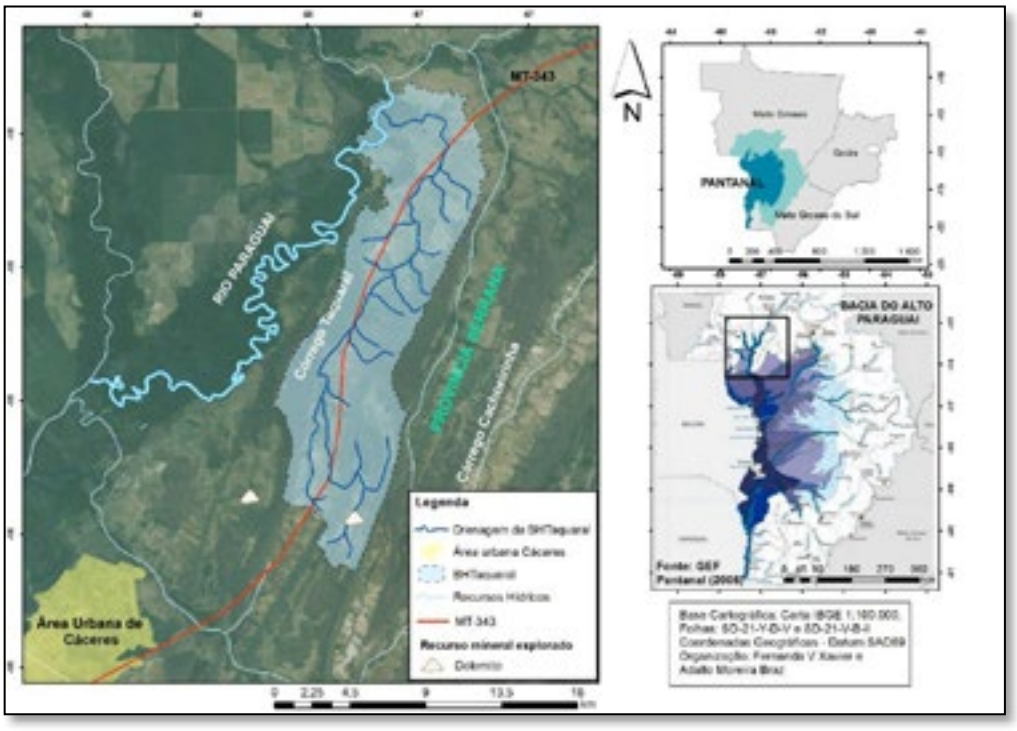


Figura 1. Área de estudo

A atividade de campo foi realizada no mês de fevereiro de 2018, onde foram coletadas amostras de sedimentos de fundo e suspensão e, realizou-se o monitoramento das variáveis hidrodinâmicas em nove seções transversais. Para obter os valores de velocidade, foi utilizado o molinete fluviométrico Global Water FP211, para as medidas das larguras e profundidades utilizou-se a fita métrica.

Para quantificar a carga de sedimentos suspensos foi realizada coleta das amostras de água utilizando garrafas de 1L, a mesma foi esterilizada com a água do próprio canal, por duas vezes, com os devidos cuidados para não movimentar os materiais do fundo do canal. Em laboratório, essas amostras serão submetidas ao método de Evaporação, na execução desse método a amostra, água-sedimento, foi submetida à estufa a 105Cº em recipiente adequado à evaporação (béquer) para secagem (CARVALHO, 2008; LELI; STEVAUX; NÓBREGA, 2010). Para quantificar as frações de argila e de silte, foi adotado o método pipetagem (EMBRAPA, 1997). Para quantificação das frações de areia (grossa, média e fina) ocorreu a partir do ensaio de peneiramento e a partir de processo mecânico no agitador eletromagnético (SUGUIO, 1973; SOUZA *et al.*, 2012).

Tabela 1. Localização espacial das seções de coleta de dados no córrego Taquaral

Local	Seção	Coordenadas
Alto Curso	I	15º58’40.4”S e 57º30’28.1”W
	II	15º58’32.8”S e 57º30’27.6”W
	III	15º58’43.4”S e 57º30’46.4”W
Médio Curso	IV	15º57’29.2”S e 57º31’31.2”W
	V	15º55’23.2”S e 57º31’23.9”W
	VI	15º54’00.9”S e 57º30’59.1”W
	VII	15º50’16.3”S e 57º28’46.2”W

Baixo Curso	VIII	15º48'03.2"S e 57º27'48.0"W
	IX	16º03'47.6"S e 57º41'13.8"W

3. Resultados e Discussões

Seção I – Áreas de Nascentes

A primeira seção encontra-se no vale da Província Serrana, sendo influenciada pela estrutura e pela litologia (calcário da Formação Araras), trata-se da área de nascentes, a mata ciliar encontra-se parcialmente preservada, com presença espécies arbóreas e palmeiras como o Bacuri (*Platonia insignis*) e na outra nascente a mat possui pouca cobertura vegetal.

Em relação as características hidrodinâmicas, o canal apresentou uma largura de 2,60 metros e uma profundidade média de apenas 0,54 metros. A área da seção é de 1,40 m², a vazão obtida foi de apenas 0,14 m^3/s^{-1} e a velocidade média do fluxo foi de 0,1 m/ s^{-1}, (tabela 1).

Tabela 2. Variáveis hidrodinâmicas das nove seções da bacia do córrego Taquaral.

Seção	Largura (m)	Profundidade média (m)	Velocidade média (m/s^{-1})	Área (m²)	Vazão (m^3/s^{-1})
I	2,60	0,54	0,1	1,40	0,14
II	2,20	0,18	0,3	0,39	0,11
III	2,80	0,28	0,5	0,78	0,39
IV	4,50	0,32	0,3	1,44	0,43
V	4,40	1,25	0,2	5,62	1,12
VI	8,30	0,40	0,2	3,32	0,83
VII	8,10	1,38	0,9	11,17	10,05
VIII	6,80	0,90	0,5	6,12	3,06
IX	11,80	1,58	0,2	18,64	3,72

As análises granulométricas dos sedimentos de fundo nessa seção mostraram a predominância de areia fina (43,95%) e grossa (30,65%). O valor relacionado da concentração de sedimentos em suspensão foi de 80 mg/l e a descarga sólida suspensa de 0,967 t/dia^{-1} (tabela 2).

Tabela 3. Dados referentes a granulometria (%) e carga de sedimentos em suspensão.

Seção	Areia Grossa (%)	Areia Média (%)	Areia Fina (%)	Silte (%)	Argila (%)	Sedimentos em suspensão (mg/l)	Descarga sólida em suspensão (t/dia^{-1})
I	30,65	17,60	43,95	0,60	7,20	80	0,96
II	29,30	13,15	30,45	1,65	25,45	60	0,57
III	9,00	39,40	47,90	0,45	3,25	140	4,71
IV	18,10	51,55	27,00	0,50	2,85	140	5,20
V	0,70	25,00	72,50	0,60	1,20	60	5,80
VI	1,50	20,25	73,10	0,50	4,65	40	2,86
VII	8,50	60,15	29,85	0,55	0,95	40	38,60
VIII	0,70	1,90	89,85	0,60	6,95	40	10,57
IX	1,65	7,65	22,40	64,20	4,10	20	6,42

Seção II - Açude

A segunda seção está situada no alto curso da bacia, dentro de uma propriedade privada, encontra-se parcialmente preservada, sendo usado para utilizado para a criação de animais, o proprietário construiu um barramento no canal do córrego Taquaral formando um açude para reter água para consumo dos animais.

Sobre as variáveis hidrodinâmicas nessa seção, os valores referentes a largura do canal foram de 2,20m, a profundidade média foi de 0,18m, a vazão foi de apenas 0,11m^3/s^{-1} e a área 0,39m^2 (tabela 1). Em relação aos dados granulométricos, houve a predominância de areia fina (30,45%), areia grossa (29,30%) e argila (25,45%) (tabela 2). Os dados referentes a concentração de sedimentos suspensos e a descarga sólida em suspensa foram respectivamente 60mg/l e 0,57 t/dia^{-1} (tabela 2).

Seção III

A terceira seção localiza-se no alto curso da bacia especificamente na Comunidade do Taquaral Esse local está inserido na Comunidade do Taquaral, próximo a estrada. Nessa seção

diferentemente das seções anteriores o fluxo do canal era maior, indicando que nessa seção o canal recebe a influência de outros afluentes da bacia na sua descarga líquida.

As variáveis hidrodinâmicas obtidas nessa seção foram: 2,80m largura do canal, 0,28m de profundidade média, a velocidade foi de 0,5m/s^{-1}, a área era de 0,78m^2 e a vazão 0,39m^3/s^{-1} (tabela 1). Com referência as características granulométricas dos sedimentos de fundo ocorreram o predomínio de areia fina (47,90%) seguida de areia média (39,40%) (tabela 2). O valor referente a concentração de sedimentos suspensos foi de 60mg/lm e a descarga sólida em suspensa foi de 4,71t/dia^{-1} (tabela 2).

Seção IV

A seção IV está situada no médio curso da bacia do córrego Taquaral, em propriedade privada, a vegetação ciliar encontra-se parcialmente preservada. O local é utilizado como forma de lazer pelos proprietários, próximo à área foi possível observar a presença de pastagem e alguns processos erosivos nas margens do canal.

Nessa seção o córrego Taquaral apresentou uma largura de 4,50 metros e uma profundidade média de 0,32 metros. A área molhada foi de 1,44m^2 e a vazão de 0,43m^3/s^{-1} (tabela 1). Com relação a granulometria no período chuvoso as maiores porcentagens foram de areia média e fina (51,55% e 27%) (tabela 2). A concentração de sedimentos suspensos foi de 140mg/l e a descarga sólida em suspensa foi de 5,20t/dia^{-1} (tabela 2).

Seção V

A seção V está situada no médio curso da bacia do córrego Taquaral, a propriedade é utilizada para a prática da pecuária e agricultura. Há pouca ocorrência de vegetação ciliar nas margens do canal, tendo a presença de gramíneas. Observou-se que os animais têm acesso direto ao canal, tal fato somado com a falta de vegetação ciliar no entorno do canal tem contribuído para a intensificação dos processos erosivos, principalmente na margem esquerda, onde nitidamente está ocorrendo o assoreamento do canal.

As variáveis hidrodinâmicas apontaram uma largura de 4,50m, a profundidade média foi de 1,25m, o fluxo médio do canal na ultrapassou 0,20m/s^{-1}. A área molhada da seção era de 5,62 m^2 e a descarga líquida foi de apenas 1,12 m^3/s^{-1} (tabela 1). Com relação a análise granulométrica houve a predominância de areia fina (72,50%). A concentração de sedimentos suspensos foi de 60 mg/l e a descarga sólida em suspensa foi de 5,80 t/dia^{-1} (tabela 2).

Seção VI

A seção VI está inserida no médio curso da bacia do córrego Taquaral as principais formas de uso a agricultura, pecuária e a pesca. Observou-se que na margem direita do canal há pouca ocorrência de vegetação ciliar, na margem direita há maior presença de vegetação, porém, o local encontra-se antropizado. No canal notou-se o avanço de processos erosivos principalmente na margem direita, onde está ocorrendo o assoreamento do canal. Vale ressaltar, que os animais assim como na seção anterior têm acesso direto ao canal e a prática da agricultura ocorre a poucos metros do leito do córrego.

As variáveis hidrodinâmicas apresentaram os seguintes valores: largura do canal 8,30 m, a profundidade média 0,40 m, a velocidade média 0,25 m/s^{-1}, a área 3,32 m^2 e a vazão 0,83 m^3/s^{-1} (tabela 1). No que diz respeito a análise granulométrica houve a predominância de areia fina (73,10%), com concentração de sedimentos suspensos foi de 40 mg/l e a descarga sólida suspensa de 2,86 t/dia^{-1} (tabela 2).

Seção VII

A seção VII está inserida no médio curso da bacia em uma ponte da rodovia MT-343. A montante do canal apresenta mata de galeria, porém, no local onde foram realizadas as coletas de dados havia pouca ocorrência de vegetação ciliar. Foi possível observar que o local é utilizado como área de lazer, pois, com presença de alguns objetos (sacolas plásticas, embalagens de alimentos, equipamentos de pesca e etc) de uso antrópico.

As variáveis hidrodinâmicas indicaram: largura de 8,10m, profundidade média de 1,38m, velocidade média de 0,9m/s^{-1}, a área molhada foi de 11,17m² e a vazão 10,05m³/s^{-1} (tabela 1). Com referência as análises da composição granulométrica nessa seção houve o predomínio de areia média (60,15%), a concentração de sedimentos em suspensão foi de 40mg/l e a descarga sólida em suspensa de 38,60t/dia^{-1} (tabela 2).

Seção VIII

A seção VIII está situada no baixo curso da bacia do córrego Taquaral, foi monitorado na ponte de madeira da rodovia MT-343, próxima a Comunidade Guanandí. A vegetação ciliar encontra-se parcialmente preservada, como formas de uso foram identificadas a pesca e a pecuária.

As variáveis hidrodinâmicas apontaram uma largura de 6,80 metros, a profundidade média foi de 0,90m, a velocidade média 0,50m/s^{-1}, a área molhada da seção foi de 6,12m² e a vazão de 3,06m³/s^{-1} (tabela 1). Em relação a composição granulométrica os resultados obtidos mostraram maior porcentagem de areia fina (89,85%). A concentração de sedimentos em suspensão foi de 40mg/l e a descarga sólida suspensa foi de 10,57t/dia^{-1} (tabela 2).

Seção IX

A seção IX está inserida no baixo curso da bacia, corresponde a foz da bacia, onde o canal principal deságua na Baía Redonda. A planície de inundação encontrava-se totalmente alagada, a vegetação ciliar encontra-se preservada. E as principais formas de uso identificadas foram a pesca.

As variáveis hidrodinâmicas obtidas foram: largura 11,80m, profundidade média 1,58m, velocidade do fluxo 0,2m/s^{-1}, a área foi de 18,64km² e a vazão 3,72m³/s^{-1} (tabela 1). As análises granulométricas apontaram a predominância de silte (64,20%) e areia fina (22,40%). A concentração sedimentos em suspensão foi de 20mg/l e a descarga sólida em suspensa 6,42t/dia^{-1} (tabela 2).

4. Considerações Finais

A bacia hidrográfica do córrego Taquaral está inserida na área rural do município de Cáceres/MT, portanto, os princinpais formas de uso na área são a agricultura e a pecuária. De modo geral, as seções analisadas encontra-se pouco preservadas, em algumas delas não há vegetação no entorno das margens, o que acarreta na aceleração dos processos erosivos e consequetemente o assoreamento do canal.

Através dos dados obtidos referentes as variaveis hidrodinâmicas foi possivel identificar que o volume de descarga líquida foi aumentando no sentido jusante do canal. A carga de sedimentos em suspensão foram maiores no alto e, em algumas seções do médio curso da bacia. Porém, as maiores descargas sólidas suspensas foram no médio e baixo curso, por possuírem maiores vazões. Com referência aos aspectos sedimentológicos as maiores porcentagens registradas foram de areia fina na maioria das seções analisadas.

5. Agradecimentos

6. Referências Bibliográficas

ANDRADE, L. N. P. da S.; SOUZA, C. A. de. Sub-Bacia Hidrográfica do Córrego das Pitas: Análise Batimétrica e Transporte de Sedimentos. São Paulo, UNESP, **Geociências**, v.28, n.4, p. 387-400, 2009.

BÜHLER, B. F. **A influência da geologia e do uso e ocupação da terra na qualidade da água e composição sedimentar do Córrego Jacobina, município de Cáceres – MT.** Orientadora: Célia Alves de Souza. 2016. 157 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade do Estado de Mato Grosso, Cáceres – MT, 2016.

CARVALHO, N. de O. Fundamentos da hidrossedimentologia. *In*: CARVALHO, N. de O. **Hidrossedimentologia prática.** 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2008.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia.** 2. ed. São Paulo: Edgar Blücher, 1980.

CUNHA, S. B. da. Geomorfologia Fluvial. *In:* GUERRA. A. J. T.; CUNHA, S. B. da. (orgs.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Editora Bertrand do Brasil, 2009. p. 211-252.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA**. Manual de Métodos de análises de solos.** 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997.

GRIZIO-ORITA, E. V.; COSTA, S. B. da. Produção de sedimentos em Bacias Hidrográficas. *In:* ENCONTRO DE GEÓGRAFOS DA AMÉRICA LATINA – REENCONTRO DE SABERES TERRITORIAIS LATINO-AMERICANOS, 14., 2013, Lima – Peru. **Anais** [...]. Lima – Peru: Observatório Geográfico da América Latina, 2013.

JUSTINIANO, L. A. A. **Dinâmica fluvial do rio Paraguai entre a foz do Sepotuba e a foz do Cabaçal.** Orientadora: Celia Alves de Souza. 2010. 72 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, Cáceres, 2010.
LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Técnicas de pesquisa.** 3. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

LELI, I. T; STEVAUX, J. C.; NÓBREGA, M. T. da. Produção e transporte da carga suspensa fluvial: teoria e método para rios de médio porte. **Boletim de geografia**, Maringá, v. 28, n. 1, p. 43-58, 2010.

NÉGREL, P.; RIGOLLET, C. Dynamique de l'eau, de l'érosion à la sédimentation. **Geo-sciences,** n.13, p.64-71, 2011.

PIRES, J. S. R.; SANTOS, J. E. dos.; DEL PRETTE, M. E. A utilização do conceito de bacia hidrográfica para a conservação dos recursos naturais. *In:* SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. (orgs.). **Conceitos de bacias hidrográficas:** Teorias e aplicações. Ilhéus, BA: Editus, 2002. p.17-35.

ROSS, J. L. S.; FIERZ, M. S. M. Algumas técnicas de pesquisa em Geomorfologia. *In:* VENTURI, L. A. B. (org.). **Praticando Geografia: técnicas de campo e laboratório**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. p. 69-84.

SOUZA, C. A. **Dinâmica do corredor fluvial do rio Paraguai entre a cidade de Cáceres e a Estação Ecológica da Ilha de Taiamã-MT**. Orientadora: Sandra Baptista Cunha. 2004. 198 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

SOUZA, C. A.; VENDRAMINI, W. J.; SOUZA, M. A. Assoreamento na baía do Sadao no rio Paraguai – Cáceres – Mato Grosso. **Cadernos de Geociências.** v.9, n.2, p. 85-93, 2012.

SUGUIO, K. **Introdução à sedimentologia.** São Paulo: Edgard Blücher, 1973.

VIEIRA, C. H. N.; et al. Análise multitemporal do uso e cobertura da terra da bacia hidrográfica do Alto Rio Jardim, Planaltina – DF. **Revista Brasileira de Geografia Física,** v.11, n.01, p.85-98, 2018.

XAVIER, F. V.; SOUZA, C. A. de. Avaliação integrada da bacia hidrográfica do córrego Taquaral através da análise de fragilidades e potencialidades ambientais. Cáceres: UNEMAT, 2016. No prelo.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ASPECTOS FÍSICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JARU – BAIXO MACHADO - RONDÔNIA

Ana Paula Alves Gonçalves[a], Catia Eliza Zuffo[b], Grasiela Rocha Torres Goveia[c]

[a] Engª Ambiental, docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia – IFRO *Campus* Jaru e discente do Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - PROFÁGUA – Polo Universidade Federal de Rondônia - UNIR *Campus* Ji-Paraná, ana.goncalves@ifro.edu.br
[b] Geógrafa, docente do Departamento de Geografia da Universidade Federal de Rondônia – UNIR *Campus* Porto Velho e do PROFÁGUA – Polo UNIR *Campus* Ji-Paraná, catiazuffo@unir.br
[c] Geógrafa e Mestre em Geografia da Karipunas – Associação Ecológica da Amazônia, grasiela.torres@gmail.com

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

No Brasil, desde 1988, gradativamente, vem sendo criados comitês para atuarem no gerenciamento das águas em bacias hidrográficas. Neste trabalho, realizou-se pesquisa bibliográfica e elaboraram-se mapas temáticos de aspectos físicos da bacia hidrográfica do Rio Jaru – Baixo Machado, em Rondônia, como contribuições ao diagnóstico do meio físico e processo de implantação deste comitê de bacia hidrográfica na Amazônia.

Ana Paula Alves Gonçalves, Catia Eliza Zuffo, Grasiela Rocha Torres Goveia

Palavras chave: Bacia hidrográfica, Rio Jaru, Rio Machado, Rondônia.

1. Introdução

No Brasil, existem Comitês de Bacia Hidrográfica (CBHs) desde o ano de 1988 (ANA, 2011). São organismos colegiados com composição variável em função dos segmentos - poder público, usuários de águas e sociedade civil organizada - que demonstrem interesse e busquem sua representação de maneira democrática, tendo poder de decisão sobre a gestão das águas na respectiva bacia, constituindo-se parte integrante do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), (COMITÊS DE BACIAS HIDROGRÁFICAS, 2019).

O Rio Jaru - Baixo Machado representa porção do médio e todo o baixo curso do mais extenso rio rondoniense, cuja foz no rio Madeira, localiza-se ao norte do Estado, no município de Porto Velho.

A implantação de CBHs em grandes bacias, notadamente as que pertencem à Amazônia brasileira, é um desafio peculiar, pela distância, logística e outras características da região (ZUFFO, 2010).

Este trabalho sobre aspectos físicos da bacia, que corresponde à área de atuação do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Jaru – Baixo Machado – RO (CBH-JBM-RO) (ZUFFO, 2014), instituído ainda em 2014 (CRH-RO – RESOLUÇÃO 2014-06 e RONDÔNIA - DECRETO 19.059 de 31-07-2014), pretende contribuir para a elaboração de material informativo, contendo entre outros tópicos, breve diagnóstico do meio físico, que será utilizado no processo de mobilização, previsto para o ano de 2019, visando à implantação deste CBH, no contexto da bacia do rio Machado em Rondônia (ZUFFO, *et al*., 2016).

2. Materiais e Métodos

Para alcançar o objetivo proposto, foi realizada uma pesquisa bibliográfica, de caráter descritivo, baseada no método dedutivo, conforme Gil (2002). Quanto aos aspectos físicos "Geologia, Geomorfologia, Solos e Clima" da bacia hidrográfica, objeto de estudo, utilizou-se, como principais referências, documentos e informações disponíveis em publicações ou portais da Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental (SEDAM), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Serviço Geológico do Brasil – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) e do Plano Agropecuário e Florestal de Rondônia (PLANAFLORO).

Os mapas temáticos foram gerados através da aplicação de técnicas de Geoprocessamento, utilizando os *Software* QGis e editoração no CorelDRAW.

3. Resultados e discussões

Conforme Gonçalves, Zuffo e Goveia (2019 – no prelo), a Figura 1 apresenta diversas informações deste Comitê de expressiva área territorial:

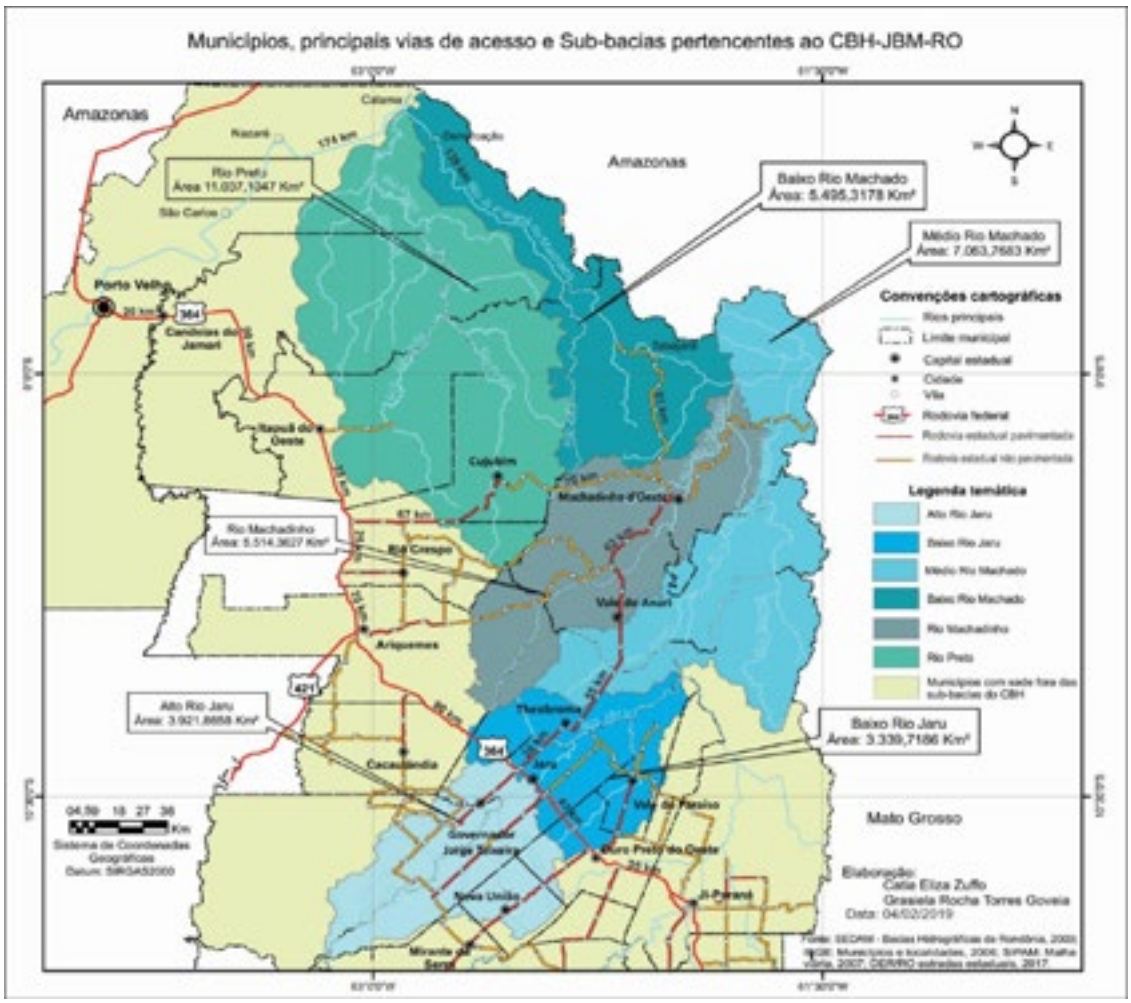


Figura 1 – Municípios, principais vias de acesso e Sub-Bacias pertencentes ao CBH-JBM-RO.
Fonte: Gonçalves, Zuffo e Goveia, 2019 (no prelo).

- é composto por 06 (seis) sub-bacias hidrográficas (Alto Rio Jaru, Baixo Rio Jaru, Rio Médio Machado, Rio Baixo Machado, Rio Machadinho e Rio Preto, totalizando 36.372,1379 km^2); da bacia do Rio Ji-Paraná ou Machado, que é o maior rio rondoniense, correspondendo a 02 (duas) Unidades Hidrográficas de Gestão (UHG) – Rio Jaru e Baixo

Rio Machado, conforme consta no Plano Estadual de Recursos Hídricos aprovado pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CRH/RO) em 2018 (RONDÔNIA, 2018);

- abrange área de 17 municípios, com 08 cidades, das quais destaca-se Jaru como principal polo regional e com vias de acesso pavimentadas, dentro do perímetro do CBH, sendo que somente 03 municípios estão inseridos integralmente: Theobroma, Vale do Anari e Machadinho do Oeste (Figura 1).

Das unidades geológicas identificadas em Rondônia, 12 (doze) ocorrem na área de estudo, das quais destacam-se as rochas do Complexo Jamari (compostas principalmente por ortognaisses tonaliticos e quartzo-dioriticos), que apresentam ampla distribuição na porção centro-oriental do estado e predominam nas sub-bacias Alto e Baixo Rio Jaru, enquanto as Coberturas Sedimentares Indiferenciadas, que apresentam expressiva variedade de materiais e idade pliopleistocênica (CPRM, 2010), predominam ao norte, especialmente na sub-bacia do rio Preto (Figura 2).

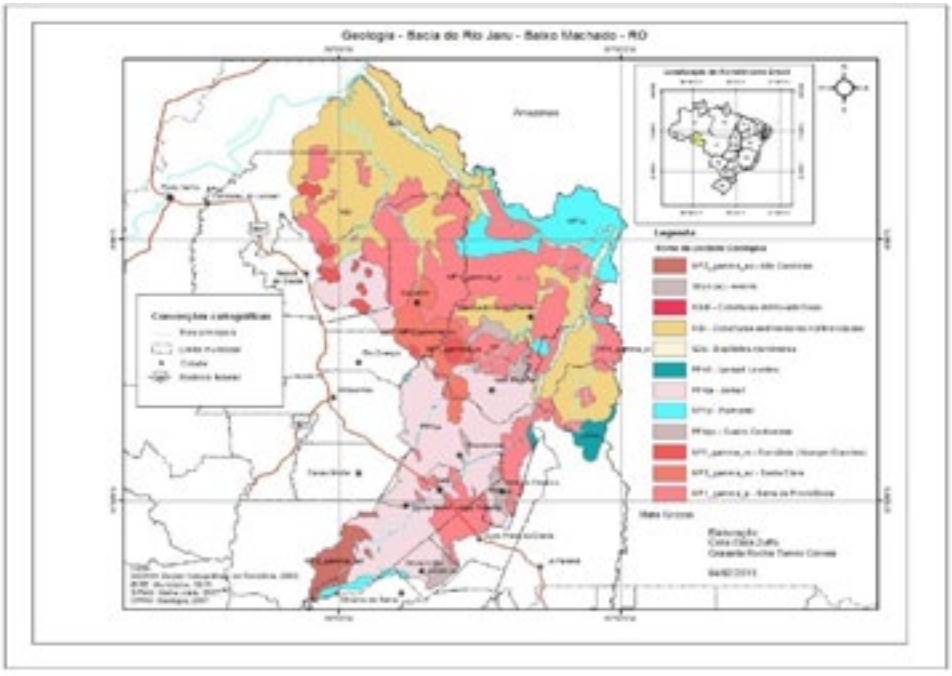


Figura 2 – Mapa Geológico da Bacia Hidrográfica do Rio Jaru – Baixo Machado – RO.

As Superfícies Aplainadas do Sul da Amazônia constituem o mais extenso domínio geomorfológico de Rondônia e ocupam toda a porção central do estado, estando a área de estudo inserida nesse domínio (Figura 3), apesar da existência de mais 05 (cinco) unidades geomorfológicas com menor área de abrangência: Planícies Aluviais e Depressões, Unidades Denudacionais, Depressões, Lagos, Deltas/Cones, Agrupamentos de Morros e Colinas, além de Superfícies Tabulares.

Essas extensas áreas arrasadas por prolongados eventos de erosão generalizada, ao longo do Neogeno, conjugados a uma notável estabilidade tectônica em escala regional, apresentam cotas que variam entre 100 e 300 m e notabilizam-se pela ocorrência de extensas áreas aplainadas, levemente entalhadas pela rede de drenagem (CPRM, 2010).

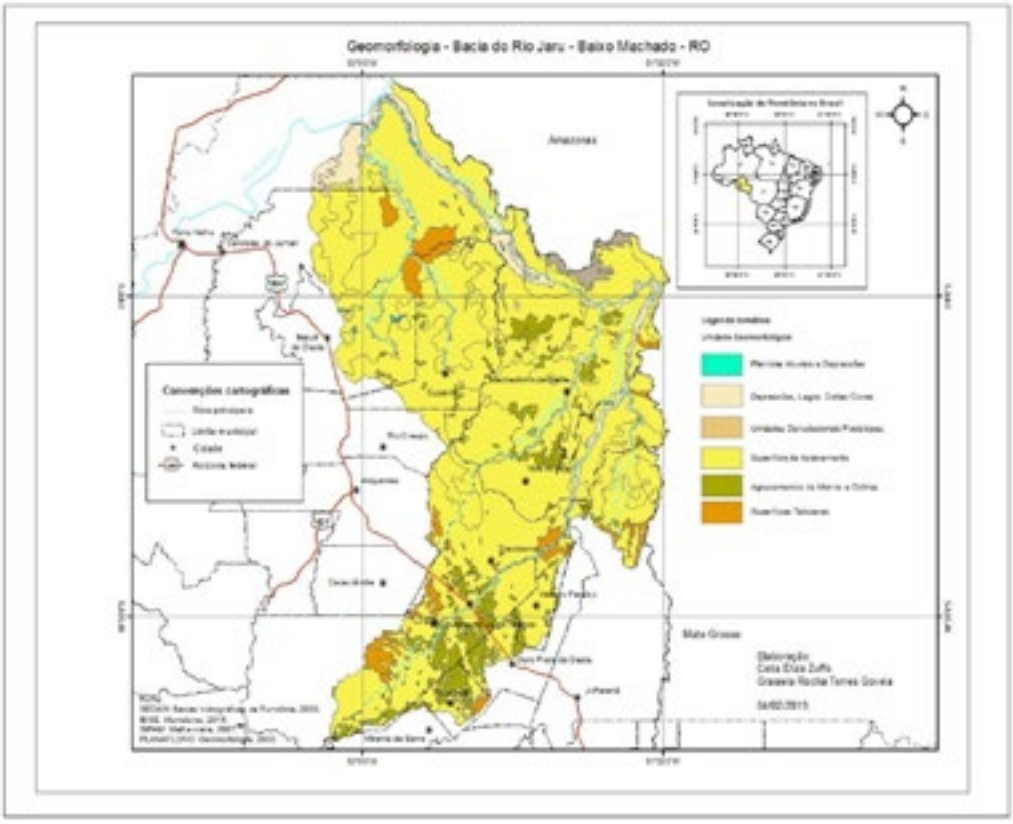


Figura 3 – Mapa Geomorfológico da Bacia Hidrográfica do Rio Jaru – Baixo Machado – RO.

Em relação às 16 (dezesseis) Classes de Solo - Areias Quartzosas, Cambissolos Distróficos, Cambissolos Eutróficos, Latossolos Amarelos Distróficos, Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos, Latossolos Vermelho-Amarelos Eutróficos, Latossolos Vermelho-Escuro Distróficos, Latossolos Vermelho-Escuro Eutróficos, Planossolos Distróficos, Podzólicos Vermelho-Amarelos Distróficos, Regossolos Distróficos, Regossolos Eutróficos, Solos Aluviais Distróficos, Solos Concrecionários Distróficos, Solos Glei Distróficos e Solos Litólios Distróficos, há o predomínio do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo na região, ocupando grandes áreas quase que contínuas, no sentido leste-oeste (Figura 4).

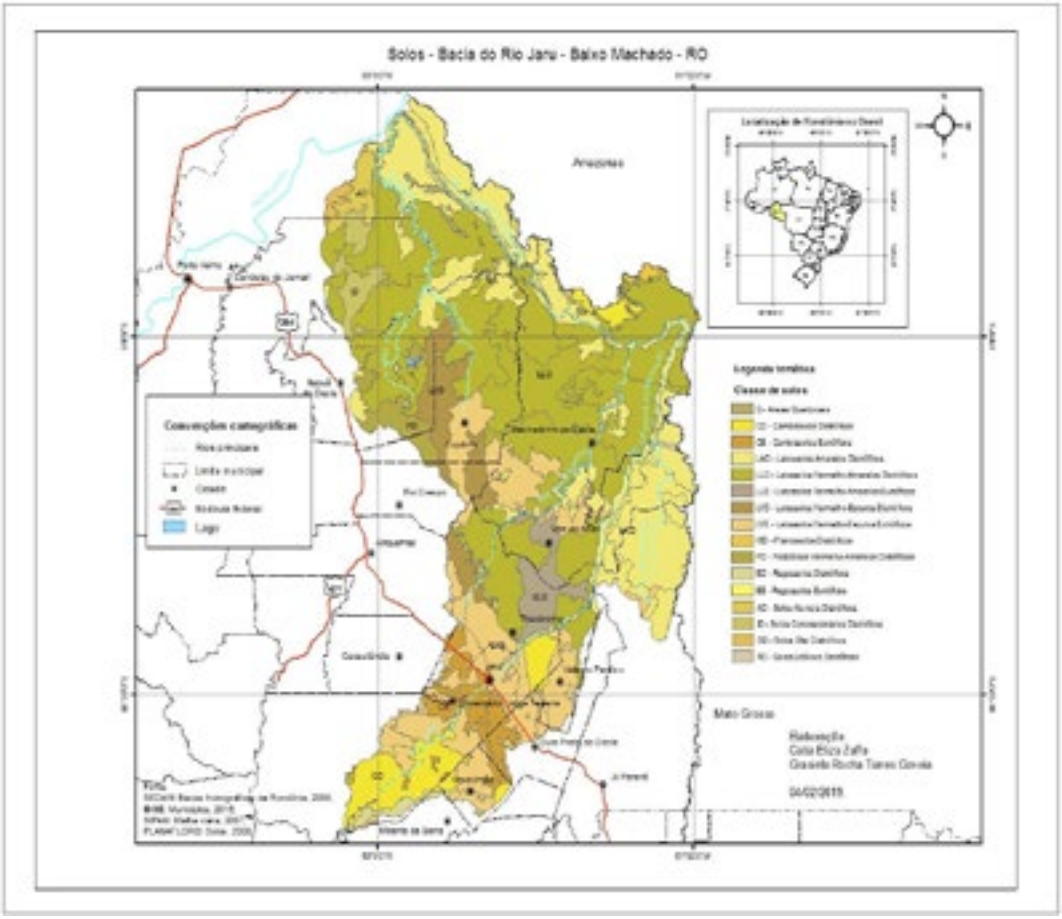


Figura 4 – Mapa de Solos da Bacia Hidrográfica do Rio Jaru – Baixo Machado – RO.

Esses são caracterizados por possuírem boa drenagem interna e aeração. Porém são solos com restrições de uso, pois possuem textura média tendendo a arenosa o que ocasiona uma baixa retenção de água e nutrientes, para seu aproveitamento agrícola necessitam da execução de práticas de correção química do solo (PLANAFLORO, 1998).

Quanto aos aspectos climáticos, Rondônia não sofre influência expressiva da continentalidade, mas de aspectos dinâmicos como as massas de ar Equatorial Continental e Equatorial Atlântica, a Zona de Convergência Intertropical, anticiclones e as linhas de instabilidade. Pela classificação de Köppen o clima dominante é Tropical Chuvoso, com média climatológica de temperatura do ar durante o mês mais frio superior a 18°C (megatérmico) e um período seco bem definido durante os meses de junho, julho e agosto, quando ocorre no Estado um moderado déficit hídrico com índices pluviométricos inferiores a 50 mm/mês (SEDAM, 2010).

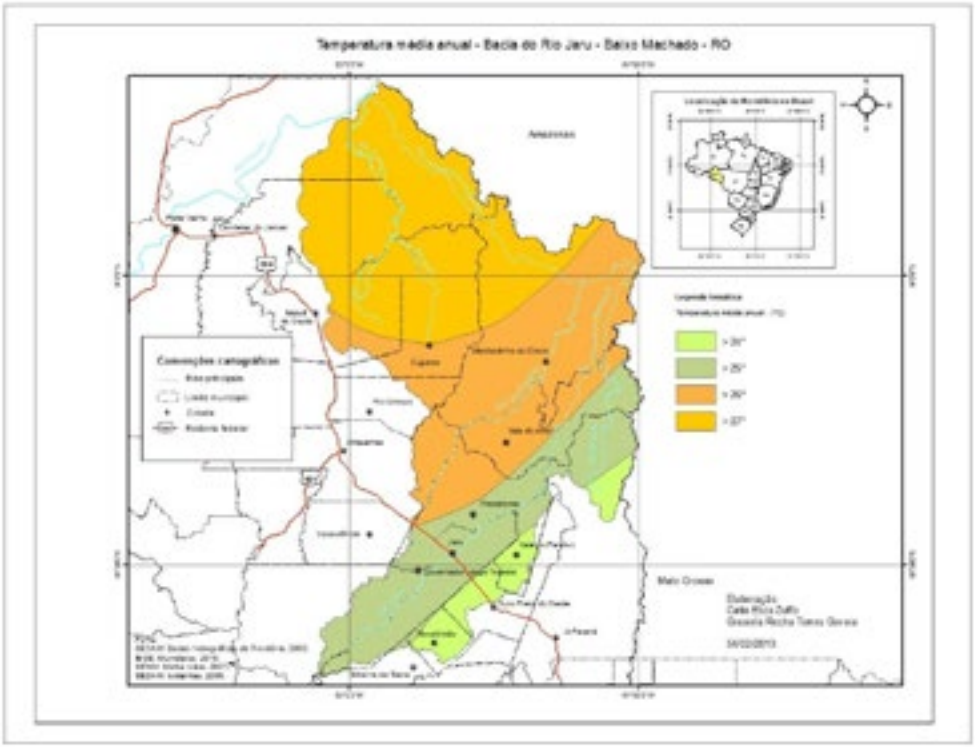


Figura 5 – Mapa da Temperatura Média Anual da Bacia Hidrográfica do Rio Jaru – Baixo Machado – RO.

Observa-se que a temperatura do ar apresenta modesta variação entre os municípios da área de estudo (Figura 5), com média anual oscilando entre mais de 24°C a 27°C, sendo que esses valores não sofrem grandes variações no decorrer do ano, exceto por ocasião do fenômeno das friagens. Tem-se tendência de aumento da temperatura no sentido norte da área de estudo, fato que pode ser explicado por altitudes e latitudes um pouco mais baixas.

A média anual das chuvas é bem mais ampla (Figura 6), variando de 1600 mm nas cabeceiras da sub-bacia Alto Jaru até 2600 mm nas nascentes do Rio Preto, onde se localiza a cidade de Cujubim.

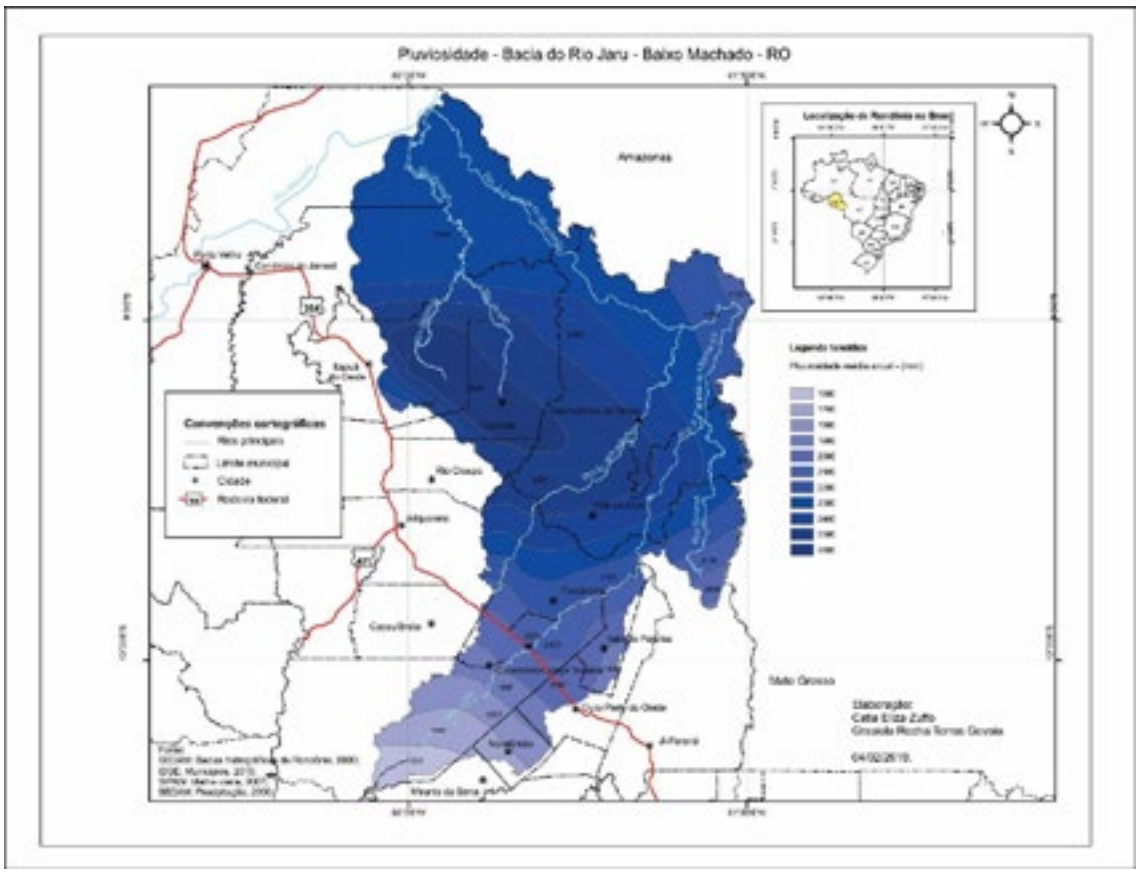


Figura 6 – Mapa da Pluviosidade da Bacia Hidrográfica do Rio Jaru – Baixo Machado – RO.

4. Considerações Finais

Mesmo instituído em 2014, por questões conjunturais, a implantação do CBH-JBM-RO, no contexto da bacia do Rio Machado em Rondônia está prevista para o ano de 2019 e esta e outras possíveis contribuições técnico-científicas certamente poderão auxiliar na sensibilização e engajamento de atores, como os envolvidos com atividades produtivas, para que diseminem práticas sustentáveis.

O estudo de aspectos físicos de uma bacia hidrográfica, composta por tipos específicos de rochas, relevos, solos e clima auxiliam na identificação de suas características e na compreensão de questões relativas às aptidões, restrições de uso e à própria dinâmica ambiental local, um exemplo é relacionar a variabilidade da distribuição das chuvas a outros aspectos físicos, como possíveis limitações e potencialidades do solo são importantes para o manejo e seu uso adequado, ou impactos negativos se sua capacidade de suporte forem ultrapassados, com reflexos significativos na disponibilidade de água.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, agradecemos também ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua, Projeto CAPES/ANA AUXPE Nº. 2717/2015, pelo apoio técnico científico aportado até o momento.

Referências bibliográficas

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Comitê de bacia hidrográfica: o que é e o que faz?.** Brasília, 2011. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2012/CadernosDeCapacitacao1.pdf>. Acesso em 29 nov. de 2018.

COMITÊS DE BACIAS HIDROGRÁFICAS. Disponível em: <http://www.cbh.gov.br/GestaoComites.aspx>. Acesso em 18 de jan. de 2019.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. **Geodiversidade do estado de Rondônia.** Programa Geologia do Brasil – Levantamento da Geodiversidade. Porto Velho, Rondônia, 2010.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GONÇALVES, A. P. A.; ZUFFO, C. E.; GOVEIA, G. R. T. **A importância da participação dos municípios na gestão das águas através dos comitês de bacias hidrográficas, o caso do CBH-JBM-RO**, 2019 – no prelo.

RESOLUÇÃO CRH/RO Nº 06, DE 11 DE JUNHO DE 2014. (Publicada no D.O.E. de 09/07/2014). Disponível em: <http://www.sedam.ro.gov.br/images/Recursos_H%C3%

ADdricos/resolucao2014-06.pdf>. Acesso em 28 nov. 2018.

RONDÔNIA. **Decreto 19.059, de 31 de julho de 2014**. Institui o Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Jaru - Baixo Machado - CBH-JBM-RO e dá outras providências. 2014. Disponível em:<ditel.casacivil.ro.gov.br/COTEL/Livros/Files/DEC19059.pdf>. Acesso em: 14 de fev. de 2019.

_____. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental. (SEDAM**). Resumo Executivo do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Rondônia**– PERH/RO. Rondônia, 2018.

SEDAM. SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO AMBIENTAL DE RONDÔNIA. **Boletim climatológico de Rondônia 2010**. Disponível em: <www.sedam.ro.gov.br/>. Acessado em 13 de out. de 2016.

PLANAFLORO. Plano Agropecuário e Florestal de Rondônia. Segunda Aproximação do Zoneamento Sócio-Econômico-Ecológico do Estado de Rondônia. **Geomorfologia**. Consórcio TECNOSOLO/DHV/EPTISA. Porto Velho, 1998.

ZUFFO, C. E. **Gestão integrada das águas em Rondônia**. Tese (Doutorado em Geologia) - Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2010.

_____. **Mapa das áreas aprovadas em fevereiro de 2014 dos comitês de bacias hidrográficas no estado de Rondônia**. Porto Velho, 2014. Disponível em: <http://www.sedam.ro.gov.br/images/Recursos_H%C3%ADdricos/anexo-I-resolucoes_CRH_05-06-07-08-09.pdf>. Acesso em 18 out. de 2018.

ZUFFO, C. E.; GOVEIA, G. R. T.; CRISTALDO, J. C.; MACIEL, F. do N. **Proposta de mobilização dos CBHs do rio Machado - RO**. Trabalho técnico apresentado às diretorias provisórias dos CBHs. Porto Velho, 2016.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ASPECTOS GEOLÓGICOS E RECURSOS HÍDRICOS DO ALTO/MÉDIO CURSO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO APODI MOSSORÓ – RN

Anny Catarina Nobre de Souza [(a)], Sérgio Domiciano Gomes de Souza [(b)], Maria Losângela Martins de Souza [(c)]

[(a)] Estudante do curso de Geografia da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN), Campus Avançado Profa. Maria Elisa Albuquerque Maia (CAMEAM), anny-catarina13@hotmail.com

[(b)] Estudante do curso de Geografia da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN), Campus Avançado Profa. Maria Elisa Albuquerque Maia (CAMEAM), sergio_gsousa@hotmail.com

[(c)] Professora Doutora Adjunta do curso de Geografia e do Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Dinâmicas Territoriais do Semiárido (PLANDITES) da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN), Campus Avançado Profa. Maria Elisa Albuquerque Maia (CAMEAM), losangelaufc@gmail.com

Eixo: Paisagens semiáridas: estrutura, dinâmica e adaptação

Resumo

O trabalho visa sobre o alto/médio curso da Bacia Hidrográfica do Rio Apodi/Mossoró, tendo como objetivo identificar como as condições geológicas influenciam na sua disponibilidade hídrica. Evidenciando, por meio de dados secundários, o quantitativo de águas subterrâneas, e superficiais da área levantados pelos autores por meio do software "Google Earth Pro".

Palavras chave: Bacia Hidrográfica; Geologia; Disponibilidade Hídrica; semiárido.

1. Introdução

O presente escrito tem como objetivo identificar como os aspectos geológicos podem influenciar na disponibilidade de água superficial e subterrânea no alto/médio curso da Bacia Hidrográfica do Rio Apodi/Mossoró (BHRAM), localizada no Estado do Rio Grande do Norte (RN). O trabalho faz parte dos resultados da pesquisa intitulada "Indicadores biofísicos da desertificação do alto curso da Bacia Hidrográfica do Rio Apodi/Mossoró" no âmbito do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação Científica (PIBIC) do *campus* Avançado Prof. Maria Elisa de Albuquerque Maia da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN).

Nesse sentido, parte-se do entendimento da Bacia Hidrográfica (BH) como unidade de planejamento territorial, por agregar uma série de componentes naturais e antropogênicos a partir de uma visão holística e integrada (CARVALHO, NASCIMENTO, 2004). Além disso, é importante pensarmos acerca da necessidade do gerenciamento dos recursos hídricos para o semiárido do Nordeste brasileiro, pois, a irregularidade pluviométrica espaço-temporal, bem como a predominância do embasamento cristalino, podem ser considerados fatores limitantes a disponibilidade de água nessa região.

A BHRAM ocupa uma superfície de 14.276 km^2 correspondendo a cerca de26,8% do território estadual, sendo a maior BH do Estado, de acordo com o Instituto de Gestão de Águas do Rio Grande do Norte (IGARN). Está situada na região Oeste do Estado do RN em meio ao semiárido do Nordeste brasileiro. O estudo se deterá apenas ao seu alto/médio curso, o qual foi delimitado considerando a influência do embasamento cristalino da bacia, conforme a figura 1. A área abrange o território de 45 municípios, sendo uns totalmente inseridos na bacia e outros não, com uma população estimada em 338.296 habitantes, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (BRASIL, 2010).

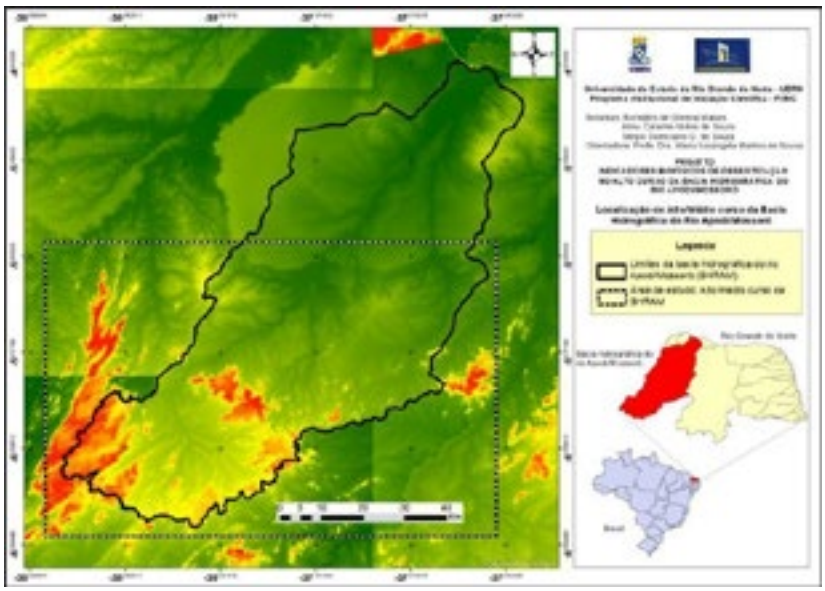


Figura 1 – Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Apodi/Mossoró

2. Materiais e Métodos

Os procedimentos metodológicos para a realizacação deste *papper* foram *a priori* a revisão bibliográfica, levantamento geogratográfico e de dados secundários da área de estudo. No tocante aos aportes teóricos ressalta-se as discussões de Carvalho e Nascimento (2004) e Souza e Oliveira (2006). No levantamento geocartográfico foi considerado o mapa geológico do RN da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM, 2010). Foi realizado também o levantamento de dados hidrográficos do alto/médio curso da BHRAM. Para às águas superficiais foi realizada a interpretação de imagens de satélites através do *sotfware* "Google Earth Pro", em que foi possível identificar os principais reservatórios na área de estudo. Juntamente com esse levantamento foi realizada uma coleta de dados junto à Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte (SEMARH) referente aos reservatórios de água monitorados pela referida Secretraria. Quanto aos dados referentes às águas subterrâneas do alto/médio curso da BHRAM, considerou-se os dados secundários do Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea, para o Estado do Rio Grande do Norte (CPRM, 2005).

3. Resultados e discussões

No que diz respeito as características geológicas do alto/médio curso da BHRAM, esta compreende domínios de natureza cristalina e exceções sedimentares, sendo composta por 8 unidades geológicas: coberturas mesozoícas, domínio jaguaribeano, de idade paleoproterozoica; granitoídes brasilianos, domínio Rio-Piranhas-Seridó, composto de rochas paleoproterozoicas/riacianas como gnaisses e migmatitos; cobertura cenozoícas, bacia Coronel João Pessoa composta de 3 unidades litoestratigráficas (basal, intermediária e superior) com arenitos, siliciclatos e calcimicritos; bacia Rafael Fernades carcaterizada pela presença de arenitos grossos a conglomeráticos; bacia gangorra, formação serra de Martins onde há presença de capeamento sedimentar com arenitos conglomeráticos (MEDEIROS, NASCIMENTO, SOUSA, 2010).

Neste sentido ao que comprende a própria dinâmica do semiárido nordestino, a predominância do embasamento geológico de rochas cristalinas, restringe o seu potencial hidrogeológico (SOUZA, OLIVEIRA, 2002). Ao fazer parte deste contexto, os reservatórios subterrâneos área, ocorrem em áreas de fissuras – aquífero fissural, caracterizado por elevada anisotropia, heterogeneidade e descontínuidade no espaço (REBOUÇAS, 2006) – e correspondem a 1.638 poços cadastrados, em situações de abandonado, em operação, não instalado e paralisado, conforme mostra a tabela I.

Concernente as águas superficiais do Alto/Médio curso da BHRAM foi possível averiguar 3.442 reservatórios de água, sendo que são monitorados 18 pela SEMARH, aos que correspondem uma capacidade superior de 5.000.000 m^3, totalizando uma capacidade hídrica da área em 817.854.256 m^3. Uma vez que a maior concentração de recursos hídricos superficiais está disposta na extensão do alto e médio curso da BHRAM em virtude de suas condições geológicas, prevalecentemente cristalino.

Tabela I – Disponibilidade hídrica do Alto/Médio Curso da BHRAM

MUNICÍPIOS		45
ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	POÇOS	1.638
	POÇOS EM OPERAÇÃO	1.006
ÁGUAS SUPERFICIAIS	RESERVATÓRIOS	3.442
	RESERVATÓRIOS MONITORADOS	18

Fonte: CPRM (2005) e GOOGLE EARTH

É possível evidenciar, portanto, o papel da Geologia de uma área na disponibilidade hídrica da mesma, podendo ser esta capaz de sustentar a água em nível superficial por maior tempo se cristalina, em virtude da não porosidade das rochas, ou subterrânea se sedimentar. No caso, em questão, por possuir embasamento cristalino é notória a vantagem proporcionada na área, como também aos que nela vivem para a construção de barramentos, ainda que limitante às águas subterrâneas. Sendo esta, um fator de segurança hídrica, mesmo que por um tempo,

dada a condição de semiaridez dessa extenção da BHRAM, que convive frequentemente com a estiagem.

4. Considerações finais

Dada a extensão da Bacia Hidrográfica do Rio Apodi Mossoró, destacamos o alto/médio curso da bacia como a área de estudo, ainda assim esta compreende a dimensão territorial de 45 municípios com aproximadamente 338.296 habitantes, onde sob o ponto de vista da disponibilidade de água nesta, salienta-se a influência na permanência do sertanejo e na sua condição com a convivência com o semiárido, bem como nas formas de uso e ocupação dos recursos naturais, a ressaltar a importancia hídrica perante as potencialidades e limitações geológicas do embasamento cristalino.

5. Referências Bibliográficas

BRASIL. Instituito Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 19.01.2019.

_____.CPRM. Serviço Geológico do Brasil. **Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Norte**. Secretaria de Minas e Energia. Escala 1:500.000, 2006. Disponível em: geobank.cprm.gov.br. Acesso em: 19.01.2019.

CARVALHO, O; NASCIMENTO, F. R. do. Recursos Hídricos e Desenvolvimento Sustentável (escala de necessidades humanas e manejo ambiental). In: **GEOgraphya**, Revista da Pós-Graduação da UFF. Niterói: RJ, 2004. p. 111-126.

MASCARENHAS, J. de. C. et al. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea**. Recife: CPRM/ PRODEEM, 2005.

MEDEIROS, V. C. de; NASCIMENTO, M. A. L. do; SOUSA, D. do C. Geologia. In: PFALTZGRAFF, P. A. S., TORRES, F. S. de M (Orgs.) . **Geodiversidade do estado do Rio Grande do Norte**. Recife: CPRM, 2010, p. 15-38.

REBOUÇAS, A. da C. In: Águas subterrâneas. REBOUÇAS, A. da C.; BRAGA,B.; TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil**: capital ecológico, uso e conservação. 3 ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2006, p. 111-143.

SOUZA, M. J. N. de; OLIVEIRA, V. P. V. de. Semiárido do Nordeste do Brasil e o Fenômeno da Seca. In: HUBP, J. L; INBAR, M. **Desastres Naturales em América Latina**. México, 2002 P 207- 221.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

AVALIAÇÃO DA DINÂMICA DA PAISAGEM DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BACANGA, SÃO LUÍS – MA

Kalynne Maria de Oliveira Cardoso[(a)], Denyse Rayanna Rodrigues Ribeiro[(b)], Elison André Leal Pinheiro[(c)], Antônio Carlos Leal de Castro[(d)], Arkley Marques Bandeira [(e)] e Leonardo Silva Soares[(f)]

[(a)] Graduanda em Oceanografia, Universidade Federal do Maranhão, Email: kalynne2000@hotmail.com

[(b)] Graduanda em Engenharia de Pesca, Universidade Federal do Maranhão, Email: denyserayanna07@outlook.com.br

[(c)] Mestrando em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Email: andrew_lealk@hotmail.com

[(d)] Professor do Departamento de Oceanografia e Limnologia, Universidade Federal do Maranhão, Email: alec@ufma.br

[(e)] Professor do Programa de pós-graduação interdisciplinar em cultura e sociedade, Universidade Federal do Maranhão, Email: arkleymbandeira@gmail.com.br

[(f)] Professor do Departamento de Oceanografia e Limnologia, Universidade Federal do Maranhão, Email: leonardoufma@yahoo.com.br

Kalynne Maria de Oliveira Cardoso, Denyse Rayanna Rodrigues Ribeiro, Elison André Leal Pinheiro, Antônio Carlos Leal de Castro, Arkley Marques Bandeira e Leonardo Silva Soares

Eixo 1: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

O presente estudo teve como objetivo realizar uma análise da dinâmica da paisagem da Bacia hidrográfica do rio Bacanga, São Luís - MA, buscando evidenciar a dinâmica do uso e cobertura da terra num horizonte de 10 anos. A avaliação foi processada por meio do mapeamento de imagens Landsat-5 Thematic Mapper, referentes aos anos de 2005, 2010 e 2015, que foram adquiridas gratuitamente junto ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. As principais mudanças foram evidenciadas no ano de 2015, sendo impulsionadas em função da expansão urbana de forma desordenada, potencializando a diminuição de áreas verdes e qualidade da água, intensificando processos erosivos e a ampliação das áreas de risco. Tal cenário, reflete diretamente na qualidade de vida das pessoas, especialmente aquelas de menor poder aquisitivo e que vivem de subsistência dos recursos naturais.

Palavras chave: uso do solo, mudanças, urbanização, sensoriamento remoto

1. Introdução

As atividades antrópicas ampliam-se de maneira cada vez mais acelerada e potencialmente provocam modificações nos ecossistemas naturais. A deflagração deste processo, geralmente, é iniciada pelo desmatamento, com posterior implantação de atividades relacionadas ao cultivo de terra, construção de estradas e expansão urbana e industrial das cidades (SOARES, 2016).

Este quadro indica a necessidade urgente do estabelecimento de estratégias que sustentem a gestão e organização territorial e ambiental de determinada unidade geográfica. Botelho e Silva (2010, p. 153) recomendam que "a bacia hidrográfica seja a célula básica de análise ambiental, pois permite conhecer e avaliar seus diversos componentes e os processos e interações que nela ocorram". Para Miguel et al. (2012, p. 1089), a bacia hidrográfica "é a unidade funcional para o entendimento das mudanças de uso e ocupação do solo". Sua aplicação pode direcionar as estratégias de conservação e subsidiar o planejamento ambiental.

Nas bacias hidrográficas da cidade de São Luís, as atividades antrópicas são praticadas sem o devido planejamento e os recursos naturais estão sendo explorados e degradados. A expansão urbana expande-se de forma desordenada, potencializam a supressão das áreas verdes, os processos erosivos, a deterioração da qualidade da água e a ampliação das áreas de risco. Tal cenário, reflete diretamente na qualidade de vida das pessoas, especialmente aquelas de menor poder aquisitivo e que vivem de subsistência dos recursos naturais.

Dentre as principais bacias hidrográficas do município de São Luís, destaca-se a do Bacanga que apresenta grande complexidade e relevância ambiental. De acordo com Coelho e Damásio (2006) o crescimento progressivo da população na bacia, aliada ao aumento do uso e ocupação do solo que se processa de forma desordenada, vem contribuindo para o aumento da compactação do solo, assoreamento e contaminação dos corpos de água da bacia. Devido estes aspectos os autores afirmam a necessidade de se planejar o crescimento da bacia, tendo em vista que, é considerada como uma das principais contribuintes para o abastecimento de água da cidade de São Luís.

A ausência de ações socioambientais pautadas no planejamento ambiental integrado nesta na Bacia Hidrográfica do Rio Bacanga, associado ao crescimento demográfico e a ampliação das atividades econômicas, geram riscos aos recursos naturais e podem degradar os ecossistemas associados, ampliando a possibilidade de surgimento de áreas de vulnerabilidade e de conflitos socioambientais.

Desta forma, impõem-se como necessidade prioritária investigar cientificamente procedimentos e indicadores para a análise do processo de planejamento das sub-bacias hidrográficas (SBHs) do sistema Bacanga, proporcionando a elaboração de instrumentos técnico-científicos para avaliação do seu estado de conservação de forma a auxiliar na tomada de decisão para gestão sustentável das atividades antrópicas que se desenvolvem na sua área de abrangência.

2. A bacia hidrográfica do rio Bacanga

A Ilha do Maranhão (Ilha de São Luís) está localizada entre as coordenadas de 02°24’09” e 02°46’13” S e 44°01’20” e 44°29’47” W de Greenwich, encontrando como limites a oeste a baía de São Marcos; a leste a baía de São José; ao sul o Estreito dos Mosquitos e ao norte o Oceano Atlântico. Na ilha, existem quatro municípios: São Luís, São José de Ribamar, Paço do Lumiar e Raposa (COELHO, 2006).

A bacia do rio Bacanga, com uma superfície da ordem de 11.030,00 ha, ocupa a porção Noroeste, fazendo parte do município de São Luís com localização definida pelas coordenadas 2°32’26” e 2°38’07” S e 44°16’00” e 44°19’16” W. Limita-se ao norte com a baía de São Marcos, ao sul com o tabuleiro central da ilha na região do Tirirical, a leste com o divisor de águas que separa as bacias dos rios Anil, Paciência e Tibiri e a oeste, pelo divisor de águas que a separa das bacias do Bacanga da bacia Litorânea oeste (banhada pelas águas da baía de São Marcos) (Figura 1).

A bacia do Bacanga correspondente a 12,33% do território no município de São Luís, com perímetro de 44,2 km e curso d’água principal com 19 km de extensão. É composta por 12

(doze) sub-bacias hidrográficas, onde se encontram aproximadamente 64.000 domicílios, o que corresponde a uma estimativa populacional de aproximadamente 256.000 habitantes, distribuídos por cerca de 60 bairros, entre conjuntos habitacionais e invasões.

Figura 1 – Bacia hidrográfica do rio Bacanga.

3. Material e métodos

Realizou-se a aquisição dos dados cartográficos (formato digital) nos sites do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que foram utilizados para a elaboração dos mapas temáticos e levantamento dos dados de base para vetorização do uso e cobertura do solo da área estudada.

A avaliação do uso e cobertura da área estudada foi processada por meio do mapeamento das imagens Landsat - 5 Thematic Mapper, referentes aos anos de 2005, 2010 e 2015, que foram adquiridas junto ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. As imagens de satélite

foram gravadas no formato TIF e exportadas para o formato GRIB no SIG (Sistema de Informação Geográfica), Spring® 5.0.6, software elaborado pelo INPE.

As imagens foram importadas e georreferenciadas por meio de pontos de controles passíveis de identificação na carta topográfica e na imagem. Após o georreferenciamento, foram executadas algumas funções de contraste, da imagem em estudo, para um melhoramento e realce das classes de uso e cobertura selecionadas.

Para o mapeamento, foram utilizadas as seguintes classes de uso e cobertura da terra: aglomerado urbano, agricultura, massa de água, solo exposto, várzea, vegetação arbórea, vegetação de manguezal e vegetação rasteira/pastagem, solo exposto, agricultura, campo inundável e águas continentais. Os resultados do mapeamento foram convertidos em porcentagem, com intenção de identificar os processos de mudanças da paisagem ao longo dos anos de 2005, 2010 e 2015.

Vale ressaltar que aglomerados urbanos envolvem zonas de uso intensivo estruturados para edifícios, residências e sistema rodoviário onde predominam superfícies artificiais não agrícolas. A classe agricultura, corresponde aos espaços destinados para a produção de alimentos, para o consumo doméstico ou comercialização. A classe solo exposta corresponde às áreas que não apresentam nenhum tipo de cobertura vegetal, ou que se encontram em estado avançado de degradação.

4. Resultados e discussão

A Tabela 1 e a Figura 2 apresentam os dados de mapeamento para os anos de 2005, 2010 e 2015 na bacia hidrográfica do rio Bacanga.

Verifica-se que no período em estudo a bacia hidrográfica do rio Bacanga sofreu alterações nas feições paisagísticas que compreende sua área. Aglomerados urbanos durante esse período expandiram-se de 3237 ha (32,37 km²) no ano de 2005, para 4009 ha (40,09 km²) no ano de 2015, correspondendo a um aumento de 7,3% da área. A expansão urbana de forma desordenada, potencializa a diminuição de áreas verdes e qualidade da água, intensificando

processos erosivos e a ampliação das áreas de risco. Tal cenário, reflete diretamente na qualidade de vida das pessoas, especialmente aquelas de menor poder aquisitivo e que vivem de subsistência dos recursos naturais.

Tabela I - Percentual (%) de uso/cobertura da terra na bacia hidrográfica do rio Bacanga nos anos de 2005, 2010 e 2015.

Uso Solo	2005		2010		2015	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%
Aglomerado Urbano	3237	30,6	3420	32,3	4009	37,9
Agricultura	189	1,8	214	2,0	254	2,4
Massa D'água	577	5,5	650	6,1	630	6,0
Solo Exposto	182	1,7	235	2,2	275	2,6
Várzea	616	5,8	720	6,8	609	5,8
Vegetação Arbórea	3190	30,1	3100	29,3	2290	21,6
Vegetação de Mangue	473	4,5	372	3,52	164	1,5
Vegetação rasteira/pastagem	2118	20,0	1871	17,7	2351	22,2
TOTAL	10582	100	10582	100	10582	100

As áreas ocupadas pelo uso agrícola sofreram um aumento de 189 ha (1,89 km²) para 214 ha (2,14 km²), entre os anos de 2005 e 2010, que corresponde a um aumento de 0,2% da área. Nos 5 anos seguintes esse percentual dobrou (0,4%). O padrão encontrado para a agricultura, no ano de 2015, foi caracterizado por pequenos polígonos distribuídos aleatoriamente por partes da região, o que sugere que esta atividade foi principalmente para fins de subsistência.

Ao observar a classe de solo exposto no ano de 2005 pode-se observar que a região estudada possuía somente 182 ha (1,82 km²), no entanto, em 2015 essa classe aumentou para 275 ha (2,75 km²), o que corresponde a um aumento de 0,9% e pode estar relacionada à expansão de áreas desprovidas de vegetação por questões de ordem socioeconômicas (retirada de matéria-prima, intensas atividades de desmatamento e queimadas para a agricultura) e ambientais (retirada da vegetação nativa, o que reflete um processo de degradação do solo).

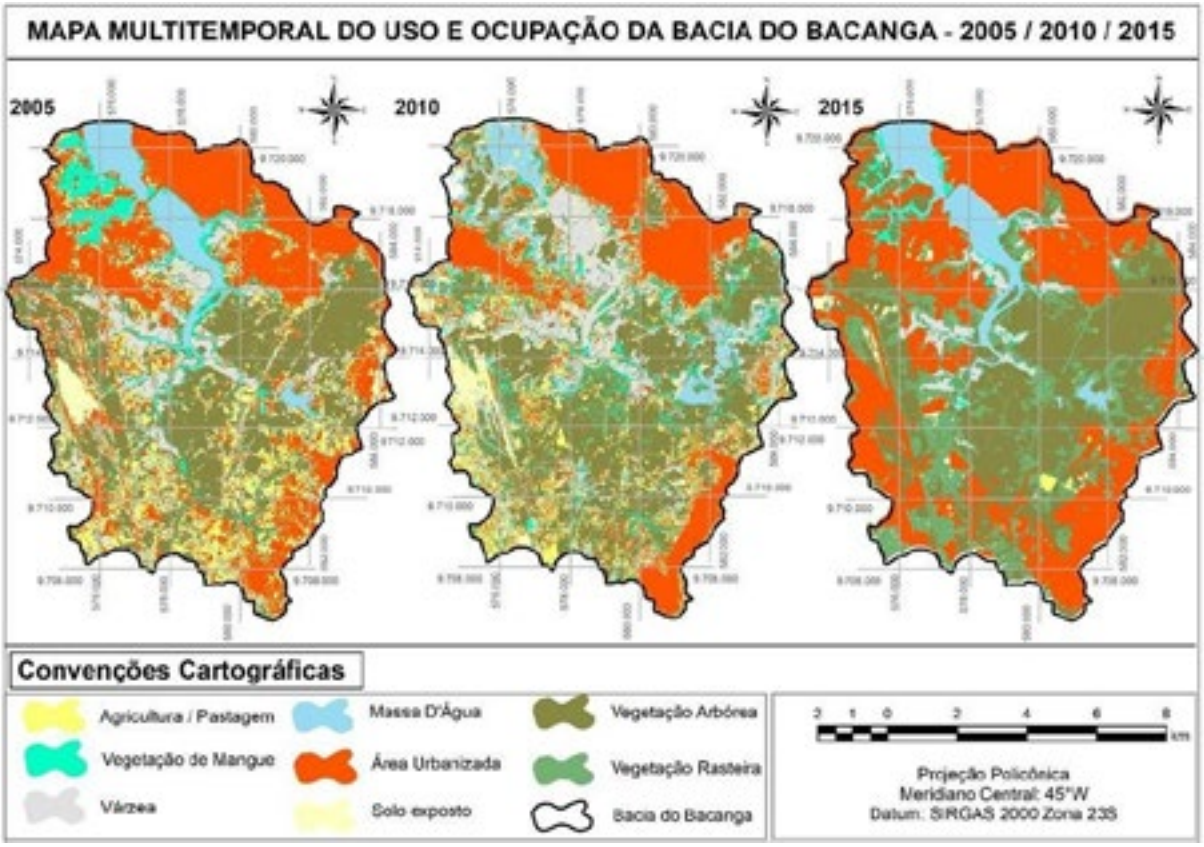


Figura 2 - Mapa de uso/ocupação da bacia do rio Bacanga nos anos de 2005, 2010 e 2015.

No ano de 2015 a classe de vegetação arbórea apresentou decréscimo de sua área 8,6%, em relação ao ano de 2005, passando de 3190 ha (31,90 km²) para 2290 ha (22,90 km²). Por outro lado, a várzea sofreu um aumento no de 104 ha (1,0km²) entre os anos de 2005 e 2010. Em 2015 essa classe reduziu sua área atingindo a mesma porcentagem correspondente a ocupação do ano de 2005 (5,8%).

A classe de vegetação rasteira/pastagem para o mesmo a período, experimentou um crescimento de 2,2%, passando de 2118 ha (21,18 km²) para 2351 ha (23,51km²). Por sua vez, a vegetação de manguezal sofreu uma redução de 3% de sua área, passando de 473 ha (4,73km²) para 164 ha (1,64km²) entre 2005 e 2015. Essa redução está ligada a ocupação de comunidades, algumas vulneráveis acabam sendo pressionadas e ocupando as margens dos manguezais, utilizando a madeira do mangue para construir suas casas e para fabricação de artefatos.

As áreas correspondentes as massas d'água representaram 5,5% (557 ha) da superfície mapeada em 2005, já no ano de 2010 houve um aumento de 0,6% (73 ha). Em 2015 observou-se uma diminuição não muito significativa dessa classe, cerca de 0,1% que representa uma área de 20 ha. A manutenção deste tipo de ambiente na bacia do Bacanga é de extrema importância, tendo em vista que contribuem para o abastecimento de água da cidade de São Luís. Segundo Nascimento (2010), nesta região o lançamento de efluentes domésticos, a disposição de lixo, os aterros, o corte de mangue, além da intensa atividade de pesca, constituem os principais fatores de pressão antrópica que, em graus de magnitude diferenciados, contribuem para a degradação e descaracterização deste importante ecossistema.

Apesar do grau de poluição constatado na bacia, Martins (2008) considerou a bacia importante, no ponto de vista social e econômico, pois promove o sustento das populações residentes na área e que vivem dessa atividade, apesar da reduzida qualidade ambiental.

O quadro diagnosticado pode ser justificado, principalmente, pelos impactos causados pela ocupação desordenada e pela expansão de atividades agrícolas que continuam crescendo na região, chegando a somar juntas cerca de 40% da superfície da bacia hidrográfica do Bacanga no ano de 2015. Vale ressaltar que esse cenário está diretamente relacionado com a diminuição da classe de massas d'água observada no ano de 2015 (em relação a 2010), tendo em vista que a exposição do solo, causada pelo desmatamento, pode estar causando impactos nos recursos hídricos, como o assoreamento dos rios.

Na comparação entre 2005 e 2015, as classes de uso / cobertura da terra mapeadas para a bacia hidrográfica do rio Bacanga apresentou pequenas variações percentuais (Figura 3). As principais alterações ocorreram na classe de vegetação arbórea e de mangue, com reduções respectivas de 8,5 km² e 3 km², totalizando uma perda de cerca de 11km² de áreas de vegetação alta e média em um período de dez anos. A redução nessas classes acompanhou o aumento no solo exposto de 1,8 km² para 2,6 km². As alterações detectadas ocorreram, principalmente, devido à remoção da vegetação para retirada de matéria-prima e por conta da agricultura.

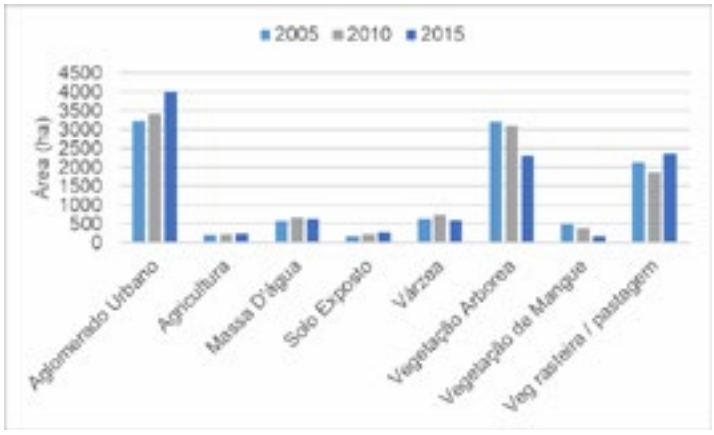


Figura 3. Comparação do uso/cobertura da bacia hidrográfico do Rio Bacanga nos anos de 2005, 2010 e 2015.

Os resultados indicaram transformações relevantes das características da paisagem da bacia do Bacanga entre 2005 e 2015. Esta situação impõe uma pressão crescente sobre os recursos naturais ainda existentes na área de estudo, com a possibilidade da perda de suas últimas características naturais, exercendo um impacto direto na qualidade de vida das comunidades locais e no funcionamento dos ecossistemas naturais.

As mudanças observadas na paisagem da bacia do Bacanga, observadas no período de 10 anos, estão diretamente relacionadas à expansão urbana e a exploração dos recursos naturais, que sem o devido planejamento e com caráter especulativo, ocasiona o surgimento de vários problemas ambientais, dentre eles, a ocorrência de processos erosivos. Tal cenário, reflete diretamente na qualidade de vida das pessoas, especialmente aquelas de menor poder aquisitivo e que vivem de subsistência dos recursos naturais.

5. Considerações finais

Apesar da pressão exercida na região, a bacia hidrográfica do rio Bacanga continua a exibir áreas extensas com alto potencial de conservação. Porém, requer a implementação de estratégias de planejamento ambiental para manutenção da integridade dessas áreas.

As classes de vegetação sofreram uma diminuição significativa de aproximadamente 10% da área de cobertura nos três períodos analisados, diminuindo sua superfície de 54,6% em 2005 para 45,3% em 2015. A vegetação de manguezais foi uma das principais classes que sofreram redução de sua área no período de 10 anos devido sua alta vulnerabilidade a impactos

antrópicos, o que é, consideravelmente preocupante devido sua importância para muitos organismos e sua alta biodiversidade que sofre, diretamente, as consequências dessas ações.

A classe de aglomerados urbanos vem se intensificando ao longo dos anos, e junto com esse processo, as atividades que geram impactos negativos de magnitudes variadas também se intensificaram. Com essa realidade, características da paisagem poderão sofrer mudanças significativas caso estratégias de planejamento ambiental efetivas não sejam executadas, levando a um impacto negativo na qualidade de vida das comunidades locais e no funcionamento dos ecossistemas naturais.

A bacia hidrográfica do rio Bacanga deve ser adotada como uma unidade de planejamento ambiental. Além disso, as propostas devem considerar as características naturais do meio ambiente e sua capacidade de suporte para garantir a manutenção e a perpetuidade do ecossistema, servindo de suporte para a gestão desse recurso hídrico permitindo o estabelecimento de áreas prioritárias para o monitoramento da qualidade da água, assim também identificando as variáveis que devam ser priorizadas nestes estudos.

6. Agradecimento

Agradecemos a Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão – FAPEMA pelo financiamento do projeto “Planejamento ambiental integrado: Subsídios para o desenvolvimento sustentável da bacia hidrográfica do rio Bacanga, São Luís-Maranhão” o qual esta produção vincula-se;

7. Referências Bibliográficas

BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. Bacia hidrográfica e qualidade ambiental. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. (Orgs.). **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand, 2010. p. 153-192.

COELHO, C. J. C. **Aspectos da Disponibilidade e dos Usos da Água na Bacia do Bacanga/Ilha do Maranhão (Ilha de São Luís) -MA.** São Luís, 125 p. Monografia (Curso Ciências Aquáticas). Departamento de Oceanografia e Limnologia, Universidade Federal do Maranhão. 2006.

COELHO, C. J. C.; DAMÁZIO, E. Aspectos da Disponibilidade e dos Usos da Água na Bacia do Bacanga/Ilha do Maranhão (Ilha de São Luís) - MA. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia,** v. 19, p. 73-84, 2006.

MARTINS, A. L. P. **Avaliação da qualidade ambiental da bacia hidrográfica do Bacanga (São Luís - MA) com base em variáveis físico-químicas, biológicas e populacionais: subsídios para um manejo sustentável**. 2008. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade de Ecossistemas), Universidade Federal do Maranhão. 2008.

MIGUEL, A. E.; MEDEIROS, R. B.; BRUGNOLLI, C. A. C.; OLIVEIRA, W. Análise do Uso da Terra e Cobertura Vegetal na Bacia do Ribeirão do Meio, Brasilândia/MS. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 5, p. 1088-1098, 2012.

NASCIMENTO, J. D. **O índice de sustentabilidade ambiental do uso da água (ISA) como ferramenta de contribuição às políticas públicas de desenvolvimento e conservação na bacia do rio Bacanga, São Luís - MA.** 2010. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade de Ecossistemas), Universidade Federal do Maranhão. 2010.

SOARES, L. S.; LOPES, W. G. R.; CASTRO, A. C. L.; ARAÚJO, G. M. Análise morfométrica e priorização de bacias hidrográficas como instrumento de planejamento ambiental integrado. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 31, p. 82-100, 2016. http://dx.doi.org/10.11606/rdg.v31i0.107715.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA E CONDIÇÃO DE CONSERVAÇÃO DA MICRODRENAGEM E RELAÇÃO COM OS PROCESSOS EROSIVOS NA ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO DO JARDIM BOTÂNICO DE GOIÂNIA/GO

Ricardo de Faria Nicolau [(a)], Karla Maria Silva de Faria[(b)]

[(a)] Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais (CIAMB), Universidade Federal de Goiás (UFG), ricardonicolau41@gmail.com.

[(b)] Laboratório de Geomorfologia, Pedologia e Geografia Física (LABOGEF), Universidade Federal de Goiás (UFG), karla_faria@ufg.br.

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas.

Resumo

A eficiência e condição inadequada da drenagem urbana e a impermeabilização dos solos é um dos principais problemas para a formação de processos erosivos em áreas urbanas. Portanto o objetivo deste trabalho é aplicar uma recente abordagem metodológica para avaliar a eficiência/condição da microdrenagem urbana da área de contribuição do Jardim Botânico de Goiânia e analisar sua relação com os processos erosivos presentes nesta unidade de conservação. A eficiência/condição da microdrenagem foi avaliada analisando *in loco* e correlacionando as variáveis da área das bocas de lobo, diâmetro das tubulações, funcionalidade das bocas de lobo e conservação das guias e sarjetas. Os resultados indicam uma tendência forte entre a eficiência e condição da microdrenagem com o surgimento dos processos erosivos. A limpeza dos sedimentos e lixos nas tubulações amenizariam o problema. O maior quantitativo da eficiência/condição da microdrenagem é considerada péssima, com 36%, ruim com 33% e satisfatório com 31%.

Palavras chave: Eficiência e condição da microdrenagem; Drenagem urbana; Impermeabilização dos solos; Erosão hídrica dos solos.

Ricardo de Faria Nicolau, Karla Maria Silva de Faria

1. Introdução

A crescente expansão das áreas urbanas com impermeabilização dos solos aliada a falta de gerenciamento e dimensionamento dos sistemas de micro e macrodrenagem, podem acarretar graves problemas de erosões e aumento de frequência de inundações, poluição dos corpos hídricos que consequentemente podem ocasionar na perda de biodiversidade e riscos à saúde humana (JUSTIN et al., 2018; QIAO et al., 2018).

Apesar dos eventos de inundações serem fenômenos naturais, em áreas urbanas esses processos estão relacionados a eficiência, condição ou estado da micro e macro-drenagem, que muitas das vezes não cumprem suas funções básicas, reduzindo os tempos de pico de enchentes e ampliando a recarga do nível freático (MIGUEZ et al., 2012).

A implementação e falta de monitoramento da microdrenagem podem acarretar em entupimento com sedimentos nas tubulações de água pluvial, este tem sido um dos grandes problemas destacados pela literatura (TUCCI, 2008; BUTLE; DAVIES, 2011; SONG et al., 2018). O solo, assim como resíduos de origens diversas, se acumula nos condutos de drenagem e frequentemente os bloqueia, levando a inundações em áreas urbanas, que pode potencializar processos de erosão nas áreas adjacentes (SONG et al., 2018).

Considerando isso, os elementos constituintes da drenagem urbana são essenciais e precisam ser avaliados, pois sua inadequabilidade pode causar o desenvolvimento de voçorocas e demais processos erosivos de grande porte, que é o principal desafio da gestão e planejamento dos territórios urbanos (FRANCISCO, 2018).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho é avaliar a eficiência e condição de conservação da microdrenagem urbana da área de contribuição da Unidade de Conservação (UC) intitulada Jardim Botânico de Goiânia/GO e analisar sua relação com os processos erosivos presentes nesta unidade de conservação. Portanto, este trabalho contribuirá com a gestão do Jardim Botânico de Goiânia e como base metodológica para futuros trabalhos que tenham como objetivo a avaliação espacial da eficiência e condição da drenagem urbana.

ISBN: 978-85-7282-778-2

1.1 Localização e caracterização da área de estudo.

O Jardim Botânico Amália Hermano Teixeira (JBAHT) é atualmente considerado como uma Unidade de Conservação (UC) na categoria de Parque Municipal, situado na porção Sul de Goiânia, capital do estado de Goiás, abriga as principais nascentes da bacia do córrego Botafogo (Figura 1). A área de contribuição hidrológica corresponde a 4,39 km^2.

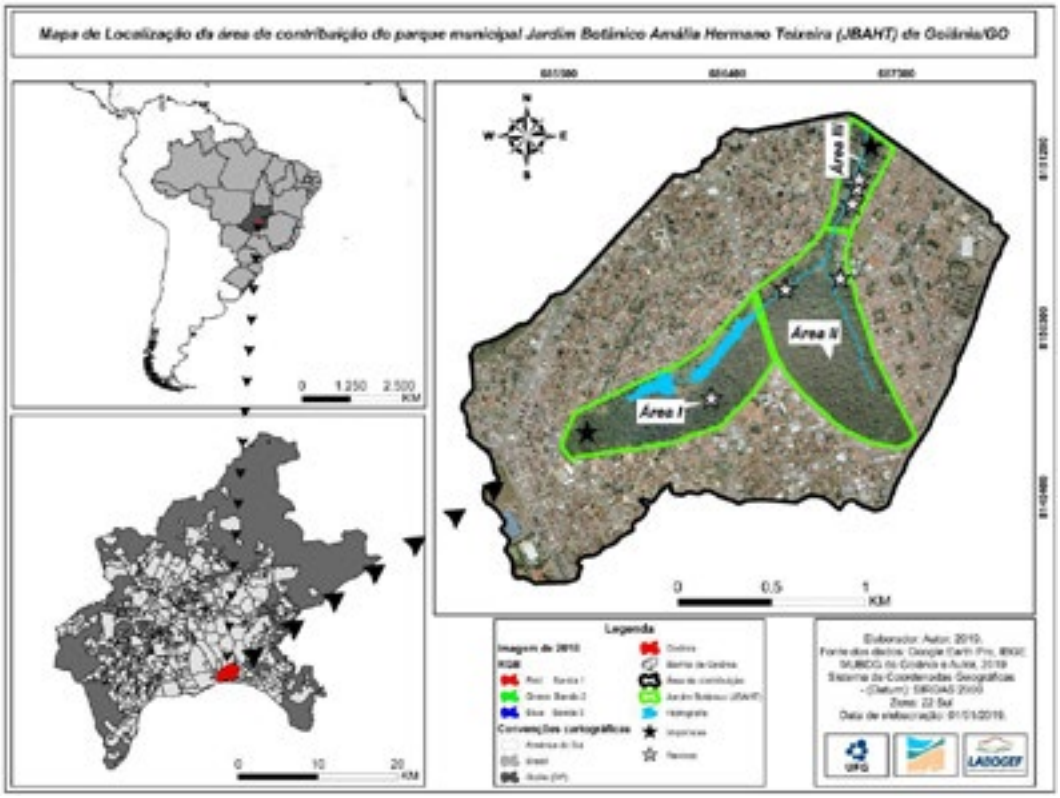


Figura 1 - Mapa de localização da área de contribuição do parque municipal Jardim Botânico Amália Hermano Teixeira (JBHT) de Goiânia/GO.

A área em estudo apresenta grandes processos erosivos, situados na região das nascentes, com diferentes graus de evolução (Figura 2), que estão sob monitoramento pelo poder público e por estudos acadêmicos desde a década de 1990. As gênese do processo foi associado a lançamentos de água pluvial, canalização de afloramentos/nascentes, lançamento de rede de esgoto *in natura* (Figura 2a), que contribuíram para exposição de rochas de xisto

na calha do rio e saprolito na encosta do talude (Figura 2b, 2c e 2d) e evolução de feição erosiva mensurada atualmente com cerca de 350 metros de extensão (Figura 2e).

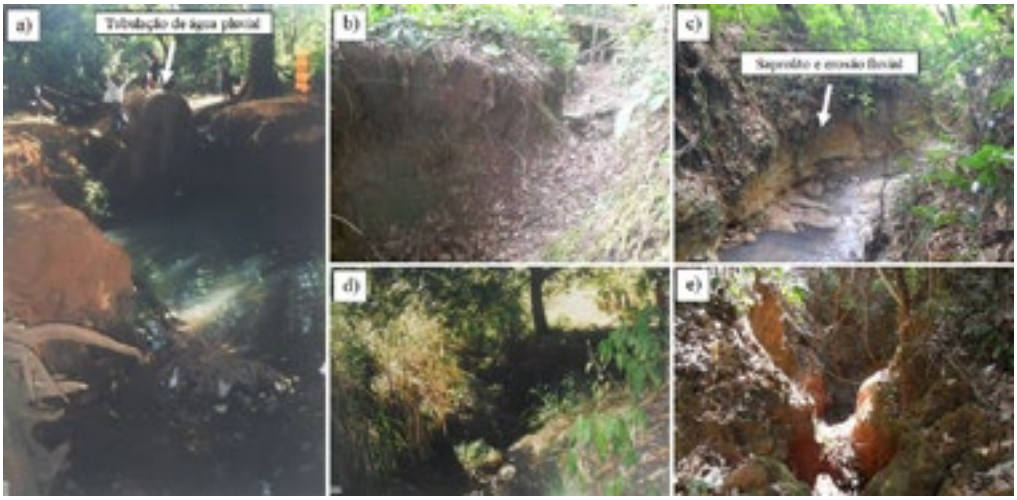


Figura 2 - Erosões situadas dentro do parque municipal Jardim Botânico de Goiânia. (a) Lançamento de água da chuva por meio de tubulação de água pluvial com canalização da nascente na região Oeste da área I do Jardim Botânico do ano de 2002, Fonte: (DERMU, 2002). b) Ravina na porção central da área I; c) Erosão fluvial na área II com exposição da rocha na calha do rio e saprolito na encosta; d) Ravina na área II; e) Voçoroca com grandes dimenções na nascente da área I, Fonte: (Autor, 2019).

2. Materiais e métodos

Os procedimentos metodológicos envolveram a aquisição junto a Secretaria de Infraestrutura (SEINFRA) da prefeitura de Goiânia das coordenadas das "bocas de lobo" cadastradas pelo órgão. Foram informadas na área de contribuição do JBAHT, 447 "bocas de lobo".

Considerando a proposta metodológica de Menezes (2016), foram avaliadas em campo (*in loco*) as variáveis: Tamanho das bocas de lobo em cm² (figura 3a e b), funcionalidade (limpas, entupidas de lixo ou sedimento) (Figura 3c, d, e) e condição de conservação das guias e sarjetas (Figura 3f).

Figura 3 - (a) Medição da entrada de água da chuva nos bueiros e das condições da microdrenagem avaliados *in loco* ao longo dos arruamentos da área de estudos, altura das bocas de lobo; (b) Comprimento das bocas de lobo (c) Tubulação limpa; (d) Tubulação suja; (e) Tubulação entupida de sedimentos; (f) Ausência de guias e sarjetas
Fonte: (Autor, 2019).

Outras variáveis avaliadas em campo e posteriormente inseridas no modelo que não foram inseridas ou abordadas por Menezes, (2016), foram o diâmetro das tubulações de água pluvial (fornecida pela SEINFRA) e a condição de conservação das guias e sarjetas.

Tais variáveis foram avaliadas e correlacionadas através de uma análise quali-quantitativa, para verificar a condição/eficiência da microdrenagem urbana, conforme é exemplificado no fluxograma de correlação da figura 4.

As classes dos diferentes tamanhos das bocas de lobo e o diâmetro das tubulações de água pluvial foram definidos através do universo amostral encontrados na área de estudos, como é exemplificado no trabalho de Menezes, (2016). Portanto, as bocas de lobo de tamanho pequeno foram aquelas definidas como (<9.000 cm²), médio (10.000 - 18.000 cm²) e grande (>18.000). No que se refere ao tamanho do diâmetro das tubulações de água pluvial essas foram definidas como tamanho pequeno de (30 a 40 cm) médio (60 a 80 cm) e grande (100 a 150 cm).

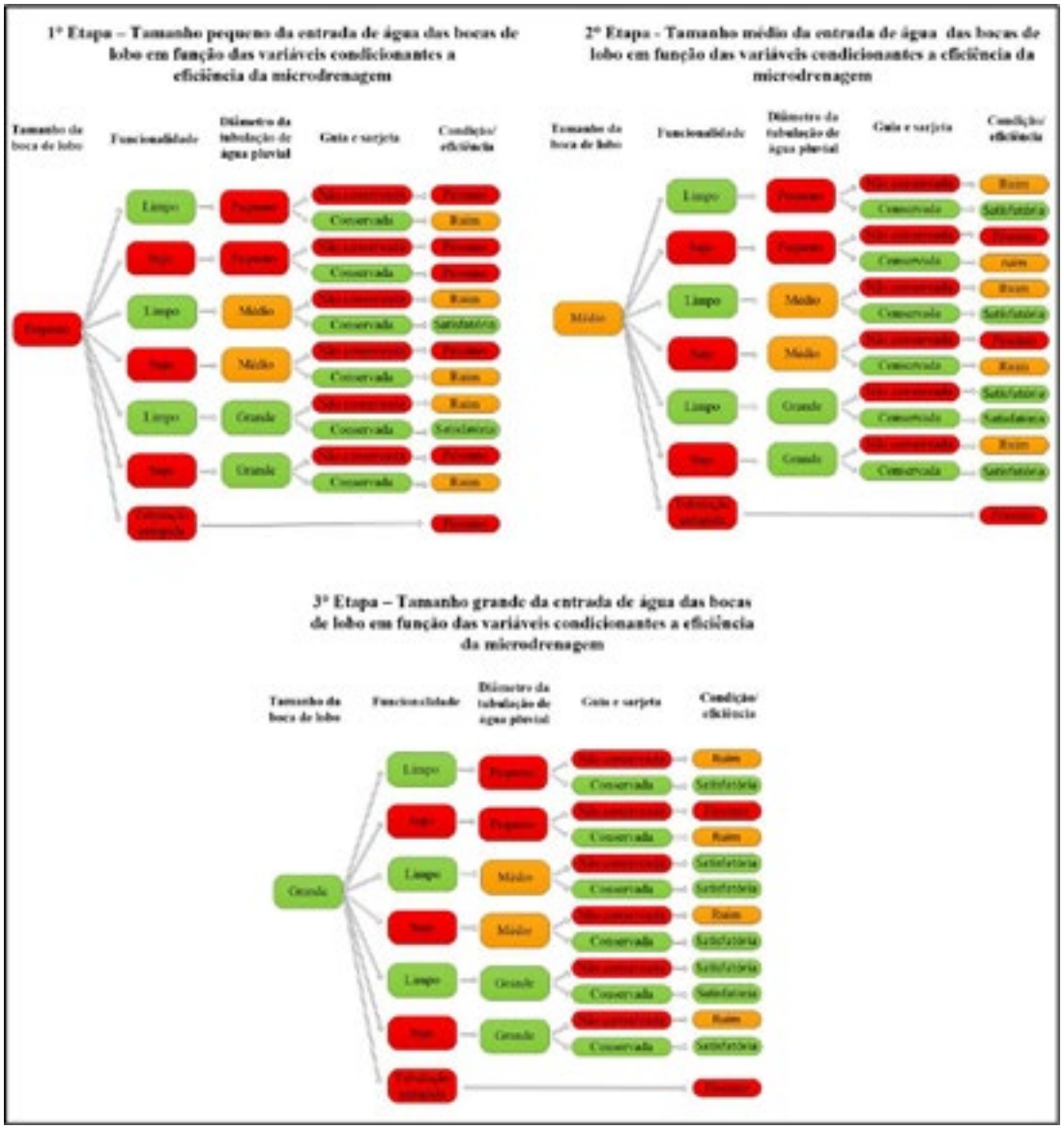


Figura 4 - Fluxograma de correlação das variáveis que influenciam na condição/eficiência da microdrenagem urbana. Fonte: Adaptado de Menezes, (2016).

3. Resultados e discussões

A espacialização das variáveis que constituem a eficiência e conservação da microdrenagem, mostraram relação intrínseca com a localização dos processos erosivos (Figura 5).

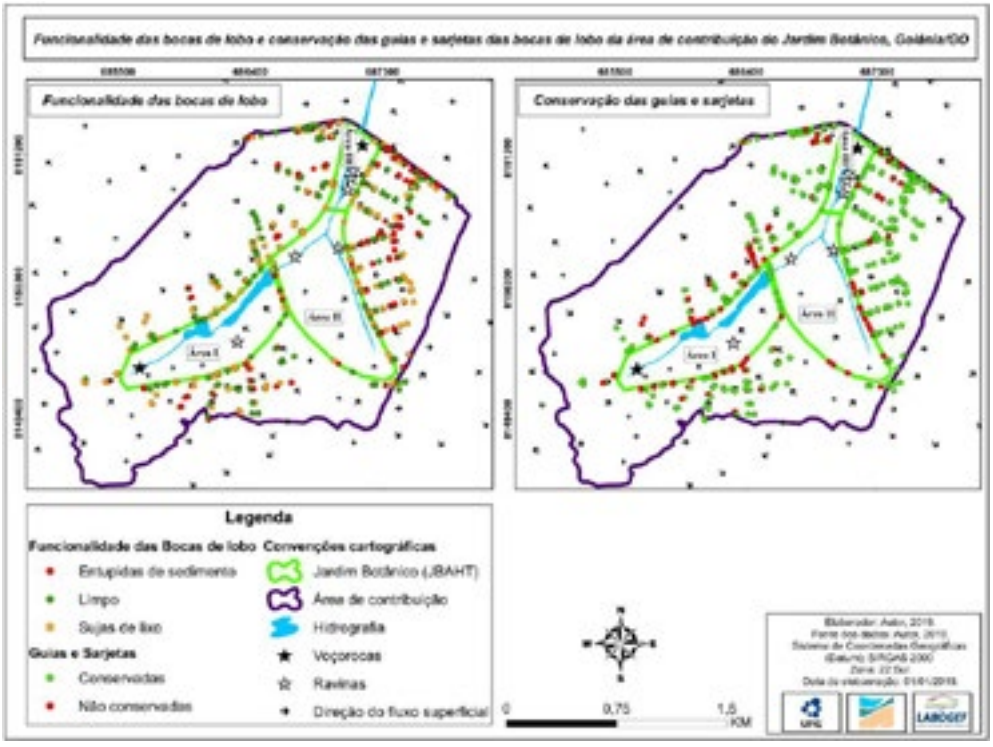


Figura 5 - Funcionalidade das bocas de lobo e conservação das guias e sarjetas ao longo do arruamento onde se localizam as bocas de lobo da área de contribuição do parque Jardim Botânico de Goiânia/GO.

Na porção Leste da área II do Jardim Botânico onde a funcionalidade das bocas de lobo apresenta-se comprometida com tubulação totalmente entupida de sedimento, existe uma ravina. Nas porções Sul e Oeste da área I desta unidade de conservação, o funcionamento do sistema de drenagem também se encontra comprometido, constata-se a presença de uma ravina e uma voçoroca.

Somado a este fator, a falta das guias e sarjetas potencializa os processos erosivos, com o livre acesso da água de escoamento superficial, que entra em contato com o solo situado na borda ou imediações da unidade de conservação.

O direcionamento e dimensionamento das tubulações para as áreas onde estão situadas as erosões também pode ser indicado como uma das problemáticas da área. As tubulações de tamanho grande de 80 a 150 centímetros de diâmetro, que se localizam

principalmente ao entorno da borda desta unidade de conservação (Figura 6), e apesar de contribuir com maior eficiência na captação de água, condiciona maior potencial erosivo pelo maior volume que desagua nas cabeceiras das erosões do Jardim Botânico.

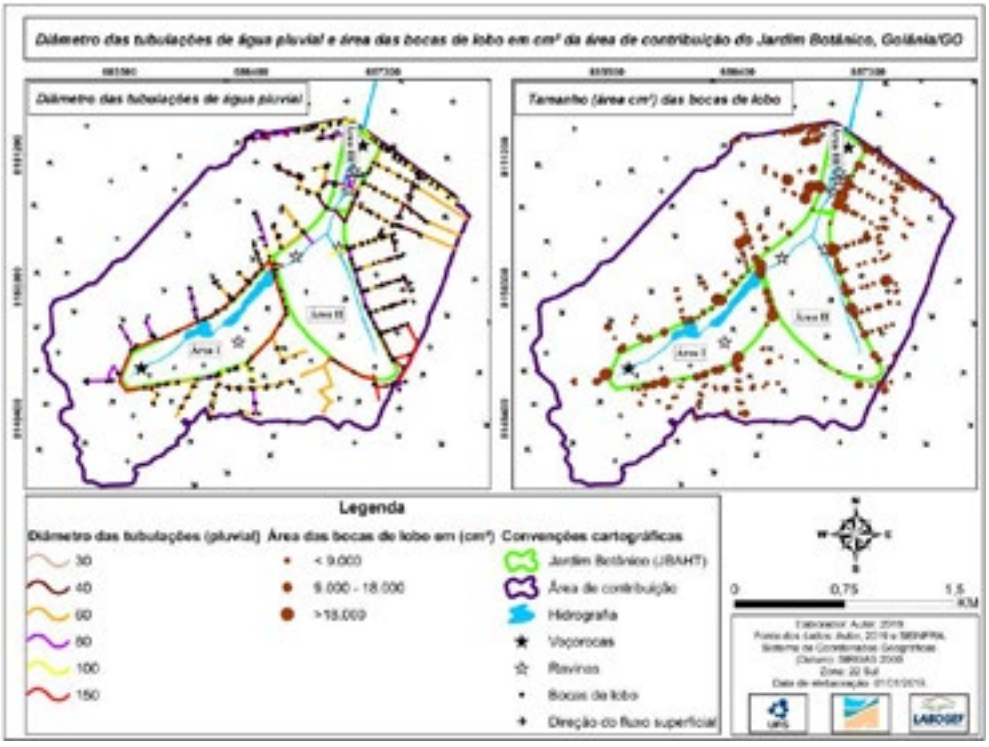


Figura 6 - Diâmetro das tubulações de água pluvial e área da entrada de água nas bocas de lobo em cm² da área de contribuição do parque Jardim Botânico de Goiânia/GO.

De forma geral a microdrenagem da área de contribuição, apresentou maior quantidade de pontos na condição/eficiência péssima na região Leste da área II e na área III, além disso é uma região onde as declividades na borda do Jardim Botânico são mais elevadas, com 8 a maior que 45% e onde maior parte dos processos erosivos estão instalados (Figura 7).

No que se refere a voçoroca situada na porção Oeste da área I, além da condição ruim e péssima da microdrenagem, existe também ausência das variáveis que constituem a microdrenagem, como bueiros, sarjetas e tubulações de água pluvial, o que potencializa o

fluxo superficial, que converge através de 4 (quatro) vias asfaltadas de comprimento longo para a cabeceira desta voçoroca (Figura 7).

Figura 7 - Eficiência e condição da microdrenagem da área de contribuição do Jardim Botânico de Goiânia/GO.

De forma geral, na área de estudo existem maior quantitativo de tubulações de água pluvial consideradas com tamanho médio, que representa 56% com diâmetro que vão de 60 a 80 centímetros. No extremo oposto existe uma quantidade menor de tubulação de água pluvial consideradas de tamanho pequeno próximos as bocas de lobo, totalizando 73 tubulações com 16% com diâmetro variando de 30 a 40 centímetros (Figura 8).

Maior quantidade de bocas de lobo foram classificadas como pequenas (<9.000 cm²), totalizando 367 que caracteriza 82%, as bocas de lobo de tamanho médio (10.000 - 18.000 cm²), somaram cerca de 54 e representam 12%, enquanto as de tamanho grande (>18.000), totalizaram 26 bocas de lobo e somam 6%. Apesar das guias e sarjetas estarem em maior parte

conservadas, cerca de 80%, existe muitas bocas de lobo com condições péssimas, que são aqueles considerados entupidos com 23% e as sujos com 38% (Figura 8).

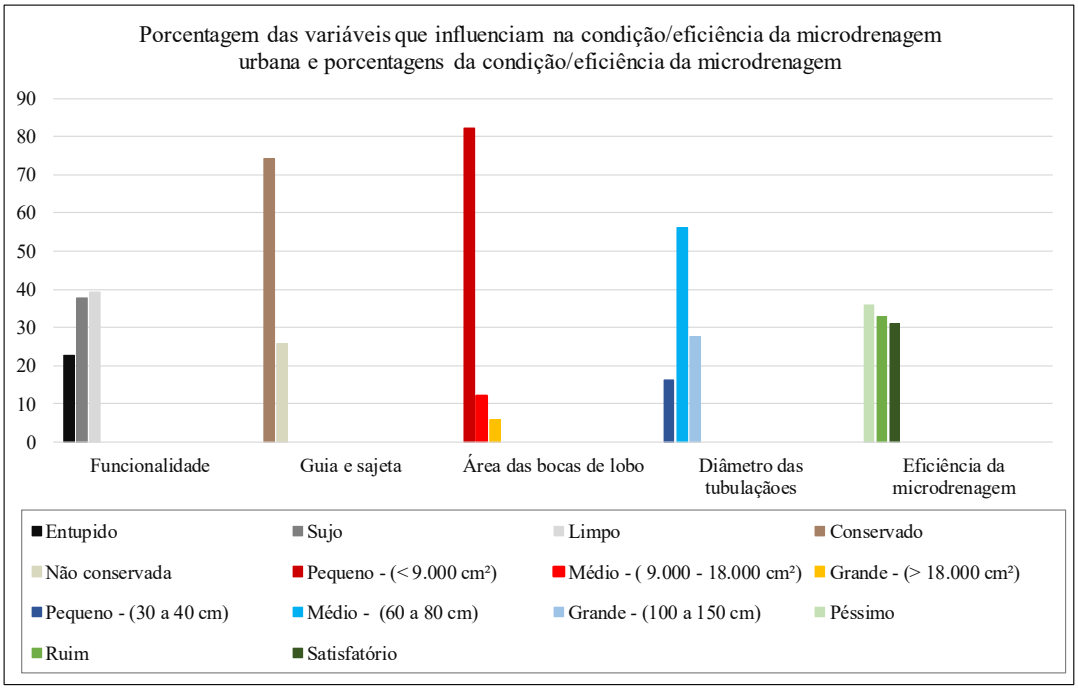


Figura 8 - Porcentagem das variáveis que influenciam na condição/eficiência da microdrenagem urbana e porcentagens de condição/eficiência da microdrenagem. Fonte: Autor, (2019).

O maior quantitativo de bocas de lobo com abertura para entrada de água considerados pequeno, limita a capitação do volume de escoamento superficial, principalmente nas áreas de maior declive, que favorece o surgimento de processos erosivos no parque. Essa condição é observada principalmente na área I, onde o processo erosivo possui maiores dimensões.

A análise de todas as variáveis que influenciam na microdrenagem da área de estudos, possibilita a compreensão de que maior quantitativo da eficiência/condição da microdrenagem é considera péssima, com 36%. Os demais valores são expressos como ruim com 33% e satisfatório com 31% (Figura 8). Condição que pode aumentar as dimensões dos processos erosivos existentes no Jardim Botânico.

4. Considerações finais

Por meio das análises da espacialização da microdrenagem da área de estudos, foi averiguado que existe uma tendência forte entre a eficiência e condição da microdrenagem com o surgimento dos processos erosivos dentro do parque Jardim Botânico.

A funcionalidade das bocas de lobo foi uma variável de grande importância na condição/eficiência da microdrenagem, já que existe muitas bocas de lobo com condições péssimas, que são aquelas consideradas entupidas com 23% e com condição ruim que são as sujas com 38%. Portanto, recomenda-se a limpeza dos sedimentos e lixos nas tubulações para diminuir a velocidade do escoamento superficial nas vias asfaltadas e aumentar a condição e eficiência de muitos dos pontos amostrados para satisfatória, com o intuito de diminuir a vulnerabilidade da unidade de conservação Jardim Botânico aos processos erosivos.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

5. Referências bibliográficas

BUTLE, D.; DAVIES, J. W. **Urban Drainage**. 3° Ed. Spon Press: New York; London, 2011. p. 625.

Departamento de Estradas de Rodagem do Município (DERMU), Prefeitura Municipal de Goiânia. **Fotos das erosões da Unidade de Conservação Jardim Botânico de Goiânia**, 2002.

FRANCISCO, A. B. Os impactos da erosão urbana e a implantação das estruturas de macrodrenagem em Rancharia (SP). In: OTTONI, A.B.; ROSIN, J.A.R.G.; FOLONI, F.M. (Orgs.) **Drenagem urbana: soluções alternativas sustentáveis.** 1°Ed. Tupã: ANAP, 2018. cap.6, p.99-117.

JUSTIN, M. G.; BERGEN J. M.; EMMANUEL M. S.; RODERICK K. G. Mapping the Gap of Water and Erosion Control Measures in the Rapidly Urbanizing Mbezi River Catchment of Dar es Salaam. **Water**, v. 10, n. 64, p.1-15, 2018.

MENEZES, P. R. A. **Avaliação do sistema de microdrenagem urbana no entorno do Jardim Botânico de Goiânia**. TCC (Graduação em Geografia) - Instituto de Estudos Socioambientais (IESA), Universidade Federal de Goiás (UFG). Goiânia, p.1-21, 2016. No prelo.

MIGUEZ, M. G.; BAHIENSE, J. M.; REZENDE, O. M.; VERÓL, A. P. New urban developments: flood control and LID – a sustainable approach for urban drainage systems. **WIT Transactions on Ecology and The Environment**, v. 155, p.469-480, 2012.

QIAO, F.; WANYAN, Y.; LI QING. Influencing Factors and Strategies for Sustainable Urban Drainage Syste. **Civil Engineering Research Journal**, v. 3, n. 3, p.1-3, 2018.

SONG, Y. H.; YUN., R.; LEE, E. H.; LEE, J. H. Predicting Sedimentation in Urban Sewer Conduits. **Water**, v.10, n. 462, p.1-16, 2018.

TUCCI, C. E. M. Urban Waters. **Estudos avançados**, v. 22, n. 63, p.97-112, 2008.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE HIDROQUÍMICA DA ÁGUA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO AÇUDE EM JATAÍ-GO.

Simone Marques Faria Lopes [(a)], Lazara Francielle Barros [(b)], Maria Alice Santos Lima [(c)]

[(a)] Geografia /Unidade Academica Especial de Estudos Geográficos, Universidade Federal de Jataí, simoneufg@yahoo.com.br
[(b)] Geografia /Unidade Academica Especial de Estudos Geográficos, Universidade Federal de Jataí. lfrancyelle@hotmail.com
[(c)] Geografia /Unidade Academica Especial de Estudos Geográficos, Universidade Federal de Jataí. thealicetop@gmail.com

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

O estudo de bacias hidrográficas é de suma importância no planejamento e nas avaliações ambientais, por ser uma unidade de fácil classificação. Ressaltar sua relevância quanto a formação dinâmica e constituição é impressindível em vários levantamentos, principalmente aos ligados a qualidade da água por ser uma área de transporte de materiais oriundos das áreas que compõe a bacia. Devido a ausência de estudos relacionados a qualidade d'água em bacias urbanas no município de Jataí-GO, vislumbrou-se a necessidade de acompanhar alguns cursos hídricos do município, para esta análise, selecionou-se o córrego do Açude, avaliando a qualidade da água seguindo os parâmetros estabelecidos pela resolução CONAMA 357 de 2005, em que é possível afirmar que a mesma se enquadra na classe I da referida Resolução, vale ressaltar que o auto poder de depuração do ambiente hídrico favoreceu para este resultado, porém, frente a degradação encontrada, faz-se necessário diagnósticos aprofundados levando em conta mais variáveis físico-químicas e ainda biológicas.

Simone Marques Faria Lopes, Lazara Francielle Barros, Maria Alice Santos Lima

Palavras chave: Bacia urbana; parametro limnológico; físico-química.

1- Introdução

Os cursos hídricos sempre tiveram papel fudamental no estabelecimento das populações em todos os lugares do planeta, os quais eram definidos de acordo com a disponibilidade e o acesso à água. Os ambientes lóticos foram, e são até hoje, usados para as mais diversas finalidades, em que as sociedades atuais visam ampliar cada vez mais os usos múltiplos, gerando um quadro complexo e conflitivo pela excessiva demanda deste recursos.

Ao longo do tempo, muitos conceitos de bacia hidrográfica foram propostos por diferentes autores. Atualmente, é considerada uma unidade territorial ideal para o gerenciamento da água, neste sentido o conceito de bacia hidrográfica é relativamente simples, podendo defini-la em diversas escalas, visto que uma bacia pode variar de tamanho. A aplicação do conceito de bacia hidrográfica como unidade de estudo e de gerenciamento dos recursos hídricos, tem origem, na constatação dos pesquisadores, de que os ecossistemas aquáticos são essencialmente abertos e de troca de energia.

Não podemos falar sobre bacia hidrográfica levando-se em conta apenas os processos ocorridos nos canais fluviais, uma vez que grande parte dos materiais transportados são oriundos das áreas que compõe a bacia. Neste sentido, é de suma importancia conhecer a sua formação, constituição e dinâmica.

A qualidade das águas superficiais em áreas urbanas funciona como indicativo da dinâmica de uma bacia hidrográfica. Entretanto, além da massa de água, o conhecimento das atividades desenvolvidas na bacia também se torna imprescindível para os estudos e levantamentos sobre as características e alterações na qualidade da água e para a prevenção de problemas de poluição que poderá comprometer o aproveitamento múltiplo da mesma. À medida que os usos múltiplos aumentam e se diversificam, mais complexos se tornam os impactos e mais dificil a solução ds problemas a eles relacionados.

Devido a ausência de estudos relacionados a qualidade d'água em bacias urbanas no município de Jataí-GO, identificou-se a necessidade do acompanhementos de alguns cursos hídricos do município, para esta análise, selecionou-se o córrego do Açude também conhecido como córrego do Sapo, com o intuito de avaliar a qualidade da água seguindo os parâmetros estabelecidos pela resolução CONAMA 357 de 2005.

2- Materiais e Métodos

2.1- Localização da área de estudo

O córrego do Açude, localiza-se no município de Jataí-GO, possui toda sua extensão situada no perímetro urbano, conforme o mapa 1, segundo estudos realizados por Martins e

Oliveira (2013) o curso hídrico apresenta uma área de 610 ha, com 67% referente a áreas construidas, 14,5% de áreas destinadas a pastagens e apenas 9% de áreas de cerrado, segundo os mesmos autores, a bacia encontra-se degradada, considerando o estado de conservação de suas áreas de preservação permanente.

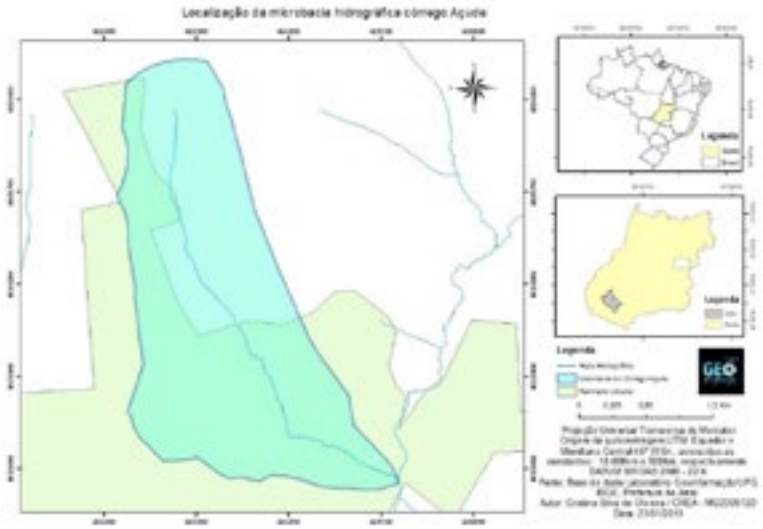


Figura 1- Localização da bacia hidrográfica do córrego do Açude em Jataí-GO.

2.2- Procedimentos Metodológicos

O processamento cartográfico para delimitação e confecção dos mapas de localização da bacia, foi realizado utilizando-se o software ArcGis 10.1, com chave de acesso EFL959692894, vinculado ao laboratório de Geoinformação da Universidade Federal de Jataí-GO. Utilizando as bases cartográficas disponíveis no arquivo do laboratório.

Para a definição dos pontos de amostragem, realizou-se primeiramente o trabalho de gabinete, com a utilização de imagens de satélite levando em conta a extensão e o acesso ao curso hídrico, foi realizado procedimento de cálculo de área e comprimento dos cursos d'água. A partir dos dados apresentados, chegou-se à definição de seis pontos de amostragem.

Para compreender esta distribuição, foram considerados os compartimentos aquáticos do rio (trechos superior, intermediário e inferior), acessibilidade aos pontos de amostragem, procurando manter um padrão de distância.

Para as determinações dos parâmetros físico-químicos como: Temperatura da água (ºC), Potencial Hidrogeniônico (pH), Oxigênio Dissolvido (OD), Total de Sólidos Dissolvido (TDS), Condutividade Elétrica (CE) e Salinidade (NaCl), utilizou-se o equipamento sonda multiparâmetro marca Oakton, modelo PCD 650. O processo de leitura constituiu-se em inserir a sonda na água, cujos sensores apresentam os resultados diretos em % e mg/L. Este método de leitura é realizado igualmente para todos os pontos definidos ao longo do curso hídrico (APHA, 2005).

Os padrões de qualidade e enquadramento dos corpos d'água foram definidos de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005, conforme descrito no Quadro 1.

Quadro 1- Padrões de qualidade para ambientes lóticos das Classes 1, 2, 3 e 4 de águas doces, segundo a Resolução CONAMA n°357/2005.

Parâmetros	**Classe I**	**Classe II**	**Classe III**	**Classe IV**
Temperatura Tº C	Sem padrão	Sem padrão	Sem padrão	Sem padrão
Potencial Hidrogeniônico pH	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0
Oxigênio Dissolvido(O_2)	Não Inf. 6mg/L	Não Inf. 5mg/L	Não Inf. 4mg/L	Sup. 2,0mg/L
Totais de Sólidos Dissolvidos TDS (mg/L)	Até 500 mg/L	Até 500 mg/L	Até 500 mg/L	Até 500 mg/L
Salinidade NaCl- (mg/L	500 mg/L	500 mg/L	500 mg/L	500 mg/L
Condutividade Elétrica CE	Sem padrão	Sem padrão	Sem padrão	Sem padrão

Não Inf. Não inferior; Sup. Superior
Fonte: Adaptado de CONAMA 357/2005.
Org. Própria autora (2019)

3- Resultados e Discussões.

As bacias urbanas do município de Jataí, encontram-se substancialmente degradadas, conforme foi constatado por Matins e Oliveira (2013), e evidenciado durante a coleta de campo na bacia do córrego do Açude, tais caracteristicas, devido principalmente a interferência antrópica, a qual influencia diretamente o comportamento da qualidade da água e as condições ambientais das bacias hidrográficas. Sendo assim, conhecer as características de qualidade da

água ampliam o conhecimento do ecossistema e possibilita detectar alterações provenientes da atividade humana, permitindo através desta análise medidas mitigadoras de prevenção ambiental.

Segundo a ANA (2002) a Temperatura (TºC), é considerada um fator ou características organolépticas que influencia todos os processos químicos, físicos e biológicos que ocorrem na água, embora não exista um padrão estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005, vale ressaltar que a TºC está ligada à "sensibilidade dos organismos vivos, assim como a transparência, sabor, odor e aparência" (PERCEBON, BITTENCOUR, ROSA FILHO, 2002 p. 19).

Portanto, a temperatura é um dos fatores físicos mais expressivos a serem determinados. Segundo Sperling (1996) os ambientes aquáticos apresentam em geral temperaturas na faixa de 20 ºC a 30 ºC. Neste contexto observou-se que a bacia do córrego Açude apresentou distribuição homogênea na TºC, em quase todo o curso hídrico, alcançando uma média de 26,5º C, As flutuações detectadas entre os pontos amostrais nas bacias, as quais podem ser justificadas em função da oscilação do horário, cuja incidência de radiação solar é maior no período da tarde e ainda devido as leituras obtidas em períodos distintos do dia. Nesta análise destaca-se o ponto 1 que alcançou 30,2ºC considerado extremo, dentro do que Sperling (1996) considera aceitável para ambientes aquáticos.

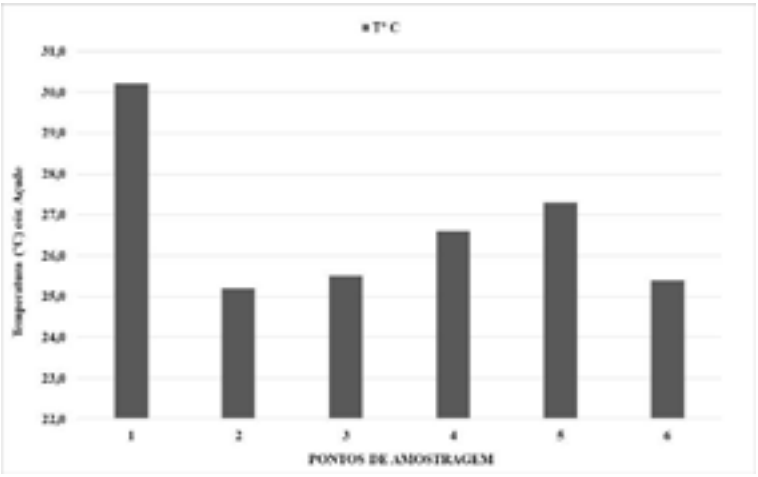


Gráfico 1- Temperatura (ºC) do córrego do Açude em dezembro de 2018.

Neste sentido vale ressaltar as características específicas do ponto 1, o qual encontra-se completamente antropizado, esta bacia faz parte de um complexo turístico de esporte e lazer criado para melhorar a qualidade de vida da população ribeirinha, além das revitalizações paisagísticas do perímetro urbano, este ponto corresponde a área da nascente, a qual foi represada para criação do Parque Ecológico José Gonçalves Brito. Grande parte a montante da nascente está impermeabilizada, e sem matas ciliares o que favorece maior incidência de radiação solar sob a água em relação aos outros pontos.

Segundo estudos realizados por Rocha, Cabral e Braga (2014) nos afluentes da UHE Barra dos Coqueiros-GO, o aumento das temperaturas da água no período úmido (primavera e verão) podem ser associado à maior incidência de radiação solar no corpo da água, constatado ainda por Lopes (2016) em estudos realizados na bacia do ribeirão Paraíso, em que as T ºC mais elevadas encontram-se em áreas de represamento, a qual recebe mais incidência de raios solares, corroborando com o evidenciado na bacia do Açude.

O potencial hidrogeniônico da água, representa a concentração de íons de Hidrogênio H+, sendo indicativo da condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água, cuja fonte de variação deste parâmetro são os sólidos e gases dissolvidos. Sua origem natural está ligada ao intermédio da dissolução de rochas, da composição do solo, adsorção de gases da atmosfera (gás carbônico), oxidação da matéria orgânica e da fotossíntese (CONTE e LEOPOLDO, 2001; EMBRAPA, 2004; PAULA et al., 2010). Tal parâmetro é de fundamental importância para diversas etapas do tratamento de água, quer seja potável ou residual.

O potencial hidrogeniônico da água para ambientes lóticos, conforme estabelece a Resolução CONAMA nº 357/2005, para o consumo humano, devem estar entre 6,0 a 9,0. O Gráfico 2 mostra que esta variável está de acordo com os padrões estabelecidos na referida resolução, apresentando homogeneidade nos valores encontrados, os quais alcançaram um média de 7,64, o pH considerado neutro.

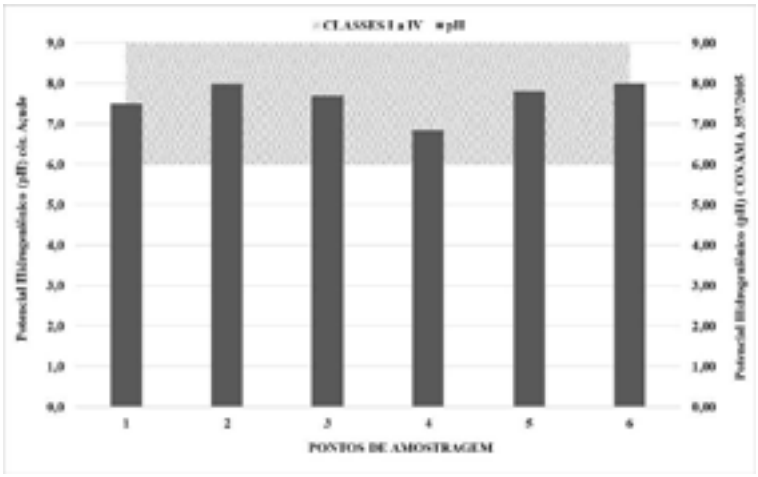


Gráfico 2-Potencial Hidrogeniônico da água do córrego Açude em Jataí-GO.

Segundo Hermes e Silva (2004) o pH da água é controlado pelo equilíbrio na concentração de compostos dissolvidos. Com o exemplo em águas naturais, esse equilíbrio com pH 7 depende da presença de íons carbonatos, como dióxido de carbono (CO_2), ácido carbônico (H_2CO_3), carbonatos e bicarbonatos (HCO_3^-), além de outros componentes naturais, como os ácidos húmicos e fúlvicos, resultantes da degradação da matéria orgânica.

Ressalta-se este padrão de neutralidade em toda bacia, que pode estar ligada ao período da primavera, quando o regime pluviométrico cresce nas regiões do Cerrado, ou seja, o pH tende a subir, pois, nesse período ocorre maior diluição dos compostos físico químicos e o escoamento dá-se de forma rápida.

A condutividade Elétrica (CE) é caracterizada como a capacidade d'água de transmitir a corrente elétrica pela presença de íons (cátions e ânions), podendo apresentar composição iônica variada em função das características do terreno, da presença de vegetação em áreas inundadas, o tempo de retenção d'água e o uso do solo. Esse parâmetro não permite identificar a espécie química responsável pela alteração, no entanto, fornece um indicativo real da poluição ou possível fonte de poluição, podendo variar conforme a Temperatura e Sais dissolvidos (TUNDISI e MATSUMURA TUNDISI, 2008; PAULA, 2011).

Zillmer et al., (2007) destaca que os valores da CE variam de acordo com o ciclo hidrológico, sendo que, no período seco, os valores da CE serão elevados, enquanto que, no período de maior precipitação, os valores de CE serão menores, devido à diluição de íons, decorrente do aumento do volume d'água.

A Condutividade elétrica da água não possui um padrão estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005. Entretanto, estudos de vários autores demonstram que águas com CE até 100 µS/cm são consideradas de boa qualidade; já valores acima de 100 µS/cm, podem indicar toxidade da água por excesso de sais e até mesmo indicar presença de metais pesados, caracterizadas como impróprias ao consumo humano (COUTO et al., 2006, TUNDISI e TUNDISI, 2008).

O gráfico 3 mostra uma distribuição homogênea em 90% da bacia, com exceção do Ponto 5, que apresentou extremo, ultrapassando 100 µS/cm. Segundo Hermes e Silva (2004), os altos índices de CE são ocasionados por fontes não pontuais de contaminação, como efluentes de áreas residenciais/urbanas, águas de drenagem de irrigação, escoamento superficial de áreas agrícolas e efluentes industriais.

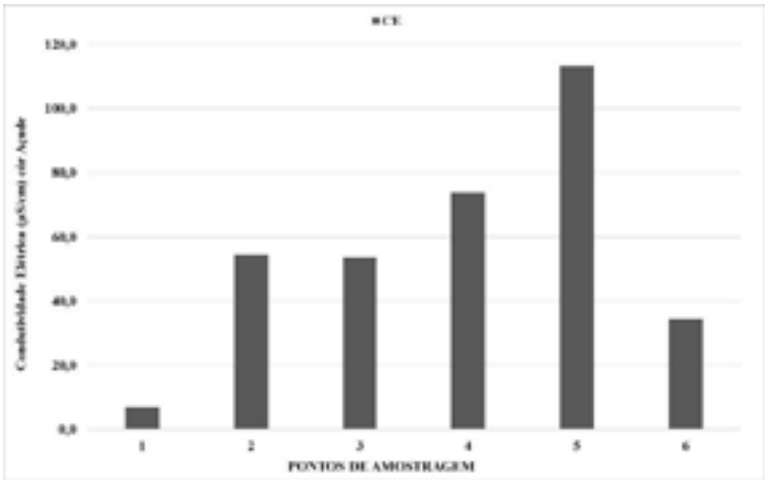


Gráfico 3- Condutividade Elétrica da água no córrego do Açude em Jataí-GO.

Vale ressaltar nesta análise a presença de oficinas mecânicas e ainda lava-jatos a montande do ponto de coleta e ainda a quantidade de residuos sólidos presente em todo o curso

hídrico, proveniente das galerias pluviais e ainda do escoamente superficial urbano. O parâmetro condutividade elétrica, não determina, especificamente, quais íons estão presentes em determinada amostra de água, mas podem variar de acordo com a temperatura, sais dissolvidos e ainda ambientes com poluição.

Para Tundisi e Matsumura Tundisi (2008), o total de sólidos dissolvido (TDS) inclui todos os sais presentes na água, incluindo os elementos não iônicos, medidos pelo conteúdo total de carbono dissolvido, sendo que os íons dissolvidos e as substâncias orgânicas auxiliam na regulação dos processos fisiológicos dos organismos biológicos.

Na representação de totais de sólidos dissolvidos, o gráfico 4 mostra padrão semelhante a condutidade elétrica, isso por que ambas as variáveis são representadas por presença de íons (cátions e ânions) e sais dissolvidos na água. Visualiza-se ainda que ambos os pontos encontram-se dentro do estabelecido pela Resolução CONAMA357/2005, os quais não ultrapassam 60mg/L.

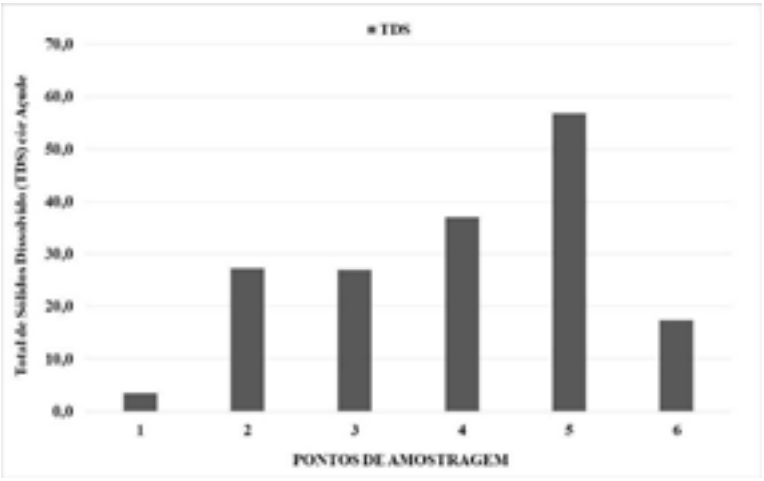


Gráfico 4- Totais de Sólidos Dissolvidos na água do córrego do Açude em Jataí-GO.

Lopes (2016) afirma que segundo o Ministério da Saúde na Portaria nº 2.914/2011 que normatiza a qualidade da água potável, determina que este parâmetro pode alcançar até 1000 mg/L, ou seja, o dobro permitido pelo CONAMA.

No que tange a Salinidade, Esteves (1998) ressalta que a salinidade das águas superficiais são geralmente provenientes do estrato rochoso, controlados principalmente pelo intemperismo das rochas e pelo escoamento superficial, os quais podem causar alterações na composição geoquímica de um corpo hídrico.

Neste sentido o gráfico 5, apresenta o comportamento da salinidade no córrego do Açude, em que é possível verificar a estreita relação entre as variáveis CE e TDS, as quais apresentaram o mesmo comportamento. Mesmo os valores estando dentro o estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005, percebe-se a maior alteração no ponto 5 em ambas variáveis.

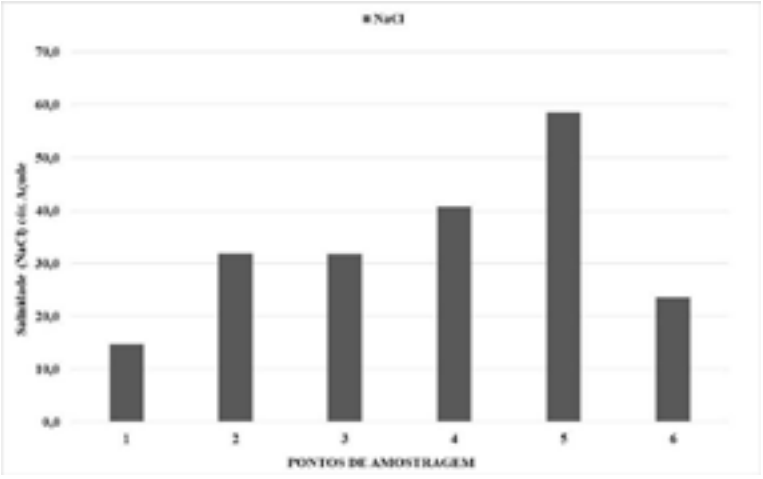


Gráfico 5- Salinidade do córrego do Açude em Jataí-GO.

Zillmer et al. (2007), destacam os principais elementos controladores da salinidade em ambientes aquáticos os principais mecanismos controladores da concentração de cátions e ânions, a predominância rochosa, a precipitação atmosférica e os processos de evaporação da água. Neste sentido podemos destacar a predominância rochosa e a evaporação da água, pois nos dias que antecederam a amostragem não tiveram influência da precipitação.

Além do que, pode estar indicando ainda a presença de algum agente poluidor a montante da amostragem, a qual não foi possível obter acesso, como trata-se de um ambiente totalmente urbanizado, sem a presença de mata ciliar, e com construções ribeirinhas inadequadas muito próximas as margens do córrego, pode se tratar tanto de resíduos domésticos quanto comerciais (oficinas mecânicas e lava-jatos) presentes na bacia.

A presença regular do oxigênio dissolvido na água é considerada a variável de maior importância para o desenvolvimento adequado de organismos aeróbicos, caracterizando-se de fundamental importância para a dinâmica aquática (SPERLING, 1996; ESTEVES, 1998). O gráfico 6 apresenta a distribuição do Oxigênio Dissolvido em todo o curso hídrico do córrego do Açude, em que é possível verificar que 90% do curso d'água apresenta uma distribuição homogenia com média de 7,0 mg/L, este aumento de OD em relação ao ponto 1 pode ser justificado pelo turbilhonamento da água.

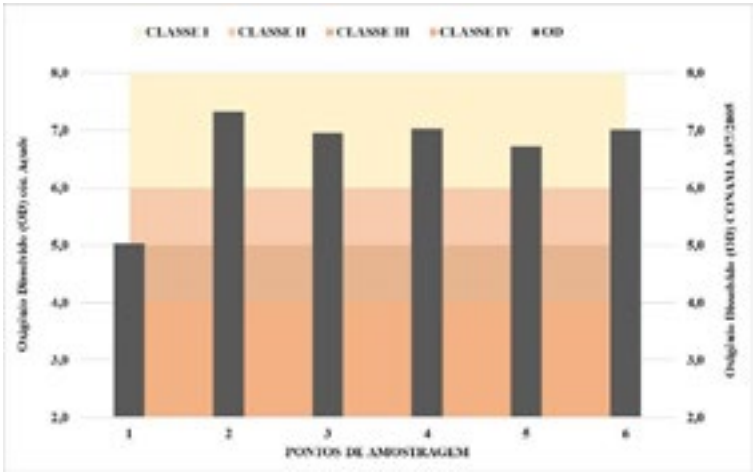


Gráfico 6- Oxigênio Dissolvido do Açude em Jataí-GO.

Lopes (2016) em sua tese de doutorado, afirma que o próprio perfil de equilíbrio do córrego possibilita a produção de oxigênio na água. Aliando a declividade ao aumento da velocidade da água em grande parte do curso hídrico, influenciando diretamente no turbilhonamento da água e consequentemente resultando em maior produção de OD.

Destaca-se ainda o ponto 1 que se enquadrou na classe III da resolução CONAMA, tal medida pode ser justificada devido as caracteristcias do ambiente, pricipalmente a relação estabelecida com a Temperatura que segundo Hermes e Silva (2004) as altas temperaturas diminuem significativamente a quantidade de oxigênio dissolvido na água, em que foi constatado no ponto 1 a maior temperatura observada em todo o curso hídrico.

4- Considerações Finais

A bacia do córrego do Açude é relativamente pequena, apresentando grande diversidade de ambientes, trata-se de uma das áreas de ocupação mais antigas da cidade de Jataí-GO, o processo de urbanização desta bacia trouxe consigo vários problemas ambientais em diferentes níveis de degradação.

Durante o trabalho de campo foi possível constatar presença de lixo e esgosto lançados no curso hídrico, ausência de mata ciliar em toda sua extensão, salvo o ponto 2 que encontra-se em área de preservação dentro dos limites da secretaria do Meio Ambiente do município.

Através da análise da qualidade da água pode-se afirmar que a mesma se enquadra na classe I da Resolução CONAMA 357/2005, nesta análise é possível afirmar que o auto poder de depuração do ambiente hídrico favorece este resultado. Mesmo que apenas um ponto tenha se classificado como Classe III, o que levando em consideração os resultados encontrados na bacia, faz-se necessário o monitoramento da qualidade da água para que se possa responder aos anseios demandados em diagnósticos mais aprofundados, levando em conta mais variáveis físico-químicas e ainda biológicas.

5. Referências Bibliográficas

CONAMA. **Conselho Nacional do meio Ambiente. Ministério do Meio Ambiente.** Resolução nº 357, 17 de março de 2005. Corpos d'água. Disponível em: <www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2019.

LOPES. S. M. F. influência do uso da terra na qualidade da água em bacias hidrográficas com usos distintos, em Jataí-GO e Canapolis-MG. **Tese.** Universidade Federal de Goiás. Instituto de estudos socioambientais (IESA). Programa de Pós-Graduação em Geografia. Goiânia 2016. Disponível em: https://repositorio.bc.ufg.br/tede/bitstream/tede/6760/5/Tese%20-%20Simone%20Marques%20Faria%20Lopes%20-%202016.pdf. Acesso em: 15/01/2019

MARTINS. A. P. e OLIVEIRA R. M. **Diagnóstico ambiental das microbacias hidrográficas da área urbana de Jataí – GO.** Vol.1 Universidade Federal de Goiás. Laboratório de Geoinformação. 2012. Disponível em: https://geoinfo.jatai.ufg.br/up/928/o/Relatorio_Hidrocon_-_Diagnostico_ambiental_-_compac.pdf?1496775611. Acesso em: 15/01/2019

SPERLING, M., **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3ed. Belo Horizonte. DESA-UFMG. v. 1.1996.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA SUPERFICIAL, A PARTIR DO ÍNDICE IQA, NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DA GUARDA (RJ)

Andreilson Bispo Silva [(a)], Niriele Bruno Rodrigues [(b)], Laura Delgado Mendes [(c)]

[(a)] Departamento de Geografia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – Instituto Multidisciplinar, andreilson.s7@gmail.com

[(b)] Departamento de Solos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – Instituto de Agronomia, nirielebr@yahoo.com.br

[(c)] Departamento de Geografia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – Instituto Multidisciplinar, lauradmendes@gmail.com

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

O comprometimento da disponibilidade da água no mundo está relacionado às formas de uso e ocupação da terra, aos processos produtivos da mineração, agricultura e pecuária, ao processo de urbanização sem planejamento e à geração de efluentes domésticos e industriais. Portanto, o monitoramento da qualidade da água em bacias hidrográficas é importante como ferramenta fundamental para a gestão dos recursos hídricos e planejamento ambiental e territorial. O objetivo deste trabalho foi analisar a qualidade do sistema de drenagem do rio da Guarda (RJ) a partir do Índice de Qualidade da Água (IQA). Para isso, foram utilizados os dados do Boletim de Qualidade de águas com recorte temporal de 2014 a 2018. Os resultados enquadram os corpos d'água em ruim ($50 > IQA \geq 25$) para todos os anos analisados e indicam que apresenta um grau considerável de poluição, possivelmente ocasionado por despejo de esgoto *in natura* e efluentes industriais.

Palavras chave: recursos hídricos, Índice de Qualidade da Água, bacia de drenagem, rio da Guarda.

Andreilson Bispo Silva, Niriele Bruno Rodrigues, Laura Delgado Mendes

1. Introdução

O comprometimento da disponibilidade da água no mundo está relacionado às formas de uso e ocupação da terra, aos processos produtivos da mineração, agricultura e pecuária, ao

processo de urbanização sem planejamento e à geração de efluentes domésticos e industriais. Como se sabe, embora os rios sejam importantes para o desenvolvimento da sociedade e para o bem-estar humano, em bacias de drenagem urbanizadas, comumente a poluição do corpo hídrico é proveniente do despejo *in natura* de efluentes domésticos e industriais (TUCCI, 2008), que impacta a qualidade ambiental desses corpos hídricos. Suguio (2006) observa que cerca de mais de 90% dos efluentes domésticos sem tratamento são despejados nos rios, o que acaba tornando essas cargas orgânicas e inorgânicas um grande fator contaminante para o ecossistema aquático.

A utilização de marcadores ambientais na análise das águas superficiais pode ser bastante útil para a averiguação de impactos antropogênicos em tais contextos. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho é analisar a qualidade do sistema de drenagem do rio da Guarda (RJ) a partir do Índice de Qualidade da Água (IQA) e dos dados disponibilizados pelo Instituto Estadual do Ambiente do estado do Rio de Janeiro (INEA) e, por sua vez, os impactos antropogênicos que afetam as características físico-químicas do seu ambiente aquático. O IQA tem como uma das principais vantagens para a sua utilização a fácil comunicação com o público leigo e a sua maior limitação é a sua dependência em relação aos pesos (w) visto que, na ausência de um dos parâmetros, o IQA não pode ser gerado.

A bacia hidrográfica do rio da Guarda está localizada nos municípios de Itaguaí, Seropédica e Rio de Janeiro (Figura 1), na Região Metropolitana do Estado do Rio de Janeiro (RMRJ), entre as coordenadas geográficas 22°51’08’’ de latitude sul, e 43°46’31” de longitude oeste, numa área de, aproximadamente, 346 km², de acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA, 2007). O aumento da concentração urbano-industrial no entorno da baía de Sepetiba, a partir da década de 1960, com a instalação dos distritos indústrias dos municípios de Queimados, Itaguaí e Rio de Janeiro e construção do porto de Itaguaí, gerou uma enorme pressão e competição pelos recursos naturais (água e solo). Está inserida, portanto, num contexto de antropização, com bacias de drenagem urbanizadas e nas quais a

ISBN: 978-85-7282-778-2

poluição dos corpos hídricos é proveniente do despejo *in natura* de efluentes domésticos e industriais.

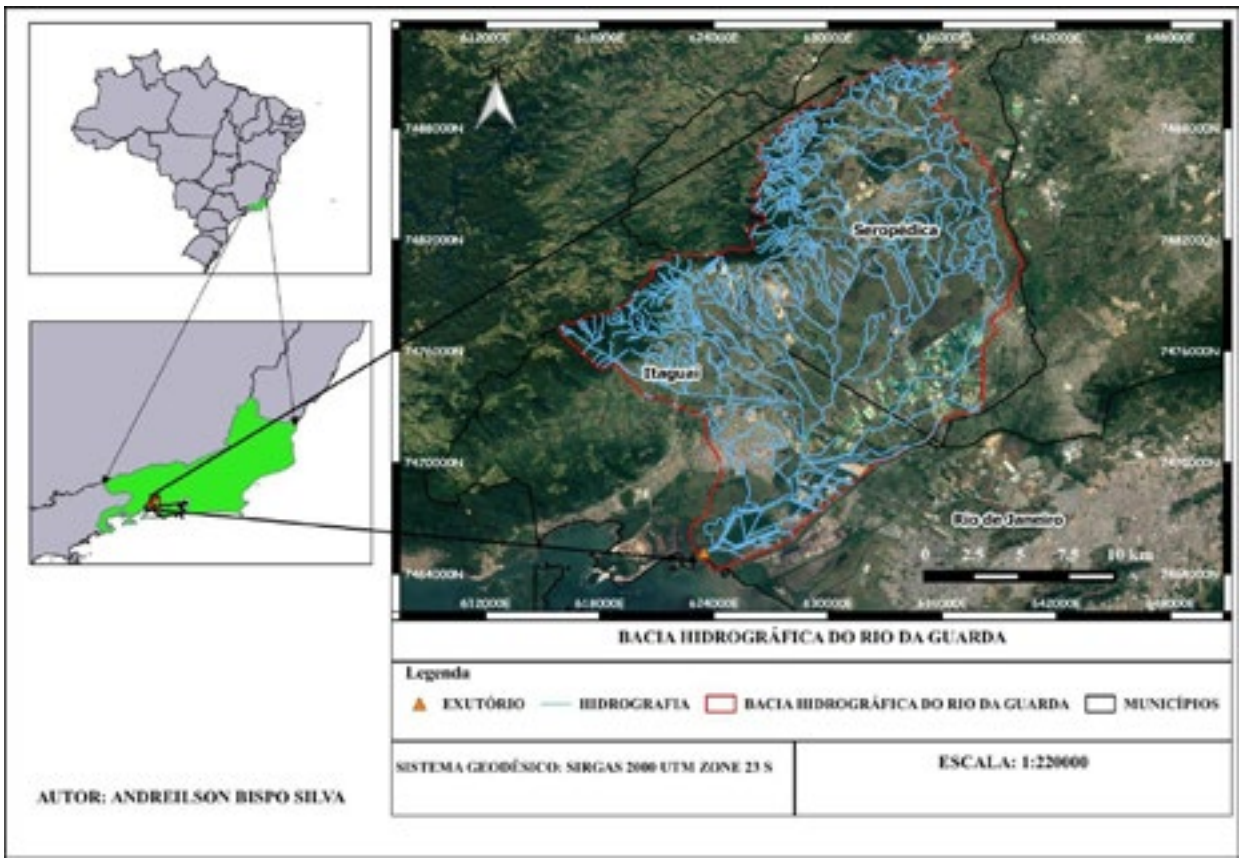


Figura 1- Localização da bacia hidrográfica do rio da Guarda (RJ).

2. Materiais e métodos

A pesquisa foi desenvolvida a partir das seguintes etapas: 1) Levantamento bibliográfico teórico-conceitual; 2) Aquisição dos dados brutos do IQA; e 3) Análise dos resultados. As informações utilizadas foram baseadas no conjunto de dados Boletim de Qualidade das águas região hidrográfica II - Guandu, sob responsabilidade do INEA. Os dados foram selecionados de acordo com a sazonalidade (época chuvosa e seca), recorte temporal de 2014 a 2018, da estação GR100 de monitoramento da bacia hidrográfica do rio da Guarda (RJ).

O mapeamento da bacia de drenagem (Figura 1) foi executado a partir do uso de geotecnologias livres, através do software *Quantum GIS (v. 2.18.2),* e utilizou como base de dados do Instituto Estadual do Ambiente (INEA), Agência Nacional de Águas (ANA), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Os dados obtidos foram organizados e analisados em planilha Excel do pacote *Microsoft Office*.

2.1. Indice de Qualidade da Água (IQA)

O Índice de Qualidade de Água (IQA) foi proposto na década de 1970 pelo *National Sanitation Foundation* (NSF) dos Estados Unidos, com objetivo de avaliar a qualidade da água bruta visando seu uso para o abastecimento público, com parâmetros a serem avaliados, seu peso relativo e a condição em que se apresentam (ANA, 2005). No Brasil, a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) de São Paulo utiliza, desde 1975, uma versão do IQA adaptada da versão original citada acima (ANA, 2007). As análises realizadas nesse trabalho estão baseadas na versão adaptada pela CETESB (2004) e utilizada pelo INEA.

De acordo com Costa e Ferreira (2015), o IQA reúne nove parâmetros, considerados mais representativos para a caracterização da qualidade da água: coliformes fecais (termotolerantes), pH, demanda bioquímica de oxigênio(DBO), nitrato, fosfato total, temperatura da água, turbidez, sólidos totais e oxigênio dissolvido(OD). Cada um desses parâmetros possui seus respectivos pesos (w), que foram fixados em função da sua importância para a conformação global da qualidade da água (ANA, 2005).

O cálculo do IQA é feito por meio de tais parâmetros, segundo a seguinte equação:

$$IQA_{NSF} = \prod_{i=1}^{n} q_i \; w_i$$

Sendo que:

IQA= Índice de Qualidade de Água, um valor entre 0 e 100;

q_i= qualidade do i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva curva média de variação de qualidade (resultado da análise);

w_i= peso correspondente ao i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade, sendo:

$$\sum_{i=1}^{n} w_i = 1$$

Os pesos (w), de acordo com os parâmetros, correspondem a: OD (0,17); Coliformes Termotolerantes (0,15); pH (0,12);DBO (0,10); Temperatura da água (0,10); Nitrogênio total (0,10); Fósforo total(0,10); Turbidez(0,08); e Resíduo total(0,08).

3. Resultados e discussões

Os resultados do Índice de Qualidade de Água foram sintetizados na Tabela I, com o recorte temporal de 2014 a 2018. De acordo com a classificação do IQA, os corpos d'água estão dentro da categoria ruim ($50 > IQA \geq 25$), em todos os anos analisados, com significativas variações dos parâmetros no período analisado.

No que se refere ao conjunto de dados do parâmetro pH, há uma variação de 6,4 a 7,2. Sabe-se que o pH é usado na indicação de acidez de uma solução, sendo um dos vários indicadores essenciais para a qualidade da água (CECH, 2013). Valores afastados da neutralidade podem afetar a vida aquática e os microrganismos responsáveis pelo tratamento biológico dos esgotos detectaram um pH com as águas mais ácidas, abaixo de 7 (VON SPERLING, 2014). Contudo, os valores observados estão dentro da faixa de 4 a 9, estabelecida por Cech (2013) para a maioria das águas dos rios e lagos. O pH afeta o metabolismo de várias espécies e, para proteção das espécies aquáticas, deve estar entre 6,0 e

ISBN: 978-85-7282-778-2

9,0, segundo a Resolução CONAMA nº 357/2005, valores de referência para a Classe 2 de Águas Doces (BRASIL, 2005).

Tabela I– Síntese dos resultados Índice de Qualidade da Água

Estação GR 100 – Itaguaí (Rio da Guarda) / Data	Demanda Bioquímica Oxigênio (DBO) mg/L	Fósforo Total (PT) - mg/L	Nitrato (NO3) mg/L	Oxigênio Dissolvido (OD) - mg/L	Potencial Hidrogeniônico (pH)	Turbidez (-ut)	Coliformes termolerantes (NPM/100)	Sólidos Dissolvidos Totais (SDT) - mg/L	Temperatura da água (°C)	Temperatura do ar (°C)	IQA-NFS
25/08/14	2,0	0,36	0,84	3,8	6,6	6,8	4.900	5.821	22	24	47,9
11/02/14	12,0	0,27	1,23	1,6	6,8	21,00	22.000	891	28	29	32,4
19/08/15	-	0,48	8,78	6,4	6,4	32,00	79.000	3.284	23	28	-
09/03/15	5,0	0,37	0,37	2,6	7,1	58,00	1.600.000	975	22	25	32,4
16/11/16	14,0	0,35	1,08	2,6	-	-	-	336	26	29	-
03/05/16	4,0	0,15	2,24	4,6	7,2	13,40	33.000	4.325	24	22	44,2
21/11/17	6,0	0,37	0,91	2,2	7,2	50,80	33.000	579	24	24	34,2
04/04/17	2,0	0,42	2,04	3,2	7,0	40,30	16.246	1.382	25	26	41,1
28/02/18	16,0	0,30	3,24	1,6	7,0	33,70	22.000	673	25	26	29,8
Categoria de resultados			EXCELENTE		BOA		MÉDIA	RUIM		MUITO RUIM	

De acordo com Von Sperling (2014) o Oxigênio Dissolvido (OD) é um dos principais parâmetros de caracterização dos efeitos de poluição das águas por despejos orgânicos. Segundo o autor, valores inferiores a saturação (ao nível do mar, na temperatura de 20ºC, a saturação é igual a 9,2 mg/L) são indicativos da presença de matéria orgânica, provavelmente esgoto (VON SPERLING, 2014). Os dados da área analisada mostram que o OD está muito abaixo ao valor de saturação praticamente em todas as datas disponíveis, com variação entre 1,6 e 6,4mg/L.

ISBN: 978-85-7282-778-2

A variação da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) é de 2,0 a 16,0 (mg/l) de 2014 a 2018, com um significativo aumento da estação chuvosa para a seca. Constatou-se no período chuvoso índices de 12,0 mg/l (2014) e 16,0 mg/l (2018), valores acima do estabelecido pelo CONAMA (2005), e que indicam a baixa capacidade de oxidação da matéria orgânica (decomposição microbiana aeróbica), resultando, portanto, em maior teor de matéria orgânica, provavelmente proveniente de um maior despejo de efluentes no sistema de drenagem.

A Temperatura é a medição de intensidade de calor e que, no caso dos corpos d'água, pode variar ao longo do dia, das estações do ano e de condições ambientais. A temperatura na bacia de drenagem apresentou-se acima dos 22ºC em todas as amostras, com variação de 22ºC a 28ºC. A elevação da temperatura aumenta taxas de reações físicas, químicas e biológicas e diminui a solubilidade dos gases, podendo comprometer a retenção do Oxigênio Dissolvido (VON SPERLING, 2014; CECH 2013). Deve-se destacar que o lançamento de efluentes com altas temperaturas pode causar impacto significativo nos corpos d'água.

A turbidez na água pode ser definida como uma medida do grau de interferência à passagem da luz através do líquido (FUNASA, 2014; CECH, 2013). Altos níveis de turbidez podem indicar vários problemas em um corpo d'água, como níveis baixos de oxigênio dissolvido, o que pode ajudar a entender a variação da turbidez que foi de 6,8 a 58,00. Além da condição natural, a turbidez da água pode, também, ser causada por lançamentos de esgotos domésticos ou industriais (FUNASA, 2014).

Os maiores valores de sólidos dissolvidos totais estão concentrados na estação seca, com variação entre 5.821 mg/Le 673 mg/L, devido à baixa energia de transporte fluvial, corroborando para assoreamento, risco a enchentes, danos a vida aquática. Destacam-se a drenagem fluvial de áreas urbanas e agrícolas com os esgotos domésticos e da própria matéria fecal, entre as fontes de fósforo no ambiente. Como o fósforo é um bom indicador de teor de nutrientes no ambiente, a sua alta concentração na água indica o estágio de eutrofização, no

qual há proliferação de fitoplâctons, comumente em águas paradas. Nesse sentido, observou-se nesse monitoramento abaixa concentração de fósforo, com oscilação entre 0,15 mg/L e0,48 mg/L, esse último na estação seca.

O nitrato (NO3) é um indicador de poluição ou contaminação no ciclo biogeoquímico e, conforme afirma Hermes (2006) a sua presença no corpo de água é um indicador de poluição antiga relacionada ao final do período do processo de nitrificação. No entanto, obteve-se uma variação de 0,37 mg/L à 8,78 mg/L, com o status atual de 3,24 mg/l.. Pode ser ressaltado o desequilíbrio desse elemento no ciclo biogeoquímico, e, por conseguinte como um dos indicadores da poluição ou contaminação do sistema fluvial. Quando as concentrações de nitrato são superiores a 5 mg L-1 demonstram condições sanitárias inadequadas, pois a principal fonte de nitrato são os dejetos humanos e animais (HERMES, 2006). O parâmetro Coliformes Termotolerantes sofreu uma variação de 4.900 no período seco à 1.600.000 no período chuvoso, com variações de 79.000 e 33.000, indicando nesses períodos a contribuição da poluição de esgoto doméstico e de microrganismos patogênicos. As bactérias coliformes termotolerantes se encontram no trato intestinal de animais de sangue quente e sua presença pode indicar poluição por esgotos domésticos. Sua presença em grande quantidade indica a possibilidade da existência de microrganismos patogênicos que são responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como disenteria bacilar, febre tifoide, cólera.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), 77.5% de domicílios em Itaguaí (onde cerca de 28% da bacia do rio da Guarda se encontra), têm esgotamento sanitário adequado, 54.1% de domicílios urbanos em vias públicas com urbanização adequada (presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio). Quando comparado com os municípios do estado do Rio de Janeiro, que totalizam 92, fica na 42ª e 23ª posição no parâmetro de esgotamento sanitário adequado e de domicílios urbanos em vias públicas com urbanização adequada, respectivamente. Já quando comparado a outras cidades do Brasil, sua posição com base nesses parâmetros é 1055ª e 333ª de 5570

ISBN: 978-85-7282-778-2

municípios, respectivamente. Ressalta-se ainda, segundo IBGE (2010), o município de Seropédica, onde cerca de 67% da bacia do rio da Guarda se encontra (SEMADS, 2001), e que apresenta 64.1% de domicílios com esgotamento sanitário adequado e 19.7% de domicílios urbanos em vias públicas com urbanização adequada. Esse município ocupa as posições 69ª e 79ª, respectivamente, para cada um desses mesmos parâmetros. Quando comparado a outras cidades do Brasil, sua posição é de 1649ª e 1883ª de 5570, respectivamente, ou seja, com resultados ainda inferiores ao município de Itaguaí, tanto no contexto estadual quanto no nacional.

Diante disso, a análise do Índice de Qualidade da Água na bacia do rio da Guarda se manteve numa classificação estável em ruim ($50 > IQA \geq 25$) em todos os períodos da análise temporal, com exceção de duas datas onde não foi possível gerar o IQA por falta de dados nos parâmetros: termolerantes (NPM/100), Potencial Hidrogeniônico (pH), Demanda Bioquímica Oxigênio (DBO) mg/Le Turbidez (-ut). A partir disso, constata-se o status de degradação e frisa-se o alerta do comprometimento do sistema terrestre e fluvial da área. Sendo assim, ressalta-se a necessidade de medidas de ordem de gestão e recursos hídricos num curto, médio e longo prazo. A poluição de áreas urbanizadas contribuiu para uma maior deterioração da qualidade das águas na bacia do rio da Guarda, prejudicando não só a população, pelo aspecto e qualidade de suas águas, como também o próprio rio, que passa a contribuir para a poluição da Baía de Sepetiba, acelerando a eutrofização, assoreamento acelerado e deterioração da qualidade da água. Os parâmetros de qualidade da água, avaliados no contexto da bacia de drenagem para o IQA indicam que as fontes de poluição antrópica são as responsáveis por esses resultados ruins e que provavelmente contribuirão em longo prazo para o processo de degradação e eutrofização dos corpos d'água, que atualmente apresentam águas de qualidade ruim. Em resumo, a análise obtida pelos parâmetros, permite afirmar que o rio da Guarda apresenta alto grau de degradação.

4. Considerações Finais

ISBN: 978-85-7282-778-2

Os dados indicam a poluição da bacia hidrográfica do rio da Guarda devido ao despejo por efluentes domésticos e industriais que, por conseguinte, impactam na qualidade do sistema fluvial e se reflete nos dados do Índice de Qualidade da Água. Os resultados enquadram os corpos d'água em ruim ($50 > IQA \geq 25$) para todos os anos analisados e indicam que apresenta um grau considerável de contaminação, possivelmente ocasionado por despejo de esgoto *in natura* e efluentes industriais.

Observa-se o reduzido número de pontos de monitoramento que, ao contrário, poderiam permitir uma análise mais detalhada a fim de montar uma série histórica mais robusta para que as eventuais e necessárias intervenções sejam feitas de forma eficaz. O monitoramento da qualidade da água em bacias hidrográficas é importante como ferramenta fundamental para a gestão dos recursos hídricos e planejamento ambiental e territorial.

Referências Bibliográficas

ANA. Agência Nacional de Águas. **Plano estratégico de recursos hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu Mirim, Relatório do Plano Estratégico (Recursos Hídricos)**. ANA/AGEVAP, 2007. 45p.

CECH, T.V. **Recursos Hídricos: história, desenvolvimento, política e gestão**. Rio de Janeiro: LTC, 2013. 428 p.

CEPERJ. Fundação Centro Estadual de Estatísticas, Pesquisas e Formação de Servidores Públicos do Estado do Rio de Janeiro. **Regiões de Governo do Estado do Rio de Janeiro** (2014). Disponível em: http://www.ceperj.rj.gov.br/ceep/info_territorios/Reg%20Gov_2013.pdf Acesso em 30 de março de 2018.

CETESB, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, São Paulo (2004). **Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo 2003/CETESB.** São Paulo: CETESB. 264p.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução 557 de 17 de março de 2005, Publicado no DOU nº 053, de 18/08/2005: Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.**Disponível em:http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459.Acesso em 12/02/2019.

FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS.** 2014. 116p.

HERMES, L. C., Fay, E. F., Silva, C. M. M. S., & Silva, Ê. F. F. Considerações Gerais à Classificação e Monitoração de Qualidade da Água. **Índice do uso sustentável da água (ISA-AGUA)-região do submédio são Francisco. Jaguarúna: Embrapa Meio Ambiente**, p. 17-41, 2006.

IBGE, 2010. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010 - Microrregiões, distritos, subdistritos e bairros**. Disponível em http://www.ibge.gov.br. Acesso em 24 de janeiro de 2018. SUGUIO, K. **Água**. Ribeirão Preto: Holos, 2006. 242 p.

SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (SEMADS). **Bacias hidrográficas e recursos hídricos da macrorregião 2: bacia da Baía de Sepetiba**. 2001. 80 p.

VON SPERLING, M. **Estudos e modelagem da qualidade da água de rios**. Belo Horizonte: UFMG, 2014. 588 p.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

AVALIAÇÃO DAS BARRAS FLUVIAIS ENTRE O RIACHO SACRABETÓ E A ILHA DO MAROTO, ALTO SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO

Mateus Castro Rosendo[(a)], Davi Vasconcelos Calado[(b)], Luiz Henrique de Barros Lyra[(c)], Lúcio Alberto Pereira[(d)].

[(a)] CGEO – UPE, Campus Petrolina, Email: mateusshalom@outlook.com
[(b)] CGEO – UPE, Campus Petrolina, Email: davi_calado02@hotmail.com
[(c)] CGEO _ UPE, Campus Petrolina, Email: barroslyra@bol.com.br
[(d)] EMBRAPA – Semiárido, Petrolina – PE, Email: Lucio.pereira@embrapa.br

Eixo: Dinâmica e Gestão de Bacias Hidrográfica

Resumo

As barras fluviais entre o riacho Sacrabetó e a Ilha do Maroto, constituem relíquias da paisagem do Alto Submédio São Francisco, bem como, sua sedimentação possibilita a compreensão da evolução geomorfológica e dinâmica fluvial existente. A pesquisa realizou o mapeamento evolutivo das barras fluviais, utilizando ferramentas de geoprocessamento de imagens de satélite, LANDSAT, disponibilizados na base do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), IBGE e Google Earth Pro, em intervalos aproximados de dez anos e escalas de 1:25.000, e o registro em campo, considerando os impactos antrópicos, os condicionantes naturais e os eventos críticos, como cheias e secas. Os dados obtidos proporcionaram a avaliação das barras mais desenvolvidas em quatro trechos do rio, associadas á alterações da vazão do rio, o desmatamento ciliar e o assoreamento do leito: barra de juazeiro, barra de soldamento na Ilha do Maroto e as barras nas proximidades da Ilha do Massangano, Rodeadouro e Amélia.

Mateus Castro Rosendo, Davi Vasconcelos Calado, Luiz Henrique de Barros Lyra, Lúcio Alberto Pereira

Palavras chave: Alto Submédio São Francisco, Barras fluviais, Mapeamento, Sedimentação.

1. Introdução

A morfologia em ambientes fluviais é marcada pela dinâmica de seus fatores e processos desencadeadores, tanto intrínsecos como extrínsecos, com ênfase no regime hídrico-climático, a litologia, a topografia, a cobertura vegetal e as derivações antrópicas que direcionam as formas de uso e ocupação das terras e engendram profundas alterações na paisagem. Segundo Novo (2008), esta dinâmica pode ser compreendida a partir das relações entre os processos de erosão e deposição resultantes do escoamento de água dos rios e as

formas de relevo derivadas. Os rios, por sua vez, podem ser definidos como um amplo corpo de água em movimento, confinado em um canal, que representa o principal tronco do sistema de drenagem. Sua configuração é produto de vários aspectos – largura, profundidade, velocidade, descarga, resistência do fluxo e declives, que podem variar continuamente ao longo dos anos acarretando mudanças na sua própria fisionomia (CUNHA, 2008).

Nesta perspectiva, a dinâmica do escoamento se converte em um dos principais mecanismos da geomorfogênese atribuída à ação da água sobre os sedimentos do leito fluvial, no transporte dos sedimentos, nos mecanismos deposicionais e na própria morfologia do leito. A fonte deste processo é a erosão e a carga detritíca das margens e fundo do leito, e principalmente da remoção das vertentes, controlado pelos fatores hidrológicos, dentre os quais se destacam a distribuição e a quantidade da precipitação, a estrutura geológica, as condições topográficas e a cobertura vegetal. Tais fatores exercem influencia na formação do material intemperizado na bacia hidrográfica e o seu carregamento até os rios. Por fim, o ambiente de sedimentação fluvial torna-se imprescindível para esclarecer e desvelar a evolução histórica de paisagens na escala geológica. “O conhecimento minucioso das condições de produção, remoção, transporte e deposição dos sedimentos é extremamente importante, porque se refletem nas características das camadas sedimentares que funcionam como sedimentos correlativos e vestígios das condições morfoclimáticas imperantes nas áreas continentais”. (CHRISTOFOLETTI, 1981, p.19).

No Alto Submédio São Francisco, o rio apresenta um padrão de drenagem predominante dentrítico, canal meandrante e anastomasado, leito entrecortado por soleiras fluviais, barras arenosas e ilhas, e margeado por diques, terraços e superfícies alagáveis, típicas de planície de inundação. Segundo Ferreira; Dantas e Shinzato (2014) trata-se da planície Sanfranciscana que está disposta em superfícies sub-horizontais, constituídas de depósitos areno-argilosos, com terrenos deficientemente drenados e sujeitos a inundações periódicas, além de mantos arenosos e campos de dunas situados a sudoeste de Petrolina. Lira (2014) considerou esta planície uma morfoestrutura de origem poligenética com processos agradacionais fluvial, lacustre e eólica.

Este trecho do rio foi bastante alterado pela instalação de barragens, como a de Sobradinho que controlam a vazão e suas oscilações entre as secas e cheias, proporcionando o crescimento da ocupação e das áreas agricultáveis irrigadas. Contudo, ocasionaram várias alterações no fluxo e no ciclo erosivo/deposicional, na recarga e capacidade de transporte de material, evidenciadas pelo rebaixamento da vazão d'água, o assoreamento de seu leito e o desaparecimento de vários tributários, bem como, a formação de extensas barras fluviais e ilhotas (SUASSUNA, 2008).

Neste sentido, o presente estudo teve como intuito mapear e avaliar a evolução de barras situadas no leito do rio no trecho entre o riacho Sacrabetó e a ilha do Maroto. As barras, assim como as ilhas, são resultantes de processos deposicionais de materiais e detritos (sedimentos) do escoamento das águas nos canais fluviais que ao se acumularem adquirem um perfil topográfico elevado em relação ao nível médio do rio, permanecendo emerso durante a maior parte do ano e recoberto ou não por vegetação gramínea ou arbórea. As barras se diferenciam das ilhas por sua menor altura em relação ao nível do rio, menor estabilidade (são frequentemente retrabalhadas no canal fluvial) e por não apresentar vegetação arbórea. Portanto, as ilhas recentes representam a evolução de barras por agradação (SANTOS, 2005).

2. Materiais e Métodos

Segundo o viés teórico-metodológico da geomorfologia fluvial e sua influência na configuração da paisagem, foram adotados procedimentos cartográficos e de campo para caracterização integrada dos aspectos naturais (litologia, topografia, drenagem, solos e cobertura vegetal) e socioeconômicos (uso e ocupação das terras) do recorte hidrográfico em que as barras fluviais fazem parte, a planície do Submédio São Francisco.

Para análise dos condicionantes ambientais foi realizado o levantamento de dados sobre a abrangência dos eventos de natureza morfoclimática associados ao grau de interferência antrópica da paisagem local e da região, e análise de material cartográfico (imagens de satélites e cartas topográficas) em períodos demarcados por fatos críticos que contribuíram para a evolução morfológica das barras e da paisagem como um todo. Recortes

das imagens de satélites LANDSAT, disponibilizados na base do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), do IBGE e do Google Earth Pro com resoluções compatíveis disponíveis do período considerado para o período de 1969 a 2018, em intervalos variados e escalas de 1:25.000, contemplando o canal principal do rio São Francisco na área de estudo foram correlacionadas com os dados de precipitação total e média coletados da estação agrometeorológica da Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias (EMBRAPA/Semiárido), situada no Núcleo Irrigado de Bebedouro em Petrolina – PE, e de vazão e volume de sedimentos da estação fluviométrica da ilha do Fogo situada a montante da área e gerida pela Agencia Nacional das Águas (ANA), enfatizando os anos de secas e cheias.

O intervalo espaço-temporal considerado tem como parâmetro os anos que antecederam a construção da barragem de Sobradinho, na década de 70, e após sua instalação com a operação da usina hidroelétrica, em 1979, até o ano de 2018, procurando abranger os meses secos e chuvosos.

4. Resultados e Discussão

A pesquisa realizada proporcionou uma avaliação das barras fluviais mapeadas e suas relações com os demais condicionantes ambientais da paisagem local e da região, destacando-se a técnica de geoprocessamento e análise de material cartográfico, como também, o registro de campo. Tais procedimentos auxiliaram a compreensão da gênese do processo de sedimentação e o comportamento das barras diante a dinâmica fluvial e as interferências antrópicas que estão submetidas.

Neste sentido, registrou-se uma relativa quantidade de formações de barras no leito do rio São Francisco, que teve influência da barragem de Sobradinho (BA), na qual ocasionou a redução do transporte destes sedimentos e a consequente acumulação dos mesmos. Em períodos que a precipitação pluviométrica é alta, estas ilhotas ficam submersas e/ou são transportadas pela correnteza, visto que existem ilhas que se formaram e consolidaram em cerca de 60 anos. Portanto, destaca-se as barras dos trechos 1, 2, 3 e 4 (Figura 01).

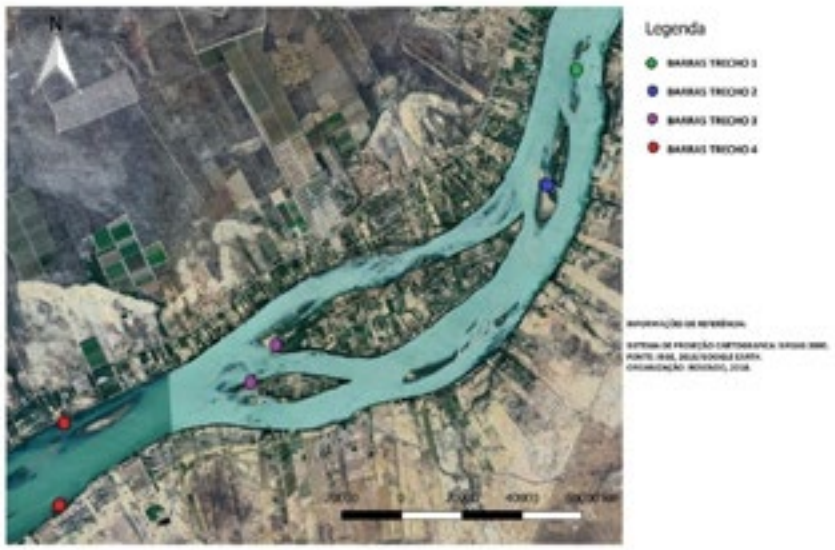


Figura 01 - Localização das barras fluviais, Alto Submédio São Francisco.

Nos trechos 01 e 02 se destacaram as barras arenosas tipo central ou transversal denominada de barra Juazeiro e de soldamento na margem esquerda da ilha do Maroto com uma gênese recente, mas uma dinâmica espaço-temporal e processual relativamente rápida e intensa, sobretudo nos últimos cinco anos e nos períodos de estiagem prolongada, com destaque para o ano de 2012 onde a precipitação atingiu uma média anual de apenas 107, 2 mm e houve forte sedimentação com picos nos meses secos (março e agosto), a vazão e a competência de transporte foram afetadas aumentando o assoreamento do leito e a expansão das barras (Figuras 02 e 03). Na baixa vazão, estas barras são utilizadas para criação e pastagem de animais, um indicativo do alto potencial desta acumulação (Figura 04).

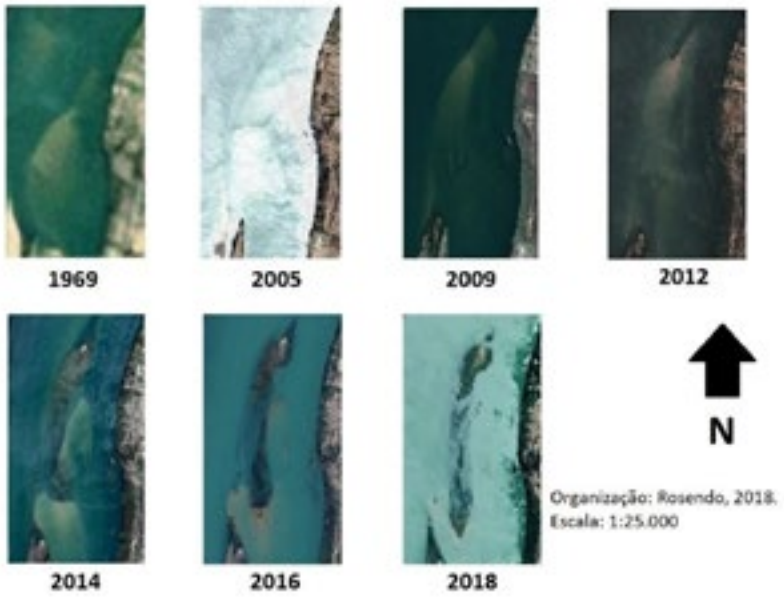


Figura 02 – Evolução das barras centrais Juazeiro, trecho 01, Alto Submédio São Francisco. **Fonte:** Organização Rosendo, 2018 (INPE/IBGE/Google Earth).

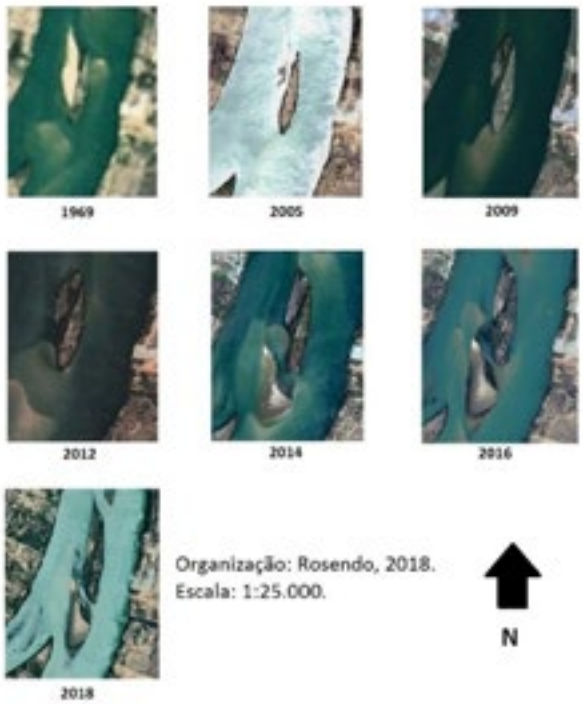


Figura 03 – Evolução das barras de soldamento na ilha do Maroto, trecho 2, Alto Submédio São Francisco. **Fonte:** Organização Rosendo, 2018 (INPE/IBGE/Google Earth).

ISBN: 978-85-7282-778-2

Figura 04 – Pecuária bovina nas barras centrais Juazeiro, trecho 01, Alto Submédio São Francisco. **Fonte:** Calado, 2018.

Nos trechos 3 e 4, as barras variam do tipo arenosas centrais, longitudinais e laterais associadas as soleiras fluviais de afloramentos rochosos no leito do rio e proximidades das margens das ilhas mais consolidadas como a do Massangano, Rodeadouro e da Amélia (Figuras 05 e 06). Tais ilhas são antigas e ocupadas, tanto para o uso turístico, agropecuário e urbano (LYRA *et. al*., 2018).

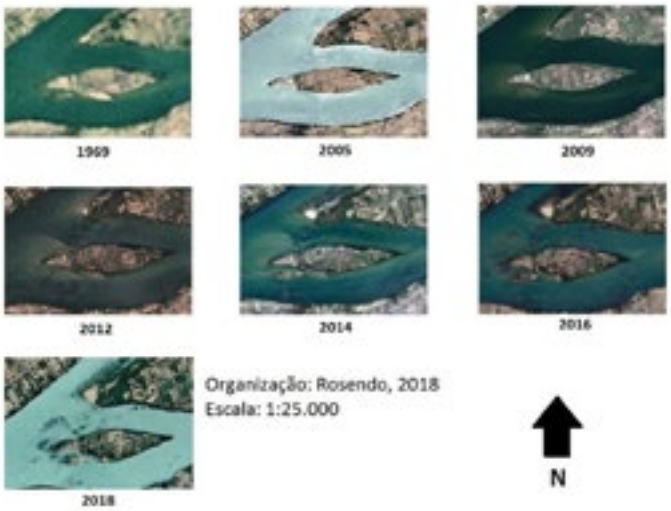


Figura 05 – Evolução das barras entre as ilhas do Massangano e Rodeadouro, trecho 03, Alto Submédio São Francisco. **Fonte:** Organização Rosendo, 2018 (INPE/IBGE/Google Earth).

Figura 06 – Evolução da barra Ilha da Amélia, trecho 04, Alto Submédio São Francisco.
Fonte: Organização Rosendo, 2018 (INPE/IBGE/Google Earth).

Um registro importante na pesquisa foi à grande quantidade de afloramentos rochosos, sobretudo gnáissicos no leito do rio, configurando soleiras, bancos e barras arenosas em forma de parábulas, contribuindo para o seu entulhamento e um possível anastomasamento dos canais. Em muitos casos o acumulo destes sedimentos favorece a formação de mantos intemperizados e até solos subsuperficiais com revestimento vegetal, e consecutivamente podem constituir ilhas. Esse processo se intensificou nos trechos mais largos a jusante da barragem de Sobradinho e a jusante das ilhas do Massangano e Rodeadouro, rio abaixo. A construção da barragem interceptou e passou a controlar sua vazão e seu regime sazonal, interferindo no ciclo natural erosivo e deposicional. Portanto, todo o rio a jusante da barragem perdeu força hidrodinâmica e capacidade de transporte, tanto de carga de fundo como principalmente dos sedimentos em suspensão e detritos carreados pelo escoamento pluvial dos solos e de seus afluentes.

A expansão das barras arenosas com sedimentos em consolidação e solos subsuperficiais possibilita acolonização de uma vegetação ripária herbácea e herbáceo-

arbustivade extensão longa e estreita, destacando-se nas margens a do tipo *tifo taboa*, espécie macrófita, propicia em ambientes úmidos e alagados, formando o aspecto físico dessa paisagem (Figura 07).

Figura 07 – Aspecto da vegetação nas margens das barras, Alto Submédio São Francisco.
Fonte: Calado, 2018.

A dinâmica hídrico-ambiental que caracteriza o processo de sedimentação e formação destas barras corresponde tanto as oscilações climáticas, como fenômenos de pluviosidade local, com uma vazão irregular, maior durante as chuvas e bem menor durante a estiagem, como também as intervenções antrópicas ao longo do rio São Francisco e seus tributários, destacando-se o desmatamento ciliar e a consequente erosão do solo nas margens, e a instalação à montante do trecho estudado da barragem de Sobradinho. No primeiro à atuação do El Niño e atuação conjunta de sistemas atmosféricos episódicos convectivos térmicos e ciclônicos, ao exemplo de chuvas torrenciais associadas a anomalias climáticas locais como sistemas convectivos e vórtices ciclônicos de altos níveis (VCAN) reduzem ou aumentam momentaneamente a vazão com períodos de secas e cheias que se propagam por toda bacia hidrográfica, como também, a competência erosiva e o transporte de sedimentos. No segundo afetam diretamente o leito do rio e os locais a jusante com alterações nos padrões e fluxo dos canais, sedimentação com o assoreamento do rio, os nutrientes e a qualidade da água.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Segundo dados da ANA (2017) coletados em estações fluviométricas a partir da Barragem de Sobradinho, a vazão vem reduzindo paulatinamente, sendo a vazão diária registrada no mês de junho de 2017 como a menor da história dos últimos 40 anos após a implantação da barragem, atingindo 600,0 m^3/s. O histórico da vazão anual da maioria dos anos durante o período considerado foi predominante na média (2.657 m^3/s), com picos extremos entre os meses de janeiro a março, sobretudo nos anos de 1949 e 1979, e abaixo da média entre os meses de setembro a novembro dos anos de 1998, 2003 e 2015. No ano de 1998 foi registrada no mês de setembro uma vazão de apenas 620 m^3/s, contudo a vazão média anual atingiu 1796 m^3/s. Já em 2015, mesmo sem uma vazão mínima tão baixa quanto em 1998, a vazão média foi menor registrando 1199 m^3/s, e mantendo mensalmente abaixo da média histórica. Por conseguinte, de forma associada houve forte sedimentação nos meses secos em junho e agosto. (Figura 08).

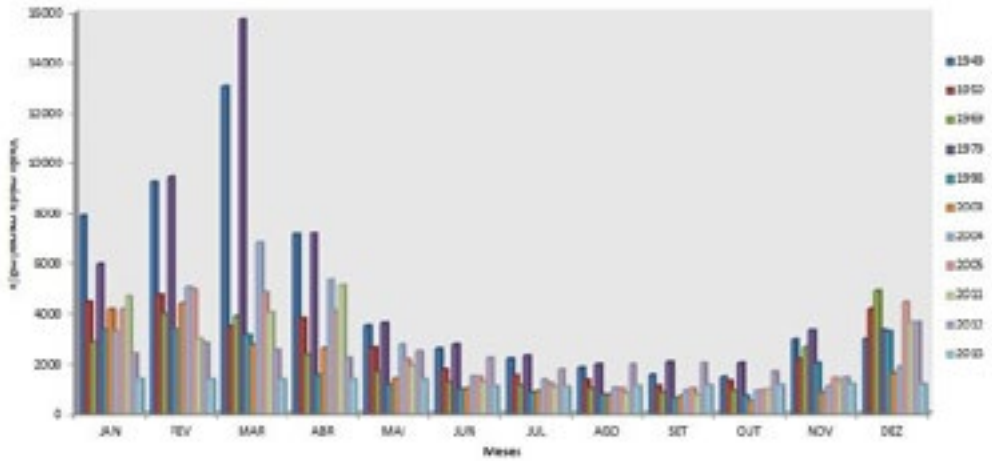


Figura 08–Vazão média mensal do Submédio São Francisco de 1949 a 2015.
Fonte: ANA, 2017. (SINAGEO, 2018)

5. Considerações finais

Pode-se considerar que ao longo dos anos houve um grande crescimento e evolução das barras fluviais no leito do rio São Francisco em seu recorte submédio. Durante períodos de estiagem e baixa vazão, as barras são utilizadas para criação e pastagem de

animais, um indicativo do alto potencial desta acumulação. Em períodos que a precipitação pluviométrica é alta, estas barras e ilhotas ficam submersas e/ou são transportadas pela correnteza, visto que existem ilhas que se formaram e consolidaram em cerca de 60 anos.

O mapeamento na perspectiva evolutiva da paisagem contribui para avaliação do crescimento das barras no Alto Submédio São Francisco, permitindo um diagnóstico ambiental mais abrangente deste recorte hidrográfico. Nesse contexto, pode-se destacar a dinâmica hidrológica associada às oscilações climáticas e a instalação da barragem de Sobradinho, e os impactos decorrentes das atividades agropecuárias e turísticas ao longo das margens do rio, das ilhas e algumas destas barras com solos mais consolidados, como o desmatamento ciliar, a erosão e o assoreamento.

6. Agradecimentos

Meus agradecimentos à EMBRAPA – Semiarido, pelo apoio durante todo o processo de pesquisa e o suporte logístico em campo.

7. Referências bibliográficas

ANA. Hidroweb. Estação Fluviométrica de Juazeiro código 48020000. (disponível em: http://www.snirh.gov.br/hidroweb/). Acesso em 30 de novembro de 2017.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia.**2º ed. São Paulo: Edgar Blücher, 1980. 189p.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia Fluvial.**v. 1. São Paulo: Edgar Blücher, 1981. 297p.

CUNHA, S. B. Canais Fluviais e a Questão Ambiental. In: CUNHA, S.B., GUERRA, A. J. T. (orgs.) **A Questão Ambiental: diferentes abordagens.** 4º Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008, p. 219-238.

FERREIRA, R. V.; DANTAS, M. E.; SHINZATO, E. Origem das Paisagens. In: TORRES, F. S.; PFALTZGRAFT, P. A. S. (orgs.) **Geodiversidade do Estado de Pernambuco.** Recife: CPRM, 2014. p. 51-70. (disponível em: www.cprm.gov.br). Acesso em 07 de fevereiro de 2015.

LIRA, D. R. de. Evolução Geomorfológica e Paleoambiental das Bacias do Riacho do Pontal e GI-8 no Sub-Médio São Francisco. **Tese (Doutorado).** Recife, Pós-Graduação em Geografia, CFCH, Universidade Federal de Pernambuco, 2014. 234p.

LYRA, L. H. de B.; ARAÚJO, H. M. de.; SANTOS, C. A. dos.; CAVALCANTI, L. C. de S.;Gênese Morfológica da Barra Fluvial entre as Ilhas do Massangano e do Maroto, Submédio São Francisco. **Revista Equador**, Teresina-PI, v.4, n. 3, Edição Especial 02, XVI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, p. 209-215, 2015 (ISSN 2317-3491).

LYRA, L. H. de B; LIRA, D. R. de.; SILVA, D. N. F. da.; SANTOS, R. S. Análise Evolutiva do Uso e Ocupação das Terras nas Ilhas do Massangano e Rodeadouro, Alto Submédio São Francisco, Petrolina-PE. **Revista de Geografia**, Recife-PE, v. 5, n. 2, 2018 (ISSN 0104-5490).

NOVO, E. M. L. M. Ambientes Fluviais. In: FLORENZANO, T. G. (Org.) **Geomorfologia: conceitose tecnologías atuais.** São Paulo: Oficina de Textos, 2008, p. 219-236.

SANTOS, L. S. Unidades Geomorfológicas e Depósitos Sedimentares Associados no Sistema Fluvial do Rio Paraná no seu Curso Superior. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. Ano 6, Nº 1, 2005, p. 85-96.

SUASSUNA, J. Rio São Francisco: conflito no uso de suas águas. In: FILHO, J. A. **Toda a Verdade Sobre a Transposição do Rio São Francisco.** Rio de Janeiro: Mauad X, 2008. p. 105-140.

COELHO, J. M.; LYRA, L. H de B; PEREIRA, L. A.; FRANÇA, L. F. de O.; CALADO, D. V. **Mapeamento e evolução das barras fluviais na margem esquerda da Ilha do Maroto, Alto Submédio São Francisco.** XVI SINAGEO, Crato – CE. 2018.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Análise Hidrológica das sub-bacias dos rios Preto e Carinhanha, Brasil.

Msc. Nilton de Oliveira [(a)], Dr. Mário Jorge de Souza Gonçalves [(b)], Dr. Antonio Puentes Torres[(c)], Geovana Araujo Rios[(d)], Jaiane Caldas Casais[(e)]

[(a)] Geografo. Pós-Graduação em Geografia; OGA-Observatório de Gestão das Águas da Bahia, Geografia, da Universidade Federal da Bahia-UFBA, niltonde@uol.com.br
[(b)] Geólogo. Pós-Graduação em Geografia; OGA-Observatório de Gestão das Águas da Bahia, Geografia, da Universidade Federal da Bahia-UFBA, mariojsg.taboca@hotmail.com
[(c)] Eng. Florestal. Pós-Graduação em Geografia; OGA-Observatório de Gestão das Águas da Bahia, Geografia, da Universidade Federal da Bahia-UFBA, antoniopuentes@hotmail.com
[(d)] Graduanda em Geologia. OGA-Observatório de Gestão das Águas da Bahia, Geografia, da Universidade Federal da Bahia-UFBA, geovanarios13@gmail.com
[(e)] Graduanda em Geologia. OGA-Observatório de Gestão das Águas da Bahia, Geografia, da Universidade Federal da Bahia-UFBA, jaianecaldascasais@gmail.com

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

A gestão eficiente de águas superficiais em sub-bacias hidrográficas brasileiras é de extrema importância, visto que a água é um recurso essencial para as atividades humanas. Logo, os estudos referentes a comportamentos quantitativos de vazões, são essenciais para que haja uma gestão consciente. Além de consciente, é necessário que as gestões relacionadas aos recursos hídricos levem em consideração as diferentes dinâmicas comportamentais dos cursos d'água, mesmo que estes estejam relativamente inseridos no mesmo contexto geológico geral, como é o caso das sub-bacias dos rios Preto e Carinhanha, presentes neste estudo, que estão inseridas no Sistema Aquífero Urucuia-SAU e fazem parte da bacia hidrográfica do Rio São Francisco. O trabalho tem como principal objetivo avaliar o comportamento das vazões destas sub-bacias, comparando-as e avaliando os possíveis fatores que contribuem para os comportamentos. Concluiu-se que variações litológicas, morfológicas e climáticas influenciam diretamente no comportamento das vazões e que estas, nas duas sub-bacias estudadas tendem a diminuir significativamente ao longo dos anos.

Palavras chave: Rio Preto, Rio Carinhanha, Fator hidrológico, Curva de permanência.

1. INTRODUÇÃO

As sub-bacias hidrográficas dos rios Preto e Carinhanha estão inseridas geologicamente no Grupo Urucuia. Segundo Campos e Dardene (1997), o Grupo Urucuia possui idade correspondente ao Neocretáceo e "é composto por arenitos, tendo sido sub-dividido nas

formações Posse (com as Fácies 1 e 2) e Serra das Araras, respectivamente interpretadas como depósitos eólicos de campos de dunas secas, fluvial entrelaçado depositado em canais fluvial entrelaçado em lençóis de areia e cascalho. Está presente desde o sul da bacia, onde é preservado em áreas isoladas e recoberto por sedimentos epiclásticos, até o norte da bacia, onde se torna a unidade predominante". Inserido neste Grupo existe o Sistema Aquífero Urucuia - SAU, segundo Gaspar (2006), o Sistema Aquífero Urucuia – SAU ocorre principalmente na região oeste do Estado da Bahia, estendendo-se desde o extremo sul do Maranhão e Piauí, até o extremo noroeste de Minas Gerais. Seus limites meridionais são balizados a oeste pelo limite da Serra Geral de Goiás, desde a região nordeste de Goiás até o sudeste de Tocantins; e, a leste, nas proximidades dos municípios de Barreiras (BA), Correntina (BA), Cocos (BA), Formosa do Rio Preto (BA) e Gilbués (PI). As sub-bacias dos rios Preto e Carinhanha localizam-se na bacia hidrográfica no rio São Francisco e podem ser observadas, respectivamente nas Figuras 1 e 2.

Figura 1: Sub-bacia do rio Preto.
Fonte: Produção própria dos autores.

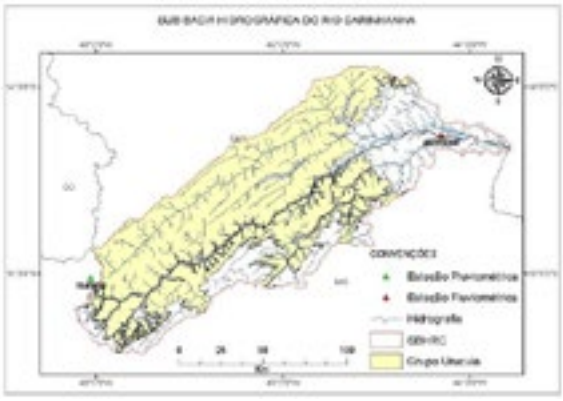


Figura 2: Sub-bacia do rio Carinhanha.
Fonte: Produção própria dos autores.

A sub-bacia hidrográfica do rio Preto, que abrange os municípios baianos de Formosa do Rio Preto, Santa Rita de Cássia e Mansidão, além dos povoados de São Marcelo, Peixe, Formigueiro e Pontal, também no Estado da Bahia, possui uma área correspondente a 22.881,1 km², estando localizada entre as coordenadas -10° 11' 04,62"N; -11° 36' 55,38"S e

43° 49’ 50,77”W; 46° 37’ 50,77”E. Já a sub-bacia do rio Carinhanha, abrange em Minas Gerais os municípios de Arinos, Bonito de Minas, Chapada Gaúcha, Cônego Marinho, Formoso, Januária, Juvenília e Montalvânia e, no Estado da Bahia, abrange os municípios de Cocos, Coribe, Feira da Mata e Carinhanha; possui uma área correspondente a 17.177,8 km² e está localizada entre as coordenadas -13° 56’ N; -15° 26’ 24”S e 43° 48’ 04,77”W; 46° 07’ 86,82”E.

As sub-bacias deste estudo, inseridas no bioma cerrado, estão no contexto socioeconômico onde há predominância de atividades agrícolas, sendo que os principais cultivos na região são: soja, algodão e milho. Para que haja uma produção eficiente faz-se necessário uma constante disponibilidade de água a essas plantações, através da técnica de irrigação pivô central, que demanda uma quantidade significativa de água, gerando conflitos.

O objetivo deste trabalho é avaliar aspectos quantitativos correlacionados a oferta de água, relacionando vazão e precipitação das águas superficiais nas sub-bacias dos rios Preto e Carinhanha, através de dados presentes em séries históricas hidrológicas, analisando os comportamentos e comparando as respectivas bacias.

2. MATERIAIS E METODOS

A metodologia utilizada para a construção do trabalho pode ser dividida em cinco etapas distintas: a) levantamento bibliográfico; b) coleta de dados quantitativos fornecidos em séries históricas; c) tratamento das informações obtidas; d) produção e interpretação dos gráficos.

- a) Levantamento bibliográfico: realizado através de pesquisas em teses, dissertações, monografias, artigos, livros e revistas, com o propósito de obter informações existentes sobre as áreas de estudo.
- b) Coleta de dados quantitativos: As informações quantitativas foram obtidas através da Hidroweb, banco de dados da Agência Nacional de Águas- ANA, disponíveis em séries históricas. Para analisar a sub-bacia do rio Carinhanha foram utilizados os

dados das Estações 45260000 (fluviométrica 1965-2017) e 1546009 (pluviométrica 1982-2017). Para analisar a sub-bacia do rio Preto foram utilizados os dados das Estações 46830000 (fluviométrica 1940-2017) e Formosa do rio Preto (pluviométrica 1943-1983).

- c) Tratamento de dados: Algumas informações obtidas nas séries históricas apresentavam lacunas diárias e mensais e fez-se necessário o preenchimento destas através da média aritmética no programa Excel, para que os resultados finais não fossem influenciados por estas lacunas.
- d) Produção e interpretação de gráficos: De posse dos dados devidamente tratados, reunimos as informações pertinentes para a produção de gráficos no programa Excel. Com os gráficos finalizados, foi possível inferir relações entre os períodos e os valores de precipitação e vazão obtidos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As curvas de vazão média referentes às sub-bacias dos rios Preto e Carinhanha, podem ser observadas nas Figuras 3 e 4, nas quais se notam comportamentos similares, com maiores vazões médias observadas entre os meses de dezembro e março e as menores entre os meses de maio e setembro. Apesar das semelhanças, as maiores vazões são observadas no rio Carinhanha no mês de dezembro (170,4 m³/s), enquanto o rio Preto sua maior vazão aconteceu no mês de fevereiro (113,1 m³/s).

Figura 3: Vazão média mensal da sub-bacia do rio Preto.
Fonte: BRASIL (2018). Produção própria dos autores.

Figura 4: Vazão média mensal da sub-bacia do rio Carinhanha.
Fonte: BRASIL (2018). Produção própria dos autores.

Analisando os dados de vazões máximas e médias máximas das estações 46830000 e 45260000, correspondente aos rios Preto e Carinhanha, respectivamente, é possível observar que, no geral, as sub-bacias apresentam comportamentos distintos. Nos gráficos, representados nas Figuras 5 e 6 que correspondem às vazões máximas e médias máximas dos rios Preto e Carinhanha respectivamente, é possível dividir cada gráfico em dois comportamentos gerais. O rio Preto, no período de 1952 a 1963, apresenta vazões máximas abaixo da média, já nos anos seguintes, as vazões oscilam bastante. O rio Carinhanha apresenta entre os anos de 1965 e 1993, vazões máximas acima da média anual máxima, com alguns períodos de redução de vazão. Porém de 1993 até 2013 há uma queda significativa dos valores de vazão máxima que voltam a apresentar-se acima da média em 2015.

Figura 5: Vazões máximas e médias máximas anuais da sub-bacia do rio Preto.
Fonte: BRASIL (2018). Produção própria dos autores.

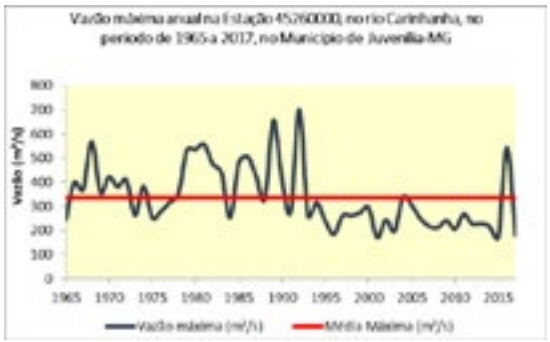


Figura 6: Vazões máximas e médias máximas anuais da sub-bacia do rio Carinhanha.
Fonte: BRASIL (2018). Produção própria dos autores.

Ainda com os dados da série histórica de vazões das Estações 46830000 e 45260000 foi possível construir gráficos de vazões mínimas e médias mínimas anuais para as sub-bacias dos rios Preto e Carinhanha Figuras 7 e 8. É perceptível que nas duas bacias as vazões mínimas exibem comportamentos distintos, enquanto que na sub-bacia do rio Preto existe uma variação entre as vazões acima e abaixo da média mínima ao longo de todo período, a

sub-bacia do rio Carinhanha apresenta vazões entre o período de 1965 e 1995 acima da média mínima e após esse período predomina vazões abaixo da média.

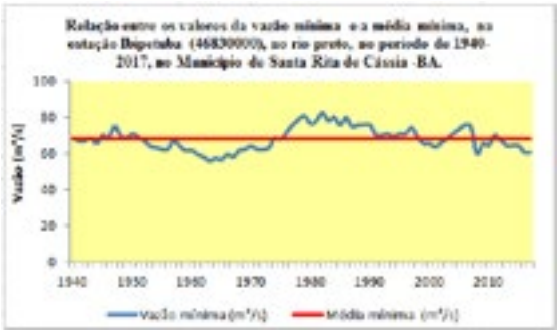


Figura 7: Vazões mínimas e médias mínimas anuais da sub-bacia do rio Preto.
Fonte: BRASIL (2018). Produção própria dos autores.

Figura 8: Vazões mínimas e médias mínimas anuais da sub-bacia do Carinhanha.
Fonte: BRASIL (2018). Produção própria dos autores.

O Fator Hidrológico é uma metodologia idealizada por Gonçalves (2014), a qual se usou para a identificação e classificação dos anos hidrológicos dos períodos analisados. Caso os valores de vazão máxima e mínima estejam acima da média máxima ou mínima de todos os anos, diz-se que o ano hidrológico é excedente. Quando as vazões máxima e mínima estão abaixo das médias máximas e mínimas diz-se que o ano hidrológico é deficitário. Quando pelo menos um dos valores de vazão máxima ou mínima encontra-se acima ou abaixo das médias máxima e mínima o ano hidrológico é classificado como normal. Na Figura 9, correspondente ao rio Preto observa-se que durante os anos de 1940 a 2017, a estação 46830000 registrou, no período de 1952 a 1963, 11 (onze) anos consecutivos deficitários, culminando em uma redução significativa da vazão do rio Preto. Os períodos com ano hidrológico normal não ultrapassam 4 (quatro) anos consecutivos, já para os anos Hidrológicos excedentes não ultrapassaram 7 anos (sete) consecutivos com fator hidrológico igual a 2. Já no rio Carinhanha Figura 10, entre o período de 1965 e 2017, há basicamente dois comportamentos gerais distintos. Entre os anos de 1965 e1994 as maiorias dos valores obtidos encontram-se acima das médias mínima e máxima, ou seja, a maioria dos anos que compõem esse período é classificada como anos hidrológicos excedentes. Já a partir do ano de 1995 não há mais anos

hidrológicos excedentes, sendo basicamente todos os anos do período classificados como anos hidrológicos deficitários.

Figura 9: Fator Hidrológico da sub-bacia do rio Preto.
Fonte: BRASIL (2018). Produção própria dos autores.

Figura 10: Fator Hidrológico da sub-bacia do Carinhanha.
Fonte: BRASIL (2018). Produção própria dos autores.

A permanência pode ser interpretada como uma garantia ou probabilidade de ocorrência das vazões num horizonte de planejamento. Através da construção da curva de permanência foi possível entender a variabilidade da frequência da oferta hídrica. Observando as Figuras 11 e 12, podemos inferir que as duas sub-bacias comportam-se de maneira semelhantes, pois mesmo em 100% dos períodos analisados, a disponibilidade hídrica nunca chega a 0 m³/s. Em 10% do período analisado as vazões chegam a um valor maior ou igual a 106,7 m³/s, já em 100% do período a vazão mais provável a ser atingida é maior ou igual a 57,4 m³/s, para a Estação 46830000. Já para a estação 45260000 em 10% do período avaliado a vazão é maior ou igual a 198,3 m³/s e em 100% do período corresponde a 63,4 m³/s. Isto é, quanto maior a porcentagem do período analisado, menor a disponibilidade hídrica.

Figura 11: Curva de permanência das vazões diárias da sub-bacia do rio Preto.
Fonte: BRASIL (2018). Produção própria dos autores.

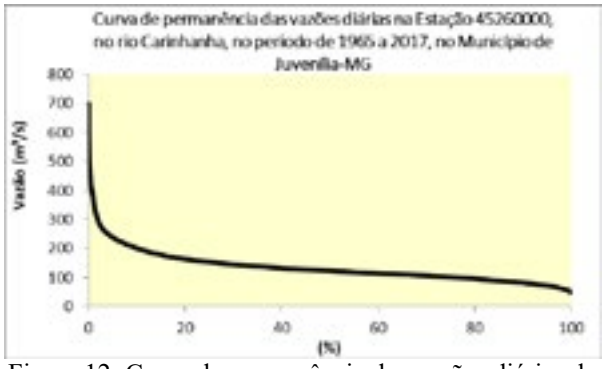


Figura 12: Curva de permanência das vazões diárias da sub-bacia do rio Carinhanha.
Fonte: BRASIL (2018). Produção própria dos autores.

No Quadro I, é possível observar os valores médios de precipitação e de vazão para a sub-bacia do rio Preto, onde a maior precipitação não coincide com a maior vazão (valores na cor verde) e desta maneira o tempo de retardo médio é ≥ 30 dias. Neste caso a maior precipitação média acontece no mês de dezembro e a maior vazão média acontece no mês de fevereiro, logo, existe um tempo de retardo médio de 60 dias, o qual foi devidamente corrigido, resultando no Quadro II. As menores precipitações e as menores vazões também foram destacadas, com a cor vermelha. No Quadro III, observam-se os valores médios de precipitação e de vazão, respectivamente, na sub-bacia hidrográfica do rio Carinhanha, onde a maior precipitação média mensal coincide com a maior vazão média mensal (em verde). Nos quadros II e III, se observam as menores precipitações e as menores vazões (em vermelho), além do tempo de retardo médio < 30 dias. Ao se comparar os quadros I e III, pode-se observar que a precipitação média anual na bacia do rio Preto foi 948,7 mm, no período de 1943 a 1983, e de 1067,11 mm, no período de 1982 a 2017, no rio Carinhanha.

Quadro I: Correlação entre as vazões e precipitações médias mensais, sem correção do retardo, na sub-bacia do rio Preto.

Mês	Prec. (mm)	Vaz. (m³/s)	Mês
Jan	162,7	105,0	Jan
Fev	131,7	113,1	Fev
Mar	130,9	107,2	Mar
Abr	56,5	99,4	Abr
Mai	6,2	84,0	Mai
Jun	0,0	77,3	Jun
Jul	0,7	73,8	Jul
Ago	0,0	70,9	Ago
Set	8,2	69,2	Set
Out	79,9	75,2	Out
Nov	180,7	89,0	Nov
Dez	191,2	100,0	Dez

Fonte: BAHIA (1999). Produção própria dos autores.

Quadro II: Correlação entre as vazões e precipitações médias mensais, com correção do retardo, na sub-bacia do rio Preto.

Mês	Prec. (mm)	Vaz. (m³/s)	Mês
Jan	162,7	107,2	Mar
Fev	131,7	99,4	Abr
Mar	130,9	84,0	Mai
Abr	56,5	77,3	Jun
Mai	6,2	73,8	Jul
Jun	0,0	70,9	Ago
Jul	0,7	69,2	Set
Ago	0,0	75,2	Out
Set	8,2	89,0	Nov
Out	79,9	100,0	Dez
Nov	180,7	105,0	Jan
Dez	191,2	113,1	Fev

Fonte: BAHIA (1999). Produção própria dos autores.

Quadro III: Correlação entre as vazões e precipitações médias mensais do rio Carinhanha.

Mês	Prec. (mm)	Vaz. (m³/s)	Mês
Jan	188,5	162,7	Jan
Fev	133,1	153,8	Fev
Mar	147,1	152,00	Mar
Abr	60,8	133,4	Abr
Mai	15,0	112,1	Mai
Jun	3,2	104,0	Jun
Jul	1,5	99,9	Jul
Ago	5,1	96	Ago
Set	16,3	98,0	Set
Out	77,1	99,7	Out
Nov	200,4	128	Nov
Dez	218,0	170,0	Dez

Fonte: BAHIA (1999). Produção própria dos autores.

Analisando o comportamento da vazão e da precipitação nas duas sub-bacias, percebe-se que mesmo quando os valores de precipitação diminuem significativamente, a vazão continua com valores representativos dentro de cada sub-bacia.

Figura 13: Relação entre precipitação e vazão na sub-bacia do rio Preto.
Fonte: BRASIL (2018). Produção própria dos autores.

Figura 14: Relação entre precipitação e vazão na sub-bacia do rio Carinhanha.
Fonte: BRASIL (2018). Produção própria dos autores.

Através de dados referentes à precipitação e vazão, foi elaborada a curva da razão entre a precipitação e a vazão, a qual nos permite entender que os picos positivos de crescimento da razão estão associados a uma diminuição significativa do armazenamento e que quanto menor o valor da razão, maior o armazenamento no período, pois necessita de menos precipitação para produzir 1 m³/s de vazão. Deste modo, nas Figuras 15 e 16, podemos observar que nas duas sub-bacias as razões comportam-se de modos similares, nos meses de novembro a março exibem picos maiores, enquanto nos períodos de abril a agosto, observa-se redução da precipitação na bacia, chegando a zero.

Figura 15: Razão entre precipitação-vazão na sub-bacia do rio Preto.
Fonte: BRASIL (2018). Produção própria dos autores.

Figura 16: Razão entre precipitação-vazão na sub-bacia do rio Carinhanha.
Fonte: BRASIL (2018). Produção própria dos autores.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Analisando os gráficos e tabelas referentes aos dados de vazão e precipitação nas duas sub-bacias, conclui-se que:

- É possível classificar o rio Preto e o rio Carinhanha como dois rios perenes, visto que suas respectivas vazões nunca chegam à zero (Figuras 3 e 4), mesmo quando as precipitações são mínimas.

- Analisando os gráficos do rio Carinhanha Figuras 6 e 8 percebe-se que há uma constante diminuição dos valores de vazão com o passar do tempo. Já no rio Preto Figuras 5 e 7, observa-se que há uma oscilação discreta em relação à média, diferentemente do rio Carinhanha, onde as vazões tendem a diminuir com o passar dos anos.
- De acordo com as curvas de permanência Figuras 11 e 12, as vazões tendem a apresentar valores menores à medida que relacionamos a mesma com uma maior porcentagem do período de tempo. Vale ressaltar que esses valores nunca chegam a zero.

- Os tempos de retardo diferentes nas duas sub-bacias representados nos quadros I, II e III, podem ser justificados pelas variações nas características litológicas e morfológicas da região. A sub-bacia do rio Preto, que possui o tempo de retardo médio $\geq$ 30 dias, está inserida geologicamente numa região composta por rochas sedimentares, que possibilitam uma alta permeabilidade devido a intensa presença de vazios interconectados. Além disso, o relevo apresenta-se com tendência aplainada, que favorece a percolação de água para regiões subterrâneas. Em contrapartida, o rio Carinhanha, que apresenta tempo de retardo médio $<$ 30 dias, está inserido geologicamente numa região onde as rochas são classificadas como cristalinas e sedimentares silicificadas. Essas rochas dificultam a percolação de água para regiões subterrâneas, justificando assim, a presença de altos valores de vazão. A morfologia, composta por regiões de alta declividade, também influencia, visto que a tendência da água nessas regiões é escoar com alta velocidade.

- Analisando os gráficos que correspondem às relações entre as vazões e precipitações das bacias, Figuras 13 e 14 dos rios Preto e Carinhanha, pode-se observar que quando os valores de precipitação diminuem significativamente, ou seja, no período das secas,

os valores de vazão continuam altos. Isso acontece, nesse momento, pois o principal contribuinte para as vazões nos rios é o aquífero. Porém, quando as taxas de precipitação apresentam altos valores, as vazões tendem a aumentar significativamente, pois além do aquífero existe a contribuição direta da precipitação.

- Embora a sub-bacia do rio Preto tenha uma área maior do que a sub-bacia do rio Carinhanha, as vazões no rio Carinhanha são maiores do que as vazões no rio Preto, pois a precipitação média anual é maior na sub-bacia do rio Carinhanha, quando comparada a precipitação média anual da sub-bacia do rio Preto.

REFERÊNCIAS

BAHIA (Estado). **Balanço Hídrico do Estado da Bahia.** Série Estudos e Pesquisas. Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia (SEI), Salvador: Governo do Estado da Bahia, n. 45, dez. 1999. 250 p.

BRASIL. **Agência Nacional das Águas** (ANA). Disponível em: <http://hidroweb.ana.gov.br>. Acesso em: 14 de dezembro de 2018.

CAMPOS, J. E. G & DARDENNE, M. A;. **Estratigrafia e sedimentação da Bacia Sanfranciscana:** uma revisão. Revista Brasileira de Geociências, v.27, p. 269-282,1977. Disponível em:< file:///C:/Users/Nilton/Downloads/11291-13819-1-SM.pdf>. Acesso em: 08 de fevereiro de 2018.

GASPAR, M. T. P. **Sistema Aquífero Urucuia: Caracterização regional e propostas de gestão.** Tese de Doutorado. Universidade de Brasília. Brasília, 2006. Disponível em: <file:///C:/Users/PC/Downloads/2006_MarciaTerezaPantojaGaspar.pdf>. Acesso em: 13 de janeiro de 2019.

GONÇALVES, M. J. de S. 2014. **Gestão quantitativa das águas superficiais da bacia hidrográfica do rio Paraguaçu no estado da Bahia – Brasil.** Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia. 167 p. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/ri/browse?type=author&order=ASC&rpp=20&value=Gon%C3%A7alves%2C+M%C3%A1rio+Jorge+de+Souza>. Acesso em: 30 de janeiro de 2019.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ANÁLISE INTEGRADA DOS RECURSOS HÍDRICOS EM GUARACIABA DO NORTE/CE

[(a)]Maria Raiane de Mesquita Gomes [(b)], Bruna Lima Carvalho, Pedro Henrique Eleoterio De Assis [(c)] José Falcão Sobrinho[(d)]

[(a)] Laboratório de Pesquisa e Extensão do Semiárido (LAPES) / Universidade Estadual Vale do Acaraú, raiane.gomes665@gmail.com
[(b)] Laboratório de Pesquisa e Extensão do Semiárido (LAPES) / Universidade Estadual Vale do Acaraú, brunanelore@gmail.com
[(c)] Laboratório de Pesquisa e Extensão do Semiárido (LAPES) / Universidade Estadual Vale do Acaraú, pedrosaodomingo345@gmail.com
[(d)] Laboratório de Pesquisa e Extensão do Semiárido (LAPES) / Universidade Estadual Vale do Acaraú, falcao.sobral@gmail.com

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias Hidrográficas

Resumo

O presente trabalho versa por apresentar uma análise contextualizada dos recursos hídricos, voltados para os diversos usos do solo agrícola. A área de estudo pertence a bacia hidrográfica do rio Poti. O objetivo é avaliar as questões voltadas para a utilização e impactos sobre os recursos hídricos. A metodologia consistiu em leituras bibliográficas, alicerçadas na teoria geral dos sistemas, seguido de pesquisa em campo e registros fotográficos. A partir dos resultados foi possível constatar que a intervenção antrópica, plantação de hortas e a retirada da mata ciliar vêm causando desequilíbrio no funcionamento do sistema fluvial na supracitada área. Concluímos que os recursos hídricos, especificamente as nascentes possuem significativa importância ambiental e social, em especial para o equilíbrio dos sistemas que integra toda a Bacia do Poti.

Palavras chave: Ação antrópica; impactos ambiental; bacia hidrográfica

1. Introdução

É explicito a crescente importância dada aos recursos hídricos nos últimos anos, por conta do agravamento das condições de escassez tanto qualitativa como quantitativa de água doce em várias regiões do planeta, esta questão no Brasil e especialmente no nordeste tem sido pertinente e gerado conflitos sobre o uso desse recurso tão essencial para a manutenção da vida. Por conta da água ser um dos mais importantes recursos naturais, logo ela é

imprescindível à vida por suas funções no abastecimento público, industrial, agropecuário e na preservação da vida aquática. Três quartos da superfície da Terra são cobertos por água, sendo 97,4% de água salgada presente nos oceanos, e 2,6 de água doce, desta 0,59% ocorre em lençóis de água e 0, 007% em lagos (CORSON, 2002).

A água é um recurso indispensável a todas as formas de vida, porém é um bem limitado. Os impactos sobre os recursos hídricos comprometem a qualidade e reduzem a disponibilidade de água doce. Logo é imprescindível que haja um planejamento sustentável e estudos voltados para esta temática por conta da sua relevância. Mediante este prisma, se faz necessário estudar os recursos hídricos como fator de melhoria e qualidade ambiental.

A água é um recurso renovável e natural, no entanto exaurível. Logo é impactada por ações sociais e econômicas causando degradação, vindo a reduzir a quantidade que pode ser utilizada em intervalos cada vez menores. Diante da escassez de água os múltiplos usos dos recursos hídricos, que incluem atividades produtivas, causam uma redução na disponibilidade e boa qualidade.

É oportuno neste contexto considerar a bacia hidrográfica, pois a mesma comporta as mais diversas formas de paisagem e recursos hídricos, sendo um sistema complexo em virtude dos inúmeros elementos e variáveis pertencentes a ela. A bacia forma uma unidade natural indissociável e interatuante, possibilitando uma análise integrada do meio ambiente, permitindo assim uma acurada avaliação dos aspectos, quer físicos, econômicos e sociais.

Os problemas relacionados com a água, um dos mais significativos recursos ambientais, não estão desassociados das relações históricas entre o homem e o meio ambiente e suas ações produtivas, as quais tem acarretado uma grave crise ambiental em escala global.

A referida pesquisa pretende efetuar um estudo contextualizado dos recursos hídricos em ambiente sedimentar de forma integrada. Ademais busca analisar as implicações em um contexto sistêmico. Pois quando se estuda recursos hídricos a avaliação destes deve ser em um contexto sócioespacial amplo.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Em uma abordagem de compartimentação geomorfológica, tem-se como recorte espacial o município de Guaraciaba do Norte, o mesmo está inserido no planalto da Ibiapaba, esta unidade geomorfológica compreende a área abrangida pela porção oriental da bacia sedimentar do Parnaíba. O município de Guaraciaba do Norte está situado na porção Noroeste do Estado do Ceará. De acordo com dados do Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Estado do Ceará (IPECE, 2018), possui uma área de 611,5 km² de extensão territorial e densidade demográfica de 61,78 hab./km², possui 37.775 mil habitantes. Limita-se ao norte com os municípios de Graça, São Benedito e Carnaubal; ao Sul com Croatá e Ipu; ao leste com Ipu e Reriutaba e ao Oeste com Carnaubal, Estado do Piauí e Croatá. Na figura a seguir é possível obter uma visão ampla de localização do município.

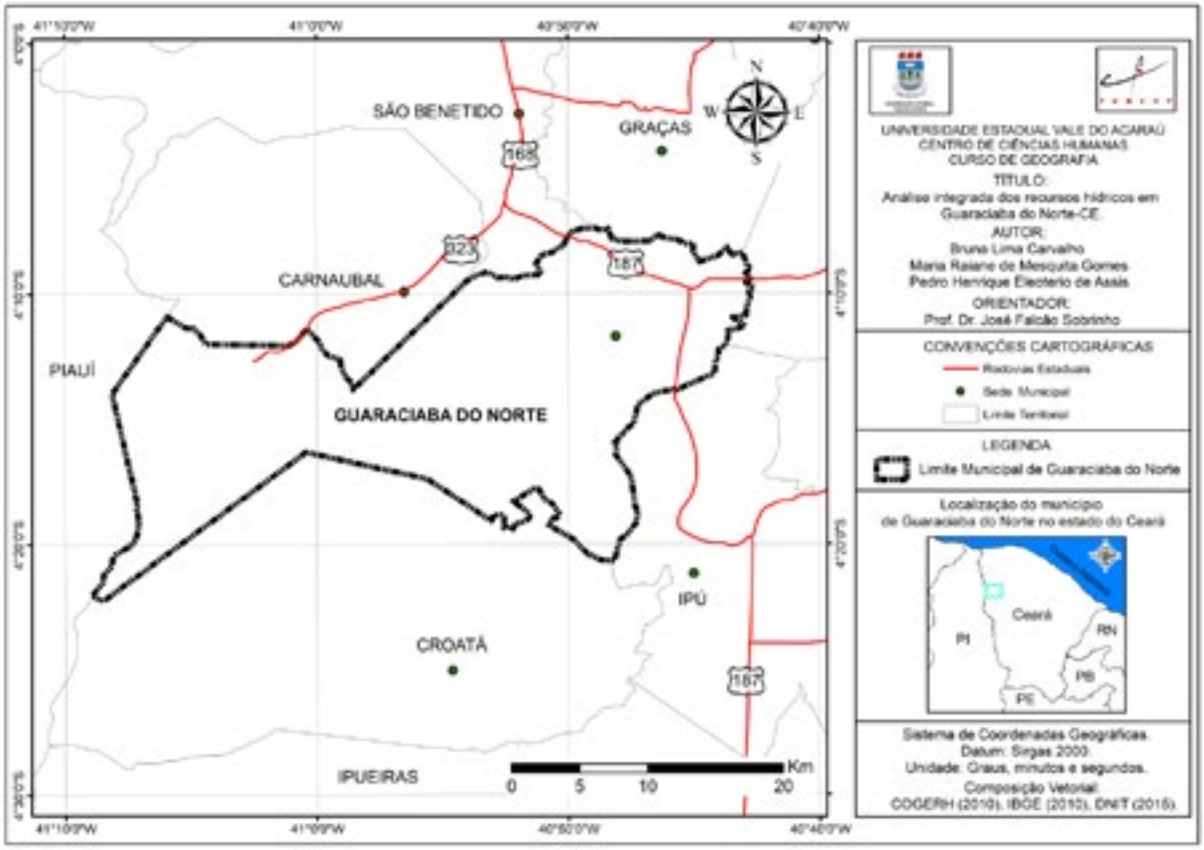


Figura 1: Mapa de localização de Guaraciaba do Norte/Ce

ISBN: 978-85-7282-778-2

Tendo em vista que o município é um grande produtor de produtos alimentícios, principalmente horticultura, a demanda pela utilização de recursos hídricos é intensa para a irrigação, logo a utilização desenfreada e sem planejamento ocasiona impactos aos recursos hídricos e isso gera um desequilíbrio em todo o sistema da bacia hidrográfica, pois as principais nascentes estão situadas em ambientes elevados como é o caso da área de estudo.

Vale ressaltar que a área de estudo integra a bacia do rio Poti, depreende-se neste contexto a importância do estudo integrado dos recursos hídricos existentes na supracitada área, podem-se destacar principalmente as nascentes, poços amazonas e poços profundos. Vale ressaltar que há escassez dos recursos hídricos superficiais que em virtude da permeabilidade das formações areníticas que compõem o planalto propiciam a recarga do aquífero. Entretanto, a obtenção de água subterrânea é dificultada pela profundidade do lençol de água no subterrâneo.

O objetivo da pesquisa é mostrar as questões voltadas para a utilização e impactos na sobre os recursos hídricos. Este estudo também possui a pretensão de alertar a sociedade local para os possíveis impactos, como produzir dados e informações que venham a contribuir para a reversão e amenização destas questões, ademais de colaborar para o desenvolvimento da pesquisa de cunho acadêmico dentro da ciência geografia.

2. Materiais e métodos

Para a efetivação desta pesquisa, o estudo em foco pautou-se inicialmente na revisão bibliográfica do tema em questão. A pesquisa possui como suporte teórico a abordagem sistêmica proposta pelo biólogo Ludwig von Bertanlaffy que veio a se consolidar em 1930, este método propõe uma integração dos elementos assim como as suas relações de interdependência entre os mesmos. Além disso, procurou-se encadear a metodologia da pesquisa de maneira integrada.

ISBN: 978-85-7282-778-2

No cenário da compartimentação geomorfológica em estudo, esta apresenta diversidades. Para fins de análise empírica foi escolhido um município que está inserido na bacia do Poti. Na oportunidade, visualizamos o contexto dos recursos hídricos de forma integrada, com a finalidade de refletir para as contribuições para a pesquisa.

No que concerne à base metodológica foi proposto leituras de alguns autores, que estudam as temáticas abordadas. Incialmente buscamos as unidade geomorfológica, posteriormente autores que estudam sobre o assunto. Em relação ao relevo recorremos a Falcão Sobrinho (2006). No que concerne a bacias hidrográficas buscamos em Torres (2016), CHRISTOFOLETTI (1981), no que tange aos recursos hídricos procuramos em Almeida (2016).

As referências acima não constituem elucidações isoladas, mas sim um conjunto de bases que permite correlacionar, além de propiciar reflexões acerca da importância do uso dos recursos hídricos. Neste sentido a abordagem sistêmica possibilita uma análise de forma integrada dos elementos e não isolada, em função disso esse método torna a pesquisa mais perceptível da realidade.

A segunda etapa baseia-se nas atividades de campo na referida área de estudo, assim como a observação e confecção de mapas de localização da área e a efetuação de registros fotográficos.

3. Resultados e discurssões

3.1 A Natureza no Ambiente Geomorfológico da Área de Estudo

Dentro dessa discussão, podemos elencar o planalto da Ibiapaba, onde compreende a área abrangida pela porção oriental da bacia sedimentar do Parnaíba. Esta unidade geomorfológica é composta de rochas sedimentares da formação Serra Grande. O relevo é dissimétrico constituído por uma sucessão alternadas das camadas com distintas resistências ao desgaste que se inclinam em uma direção, formando um declive suave no reverso, e um corte abrupto ou íngreme na chamada frente da cuesta (GUERRA, 2001).Com relação às

ISBN: 978-85-7282-778-2

altitudes do Planalto da Ibiapaba, estas variam de 300 m ao sul a 800 m no reverso imediato da Ibiapaba, com uma inclinação aproximada entre 11º e 8º decrescendo rumo ao centro da bacia (GUERRA, 2001).

Com relação às aspectos naturais, a vegetação primária que compõe o Planalto da Ibiapaba é representada por "carrascos" e matas plúvionebulareas. O setor setentrional configura-se como um ambiente de exceção em relação ao domínio das caatingas semiáridas, pois o obstáculo topográfico proporciona a ocorrência de chuvas orográficas a partir da ascensão de ventos úmidos provenientes de sudeste (SANTOS E SOUZA, 2012).

De acordo com Souza (1979), por conta das condições favoráveis da área, o autor ressalta que a partir da pedogênese, que possibilitou a formação de latossolos, estes revestidos primeiramente pela vegetação plúvionebular. Em decorrência das condições ambientais distintas deram suporte à implementação da prática agrícola gerando novas configurações na paisagem ocasionando desequilíbrios na dinâmica do ambiente.

Torres (2016) ressalta que a intensa frequência de chuvas que ocorre nesta área é de grande importância para a composição do potencial ecológico das paisagens, em especial no que concerne à fisiologia, onde repercute diretamente na exploração biológica e nas atividades antrópicas.

Ainda nesse sentido, o Estado do Ceará apresenta uma grande diversidade de paisagens geomorfológicas, as quais são constituídas por relevos modelados em rochas sedimentares e cristalinas de idades variadas. (CLAUDINO- SALES, 2011). Segundo Souza (2006 b, p.15), destaca que o Estado do Ceará ocupa um território de 148.016 km² e que abriga certa diversidade de domínios naturais e diversidade de ambientes geomorfológicos, em suas condições geológicas, essas são variadas, apesar da primazia dos terrenos pré-cambrianos do embasamento cristalino. Nesta configuração, insere-se o vale da bacia do Paranaíba, onde temos como abrangência geral para o presente estudo. Localizado entre as coordenadas 02º 21' S e 11º 06' S de latitude e 47º21' W e 39º 44'W de longitude, ocupando

uma área de 331.441 km (CODEVASF, 2010). A área de estudo ainda se situa onde aflora os sedimentos do Grupo Serra Grande.

Referente às precipitações na área de estudo, evidencia-se as existências de uma estação chuvosa, com elevadas precipitações e uma estação seca. Conforme Falcão Sobrinho (2002) a elevação dos totais pluviométricos resulta da combinação de efeitos de altitude e de exposição do relevo às massas de ar carregadas de umidade.

Ao analisar o gráfico seguinte é possível depreender que na série analisada, os anos de 2008, 2009 e 2011 foram os anos com índices mais elevados, nestes períodos houve muitas enchentes e consequentemente perdas nas plantações agrícolas. No entanto 2010 e 2012 tiveram índices abaixo da média, logo houve muitos problemas nos abastecimentos, pois o açude que abastece a região, Jaburu ficou com o volume muito baixo e muitos outros recursos hídricos que abastece o município como cacimbão, rios chegaram a secar . No entanto nos últimos seis anos a média foi atingida.

Gráfico 1: Gráfico de precipitação do Município de Guaraciaba do Norte-Ce

ISBN: 978-85-7282-778-2

Observa-se que o último ano com maior índice de chuvas foi 2011 e nos anos seguintes foi menor a precipitação. Os valores elevados são possíveis por uma série de fatores incluindo a posição geográfica do município, o qual está inserido no Planalto Sedimentar da Ibiapaba. De forma geral de acordo com as características naturais é uma área com um índice considerável de precipitação, mas vale salientar que no período analisado houve anos abaixo da média esperada, influenciado pelas irregularidades do clima.

Moreira (2007) ressalta que com a agricultura o homem dá outra configuração espacial à natureza. Essa prática sem um planejamento apropria-se intencionalmente dos solos, dos recursos hídricos e do ordenamento dos caminhos da produção.

É uma condição muito típica das nascentes da região, inserida numa área de plantação de hortaliças. Percebe-se a área de APP sendo ultrapassada para fins de cultivo. É notável na imagem (A) abaixo um cacimbão e um cano azul em destaque, que é utilizado para retirar água da nascente para irrigar a plantação de chuchu. Já na figura (B), percebe-se o canal fluvial poluído e sem mata ciliar, o que ocasiona consequentemente assoreamento do canal.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Figura 2: (A) cacimbão dentro da área da nascente, (B) Plantação de chuchu dentro da área de nascente

Na figura abaixo, é possível observar a mudança na paisagem pelo desmatamento, dando condições para o surgimento de uma vegetação secundária. Outro problema que afeta a região é a utilização em excesso de agrotóxicos, logo há um comprometimento da qualidade dos recursos hídricos e na saúde das populações locais.

Neste contexto, Carvalho e morais (2013) dizem que o uso do solo consiste na caracterização da vegetação e demais elementos naturais que revestem o solo, assim como identificar de que forma o homem está utilizando a área, ou seja, conhecer como os elementos da paisagem estão interelacionados. Na figura B, por conta das sucessivas queimadas e desmatamento é possível observar o afloramento rochoso, o qual está situado em áreas de topo, quer dizer próximo as nascentes dos cursos fluviais.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Figura 3: descaracterização da paisagem no Planalto da Ibiapaba em Guaraciaba do Norte (CE)

4.Considerações Finais

Diante de todo o arcabouço apresentado é notável que os recursos hídricos são de suma importância para a manutenção das formas de usos. É fato que há a necessidade de avaliar os impactos ambientais nos cursos de água, especialmente nas nascentes, pois são de fundamental importância, está análise compõem a base para o planejamento ambiental que é indispensável para a implantação de atividades ou técnicas, que muitas vezes são impróprias, comprometendo o equilíbrio da relação existente entre o homem e o meio ambiente.

Por conseguinte constatamos durante a referida pesquisa, que a presença de atividade agrícola nas margens das nascentes, ou seja, os usos proporcionam o comprometimento do equilíbrio do escoamento fluvial. Em vista disso, as nascentes principais situadas nas áreas elevadas são responsáveis pelo abastecimento dos riachos, córregos e corpos d' água, que consequentemente fornecem os rios, a ausência de proteção das nascentes ocasiona a

ISBN: 978-85-7282-778-2

diminuição da vazão de água disponível, consequentemente os cursos d' água diminuem podendo até chegar a secar, afetando os ecossistemas que são dependentes.

Agradecimentos: À FUNCAP E LAPES/UVA

5. Referências Bibliográficas

ALMEIDA, C. L. **A convivência com o semiárido a partir do uso de cisternas de placas na zona rural do município de Frecheirinha-CE: Dimensões na paisagem da superfície sertaneja**. 2017. 162 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Centro de Ciências Humanas, Universidade Estadual Vale do Acaraú. Sobral.

CLAUDINO-SALES, V. **Megageomorfologia do Noroeste do Estado do Ceará, Brasil**. Caminhos de Geografia Uberlândia v. 12, n. 38 jun/2011p. 200 - 209 Página 20.

CARVALHO, Thiago Morato; MORAIS, Roseane; Cobertura da terra e parâmetros da paisagem no município de Caracaraí- Roraima. Rev. Georgr. Acadêmica v. 7, n.1, 2013, p. 46-59.
Corson, W.H.2002. **Manual global de ecologia.** Editora Agustus, São Paulo.4º edição.400.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANSCISCO E PARANAIBA-CODEVASF. Cenários prospectivos para os vales do São Francisco e do Parnaíba: 2009 a 2028/Codevasf, Fundação Getúlio Vargas.- Brasília: Codevasf, 2010.258 p.: il. Color.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia fluvial**. São Paulo: Edgard Blucher. v. 1, 1981.
FALCÃO SOBRINHO, J. **O revelo, elemento e âncora, na dinâmica da paisagem do vale, verde e cinza, do Acaraú, no Estado do Ceará.** Tese (Dourado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

FALCÃO SOBRINHO, J; FALCÃO, C.L.C. **Práticas Agrícolas na Serra da Meruoca**. **Revista Essentia**, Vol. 1. Sobral, 2002.

GUERRA, Antônio T. **Novo dicionário geológico-geomorfológico**. 2ª edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ (IPECE). Disponível em: http://www.ipece.ce.gov.br/> .Acesso em 30 de junho 2018.

MOREIRA**. Pensar e ser em Geografia: ensaios de história, epistemologia e ontologia do espaço geográfico.** São Paulo. Contexto, 2007.

SANTOS, Francisco Leandro de Almeida; SOUZA, Marcos José Nogueira de. CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL DO PLANALTO CUESTIFORME DA IBIAPABA – CEARÁ. **Geonorte**, Manaus, v. 2, n. 4, p.301-309, 05 out. 2012.

SOUZA, M. J. N de. **Contexto Geoambiental do Semi-árido do Ceará**: **Problemas** e **Perspectivas**.em: FALCÃO SOBRINHO, J. e COSTA FALCÃO, Cleire Lima (orgs.) **Semi-árido: diversidades, fragilidades e potencialidades**. Sobral Gráfica, 2006.
Souza. Compartimentação topográfica do estado do Ceará. Ciên. Agron., 9 (1-2): 77-86 Dezembro, 1979-Fortaleza-Ceará.

TORRES, M.V. Compartimentação geomorfológica da bacia do rio coreáu (CE) e a utilização de seus açudes. 2016.147 p. Dissertação (Mestrado em Geografia)- Centro de Ciências Humanas, Universidade Estadual Vale do Acaraú. Sobral.

ISBN: 978-85-7282-778-2

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ANÁLISE DA PRESSÃO ANTRÓPICA NOS RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA DO CÓRREGO CONCEIÇÃO, ESTADO DE GOIÁS

Clarisse dos Santos Rodrigues [(a)], Aline dos Santos Oliveira [(b)], Ila Santos Araújo [(c)], Andressa Gonçalves Araújo [(d)], Andrelisa Santos de Jesus [(e)], Manuel Eduardo Ferreira [(f)]

[(a)] Instituto de Estudos Socioambientais, Universidade Federal de Goiás, clarisse.santos.cm@gmail.com
[(b)] Instituto de Estudos Socioambientais, Universidade Federal de Goiás, aline.sanoli2@gmail.com
[(c)] Instituto de Estudos Socioambientais, Universidade Federal de Goiás, ila_240@hotmail.com
[(d)] Instituto de Estudos Socioambientais, Universidade Federal de Goiás, andressaaraujo.ufg@gmail.com
[(e)] Instituto de Estudos Socioambientais, Universidade Federal de Goiás, andrelisajesus@gmail.com
[(f)] Instituto de Estudos Socioambientais, Universidade Federal de Goiás, mferreira.geo@gmail.com

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

A ocupação do espaço geográfico e a intensificação da exploração dos recursos naturais têm provocado o desencadeamento de uma série de impactos, especialmente em nível de bacias hidrográficas, o que evidencia a forte influência que o uso das terras tem sobre a qualidade ambiental. Um dos componentes da bacia hidrográfica mais afetado pela pressão antrópica é o recurso hídrico, que por estar em constante dinâmica com os demais componentes e fatores ambientais da bacia, interfere no sistema como um todo. Não obstante, ressalta-se a necessidade da identificação e monitoramento de impactos ambientais causados por atividades antrópicas, com ferramentas de mapeamento e análise espacial. Neste contexto, este trabalho teve como objetivo apresentar um estudo hidrológico na Bacia do Córrego Conceição, em Silvânia, estado de Goiás, com ênfase no uso e cobertura do solo.

Palavras-chave: outorga, recurso hídrico, uso do solo

Clarisse dos Santos Rodrigues, Ila Santos Araújo, Aline dos Santos Oliveira, Andressa Gonçalves Araújo, Andrelisa Santos de Jesus, Manuel Eduardo Ferreira

1. Introdução

No Estado de Goiás, na região sudeste, situa-se a Alta Bacia do Córrego Conceição, historicamente destinada às atividades de pecuária e agricultura, o que pode ser evidenciado através da observação de mapeamentos recentes sobre o uso da terra.

As insuficiências no planejamento por parte do poder público, tanto na escolha das áreas de assentamentos, como na gestão das mesmas, além da falta de incentivo e capacitação para a adoção de práticas agrícolas mais conservacionistas, implicam no aumento da degradação ambiental e na perda de serviços ambientais, os quais são de grande relevância para a sociedade (LEITE et al., 2011).

Dessa forma, pretende-se com a referida pesquisa apresentar os dados do estudo hidrológico na Alta Bacia do Córrego Conceição, onde localiza-se o assentamento rural Buriti, e a partir deste analisar a pressão antrópica, considerando-se o atual uso e cobertura do solo da bacia.

2. Materiais e métodos

2.1 Área de estudo

A área de estudo é a Alta Bacia do Córrego Conceição, localizada na Mesorregião Sul Goiano e Microrregião Pires do Rio, nos municípios de Silvânia e Vianópolis, Estado de Goiás, possuindo uma área de cerca de 85 km². Na bacia está inserido o assentamento Buriti, o qual também é objetivo desta pesquisa. O assentamento foi criado em 21 de setembro de 2009, apresenta uma área de 324,9869 hectares e atualmente possui 14 famílias assentadas.

2.2 Procedimentos de pesquisa

Para melhor entendimento do funcionamento da bacia, houve a aquisição e o levantamento de dados cartográficos para análise da hidrografia da área de estudo. Foram levantados dados de pivôs, reservatórios, outorgas, uso e cobertura do solo e rede de drenagem.

Os dados de pivôs, reservatórios e drenagens foram levantados a partir da inspeção visual utilizando as imagens do Google Satélite disponíveis no software Qgis 3.2. Os pivôs foram delimitados na escala visual de 1:20.000 e os reservatórios e drenagens na escala de 1:5.000. A partir da delimitação da drenagem, efetuou-se a hierarquização dos canais, de acordo com a metodologia proposta por Strahler, que considera que o aumento do nível

hierárquico ocorre a partir da junção de um canal com um de mesmo nível. Para verificar se os pivôs delimitados na bacia estão de acordo com o proposto no Manual Técnico de Outorga da Secretária de Meio Ambiente, da Superintendência de Recursos Hídricos, coletou-se os dados de outorga do uso da água no portal da SECIMA.

Para a delimitação das áreas de preservação permanente (APP) dos canais e dos reservatórios, foi considerado a metragem de 30 metros estabelecidos pelo Código Florestal, e realizou-se uma delimitação, a partir de imagens de alta resolução, classificando os usos como cobertura vegetal, pastagem, agricultura e uso não identificado.

Os dados de uso e cobertura do solo foram adquiridos através do mapeamento disponibilizado pelo portal do MapBiomas, o qual apresenta uma resolução espacial de 30 metros. As informações de sistemas aquíferos foram obtidas no portal do Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG). Posteriormente, realizou-se o cruzamento do uso do solo com drenagem, barragens e pivôs, utilizando a ferramenta de intersecção no software ArcGIS 10.x.

3. Resultados e discussões

De acordo com os dados de outorga disponibilizados pela SECIMA, observou-se que, dos nove pivôs presentes na área, a bacia apresenta apenas dois pivôs outorgados e uma outorga de irrigação e bombeamento. A área de estudo também apresenta dezessete reservatórios provenientes do barramento do canal, apresentados na figura 1.

Com o resultado do cruzamento das APP's dos canais com o uso do solo do MapBiomas, observou-se que as áreas se encontram de acordo com o que é estabelecido pelo Código Florestal de 2012 e esta informação foi validada através da inspeção visual na APP dos canais de drenagem. As APP's dos reservatórios apresentaram um alto índice de desmatamento da vegetação de suas margens, apresentando usos de pastagem, agricultura e alguns usos não identificados. Os resultados obtidos a partir do cruzamento dos dados de reservatórios de água com uso do solo indicam que estes estão presentes majoritariamente nas

ISBN: 978-85-7282-778-2

formações florestais e savânicas, representando mais de 67% de toda a área dos reservatórios.

Os dados da intersecção do uso do solo com os dados de pivôs apontam que 97% das áreas dos pivôs estão ocupados por agricultura perene e anual e cerca de 2% com pastagem, de acordo com o MapBiomas. As áreas que apresentam cobertura florestal aparecem na estatística (0,42%), provavelmente, devido a escala de compilação do mapa.

Para o melhor entendimento das pressões antrópicas sofridas pelos cursos d'água da bacia do Córrego Conceição fez-se a intersecção entre os dados de hierarquia dos canais com uso do solo. Observa-se que a hierarquia de ordem um possui 85% de formação natural, no entanto é a que está sob maior pressão antrópica, pois apresenta cerca de 12% de áreas de pastagem, o que compromete as cabeceiras de drenagem.

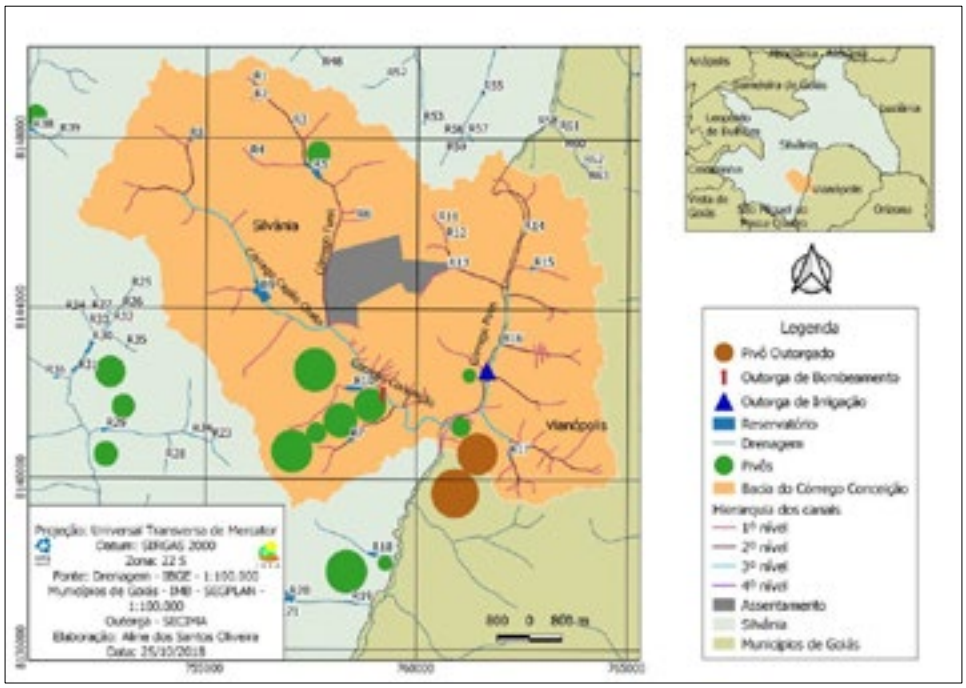


Figura 1 - Carta de pressão antrópica da Alto Bacia do Córrego Conceição

4. Considerações finais

De acordo com os dados levantados e posteriormente mapeados e analisados, verificou-se que a área da bacia do córrego Conceição apresenta, em sua grande maioria,

ISBN: 978-85-7282-778-2

pivôs sem outorga do uso da água, barramentos dos canais e uso indevido nas áreas de preservação permanente dos reservatórios. O não cumprimento da legislação ambiental referentes a estes usos podem acarretar em diminuição da qualidade dos recursos hídricos.

Percebeu-se que os canais de primeira ordem são os que mais sofrem com a pressão antrópica, que, consequentemente, aumentam a vulnerabilidade das cabeceiras de drenagem à ocorrência de impactos ambientais, como por exemplo, o assoreamento dos cursos d'água a jusante. Diante deste cenário, percebe-se a importância do conhecimento sistêmico do funcionamento ambiental que é comprometido pelos efeitos das atividades antrópicas.

5. Referências bibliográficas

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Política nacional de recursos hídricos**. Disponível em: <http://www3.ana.gov.br/portal/ana/gestao-da-agua/sistema-de-gerenciamento-derecursoshidricos>. Acesso em: 29 out. 2018.

LEITE, T. A.; SOBRAL, I. S.; BARRETO, K. F. B. **Avaliação dos impactos ambientais e sociais como subsídio para licenciamento ambiental do projeto de assentamento de reforma agrária maria bonita I, Poço Redondo-SE.** Boletim Goiano de Geografia, [s.l.], v. 31, n. 2, p.1-13, 12 jan. 2012. Universidade Federal de Goiás. http://dx.doi.org/10.5216/bgg.v31i2.16846. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/bgg/article/view/16846>. Acesso em: 05 dez. 2018.

MAPBIOMAS. 2018. Disponível em: <http://mapbiomas.org/>. Acesso em: 22/10/2018.

SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE, RECURSOS HÍDRICOS, INFRAESTRUTURA, CIDADES E ASSUNTOS METROPOLITANOS. Disponível em: <http://www.secima.go.gov.br/>. Acesso em: 22/10/2018.

SIEG – Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás. SIG – shapefiles. Disponível em: <http://www.sieg.go.gov.br/siegdownloads/>. Acesso em: 22/10/2018.

STRAHLER, A.N. **Hipsometric (area-altitude) analysis and erosional topography.** Geological Society of America Bulletin, v. 63, n. 10, p. 1117-1142, 1952.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ANÁLISE DOS PROCESSOS MORFODINÂMICOS E DIAGNÓSTICO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS NO BAIXO CURSO DO CÓRREGO NEBLINA, ARAGUAÍNA (TO)

Daniel Araujo Ramos dos Santos[(a)], Louislane Araujo Pinto [(b)] , Silvania Reis de Araújo [(c)] Carlos Augusto Machado [(d)]

[(a)] Pós graduando, Curso de Geografia, Universidade Federal de Goiás (UFG), daniel.a.sants@hotmail.com
[(b)] Discente, Curso de Geografia, Universidade Federal do Tocantins (UFT), louislane.araujo@mail.uft.edu.br
[(c)] Discente, Curso de Geografia, Universidade Federal do Tocantins (UFT), reissilvania405@gmail.com
[(d)] Docente, Curso de Geografia, Universidade Federal do Tocantins (UFT), delagnesse@mail.uft.edu.br

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

O presente trabalho objetivou o diagnóstico e cartografação das morfologias deposicionais, em correlação com os impactos antrópicos no baixo curso do córrego Neblina, Araguaína (TO). Com Geoprocessamento, foi possível interpretar uma fotografia aérea de 1967 e imagens de satélites disponíveis no *software Google Earth* entre 2005 e 2018. As intepretações indicam que o canal fluvial é impactado desde 1960 por uma Pequena Central Hidrelétrica (PCH), que condicionou acumulação sedimentar no exutório do Neblina por décadas, com rápidos ajustes nas morfologias morfosedimentares e padrão de canal. Com o esvaziamento do reservatório entre 2011 e 2013, o canal retomou áreas e retrabalhou os depósitos sedimentares em terraços e um peculiar delta. Mais um ciclo de modificações está sendo implementado, com o confinamento do canal e compactação da planiície de inundação, como área destinada ao empreendimento público/privado via Lago, que pretende construir *Shopping Center,* prédio da Prefeitura e um centro de convenções.

Palavras chave: Canal Fluvial, Tocantins, Sensoriamento Remoto

Daniel Araujo Ramos dos Santos, Louislane Araujo Pinto , Silvania Reis de Araújo Carlos Augusto Machado

1. Introdução

O relevo terrestre, predominantemente elaborado pela ação antagônica de forças físicas (endógenas e exógenas), pode ser compreendido como a base territorial do espaço geográfico, ambientes topograficamente multifacetados, que alicerçam os acontecimentos históricos e geopolíticos da humanidade (OLIVEIRA; NUNES, 2009). Nas últimas décadas, as ciências da natureza têm considerado com maior relevância o papel antrópico na modelagem da epiderme terrestre em diversas escalas, via apropriação e modificação pelo extrato social (BERTOLINI; VALADÃO, 2009). Casseti (1992) pontua a importância da Geomorfologia, como uma ciência que contribui para análise geográfica do relevo, por meio de elucidações sobre o meio ambiente, em alternativa a tradicional análise dicotômica (físico-humano).

Tricard (1977) e Ross (1992, 2009) destacam a importância do diagnóstico do meio físico e a aplicação de mapeamentos sistemáticos das formas superficiais, como necessários para se compreender os efeitos das inserções e evolução dos meios tecnológicos sobre os ambientes naturais. Ao considerar o estudo integrado da morfodinâmica dos ecossistemas, estes autores observam a finalidade destas pesquisas básicas, em que os conhecimentos levantados permitem estabelecer diretrizes e aplicações adequadas no controle das atividades de uso e ocupação dos componentes das paisagens.

Os cursos hídricos têm sido os principais sistemas naturais afetados pela ocupação humana desde a antiguidade, com destaque ao uso das planícies de inundação na agricultura e estabelecimento de sítios urbanos, e consequentemente intervenções diretas nos canais fluviais (por obras de engenharia). Em alguns contextos, essas ingerências buscam solucionar problemas de ordem comum com fator de urgência, como eventos de inundações em centros urbanos, que geram transtornos socioeconômicos (STEVAUX; LATRUBESSE, 2017; BARBOSA, 2018). Desta forma, observa-se que no contexto brasileiro, as transformações da morfologia natural dos canais convertidos em sistemas artificiais se dão em função das condições topográficas e hidrogeológicas, que foram afetadas pela falta de planejamento ocupacional e de formação de centros urbanos. Assim, torna-se um processo de adequação da

ISBN: 978-85-7282-778-2

morfologia e controle da morfodinâmica pela redefinição do traçado fluvial, consoantes as estruturas das vias e habitações, em detrimento de suas condições de manutenção natural (CUNHA, 1995; SANTOS et al., 2018).

O presente trabalho objetivou o diagnóstico dos processos morfodinâmicos a partir da cartografação das morfologias deposicionais, em correlação com os principais impactos antrópicos registrados no baixo curso do córrego Neblina, afluente do Rio Lontra, no município de Araguaína (TO), (vide Figura 1). Desta forma, os resultados contribuem para uma análise mais detalhada e multitemporal sobre os efeitos dos impactos da ocupação da planície e influências de obras de engenharia na capacidade de manutenção do canal fluvial.

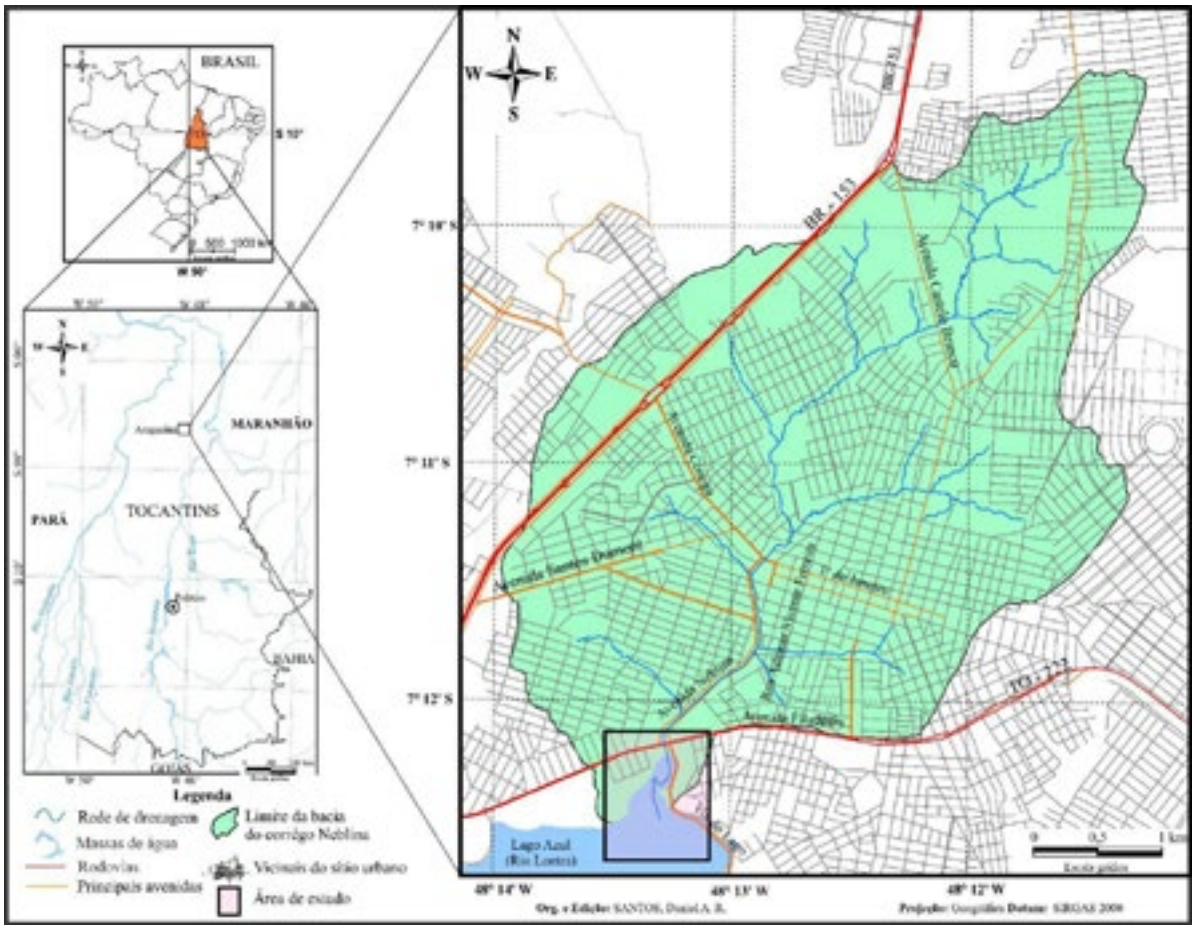


Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo.

ISBN: 978-85-7282-778-2

2. Materiais e Métodos

Para a caracterização da área de estudo, utilizou-se dados bibliográficos, bases vetoriais da Geologia, Geomorfologia, Pedologia e Climatologia, que foram elaboradas durante o Zoneamento Ecológico e Econômico do Norte do Tocantins, disponibilizadas pela Secretaria de Planejamento do Tocantins (SEPLAN, 2018), dados na escala de 1:250.000.

A fotografia aérea produzida em 1967, foi utilizada na análise morfológica e de uso da planície fluvial. A imagem foi escaneada e posteriormente georreferenciada no programa de Geoprocessamento Qgis, versão 2.18.28, e sequencialmente interpretada. No programa *Google Earth Pro*, foram utilizadas as imagens da área com alta resolução espacial, acessadas por meio da ferramenta de imagens históricas. Foram analisadas e interpretadas as imagens de 2005, 2009, 2011, 2013, 2014, 2015, 2017 e 2018, sendo realizadas a identificação e vetorização de feições morfossedimentares e mensurações das dimensões do canal. Os dados gerados em formato Kml (*Keyhole Markup Language*) no Google Earth, foram transportados para o Qgis, sendo feitas a reorganização e classificação de suas topologias.

De suma importância para o estudo da área, executou-se vários trabalhos de campo no decorrer do ano de 2018, sistematicamente em quatro momentos: de forma preliminar, na identificação e dimensionamento da área de estudo; na caracterização dos aspectos ambientais e de uso e ocupação; na compreensão do impacto da sazonalidade climática sobre a porção analisada, com destaque aos meses de fevereiro, março (pico da estação chuvosa) e junho (início do período de estiagem); na categorização e mensuração dos impactos diretos e indiretos na planície de inundação, com a identificação dos pontos de maior conflito e perturbações ambientais.

3. Resultados e discussões

A área de estudo está situada na porção do baixo curso da bacia do córrego Neblina, e está inserida no contexto geológico da Bacia Sedimentar do Parnaíba, com domínio da formação Sambaíba, que possui como características básicas, a alternância de arenitos e

ISBN: 978-85-7282-778-2

siltitos de granulação fina e média com estratificação cruzada, e em menor parte, afloramentos da Formação Mosquito, que é composta basicamente de basaltos toleíticos extrusivos. O clima atual da região é úmido com moderada deficiência hídrica e precipitação média anual acumulativa que pode variar de 1600 a 1700mm (MACHADO, 2012).

No contexto da área de estudo, o relevo na bacia hidrográfica do córrego Neblina é resultante de processos de denudação das formações sedimentares do domínio morfoestrutural da Bacia Sedimentar do Parnaíba (SANTOS et al., 2018), que condicionaram a unidade geomorfológica "Chapadas do Meio Norte nível baixo" (ROMÃO et al., 2002). No mapeamento de detalhe da cidade de Araguaína, Bovolato (2006) definiu quatro domínios morfológicos do relevo, sendo: Domínio de superfícies tabulares, que configuram aos divisores topográficos da porção noroeste da área; o Domínio de colinas convexas na porção nordeste; Domínio de superfícies onduladas, caracterizando as médias vertentes dos vales fluviais; e o Domínio de fundos de vales, com ascendência de processos morfosedimentares.

A construção da Pequena Central Hidrelétrica do Corujão no Rio Lontra ocorreu durante a década de 1960, e foi o primeiro grande impacto na foz do córrego Neblina. Esse empreendimento estatal era voltado para a geração e abastecimento elétrico dos sítios urbanos estabelecidos ao longo da BR 153, como o povoado do Lontra (atual Araguaína), que a partir de 1960 alcançou expressivo crescimento populacional, o que culminou no adensamento urbano de vilas e a abertura de novas terras para agropecuária. De forma direta, esse empreendimento afetou o nível de base desta sub-bacia, com a redução de seu gradiente hidráulico e significativo alargamento de seu exutório, que conforme medidas realizadas na fotografia aérea georreferenciada, passou a apresentar uma forma triangular com largura entre 90 e 300m (Figura 2).

ISBN: 978-85-7282-778-2

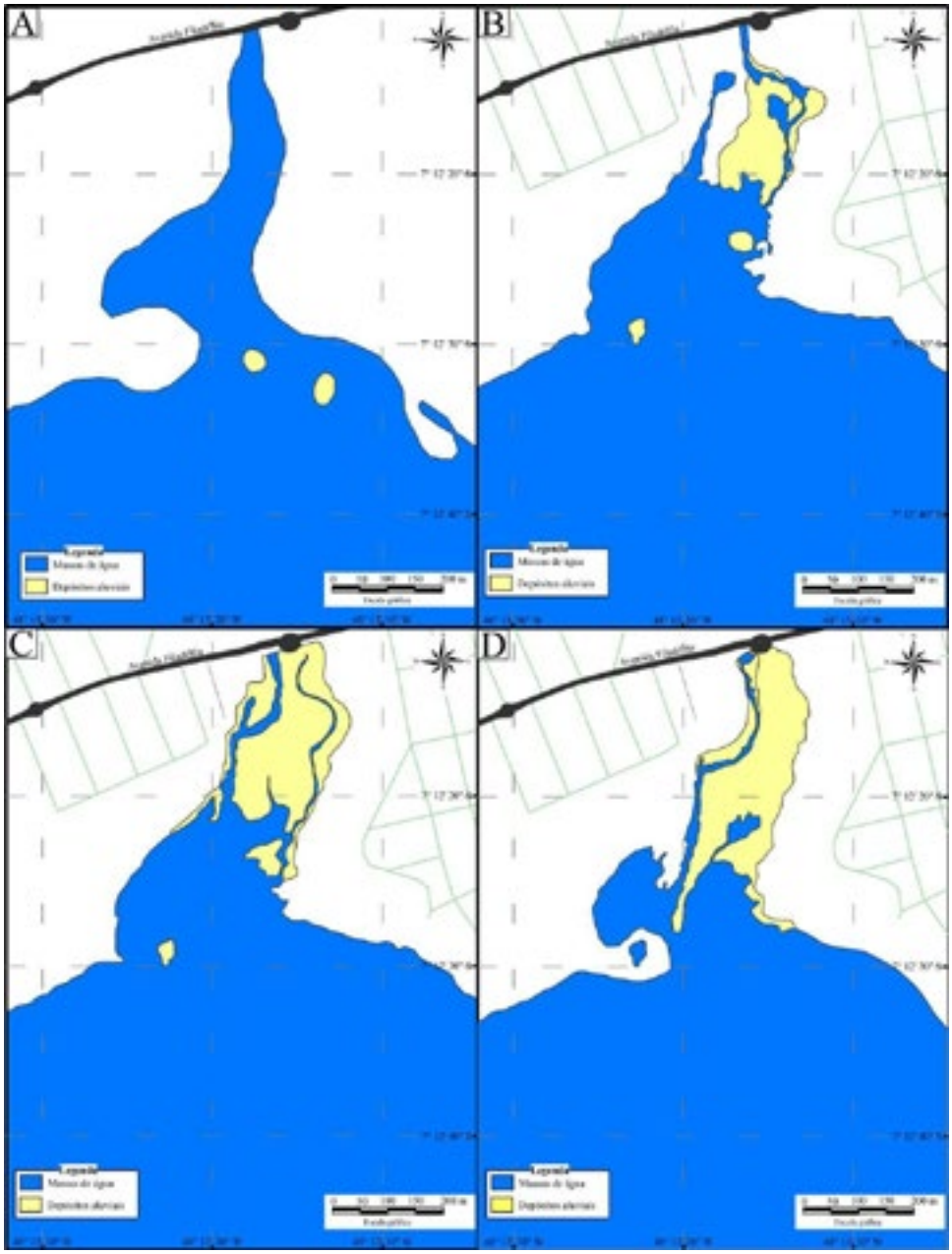


Figura 2 – Mapas do exutório do córrego Neblina: A) 1967; B) 2005; C) 2009; D) 2011.

A avaliação da fotografia aérea ainda permite pontuar que o baixo curso do Neblina apresentava um vale encaixado com fundo plano, com uma planície de sedimentação coberta por mata ciliar, delineada por manchas de desmatamentos associadas ao uso agropastoril com

concentração em torno da atual avenida Filadélfia, que corresponde a rodovia estadual que faz ligação entre a Br 153 as cidades de Filadélfia (TO) e Carolina (MA).

A interpretação da imagem do *Google Earth* de 2005 indica uma forte mudança na paisagem, quando comparado com 1967 (Figura 2A), com plena ocupação ao redor da área de estudo, como fruto de crescimento populacional. Registra-se na figura 2, o processo de substituição do domínio de massa de água por material sedimentar e tecnogênico. Nesse momento, o canal possuía trecho meandrante com pouco mais de 10m de largura e com 700m de comprimento. A partir da imagem é possível verificar diversas mudanças na posição do canal nas últimas décadas, sendo observado o surgimento de ilhas em consequência da alta carga sedimentar, parcialmente fixada pela vegetação. Em comparação com a imagem de 2009, observa-se que um paleocanal foi rapidamente reativado, com abandono parcial do leito mapeado em 2005. Conforme a figura 2C, em 2009 o paleocanal reativado apresentava largura entre 15 e 25m, com comprimento de 366 m.

As fortes mudanças observadas no período entre 1967 e 2011 (Figura 2) e 2013 e 2017 (Figura 3) podem ser correlacionadas com os processos de reorganização morfodinâmica dos compartimentos à montante da bacia hidrográfica, afetados principalmente pela urbanização. De acordo com alguns autores, em menos de quatro décadas, os limites marcados do córrego Neblina já haviam sido ultrapassados pela ocupação antrópica em um acelerado processo de ocupação irregular. Desta forma, as novas áreas urbanizadas apresentam fortes processos erosivos, em área com declive acentuado e elevada precipitação anual (PEREIRA, 2011; ANJOS; MACHADO, 2012).

Nos anos seguintes, o canal e a planície de inundação no baixo curso foram sendo gradativamente reestruturados, como a construção de diques de canalização com gabião, que correspondem atualmente a 4,7 km de canal artificial. Nos canais readequados, foram observados pontos com forte acumulação sedimentar, sendo com maior frequência a barra lateral com vegetação, indicando a permanência sazonal de parte do material (SANTOS et al.,

ISBN: 978-85-7282-778-2

2018). Basicamente, estas feições são compostas por areia fina, estratificadas por materiais orgânicos, plásticos e materiais de construção.

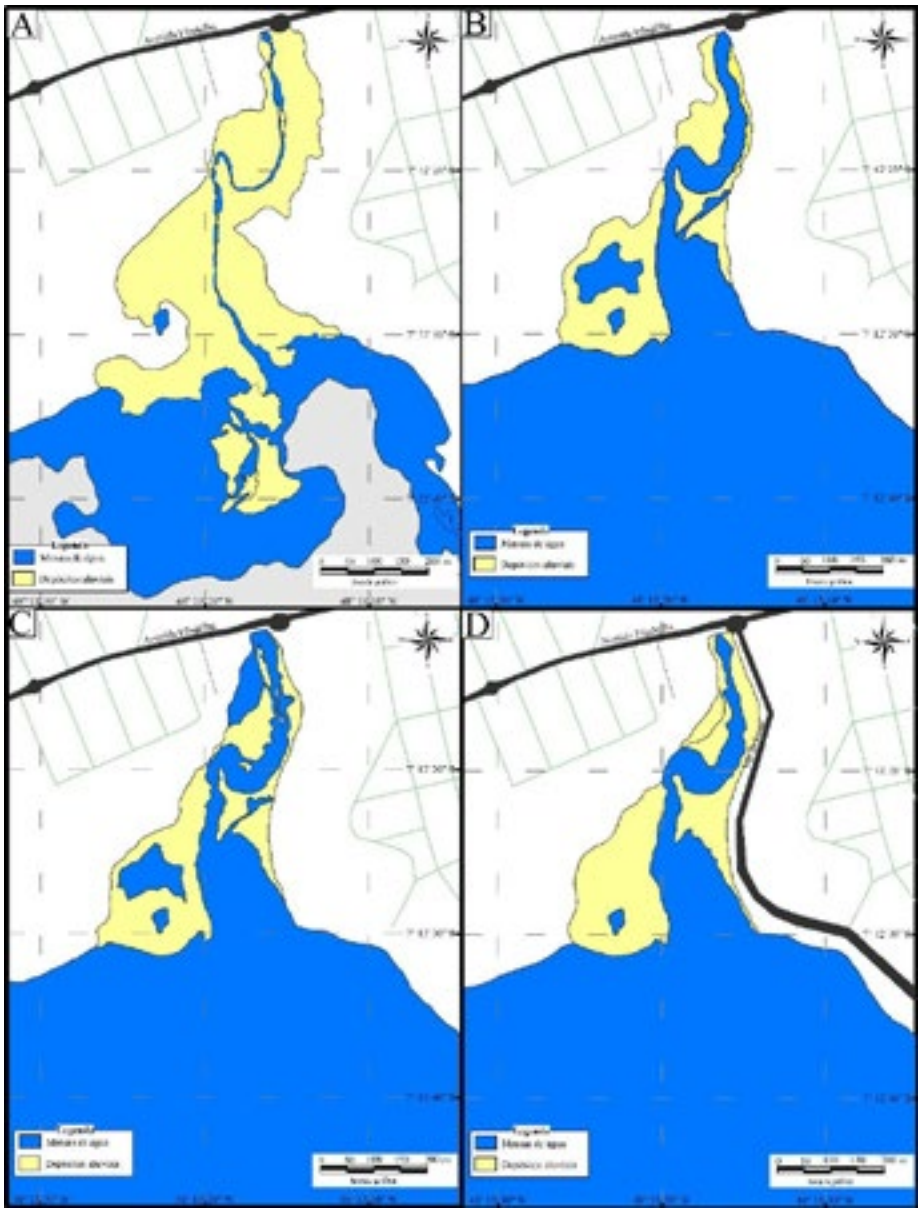


Figura 3 - Mapas do exutório do córrego Neblina: A) 2013; B) 2014; C) 2015; D) 2017.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Alguns dos moradores consultados em trabalho de campo, que residem no bairro JK, área adjacente a planície de inundação, que se desenvolveu em meados de 1970 no baixo curso, relataram que a Avenida/Marginal Neblina (Figura 1) foi construída sobre o leito aterrado do curso fluvial a partir do ano 2000, por iniciativa pública, com o objetivo de melhorar o acesso pela criação de uma conexão da porção norte com a porção sul da cidade. Desta forma, o canal predominantemente meandrante foi movido lateralmente em grande parte em até 50 metros, com retilinização de seu traçado.

A partir de 2011, depois de várias controvérsias, a empresa responsável pela PCH no rio Lontra, rebaixou o nível do reservatório, alegando a necessidade de uma manutenção simples no barramento. A mesma revelou em audiência pública em 2012, que o esvaziamento foi necessário devido a riscos de rompimento da barragem. O esvaziamento e reativação do barramento em uma cota menor no final de 2011, condicionou a foz do córrego Neblina a um forte desequilíbrio nas condições energéticas, e consequentemente na integridade geomorfológica do canal. A avaliação das imagens de satélite de 2011 e 2013 permite afirmar que este procedimento afetou o gradiente hidráulico do sistema fluvial, reforçando o desequilíbrio dos processos aluviais. O Córrego retrabalhou o material sedimentar nos períodos de chuva, resultando em migrações laterais sobre a antiga planície de foz, com a formação de terraços e um tipo de delta fluvial (Figura 3).

A partir de 01 de outubro de 2014, a administração municipal deu início a construção da via Lago, uma obra estimada em 10 milhões de reais. Nesta localidade o córrego Neblina foi novamente alterado, com um desvio de sua foz, restruturada com um extenso aterramento com área destinada a construção de calçadas e vias asfálticas (Figuras 4 e 5). Estão em andamento a construção de um dique que limitará o fluxo do córrego, em uma seção do canal com 20 metros de largura. O desvio lateral do canal vai estabelecer uma área de 60.978 m² entre os diques e as vias urbanas. Pretende-se construir ainda várias edificações financiadas nesta área, a partir de uma parceria pública-privada (denominado de Complexo de Turismo e

ISBN: 978-85-7282-778-2

Negócios Via lago) ao longo de 10 anos, projeto estimado em 220 milhões de reais, como as dependências da prefeitura municipal, centro de conveniência, *Shopping Center* e uma ilha artificial para abrigar bares e restaurantes.

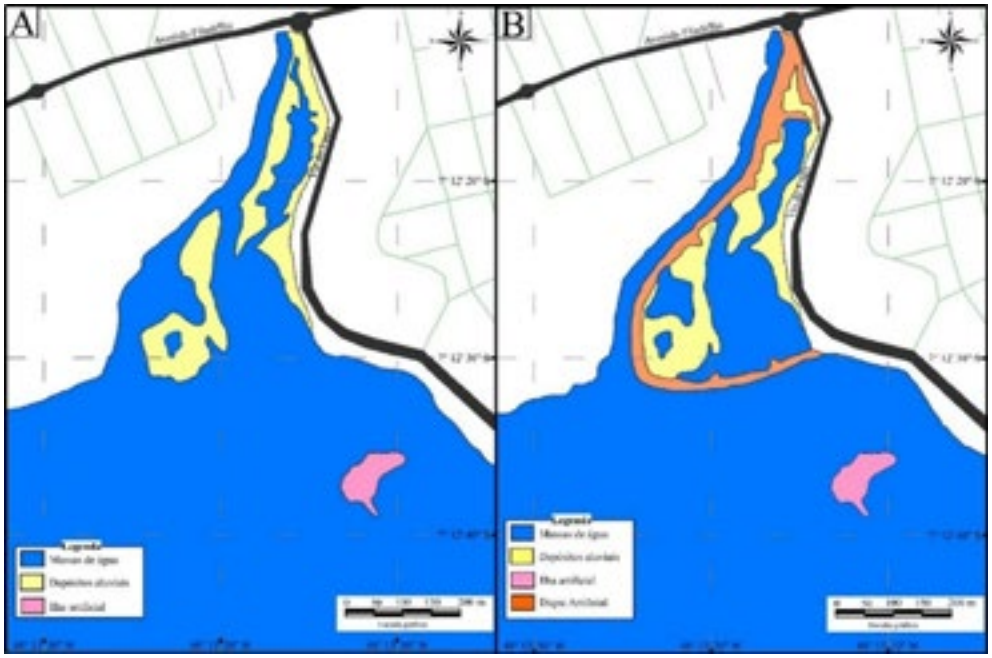


Figura 4 – Mapas do exutório do córrego Neblina: A) imagem de 31/05/2018; B) Imagem de 08/09/2018

Figura 5 – (A) Canalização do córrego Neblina; (B) Área do aterro junção do córrego Neblina e represa do Corujão

ISBN: 978-85-7282-778-2

4. Considerações Finais

Com o objetivo de alcançar uma melhor compreensão do tema abordado no decorrer do trabalho, foi de suma relevância o uso de geotecnologias, com destaque ao conjunto de imagens de alta resolução disponibilizadas pelo *Google Earth*, as quais possibilitaram apontamentos preliminares das alterações morfológicas do baixo curso do córrego Neblina em sua junção com a represa Corujão, em diferentes períodos.

Desta forma, foi possível observar um elo entre a dinâmica da planície de inundação e o canal fluvial com os processos de urbanização de Araguaína, o que tem resultado em um significativo período de desequilíbrio dos processos aluviais, com a degradação da manutenção natural do canal.

Observa-se que os processos de intervenção direta (obras de engenharia), tais como a retificação e alargamento da calha fluvial, resultaram em um controle da dinâmica de inundação das porções a montante (área com alta densidade populacional) e inversamente um acelerado processo de mutabilidade do baixo curso, com elevação do aporte sedimentar e detrimento das condições de competência fluvial no exutório do canal.

Contudo, é imprescindível que o ser humano repense sobre suas ações e passe a atuar de forma consciente sobre os recursos ambientais contribuindo com a manutenção da bacia, uma vez que a mesma é parte essencial da manutenção do ciclo hidrológico e do processo histórico e econômico do município, respeitando os limites físicos.

5. Referências Bibliográficas

ANJOS, J. S.; MACHADO, C. A.: Recursos Hídricos Superficiais e Poluição na Cidade de Araguaína. In: MACHADO, C. A.; SIEBEN, A. (Org.): **Desenvolvimento Regional e Urbano**. Goiânia: Kelps, 2011. 344p.

BARBOSA, L. **Diagnóstico ambiental da bacia do córrego Baixa Funda em Araguaína – TO.** 2018. 97 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação STRICTO SENSU em Ciências Ambientais e Saúde) - Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia-GO. 2018.

BERTOLINI, W. Z.; VALADÃO, R. C. A abordagem do relevo pela Geografia: uma análise a partir dos livros didáticos. **TERRAE DIDATICA**, v. 5, p. 27-41, 2009.

BOVOLATO, L. E. **Uso e gestão de águas subterrânea em Araguaína/TO.** 2007. 145 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2007.

CRUZ, L. B. S. **Diagnostico Ambiental da bacia hidrográfica do Rio Uberaba-MG.** 2003. Disponível em:<repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/257301/1/Cruz_LeilaBeatrizSilva_D.pdf>. Acesso em: 04 jan. 2019.

CUNHA, S. B.: Geomorfologia Fluvial. In: GUERRA, A. J.; CUNHA, S. B. (Org.): **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos.** 2.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995.

MACHADO, C. A. **Gênese e morfologia de depósitos tecnogênicos na área urbana de Araguaína (TO).** 2012. 169 f. Tese (Doutorado em Ciências Humanas) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2012.

OLIVEIRA, A. O. S. A.; NUNES, J. O. R. Contextos e Significados do relevo para o Ensino de Geomorfologia. **Caderno Prudentino de Geografia**, v. 1, p. 127-147, 2009.

PEREIRA, A. J. **Leituras de paisagens urbanas: um estudo de Araguaína - TO.** 2013. 316 f. Tese (Doutorado em Ciências Humanas) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2013.

ROMÃO, P. A.; DIAS, R. R; TEIXEIRA, R. S. Projeto de Gestão Ambiental Integrada do bico do Papagaio. Araguaína. **Geomorfologia da Folha SB.22-Z-D.** Estado do Tocantins. Escala 1:250.000. Séries ZEE - Tocantins / Bico do Papagaio / Geomorfologia - V5/5. Palmas: SEPLAN/DZE, 2002.

ROSS, J. L. S. **Ecogeografia do Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, v. 1, 2009. 208p.

ROSS, J. L. S. O registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo. **Revista do departamento de Geografia**, v. 6, p. 17-29, 1992.

SANTOS, D. A. R.; PINTO, L. A.; ARAUJO, S. R.; SILVA, C. A. Análise dos impactos geomorfológicos e hidrográficos condicionados pela ocupação antrópica e modificações por obras de engenharia do córrego Neblina, Araguaína, TO. In: XIX Encontro Nacional de Geógrafos - ENG 2018, 2018, João Pessoa – **Anais...** PB. XIX Encontro Nacional de Geógrafos - ENG 2018- Pensar e Fazer a Geografia brasileira no século XXI: escalas, conflitos socioespaciais e crise estrutural na nova geopolítica mundial. 2018.

SEPLAN, SECRETARIA DE PLANEJAMENTO DO TOCANTINS. Disponível: <http://www.sefaz.to.gov.br/zoneamento/mapas/norte-do-estado-do-tocantins/> Acesso: 22/07/2018.

STEVAUX, J.; LATRUBESSE, E. M. **Geomorfologia Fluvial**. Coleção Geografia; v.3 Org.: Francisco Mendonça. São Paulo, Oficina de Textos, ed. 1, 2017. 336p.

TRICART, J. **Ecodinâmica.** In: Série recursos naturais e meio ambiente. SUPREN/IBGE, 1977.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ANÁLISE MORFOMÉTRICA DA BACIA DE CAPTAÇÃO DA CACHOEIRA DO IMIGRANTE (RS): SUBSÍDIOS À GEOCONSERVAÇÃO

Kelvin Dutra Xavier [(a)], Adriano Luis Heck Simon [(b)]

[(a)] Universidade Federal de Pelotas, kelvin.xavier@hotmail.com
[(b)] Departamento de Geografia, Universidade Federal de Pelotas, adriano.simon@ufpel.edu.br

Eixo: Geoarqueologia, geodiversidade e patrimônio

Resumo

O presente trabalho tem como objetivo identificar e analisar as características morfométricas da bacia de captação da cachoeira do Imigrante, a fim de subsidiar futuras estratégias de geoconservação deste patrimônio geomorfológico e hídrico. A bacia de captação da cachoeira do Imigrante ocupa uma área de 53,08 km² e está localizada na divisa dos municípios de Canguçu e Pelotas (RS). Através da proposta automática de Ferreira (2015) foram obtidos os dados de dissecação vertical e dissecação horizontal, utilizados com a declividade visando obter o mapa de energia do relevo. Com os mapas obtidos foi possível verificar as áreas da bacia suscetíveis a processos morfogenéticos e erosivos possibilitando, desta forma, a elaboração de futuras estratégias de geoconservação a partir do uso da terra compatível com as classes de energia do relevo, a fim de manter a integridade ambiental da cachoeira do Imigrante.

Palavras chave: Geodiversidade, Geoprocessamento, Quedas d'água, Energia de relevo.

Kelvin Dutra Xavier, Adriano Luis Heck Simon

1. Introdução

A geodiversidade se refere à diversidade dos elementos abióticos da natureza, composta por minerais, rochas, formas do relevo, fósseis entre outros (GRAY, 2004). O termo aparece no início dos anos 1990, mais precisamente na conferência de Malvern, em 1993, sobre a conservação das paisagens e da geologia (URQUÍ et al., 2007).

Sharples (2002) evidencia que as atividades antrópicas podem causar danos muitas vezes irreparáveis aos elementos abióticos da natureza. O autor defende que as atividades que

consistem na extração e utilização de recursos proveniente dos elementos da geodiversidade devem se dar de forma equilibrada entre o consumo e a proteção, procurando definir quais elementos necessitam de uma maior conservação. Neste sentido, surge o conceito de geopatrimônio que, segundo Santos (2016) "foi definido para fazer alusão aos componentes da geodiversidade que possuem importância para a humanidade por razões que não estejam relacionadas a extração de recursos" (p.11).

As quedas d'água se configuram como parte do geopatrimônio de forma intrínseca, ou seja, pela sua própria existência, pelo fato de serem naturalmente oriundas da relação sistêmica e complexa entre três elementos da geodiversidade: as rochas, o relevo e a água. Com o objetivo de preservar a integridade físico ambiental de quedas d'água, os estudos e ações devem ser executados no âmbito de sua bacia hidrográfica. Tendo em vista que o que acontece no interior de uma bacia hidrográfica vai se refletir à jusante, entende-se a importância de se tratar os problemas ambientais numa bacia hidrográfica de forma sistêmica.

Um dos indicadores de qualidade utilizados no planejamento ambiental de bacias hidrográficas refere-se a análise morfométrica do relevo que, segundo Christofoletti (1999):

> [...] corresponde a um conjunto de procedimentos que caracterizam aspectos geométricos e de composição dos sistemas ambientais, servindo como indicadores relacionados à forma, ao arranjo estrutural e a interação entre as vertentes e a rede de canais fluviais de uma bacia hidrográfica.

A energia do relevo é um parâmetro morfométrico largamente utilizado na análise das bacias hidrográficas para verificar os locais mais suscetíveis a perdas de solo e consequente instalação de processos erosivos. Segundo Cunha (2013) apud. Ferreira (2015), a energia do relevo busca mensurar o potencial do relevo para o desencadeamento de processos morfogenéticos, ou seja, o potencial de acúmulo de energia. A carta de energia do relevo é o produto resultante da integração das cartas de declividade e dissecações vertical e horizontal.

A declividade é considerada como um parâmetro básico para trabalhos que buscam descrever a morfometria (CUNHA, 2006). A dissecação horizontal é definida como a distância horizontal entre o divisor de águas da sub bacia e o talvegue do canal, indicando setores em que os interflúvios mais estreitos denotam maior suscetibilidade à atuação dos processos morfogenéticos (BOIN et. al., 2014). A dissecação vertical, por sua vez, indica a amplitude altimétrica entre o talvegue e divisor de águas, mensurando o grau de entalhamento do relevo, que também é denominado de textura topográfica (FERREIRA, 2015).

Nesse sentido, a análise morfométrica do relevo possibilita o entendimento da dinâmica dos processos naturais em bacias hidrográficas, possibilitando a verificação de áreas com maior potencial para ocorrência de processos erosivos.

A bacia de captação da cachoeira do Imigrante se localiza no Estado do Rio Grande do Sul, na divisa entre os municípios de Canguçu e Pelotas, ocupando uma área de aproximadamente 53,09 km² (5.308 ha) entre as latitudes 31º 24’ 20”S e 31º 30’ 13”S e as longitudes 52º 34’ 44”W e 52º 39’ 15”W (Figura 1). A Cachoeira do Imigrante está localizada na porção da bacia de captação localizada no município de Pelotas, nas coordenadas aproximadas de 31º 29’ 53”S e 52º 34’ 47”W.

Segundo Rambo (1994) as condições climáticas e edáficas locais influenciam na formação vegetal de mata subtropical e de campos, característicos dos biomas mata atlântica e pampa. A bacia de captação está ocupada principalmente por áreas agrícolas, com pequenas extensões de vegetação arbórea e herbácea. Nas áreas de baixas declividades são encontrados em geral cultivos de soja e áreas de pastagem plantada para criação de gado. É importante ressaltar a presença forte da cultura fumageira na região.

Neste sentido, opresente trabalho tem como objetivo identificar e analisar as características morfométricas da bacia de captação da cachoeira do Imigrante, a fim de compreender a organização espacial da energia do relevo na área em estudo e subsidiar

futuras estratégias de planejamento ambiental para a geoconservação deste patrimônio geomorfológico e hídrico.

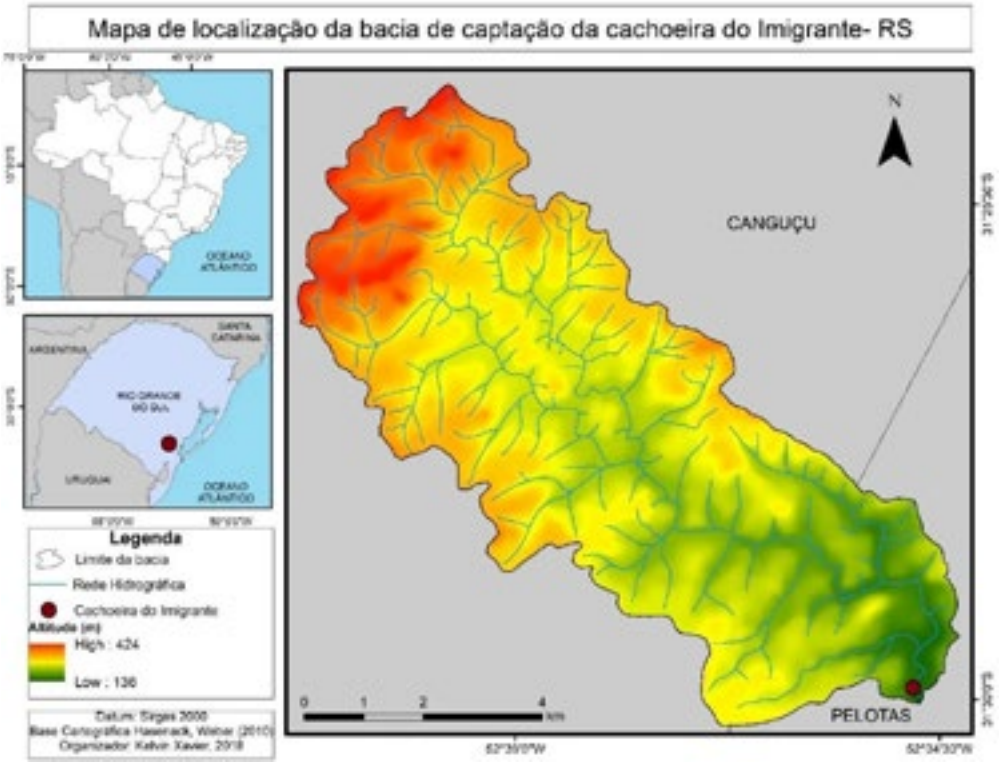


Figura 1- Mapa de localização da bacia de captação cachoeira do imigrante
Fonte: autor.

2. Materiais e métodos

A partir localização da Cachoeira do Imigrante foi realizada a delimitação de sua bacia de captação em ambiente SIG no software ArcGis 10.3 sob licença do Laboratório de Estudos Aplicados em Geografia Física da UFPel.

O mapa de declividade foi obtido através da fermenta *Slope* na opção *Spacial Analyst Tools,* necessitando apenas do MDE para a obtenção do mesmo. As classes de declividade foram definidas conforme Ferreira (2015). O produto da declividade foi obtido em formato

raster, tendo sido necessária a conversão para vetor do tipo polígono para futuro cruzamento com os vetores dos mapas de dissecação vertical e dissecação horizontal.

A dissecação vertical foi obtida através do método automático proposto por Ferreira (2015), que calcula a mesma a partir dos seguintes dados: MDE (Modelo Digital de Elevação) do terreno, polígonos das sub bacias de cada canal, curvas de nível e rede de drenagem utilizando a linguagem de programação *Python*. Foi necessária a delimitação das sub bacias de cada segmento de canal de drenagem, tendo este procedimento iniciado no exutório de cada segmento de canal em direção à montante seguindo a orientação das curvas de nível até o fechamento do polígono, totalizando 171 polígonos correspondentes às sub bacias. As dissecações verticais foram reclassificadas em seis classes, baseando-se na metodologia de classificação proposta por Boin et al. (2014) para a escala de trabalho de 1:50.000.

A elaboração do mapa de dissecação horizontal também seguiu as orientações de Ferreira (2015). Foram necessários os seguintes dados de entrada: arquivos vetoriais das sub bacias, rede de drenagem, o MDE, além de dois novos campos: (a) o campo parâmetro de segmentação da drenagem – definido de acordo com a escala de trabalho, no caso da escala utilizada de 1:50.000, onde o valor estabelecido foi baseado no erro gráfico tolerável para a escala, que, segundo o IBGE, é de 10 metros; (b) o parâmetro de agrupamento dos canais de drenagem – que varia de acordo com a sinuosidade dos canais da área de estudo, sendo que quanto mais sinuosos forem os canais, mais linhas horizontais devem ser criadas. É recomendada a realização de testes variando o número de agrupamentos. No caso deste trabalho definiu-se 60 agrupamentos, ou seja, foram criados 60 pontos de verificação de cada canal até a borda da sub bacia. As classes da dissecação horizontal também foram definidas em função da escala. Segundo Ferreira (2015) para a primeira classe, o valor estabelecido deve ser 5 vezes o menor valor linear distinto nesta escala, no caso do trabalho a classe 1

assume valor menor ou igual a 50m. Para as demais classes, segue-se a metodologia de Spiridonov (1981) onde o valor da classe é o dobro da classe anterior.

A elaboração da carta de energia de relevo foi realizada na interface da ferramenta *Intersect* na aba *geoprocessing* do ArcGis, onde foram adicionados os vetores das dissecações e da declividade afim de realizar a união das informações das três cartas. Os critérios para a definição das classes de energia do relevo foram estabelecidos conforme interesse particular da pesquisa e levando em consideração as características da área de estudo. As classes (Quadro 1) foram adaptadas da proposta de Cunha e Pinton (2013) reproduzida por Ferreira (2015), considerando a escala de trabalho adotada pelos autores (1:50.000) e condizente com a escala de trabalho da presente pesquisa. O uso do operador "OU" indica que cada variável envolvida determinou diretamente a classe de energia, enquanto o uso do operador "E" indica que houve uma combinação das variáveis na determinação da classe de energia.

Quadro 1- Critérios estabelecidos para energia de relevo

Classes de energia do relevo	Declividade (%)	Operador	Dissecação Horizontal (m)	Operador	Dissecação Vertical	Ordem de classificação
Muito Forte	>45	-	-	-	-	1
Forte	20-45	OU	50-100	E	>100	2
Medianamente Forte	13-20	OU	100-200	OU	80-100	3
Média	8-13	OU	200-400	OU	60-80	4
Fraca	3-8	OU	400-800	OU	60-80	5
Muito Fraca	<3	OU	>800	OU	40-60	6

Fonte: autor.

3. Resultados e discussões

Com base na aplicação dos procedimentos metodológicos previamente descritos foram obtidos quatro produtos cartográficos: carta de declividade, carta de dissecação vertical, carta de dissecação horizontal e carta de energia do relevo.

As menores classes de declividade (<3 % e 3-8%) representam mais de 60% da área total da bacia, indicando a predominância de relevo plano à suave ondulado (Figura 2A). Declividades <3% ocorrem predominantemente junto aos fundos de vale dos principais canais fluviais da bacia caracterizando amplas planícies de inundação.

A alta bacia apresenta predominância das classes 8-13% e 13-20%, dando lugar a classes de menor declividade em direção à média bacia. Da média à baixa bacia as classes 8-13% e 13-20% voltam a ter uma presença expressiva (Figura 2A). Outra questão que possui relevância na análise da declividade da área em estudo diz respeito ao comportamento de baixas declividades em áreas de topo, sobretudo nos setores da média e baixa bacia. Esta situação pode interferir em processos de ocupação que avançam tanto dos fundos de vale para os topos, quanto dos topos para os fundos de vale, pressionando as coberturas que predominam nos compartimentos de vertentes destes dois setores da bacia, onde se situam, de forma geral, declividades mais acentuadas.

A menor classe de dissecação vertical, correspondente a <20 m, ocupa 25,21 km² (47,49%) da área total da bacia (Figura 2B). Observa-se também que os compartimentos de fundo de vale se encontram quase em sua totalidade abrangidos pela referida classe de dissecação. Os pontos com as classes de dissecação vertical mais elevadas (80-100m e >100 m), estão localizados nos limites das sub-bacias, ou seja, em áreas de topo, estendendo-se às médias vertentes em alguns casos. As superfícies com dissecação vertical >100m estão localizadas, de forma isolada, à sudeste e à noroeste da área em estudo, associados à declividades >45%, sendo essas as áreas que apresentam maior influência da gravidade sobre

os processos geomorfológicos que operam na bacia, devido à distância entre o talvegue e o topo (BOIN, 2014). Com base nesses parâmetros constatou-se que a bacia de captação da cachoeira do Imigrante encontra-se pouco dissecada, ou seja, de acordo com esse parâmetro, poucos terrenos apresentam suscetibilidade a processos gravitacionais.

A bacia de captação da Cachoeira do Imigrante apresenta predomínio das classes de dissecação horizontal 100-200m, 200-400m e 400-800m, estas compreendendo mais de 80% da área total da bacia e ocorrendo em terrenos com baixa densidade de drenagem e em algumas áreas de topo (Figura 2C). As menores classes predominam na alta e média bacia, dando lugar as altas classes em direção à baixa bacia. Isso indica um comportamento típico em bacias hidrográficas, onde o potencial erosivo é maior à montante diminuindo gradativamente à jusante.

Ao longo de toda a bacia observa-se a ocorrência das menores classes de dissecação horizontal nas confluências dos canais de drenagem. Nessas confluências, caracterizadas pelas menores distâncias entre a linha de cumeada e os canais fluviais, a erosão fluvial sobre o relevo é mais atuante, tornando essas áreas potencialmente mais suscetíveis à ocorrência de processos morfogenéticos. Nesse sentido, a bacia de captação da cachoeira do imigrante apresenta dissecação horizontal mediana e, consequentemente, uma suscetibilidade considerável à ocorrência de processos erosivos.

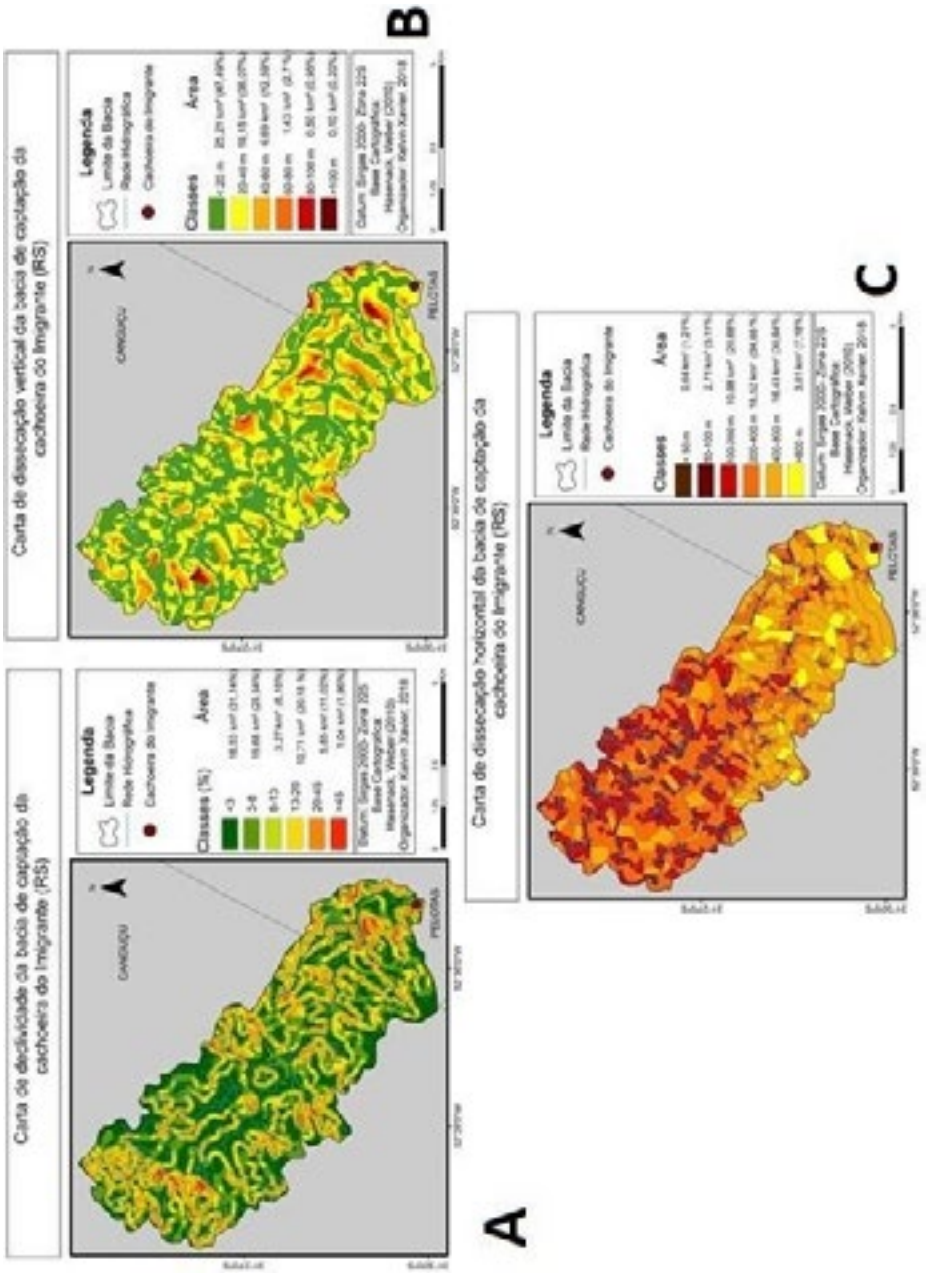


Figura 2- Cartas de declividade, dissecação horizontal e dissecação vertical da bacia de captação da cachoeira do imigrante
Fonte: autor.

Com a obtenção da carta de energia do relevo foi possível a compreensão das áreas da bacia de captação mais suscetíveis à ocorrência de processos morfogenéticos e movimentos de massa.

Conforme a Figura 3, 34,84% da área total da bacia foi classificada como medianamente forte ao risco de processos morfogenéticos, sendo essa a classe de energia do relevo dominante ao longo da bacia, seguida pelas classes média e fraca, com 24,82% e 22,11% respectivamente. As classes forte e muito forte apresentaram ocorrências isoladas, evidenciando suscetibilidade natural ao desenvolvimento de processos erosivos que drenam, de forma geral, para a Cachoeira do Imigrante. Na alta bacia há uma predominância das energias medianamente forte e média em direção a média bacia (Figura 3). Da média para baixa bacia a predominância passa a ser das classes média e fraca. As áreas de nascentes dos canais de drenagem estão, quase que em sua totalidade, sob energias de relevo medias a medianamente fortes, indicando um potencial erosivo considerável nas áreas de recarga da rede de drenagem da bacia.

A classe de energia muito forte representa 1,96% do total da bacia de captação, estando associada às áreas onde a declividade é superior a 45%. Nessas superfícies são desaconselhadas quaisquer tipo de atividades antrópicas, por serem terrenos que apresentam grande suscetibilidade a processos morfogenéticos e erosivos.

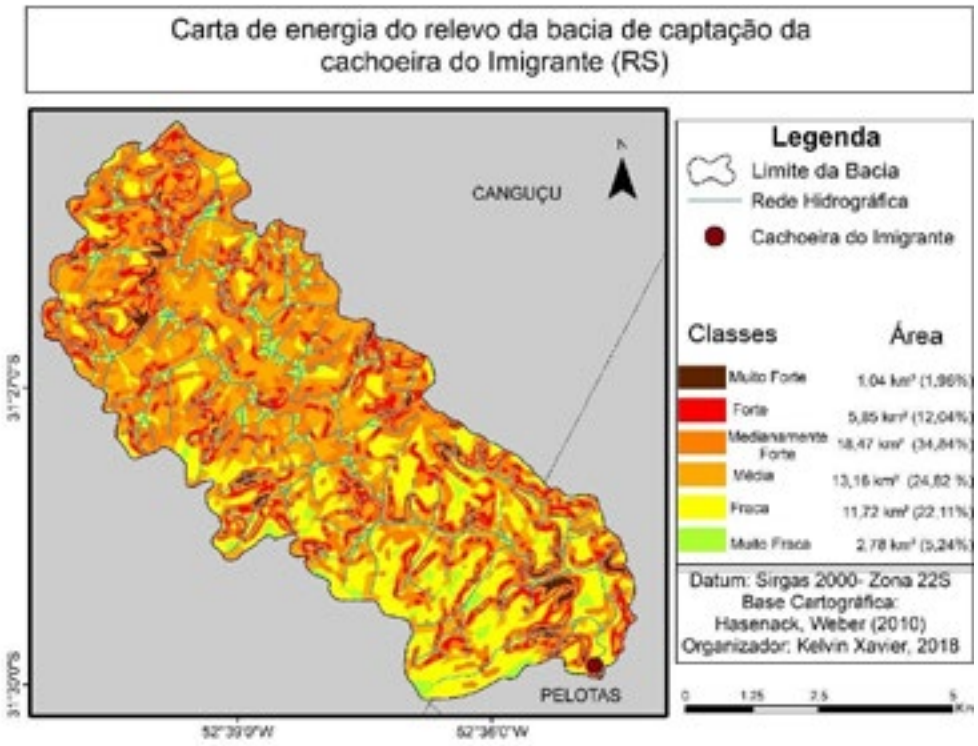


Figura 3- Carta de energia de relevo da bacia de captação cachoeira do imigrante
Fonte: autor.

4. Considerações Finais

A análise dos dados morfométricos da bacia de captação da cachoeira do Imigrante possibilitou identificar setores potencialmente propensos à atuação de processos erosivos como erosão laminar, linear (surgimento de sulcos e ravinas) e deslizamentos. A relação entre a declividade e as dissecações vertical e horizontal dos terrenos evidenciou as áreas em que a capacidade de uso apresenta limitações. As técnicas automáticas de obtenção de dissecação vertical, dissecação horizontal e energia de relevo propostas por Ferreira (2015) tornaram o processo de obtenção das mesmas mais fácil e rápido. A partir desses dados de energia de

relevo poderão ser pensadas propostas e estratégias de geoconservação para as áreas com potencial risco de degradação, visando manter a integridade ambiental da cachoeira do Imigrante, tendo em vista a intensa utilização agrícola observada em campo ao longo da bacia de captação e a utilização em massa da cachoeira principalmente durante os meses de verão.

Referências

BOIN, M. N; ZANATTA, F. A. S; CUNHA, C. M. L. **Avaliação da morfometria do relevo da alta bacia hidrográfica do Ribeirão do Areia Dourada, Marabá Paulista (SP).** Caderno Prudentino de Geografia, Presidente Prudente, n.36, v.2, p.5-26, ago./dez. 2014

CHRISTOFOLETTI, A**. Modelagem de Sistemas Ambientais.** São Paulo: Edgar Blücher, 1999.

CUNHA, L; MATEUS, M – **Geomorfologia**. Coimbra: Associação Portuguesa de Geomorfólogos, 2006. ISBN 972-636-167-2. vol. 3.

FERREIRA. M. V. **Contribuição metodológica ao estudo da dissecação e energia do relevo: proposta e avaliação de técnicas computacionais.** Tese de Doutorado**.** Universidade Estadual Paulista Rio Claro-SP, 2015

GRAY, Murray. **Geodiversity:** Valuing and Conserving Abiotic Nature.Chichester (U.K.): John Wiley & Sons, 2004.

RAMBO, B**. A Fisionomia do Rio Grande do Sul: Ensaio de Monografia Natural.** São Leopoldo. Editora UNISINOS, 1994. 3ª Edição. 473p.

SANTOS, F.C.A. **Mapeamento Geomorfológico do Geossítio das Guaritas do Camaquã/RS: Subsídios à Geoconservação.** Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2016.

SHARPLES, C. **Concepts and Principles of Geoconservation.** Tasmanian Parks & Wildlife Service website. 2002

URQUÍ, L. C.; MARTÍNEZ, J. L.; VALSERO, J. J. D. **Geodiversidad y Patrimonio Geológico.** Instituto Geológico y Minero de España. Madrid. 2007.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ANÁLISE MORFOMÉTRICA DA BACIA DO RIBEIRÃO DOS APERTADOS – PR

Rafael Pietroski Galvão [(a)], Marciel Lohmann [(b)] e Pâmela da Silva Gaedke [(c)]

[(a)] Departamento de Geociências, Universidade Estadual de Londrina, rafaelpietroskigalvao@hotmail.com

[(b)] Departamento de Geociências, Universidade Estadual de Londrina, marciel_lohmann@yahoo.com.br

[(b)] Departamento de Geociências, Universidade Estadual de Londrina, pamela_gaedke@hotmail.com

Rafael Pietroski Galvão, Marciel Lohmann e Pâmela da Silva Gaedke

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

Estudos morfométricos são de grande importância para subsidiar estudos ambientais e de ordenamento territorial de bacias hidrográficas. Dessa forma, o presente trabalho teve como propósito analisar os parâmetros morfométricos e compreender a relação do relevo e da rede de drenagem da bacia do Ribeirão dos Apertados, localizada entre os munícipios de Arapongas e Londrina, possuindo uma área de 334,53 km² e com uma hierarquia fluvial de 5ª ordem. A bacia em estudo possui uma drenagem dendrítica com forma mais alongada e com um relevo suavemente ondulado. Os índices morfométricos obtidos basearam-se em Christofoletti (1974, 1980) e Strahler (1974), buscando analisar os parâmetros lineares, areais, hipsométricos e os aspectos hierárquico da bacia.

Palavras chave: Morfometria; bacia hidrográfica; Ribeirão dos Apertados.

1. Introdução

O conceito de bacia hidrográfica é definido como uma área responsável pela captação e drenagem da água das chuvas e sedimentos através de seus canais, convergindo os escoamentos para o exutório. As bacias hidrográficas apresentam tamanhos diversificados e para delimitação de sua área utiliza-se as cotas mais altas do terreno. Grande maioria das características físicas da bacia hidrográfica são influenciadas ou controladas por sua estrutura geológica. Analisando esse fator com a drenagem e o relevo, entende-se inúmeras questões relacionadas à dinâmica ambiental local (TEODORO et al, 2007).

É dessa forma que o emprego de métodos quantitativos expressa o comportamento hidrológico de uma bacia hidrográfica em colocação com suas características geomorfológicas, permitindo diferenciar áreas homogêneas (LIMA, 1986; ANTONELI & THOMAS, 2007). Estudos referentes à rede hidrográfica assumem um papel importante na Geomorfologia, já que os cursos d'água constituem um dos processos morfogenéticos mais ativos na esculturação da paisagem terrestre (CHRISTOFOLETTI, 1974).

A análise morfométrica proporciona uma melhor compreensão do comportamento hidrológico, se considerarmos a afirmação de Lima (1986) que retrata a bacia hidrográfica como um sistema geomorfológico aberto, com entrada (input) e saída (output) de energia. Assim, pretende-se com esse trabalho analisar os índices morfométricos de forma integrada, objetivando que tais índices não podem ser interpretados isoladamente como se fossem capazes de uma simplificação da dinâmica da bacia, portadora de magnitude temporal.

Portanto, o objetivo principal deste trabalho é tratar a bacia hidrográfica do Ribeirão dos Apertados como uma unidade de análise da superfície terrestre por meio dos parâmetros morfométricos, compreendendo a relação entre hidrografia e relevo. A mesma localiza-se entre os munícipios de Arapongas e Londrina, no norte do Estado do Paraná.

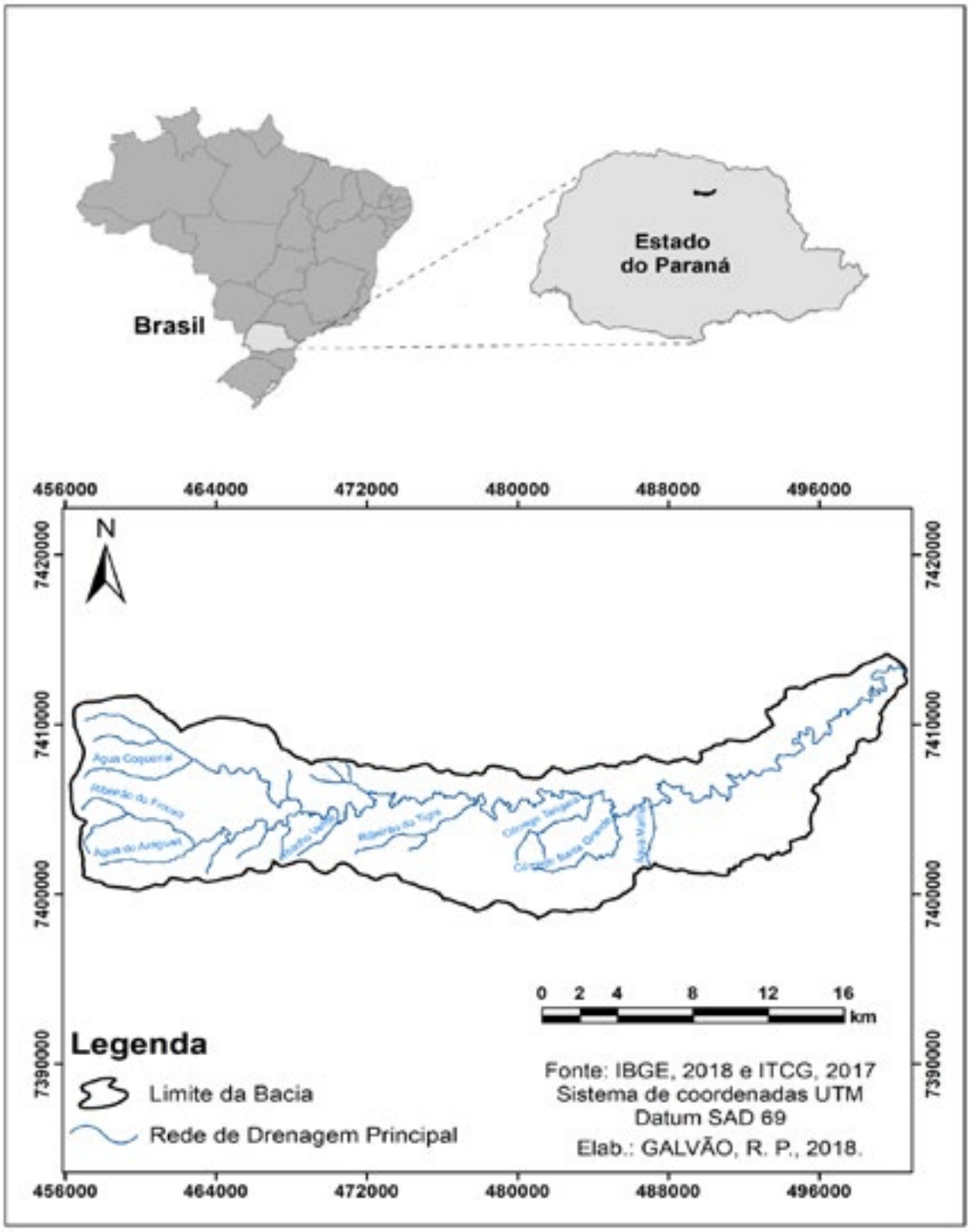


Figura 1 – Mapa de localização da bacia do Ribeirão dos Apertados

2. Materiais e Métodos

Para os cálculos morfométricos utilizou-se as seguintes bases:

i) shapesfiles disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2018);

ii) curvas de níveis e pontos cotados do Instituto de Terras, Cartografia e Geologia do Paraná (ITCG, 2017);

iii) rede de drenagem do Instituto das Águas do Paraná.

O segundo passo consistiu na determinação da hierarquia fluvial, estabelecendo a classificação dos cursos d'água da bacia. A partir de então, para elaborar o perfil topográfico realizou-se a compartimentação da bacia no baixo, médio e alto curso da bacia.

Tabela I – Cálculos Morfométricos

Parâmetro	Fórmula	Descrição
Comprimento total da rede de drenagem (Lt)	-	Lt = comprimento total da rede de drenagem
Comprimento total dos canais por ordem de ramificação (Li)	-	Li = comprimento total dos canais por ordem de ramificação
Comprimento médio dos canais por ordem de ramificação (L_{mi})	$L_{mi} = \frac{Li}{Ni}$	Li = comprimento total dos canais Ni = número total dos canais de cada ordem
Relação de Bifurcação (R_b)	$R_b = \frac{N_u}{N_u + 1}$	N_u= número de segmentos de determinada ordem $N_u + 1$ = número de segmentos da ordem imediatamente superior
Extensão do percurso superficial (Eps)	$Eps = \frac{1}{2 \cdot Dd}$	Dd = densidade de drenagem
Índice de sinuosidade (Isn)	$Isn = \frac{L}{Lt}$	L = comprimento do rio principal Lt = comprimento do eixo da bacia
Índice de Compacidade (K_c)	$K_c = \frac{P}{2\sqrt{\pi \cdot A}}$	P = perímetro A = área

ISBN: 978-85-7282-778-2

Densidade de Drenagem (Dd)	$Dd = \frac{Lt}{A}$	Lt = comprimento total dos canais A = área
Densidade Hidrográfica (Dh)	$Dh = \frac{N}{A}$	N = número total de rios A = área
Coeficiente de manutenção (C_m)	$C_m = \frac{1}{Dd \cdot 1000}$	Dd = Densidade de drenagem
Fator Forma (Ff)	$Ff = \frac{A}{L^2}$	A = área L^2 = comprimento do eixo da bacia
Amplitude Altimétrica Máxima da Bacia (H_m)	$H_m = CM - Cm$	CM = Cota maior Cm = cota menor
Relação do Relevo (R_r)	$R_r = \frac{H_m}{L_b}$	H_m = Amplitude Altimétrica máxima L_b = Comprimento do eixo da bacia
Índice de Rugosidade (I_r)	$I_r = H_m \cdot Dd$	H_m = Amplitude Altimétrica máxima Dd = Densidade de Drenagem

Elaboração: Gaedke, 2018.

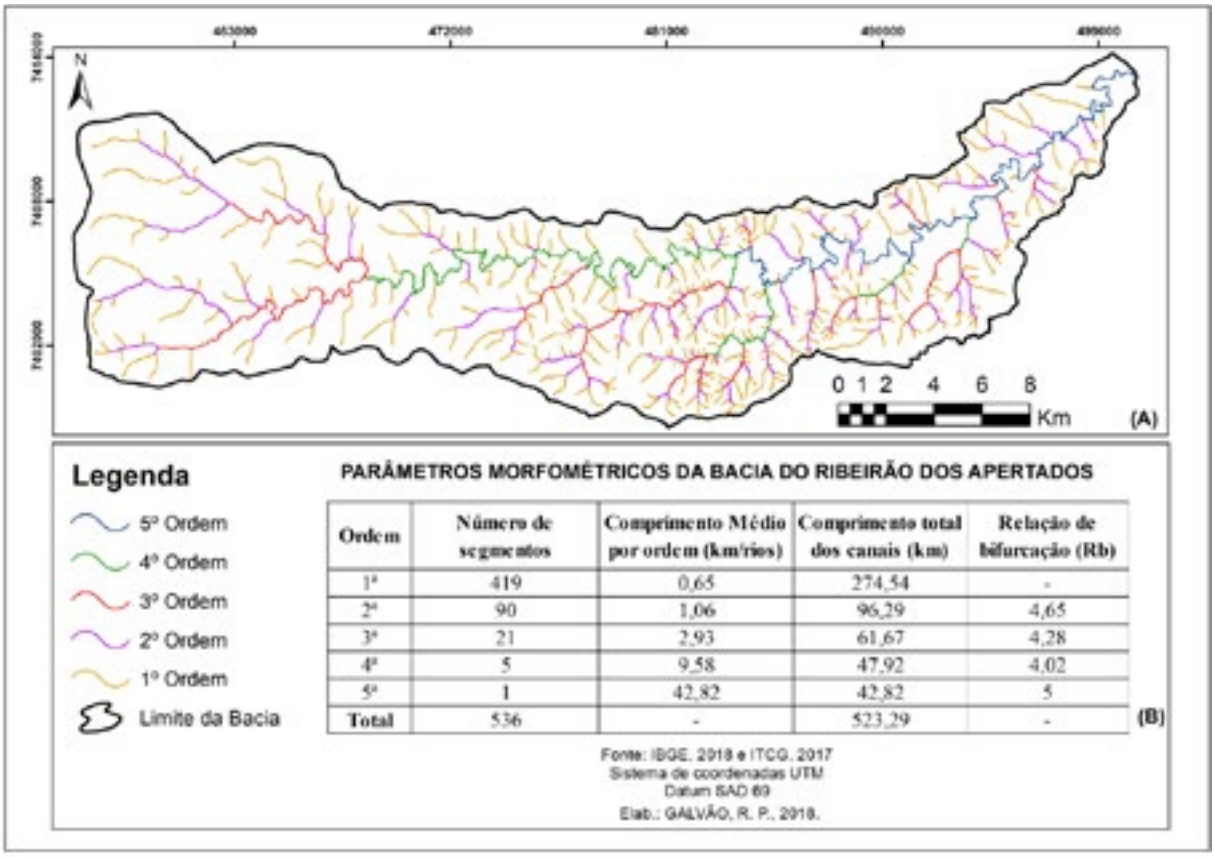
Na sequência elaborou-se o perfil longitudinal do rio principal, apresentando assim como o perfil anterior a relação entre distância e altitude da rede hidrográfica. De posse dos produtos descritos anteriormente como representado na tabela 1, baseou-se na descrição de Christofoletti (1980) para definir os parâmetros lineares, areais e hipsométricos.

3. Resultados e discussões

A bacia do Ribeirão dos Apertados apresenta um padrão de drenagem classificado como dendrítica, denominada como arborescente, que de acordo com Christofoletti (1974, p. 103) apresenta semelhanças com a configuração de uma árvore, onde seus tributários espalham-se com ângulos agudos com variadas graduações e em todas as direções, não apresentando sequer um ângulo reto. Quando o contrário acontece e se tem ângulos retos no padrão dendrítico, são intituladas anomalias associadas geralmente a fenômenos tectônicos.

Considerando a área da bacia, totalizam-se 334,53 km² a qual possui uma hierarquia fluvial de 5ª ordem, segundo a classificação de Strahler (1974) (figura 2a e 2b). A bacia apresentou 536 segmentos com comprimento total de 523,29 km, sendo: 274,54 km de extensão para os 419 segmentos de primeira ordem; 96,29 km para os 90 segmentos de

segunda ordem; 61,67 km para 21 segmentos de terceira ordem; 47,92 km de extensão para 5 segmentos de quarta ordem; e, 42 km de extensão para o segmento de quinta ordem. Quanto ao comprimento médio dos canais de 1ª ordem, evidencia-se uma tendência natural de seus canais serem mais curtos, existindo uma progressão conduzida com o aumento da ordem (MILANI & CANALI, 2000).

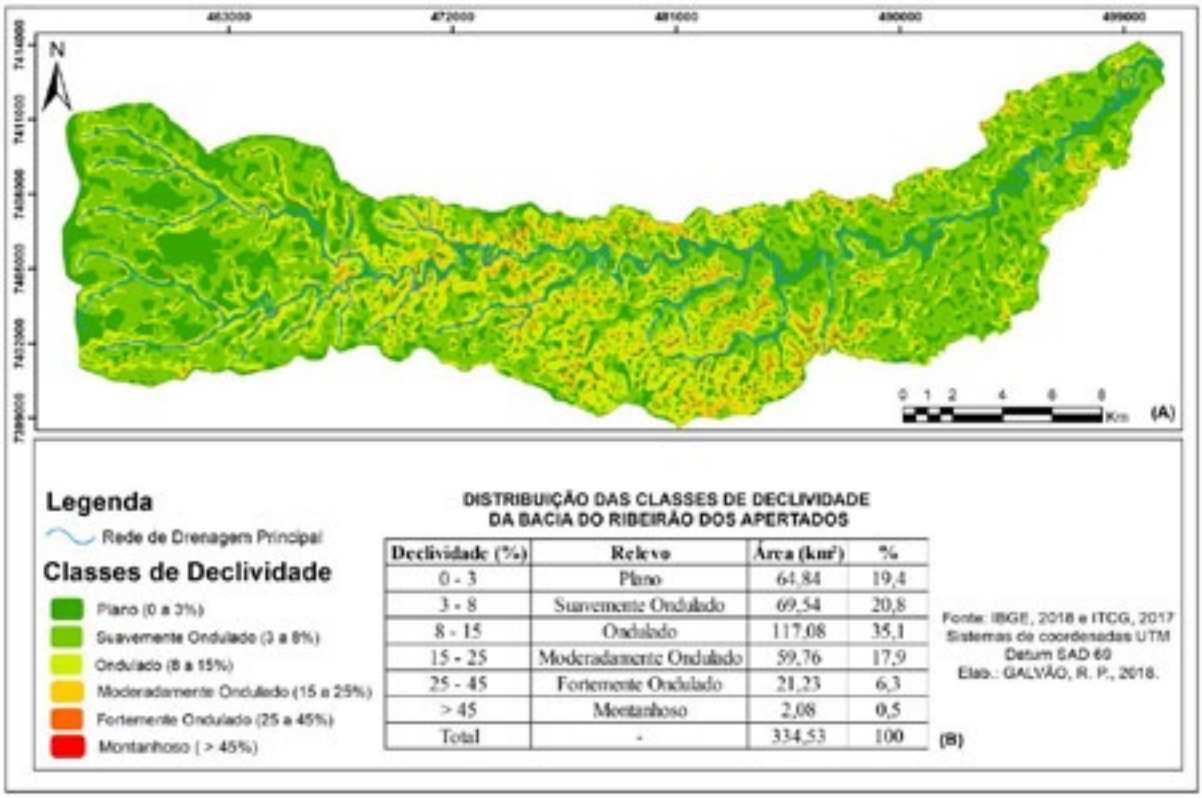


Ordem	Número de segmentos	Comprimento Médio por ordem (km/rios)	Comprimento total dos canais (km)	Relação de bifurcação (Rb)
1ª	419	0,65	274,54	-
2ª	90	1,06	96,29	4,65
3ª	21	2,93	61,67	4,28
4ª	5	9,58	47,92	4,02
5ª	1	42,82	42,82	5
Total	536	-	523,29	-

Figura 2 – Hierarquia Fluvial da bacia do Ribeirão dos Apertados, segundo Strahler (1974)

Para melhor leitura e interpretação do leitor, apresentamos visualmente a declividade (figura 3a) e as informações quantitativas (figura 3b). Referente a declividade da bacia, dividida em seis classes, observa-se uma grande parte do relevo corresponde ao ondulado (8 –

15 %), representando 35,1% da área total, seguidos do relevo suavemente ondulado e o relevo plano.



DISTRIBUIÇÃO DAS CLASSES DE DECLIVIDADE DA BACIA DO RIBEIRÃO DOS APERTADOS

Declividade (%)	Relevo	Área (km²)	%
0 - 3	Plano	64,84	19,4
3 - 8	Suavemente Ondulado	69,54	20,8
8 - 15	Ondulado	117,08	35,1
15 - 25	Moderadamente Ondulado	59,76	17,9
25 - 45	Fortemente Ondulado	21,23	6,3
> 45	Montanhoso	2,08	0,5
Total	-	334,53	100

Fonte: IBGE, 2018 e ITCG, 2017
Sistemas de coordenadas UTM
Datum SAD 69
Elab.: GALVÃO, R. P., 2018.

(B)

Figura 3 – Declividade da bacia do Ribeirão dos Apertados

No campo da hipsometria, Castro e Lopes (2001) abordaram o aspecto que a altitude influência a quantidade de radiação que a bacia recebe e está ligado com a influência que ela tem na evapotranspiração, temperatura e precipitação. Assim, quanto maior for a altitude da bacia, menor será a quantidade de energia solar que o ambiente recebe e não somente o balanço de energia, mas a temperatura também varia em função da altitude. Portanto, a bacia do Ribeirão dos Apertados conta com uma hipsometria predominante entre os 700 – 800 metros, abrangendo quase os 28% da área em estudo (figura 4b).

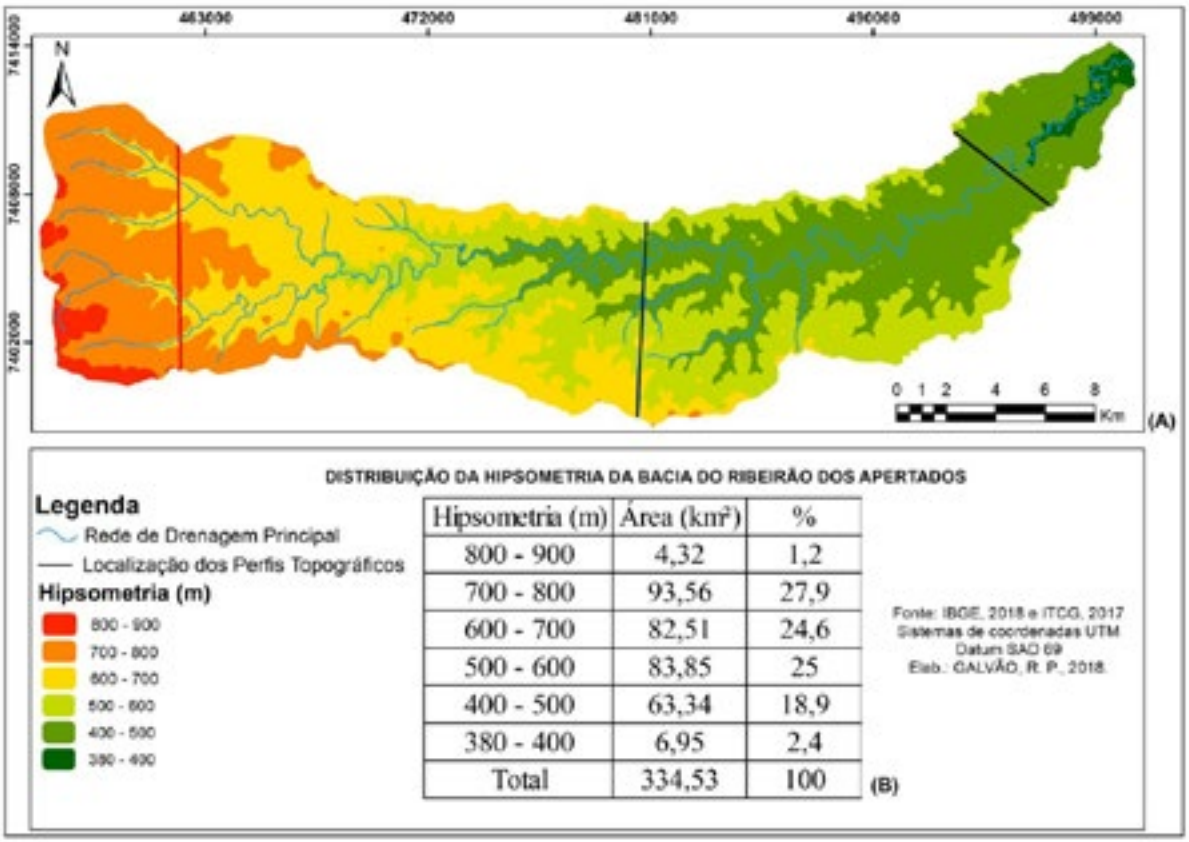


Figura 4 – Hipsometria da bacia do Ribeirão dos Apertados

Referente ao formato da bacia, afirma-se que ela possui uma forma mais alongada, já que o índice de compacidade (Kc) de 1,86 e o baixo Fator Forma (F) de 0,036 indica tal pressuposto, evidenciando que ela é pouca sujeita as inundações, com vazões mais regulares. Essa análise foi baseada em Villela e Matos (1975), onde afirmar que uma bacia com seu Kc igual a 1 ou muito próximo a essa unidade, apresenta uma possibilidade maior de ocorrência de cheias. A densidade de drenagem (Dd) de 1,56 km de canais por km² de área representa sua capacidade de escoamento de suas águas.

Em contraposição ao índice anterior, têm-se o coeficiente de manutenção (Cm), um parâmetro importante para caracterizar um sistema de drenagem, já que demonstra ligação

direta com os canais de primeira ordem que são os principais fornecedores de água para manter o principal canal (CHRISTOFOLETTI, 1974). No caso do ribeirão dos Apertados, obteve-se o valor de 641m². A mesma bacia apresenta uma baixa capacidade de gerar novos cursos d'água. Essa verificação é pautada na análise do resultado da densidade hidrográfica (Dh) que é de 1,6 rios/km.

Tabela II – Parâmetros morfométricos (areal, linear, hipsométrico) da bacia do Ribeirão dos Apertados

	Características Morfométricas	**Valor**	**Unidades**
Linear	Extensão do Percurso Superficial (Eps)	0,32	-
	Índice de Sinuosidade (Isn)	2,18	-
Areal	Área (A)	334,53	Km²
	Perímetro (P)	122,69	Km
	Índice de Compacidade (Kc)	1,86	-
	Densidade de Drenagem (Dd)	1,56	Km/km²
	Densidade Hidrográfica (Dh)	1,6	rios/km
	Coeficiente de Manutenção (Cm)	641	m²
	Fator Forma (F)	0,036	-
Hipsométrica	Amplitude Altimétrica Máxima da Bacia (Hm)	502	-
	Relação de Relevo (Rr)	5,26	-
	Índice de Rugosidade (Ir)	783,12	-

A amplitude altimétrica máxima da bacia (Hm) é de 502. A relação de relevo (Rr), é de 5,26, e de acordo com Schumm (1956), quanto maior o valor de Rr, maior será o desnível entre a nascente e o exutório. O índice de rugosidade (Ir) da bacia conta com um valor de 783,12. O índice de sinuosidade (Is) expressa a velocidade de escoamento do curso d'água principal. Freitas (1952) afirma que índices de sinuosidade maiores que 2 indicam canais sinuosos, como apresenta a bacia em estudo, com um Is de 2,18. A extensão do percurso superficial (Eps) em questão foi de 320 metros, representando a distância média que as enxurradas percorrem antes de encontrar um curso d'água permanente.

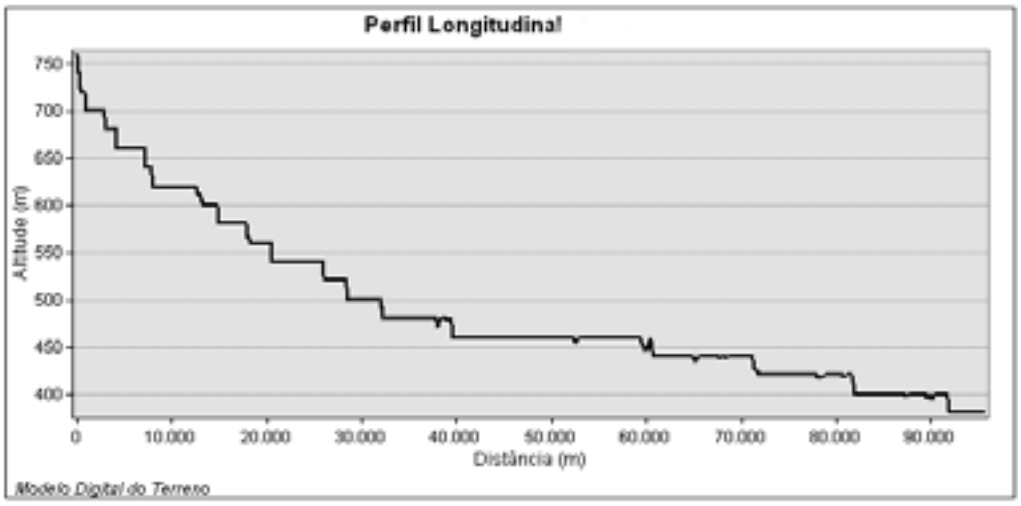


Figura 5 – Perfil Longitudinal do rio principal

A figura 6 representa como acontece a diminuição de altitude do terreno da nascente do rio principal até sua foz, ilustrando a cabeceira acima dos 750 metros de altitude, passando pelos mais de 90 km de distância até chegar em seu exutório, com menos de 400 metros de altitude. O perfil demonstra o caminho percorrido pelo curso d'água principal, semelhante a imagem de uma escada, onde em poucas exceções nota-se elevações do perfil durante o trajeto.

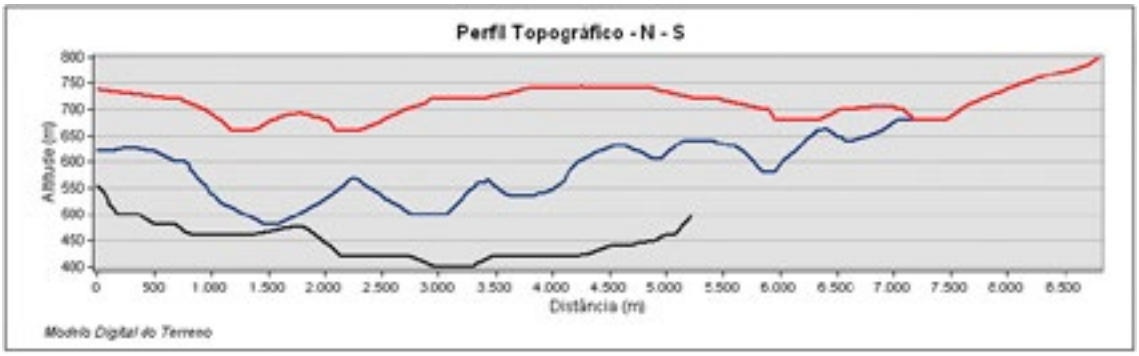


Figura 6 – Perfil Topográfico (N – S) da bacia

Em uma leitura do perfil topográfico, a figura 7 mostra a compartimentação da bacia no baixo, médio e alto cursos do Ribeirão dos Apertados, respectivamente representados pela

linha preta, azul e vermelha. O perfil topográfico evidencia que no baixo curso da bacia (linha preta), têm-se encostas mais suaves. No médio curso (linha azul), os vales são em formato de U e apresentam topos agudos, mas com predominância de topos planos, em uma variação intensa de altitude. Por fim, o alto curso da bacia (linha vermelha) nos mostra encostas mais suaves e com topos mais planos.

4. Considerações finais

A aplicação dos estudos morfométricos fornecem dados números que se bem analisados amparam estudos ambientais e de ordenamento territorial de bacias hidrográficas. A contribuição desses estudos é essencial para a relação hidrografia e relevo, já que processos relacionados a hidrologia participam como agentes modeladores do relevo. A forma alongada da bacia hidrográfica do ribeirão dos Apertados apresenta ela como pouca sujeita a enchentes com vazões regulares, demonstrando menor risco de cheias se for levado em conta uma pluviosidade anual em condições normais. Por fim, além de contribuir numa leitura quantitativa da bacia em estudo pelas análises morfométricas, fornecemos com esse trabalho informações fundamentais para estudos mais aprofundados da bacia em questão.

4.1. Agradecimentos

4.2. Referências Bibliográficas

ANTONELI, V.; THOMAZ, E. L. Caracterização do meio físico da bacia do Arroio Boa Vista - Guamiranga-PR. **Revista online Caminhos da Geografia**, v. 8, n. 21, p. 46-58, 2007.

CASTRO, P.; LOPES, J.D.S. **Recuperação e conservação de nascentes**. Viçosa, MG: CPT, 2001. 84p.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 1974.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo / SP, Ed. Editora Edgard Blücher, 2ª. ed., 1980.

FREITAS, R. O. Textura de drenagem e sua aplicação geomorfológica. **Boletim Paulista de Geografia**, v. 11, p. 53-57, 1952.

LIMA, W. P. **Princípios de hidrologia florestal para o manejo de bacias hidrográficas.** São Paulo: Escola Superior de Agricultura ‘’Luiz de Queiroz’’, 1986.

MILANI, J. R.; CANALI, N. E. O sistema hidrográfico do rio Matinhos: uma análise morfométrica. **Revista Ra’ega**, v. 4, n. 4, p. 139-152, 2000.

SCHUMM, S. A. Evolution of drainage systems and slopes badlands or Perth Amboy. **Geological Society of America Bulletin**. n. 67, p. 597-646, 1956.

STRAHLER, A. N. **Geografia Física**. Barcelona: Omega, 1974, 550 p.

TEODORO, V. L. I; TEIXEIRA, D.; COSTA, D. J. L.; FULLER, B. B. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. **Revista Uniara**. n. 20, p. 137-155, 2007.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: Mc Graw-Hill do Brasil, 1975.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Análise morfométrica da bacia hidrográfica do rio Pratagy, AL – Uma contribuição para estudos ambientais.

Gabriel do Nascimento Alves [(a)], Daniel Nivaldo da Conceição[(b)], Esdras de Lima Andrade[(c)], Alex Nazário Silva Oliveira[(d)], Júlio de França Rodrigues Tenório Costa[(e)], Manuelle de Almeida Oliveira[(f)]

[(a)] Graduando em Geografia, Instituto do Meio Ambiente - AL, gnalves0@gmail.com

[(b)] Geógrafo, Instituto do Meio Ambiente - AL, danieldaconceicao01@gmail.com

[(c)] Geógrafo, MSc., Universidade Federal de Alagoas - UFAL, esdras.andrade@igdema.ufal.br

[(d)] Geógrafo, MSc., Instituto do Meio Ambiente – AL, alexnazario@hotmail.com

[(e)] Graduando em Geografia, Instituto do Meio Ambiente – AL, rodriguesjulio1@gmail.com

[(f)] Graduanda em Geografia, Instituto do Meio Ambiente – AL, manuelle.oliveira@igdema.ufal.br

Gabriel do Nascimento Alves, Daniel Nivaldo da Conceição, Esdras de Lima Andrade, Alex Nazário Silva Oliveira, Júlio de França Rodrigues Tenório Costa, Manuelle de Almeida Oliveira

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

A análise morfométrica de bacias hidrográficas se configura como o levantamento e interpretação de dados, índices e valores de diversos atributos que permitem uma melhor compreensão de seu funcionamento enquanto recurso hídrico. Por este motivo, objetivou-se neste trabalho a realização deste tipo de diagnóstico da bacia hidrográfica do rio Pratagy, situada na região metropolitana de Maceió – AL, a fim de entender as formas físicas e os fenômenos terrestres na referida área. Os procedimentos metodológicos foram baseados na metodologia de Tonello et al. O estudo identificou que a área de drenagem da bacia é de 136,44 km² com perímetro de 80,88 km e 24,29 km do curso principal. Esses valores em conjunto com outros obtidos, apontam para uma bacia de formato alongado e baixo risco de inundações sob condições de chuvas torrenciais; apresentando relevo predominantemente plano, dificultando assim o processo erosivo. A bacia ainda apresenta densidade de drenagem mediana (1,84 km/km²) e 5° ordem conforme a classificação de Strahler.

Palavras chave: Geomorfologia, Morfometria, Hidrologia, Bacias hidrográficas, Gestão de bacias

1. Introdução

O homem, ao longo de sua história, se utiliza de várias maneiras dos recursos naturais a fim de satisfazer suas necessidades, implicando em diversas interferências negativas no meio, tais como a supressão de vegetação sem manejo apropriado; a poluição de nascentes cursos d'água e solos; as atividades agropecuárias em áreas destinadas legalmente à preservação permanente; a deposição e disposição irregular de resíduos sólidos, assim como a expansão urbana sem planejamento. (ANDRADE et al, 2009).

Diante desses exemplos, os efeitos, via de regra incorrem nos rios destinados ao abastecimento humano, promovendo alterações físico-químicas e bacteriológicas nos mananciais, comprometendo assim as saúdes humana e ambiental.

Entretanto, como forma de tentar minimizar tais influências negativas, faz-se necessário, primeiramente, conhecer a realidade geoambiental das áreas que comportam os recursos hídricos e, dentro desta realidade se encontra a análise morfométrica de uma bacia hidrográfica.

Brubacher et al (2011), expõe que esta análise se configura como a extração de índices que expressam, empírica ou fisicamente, uma determinada característica ou grandeza do relevo, através dos quais há a possibilidade de se diferenciar determinadas áreas e qualificar possíveis alterações no ambiente.

O mesmo autor acrescenta ainda que, com o aperfeiçoamento das geotecnologias, a análise morfométrica tem se tornado financeira e tecnicamente mais viáveis, velozes e eficientes no que concerne à utilização dos dados obtidos para a contribuição de diagnósticos e entendimento da dinâmica geomorfológica e hidrológica.

Atualmente, a bacia hidrográfica do rio Pratagy possui relevância no tocante ao abastecimento de água para a capital do Estado, através do Sistema Pratagy, que fornece água

a vários bairros da porção meridional da cidade de Maceió. Apesar de projetada inicialmente para produzir 1.080 l/s de água em sua captação, o mesmo opera atualmente com cerca de 55,6% de sua capacidade (CASAL, 2018).

Esta mesma bacia hidrográfica é parte integrante da Área de Proteção Ambiental (APA) do Pratagy, criada pelo decreto estadual n°37.589/1998 e que tem por objetivo aliar as atividades antrópicas com o equilíbrio ambiental do ecossistema da bacia. Nesta área, os principais problemas encontrados se referem à monocultura de cana-de-açúcar e ocupação urbana de povoados ribeirinhos (IMA, 2015).

Neste contexto, objetiva-se neste artigo a realização da análise morfométrica da bacia hidrográfica do rio Pratagy, buscando contribuir com os estudos relacionados à compreensão sistêmica desta bacia. Esta contribuição busca servir de subsídio para a elaboração de prognósticos ambientais que auxiliem no gerenciamento dos recursos hídricos na região e sua utilização de modo sustentável.

2. Materiais e Métodos

Os procedimentos metodológicos do artigo foram desenvolvidos em escritório e foram divididos em revisão bibliográfica da temática em questão, obtenção e geração dos dados e análise dos resultados.

Para a primeira etapa, foram realizados levantamentos bibliográficos, principalmente relacionadas à análise morfométrica, relevo e características de bacias hidrográficas, além de metodologias voltadas para a extração de dados cartográficos.

Em relação à segunda etapa, foi realizada a confecção da base cartográfica, utilizando dados vetoriais em formato Esri® Shapefile integrantes da base de dados do Instituto de Meio Ambiente do Estado de Alagoas (IMA/AL), do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) e da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) pertinentes à área de estudo. Para os dados de relevo foi utilizado o Modelo Digital de Elevação (MDE) ALOS

PALSAR, com resolução espacial de 30 metros, manipulados na plataforma de código aberto QGIS 2.18.

2.1. Área de estudo

A área de estudo corresponde à bacia hidrográfica do rio Pratagy, que possui uma extensão de aproximadamente 136,44 km² e abrange parte dos municípios de Maceió, Rio Largo e Messias, sendo sua maior porção inserida no município de Maceió (Figura 1).

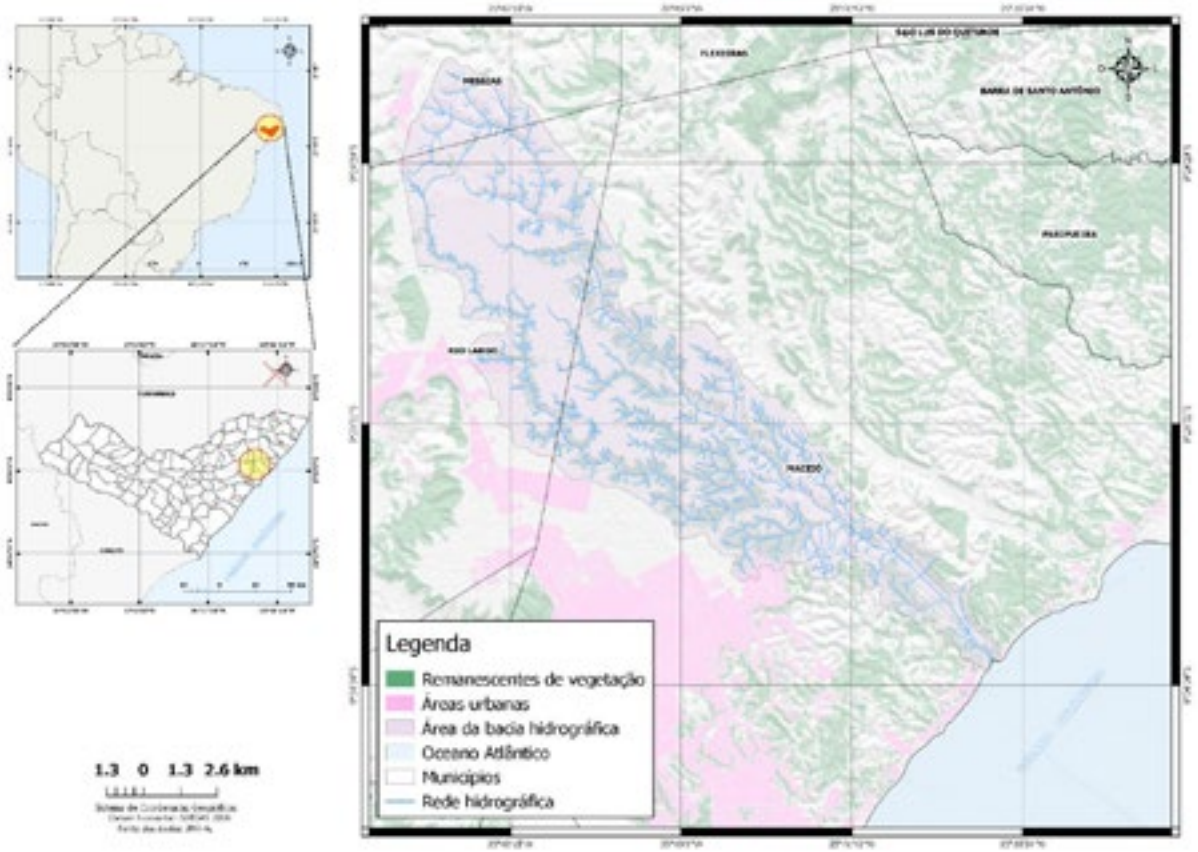


Figura 1: Localização da bacia hidrográfica do rio Pratagy.

O clima atuante na região, segundo a classificação de Thornwaite, correspondem a duas categorias. A primeira, na porção sul da bacia é do tipo Úmida, apresentando deficiência hídrica moderada no verão. A segunda, na seção norte é do tipo Subúmida, com ocorrência de maior

umidade durante todo o ano, mas apresenta moderada deficiência hídrica no verão (EMBRAPA, 2012).

Quanto à geologia, a área da bacia abrange três feições imperantes, sendo elas os Sedimentos de Praia e Aluvião, a formação Barreiras e o Batólito Pernambuco-Alagoas (UFAL, 2002). Os solos contidos na bacia são predominantemente dos tipos Latossolos Amarelos nos topos do tabuleiro; Argissolos Vermelho-Amarelos nas encostas e Gleissolos Melânicos nos fundos dos vales. Predominam sobre estes, usos como pastagens e cultura de cana-de-açúcar, com trechos conservados de remanescentes de mata atlântica (UFAL, 2002; EMBRAPA, 2013).

Para DNPM (2007), geomorfologicamente, a área de estudo está inserida na região de Planícies Litorâneas com unidades de Planícies Deltáicas, Estuarinas e Praiais. Além de se inserir ademais, em sua maior parte na região dos Piemontes Inumados na Unidade dos Tabuleiros Costeiros.

2.2. Morfometria da bacia

A metodologia utilizada foi baseada naquela proposta por Tonello et al (2006), que leva em consideração as características geométricas, de relevo e de rede de drenagem de uma bacia, para assim gerar os resultados necessários à análise morfométrica.

No que se refere às características geométricas, os fatores considerados são a área total (A) e o perímetro (P) da bacia, coeficiente de compacidade (Kc), fator de forma (F), índice de circularidade (IC) e padrão de drenagem.

O coeficiente de compacidade (Kc) relaciona a forma da bacia hidrográfica com um círculo, associando o perímetro da bacia hidrográfica com um círculo de área igual, considera apenas a forma da bacia, independente da área utilizada (TONELLO et al, 2006). Calcula-se o Coeficiente de Compacidade através da fórmula:

$$Kc = 0{,}28 \times P/\sqrt{A} \quad (1)$$

Onde:

P = perímetro (km)

A = área da bacia (km²)

O fator de forma (Kf) relaciona a razão entre a largura média e o comprimento axial da bacia, desde a foz até o ponto mais distante do divisor de água (BARROS, 2012). Podendo ser calculado utilizando a fórmula:

$$Kf = A/C^2 \quad (2)$$

Sendo:

A = área de drenagem (km²)

C = comprimento do eixo da bacia (km)

Para o índice de circularidade (IC), valores maiores que 0,51 tendem para uma bacia de formato mais circular, enquanto valores menores que 0,51 sugerem bacias mais alongadas, que facilitam o escoamento da água, sendo assim mais provável de se evitar problemas com enchentes (BARROS, 2012). A fórmula utilizada para a determinação do IC é:

$$12,57 \times A/P^2 \quad (3)$$

Onde:

A = área da bacia (km²)

P = perímetro da bacia (km).

Christofoletti (1980) explica que os padrões de drenagem se referem ao arranjo espacial dos cursos fluviais, que podem ser influenciados em sua atividade morfogenética pela natureza e disposição de camadas rochosas, pela resistência litológica variável, pelas diferenças de declividade e pela evolução geomorfológica da região.

Para a determinação das características de relevo, Tonello, et al (2006) considera a orientação, declividade (mínima, média e máxima), altura (mínima, média e máxima) e a declividade média do curso d'água principal.

No que concerne às características da rede de drenagem, são considerados o comprimento do curso d'água principal, comprimento total dos cursos d'água, a densidade de drenagem (Dd) e ordem dos cursos d'água (hierarquia fluvial).

Para Cardoso et al (2006), a indicação de maior ou menor velocidade com que a água deixa a bacia hidrográfica a densidade de drenagem indica o grau de desenvolvimento do sistema de drenagem da bacia hidrográfica. Logo, acaba por estimar a eficiência de escoamento da drenagem da bacia. A densidade de drenagem (Dd) é expressa através da equação:

$$Dd=Lt/A \quad (4)$$

Onde:

Lt = Comprimento total de todos os canais (km)

A = Área total da bacia (km²)

Christofoletti (1980), expõe que a hierarquia fluvial representa o processo de classificação dos cursos de água no conjunto da bacia hidrográfica, a metodologia utilizada foi baseada no sistema hierárquico proposto por Strahler em 1952.

3. Resultados e discussão

3.1. Morfometria da bacia hidrográfica do rio Pratagy

De acordo com os resultados obtidos é possível afirmar que a bacia hidrográfica do rio Pratagy apresenta um formato mais aproximado do alongado devido ao coeficiente de compacidade (Kc) registra um valor de 1,93 (Tabela I). Segundo Cardoso et al (2006), coeficientes inferiores a 1 correspondem a bacias circulares, enquanto que valores superiores à 1 indicam um formato alongado.

Tabela I: Resultados das características morfométricas.

Características Morfométricas	Valores obtidos
Área de drenagem (A)	136,44 km²
Perímetro (P)	80,88 km
Coeficiente de compacidade (Kc)	1,93
Fator de forma (F)	0,39
Índice de circularidade (IC)	0,25
Padrão de drenagem	Dendrítico
Orientação	NW-SE
Declividade mínima	0,9%
Declividade média	6,2 %
Declividade máxima	79,4 %
Altitude mínima	5 m
Altitude média	76 m
Altitude máxima	155 m
Declividade média do maior curso d'água	0,018 m/m
Comprimento Total dos canais (Lt)	355,68 km
Comprimento do Canal Principal (Lp)	24,29 km
Ordem da bacia	5ª
Densidade de Drenagem (Dd)	1,84 km/km²

De acordo com Mioto et al (2014), outro fator que corrobora com o Kc em relação ao formato da bacia é o índice de circularidade (Ic) pois, valores menores de 0,51 apontam para uma bacia de formato alongado enquanto valores maiores sugerem formatos mais circulares. Neste caso, para a área estudada, o valor calculado é de 0,25.

Já o valor do fator de forma (F) encontrado foi de 0,39; estando diretamente ligado ao Ic e ao Kc, configurando-se como um indicativo de suscetibilidade pois se apresenta como uma bacia hidrográfica pouco suscetível a enchentes sob condições de chuvas torrenciais; uma vez que valores mais próximos à 1 apresentam formato circular, portanto, com maior probabilidade de enchentes (TONELLO et al, 2006).

De acordo com Vilela e Matos (1975) uma bacia com baixo fator de forma é menos sujeita a enchentes do que uma bacia com área semelhante, porém com uma morfologia diferente. Isso

se deve ao fato de que em bacias alongadas há uma menor possibilidade da ocorrência de chuvas torrenciais em toda sua área, e diferente do que ocorre em bacias circulares, os tributários em bacias alongadas atingem o curso principal em diversos pontos, consequentemente a concentração não se dá apenas em determinado local, o que contribui para seu escoamento.

Os dados de declividade (Figura 2) são relevantes no que concerne à capacidade de escoamento tanto superficial quanto subsuperficial. Somada à fatores como cobertura vegetal, uso do solo e precipitações torrenciais, podem influenciar no planejamento ambiental por serem fatores capazes de prevenir ou ocasionar a ocorrência de inundações, principalmente naquelas bacias que contêm áreas urbanas ao longo de sua extensão.

O valor de declividade média encontrado foi de 6,2%, o que condiz com o relevo predominantemente Suave-Ondulado (Tabela II), de acordo com a classificação da Embrapa (1979). Foi verificado ainda uma declividade máxima de 79,4%, o que corresponde a um relevo Forte-Montanhoso, entretanto, está confinada às vertentes dos vales fluviais. Esses valores atestam que a bacia não apresenta uma alta velocidade de escoamento, consequentemente apontam para uma baixa capacidade erosiva sob condições naturais.

Tabela II: Classificação de declividade da EMBRAPA (1979).

Declividade (%)	**Relevo**
0 - 3	Plano
3 - 8	Suave-Ondulado
8 - 20	Ondulado
20 - 45	Forte-Ondulado
45 - 75	Montanhoso
>75	Forte-Montanhoso

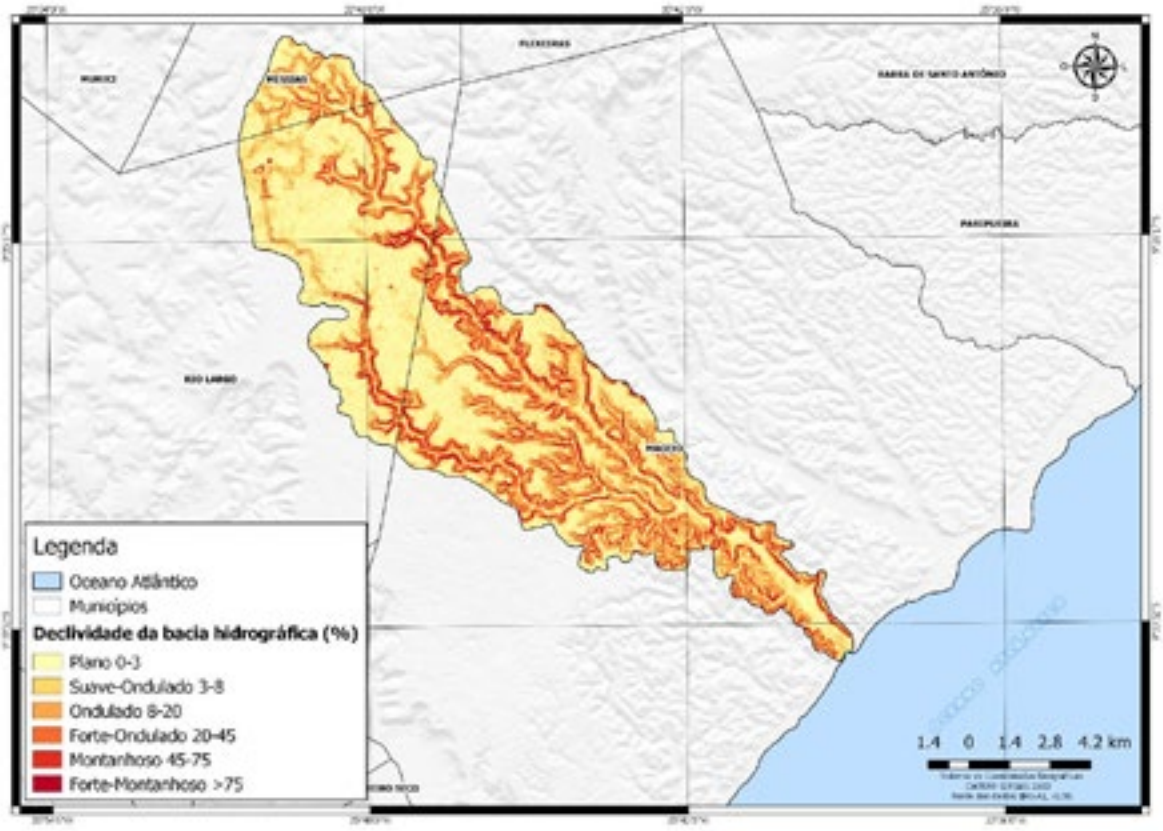


Figura 2: Declividade da bacia hidrográfica do Pratagy, segundo classificação da EMBRAPA (1979).

A orientação da bacia hidrográfica corresponde à sua exposição aos raios solares, sendo subdivida entre os pontos cardeais e colaterais. Para Tonello et al (2006), a orientação influencia diretamente na disponibilidade e produção de água.

As bacias inseridas no hemisfério sul com orientação norte apresentam taxas de evapotranspiração maiores daquelas com orientação sul. A bacia hidrográfica do rio Pratagy apresenta orientação predominantemente Noroeste-Sudeste.

De acordo com a hierarquia proposta por Strahler, o sistema de drenagem se configura com ramificação de quinta ordem em seu curso principal. Segundo Tonello et al (2006), ordens inferiores ou iguais a 4 ocorrem em bacias hidrográficas de pequena dimensão, a ramificação

de uma rede de drenagem seria diretamente proporcional à sua eficiência. Logo, a bacia do Pratagy apresenta uma drenagem mediana.

Outro fator relacionado com a eficiência e grau de desenvolvimento do sistema de drenagem é a sua densidade (Dd). Neste sentido, o valor obtido para Dd foi de 1,84 km/km², no qual é possível afirmar que este índice varia de 0,5 km/km² para bacias com drenagem pobre a superior a 3,5 km/km² para bacia extremamente bem drenadas, logo, constatou-se que a bacia do rio Pratagy se configura como de drenagem mediana (VILELA; MATOS, 1975).

4. Considerações finais

A análise morfométrica apresenta índices e valores que permitem influenciar em diagnósticos ambientais e planejamentos nas áreas de estudo. Este método facilita de modo sistêmico a compreensão dos processos hidrogeomorfológicos que ocorrem em determinada bacia hidrográfica.

A interpretação dos dados obtidos para a bacia hidrográfica do rio Pratagy apontam para uma bacia de formato tendencialmente alongado, corroborado pelos valores do índice de circularidade, coeficiente de compacidade e fator de forma. Apontando também para pouca probabilidade de ocorrência de inundações na sua extensão, principalmente pela mesma estar inserida numa Área de Proteção Ambiental com baixa ocupação antrópica em sua área e presença de matas ciliares, contribuindo assim para uma maior resistência à processos erosivos naturais, que são considerados como fatores que induzem planejamento territorial da área estudada.

Referências

ANDRADE, L. A. et al. **Identificação de áreas com potencial de expansão urbana na bacia hidrográfica do rio Pratagy, Maceió-AL**. In: Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. 2009. n.13., Viçosa.

BARROS, C. H. A, et al. **Climatologia do Estado de Alagoas.** Dados eletrônicos. Recife: Embrapa Solos, 2012. 32 p. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. Embrapa Solos, ISSN 1678-0892; 211

BRUBACHER, P. J.; OLIVEIRA, G. G.; GUASSELLI, A. L. **Suscetibilidade de enchentes a partir da análise das variáveis morfométricas na bacia hidrográfica do rio do Sinos/RS**. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2011 [online]. Curitiba, PR. pp.1279-1286.

CARDOSO, A. et al. **Caracterização morfométrica do rio Debossan, nova friburgo, RJ. Rev**. Árvore [online]. 2006, vol. 30, n. 2. pp. 241-248. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, Brasil. ISSN 0100-6762.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. **Geomorfologia**. São Paulo, Edgard Blucher, 2° ed, 1980.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DE ALAGOAS. Disponível em: https://www.casal.al.gov.br/capital/. Acesso em: 08 de Fevereiro de 2019.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ).** Súmula da 10. Reunião Técnica de Levantamento de Solos. Rio de Janeiro, 1979. 83p. (EMBRAPA-SNLCS. Micelânea, 1).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Unidade de Execução de Pesquisa e Desenvolvimento em Recife. Mapa de Solos do estado de Alagoas**. In:_____. Zoneamento agroecológico de Alagoas**, Recife: Convênio SEAGR-AL, EMBRAPA, SOLOS, N° 10200.09/0134-5. 2012

INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE DE ALAGOAS. **APA DO PRATAGY**. 2015. Disponível em: <http://www.ima.al.gov.br/unidades-de-conservacao/uso-sustentavel/apa-do-pratagy/> Acesso em: 08 de fevereiro de 2019

MIOTO, L. C. et al. **Morfometria de bacias hidrográficas através de SIGs Livres e Gratuitos**. Anuário do Instituto de Geociências [online]. 2014. vol. 37. Anual. pp. 16-22.

TONELLO, C. K. et al. **Morfometria da bacia hidrográfica da cachoeira das pombas , Guanhães – MG**. Rev. Árvore [online]. 2006. Vol.30, n.5, pp.894-857. ISSN 0100-6762.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS. Acervo Digital Temático do Laboratório de Geoprocessamento Aplicado da Universidade Federal de Alagoas. 2002. Escala 1:50.000, resolução espacial de 25 m meio digital formato matricial/raster .rst 75 dpi).

VILELLA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo. McGraw-Hill do Brasil, 1975.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

BARRAGENS DE REJEITO DE MINÉRIO: IMPLICAÇÕES PARA A QUALIDADE AMBIENTAL E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA NO ALTO RIO DAS VELHAS (MG)

Nayara Mariana Gonzaga Rosa [(a)], Guilherme Eduardo Macedo Cota [(b)], Camila Esteves Romeiro [(c)], Izabela Aparecida da Silva Mendes [(d)], Antônio Pereira Magalhães Jr [(e)]

[(a)] Departamento de Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais, nayara.mariana07@gmail.com

[(b)] Departamento de Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais, guilhermebhmg@hotmail.com

[(c)] Departamento de Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais, romeiro.camila@gmail.com

[(d)] Departamento de Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais, mendes.ias@gmail.com

[(e)]Departamento de Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais, antonio.magalhaes.ufmg@gmail.com

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

A bacia do Alto Rio das Velhas (MG) possui importância estratégica para diversos municípios, incluindo a Região Metropolitana de Belo Horizonte. Seus cursos d'água estão sob diferentes contextos de uso e ocupação do solo, dos quais se destaca a mineração. Os empreendimentos minerários da região utilizam em grande parte barragens para contenção de rejeitos, fato que vem gerando controvérsias devido aos riscos associados ao colapso destas estruturas. Considerando, portanto, a relevância desses empreendimentos para os mesmos ambientais e socioeconômicos, o presente trabalho visa apresentar um panorama da configuração espacial das barragens de rejeito localizadas no Alto Rio das Velhas (MG), apontando suas consequências para os usos múltiplos da água. O cenário identificado evidencia lacunas na aplicação da legislação de segurança de barragens, que demonstram as limitações dos órgãos fiscalizadores.

Palavras chave: Alto Rio das Velhas; bacia hidrográfica; barragens; mineração.

1. Introdução

A atividade minerária, apesar de sua importância econômica, gera impactos ambientais significativos principalmente no que se refere aos recursos hídricos. Além de impactos diretos, outros fatores relacionados à atividade podem afetar a integridade ambiental, como é o caso da construção de barramentos para a contenção de rejeitos oriundos do beneficiamento do minério. Estas estruturas são utilizadas amplamente no

Brasil e, apesar de apresentarem vantagens ligadas ao seu custo-benefício, são permeadas por uma série de riscos relacionados à estabilidade (COSTA, *et al*. 2016).

A mineração constitui um dos setores econômicos mais significativos do estado de Minas Gerais (SOBREIRA, 2014). A maior parte desta produção se dá na região do Quadrilátero Ferrífero (MG), domínio geológico-geomorfológico onde localizam-se as grandes concentrações de minério. Para além, entretanto, das riquezas minerais, o Quadrilátero também apresenta atributos ambientais expressivos, dentre os quais se destacam os sistemas hídricos, distribuídos em bacias hidrográficas de extrema importância para o equilíbrio ambiental e socioeconômico regional. Este é o caso da bacia do Rio das Velhas.

A bacia do Rio das Velhas abrange 51 municípios e possui uma área de aproximadamente 27.887,69 km². No Plano Diretor de Recursos Hídricos seu território foi dividido em quatro regiões: Alto Rio das Velhas; Médio-Alto Rio das Velhas;Médio-Baixo Rio das Velhas e Baixo Rio das Velhas (ECOPLAN, 2015). A região do Alto Rio das Velhas compreende toda a área do Quadrilátero Ferrífero que se insere na bacia. Nas águas de seu curso principal têm-se a captação de Bela Fama, fonte principal para o abastecimento humano da capital Belo Horizonte e de outros municípios de sua Região Metropolitana.

Os cursos d'água do Alto Rio das Velhas estão sob diferentes contextos de uso e ocupação do solo, dos quais se destaca a mineração. Os empreendimentos minerários da região, por sua vez, utilizam em grande parte barragens para contenção de resíduos, fato que vêm gerando controvérsias devido aos riscos associados ao colapso destas estruturas.

Considerando a importância da bacia do Rio das Velhas em termos ambientais e socioeconômicos, vê-se como necessária a realização de estudos que abordem os aspectos espaciais e legais tocantes às barragens de rejeitos implantadas na região. Neste sentido, o presente trabalho visa apresentar um panorama da configuração espacial das barragens de rejeito localizadas no Alto Rio das Velhas (MG), apontando suas consequências para a multiplicidade de usos da água na bacia.

2. Procedimentos Metodológicos

Buscando alcançar os objetivos estabelecidos, primeiramente construiu-se uma revisão bibliográfica sobre a conjuntura legal da segurança de barragens de rejeito. Posteriormente, foram utilizadas técnicas de geoprocessamento visando a espacialização das barragens na área de estudo. A produção cartográfica foi realizada através do software ArcGIS®, versão 10.5. Foram utilizadas bases de dados da Agência Nacional de Mineração (ANM); da Infraestrutura Estadual de Dados Espaciais de Minas Gerais (IEDE/MG); do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte (DNIT); da Agência Nacional de Águas (ANA); do Ministério de Meio Ambiente (MMA); e do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM).

Por fim realizou-se uma análise das implicações e riscos ambientais das barragens identificadas no Alto Rio das Velhas considerando, sobretudo, sua inserção na Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB)

3. Panorama espacial das barragens de rejeito de minério no Alto Rio das Velhas

Até o ano de 2017 ficava a cargo do DNPM a fiscalização de barragens destinadas à contenção de rejeitos de mineração. No entanto, com a publicação da Lei Federal n.º 13.575 de 26 de dezembro de 2017 (BRASIL, 2017), o DNPM é extinto e criado a ANM, que passa a ter, em grande parte, as atribuições antes destinadas ao DNPM.

Como instrumentos previstos a PNSB apresenta o Plano de Segurança de Barragem (PSB) e o sistema de classificação de barragens por categoria de risco (CRI) e por dano potencial associado (DPA). Entende-se como DPA qualquer ocorrência relacionada ao mau funcionamento de uma barragem, podendo ser graduado de acordo com os impactos socioambientais gerados. Já para a CRI, as barragens são classificadas de acordo com os seus próprios aspectos, englobando características técnicas, estado de conservação e seu PSB.

A elaboração do PSB, por sua vez, é de obrigação do empreendedor, tendo o objetivo de auxiliar na gestão da segurança da barragem. Todas as barragens classificadas com DPA

alto devem apresentar em seu PSB um volume extra com o Plano de Ação Emergencial (PAE). No caso de barragens para contenção de rejeito, este documento recebe a designação de Plano de Ação de Emergência de Barragem de Mineração (PAEBM), e deve conter procedimentos preventivos e corretivos a serem adotados em situações de emergência (DNPM,2017).

A fim de distinguir o planejamento e a gestão das barragens quanto à segurança, a ANA desenvolveu uma matriz relacionando o DPA e o CRI, agrupando as estruturas em cinco classes (A, B, C, D e E) de forma decrescente. Neste sistema, quanto maior a sua classe, maior é a necessidade de planos mais abrangentes e fiscalizações mais frequentes.

O Alto Rio das Velhas concentra um total de oitenta e oito barragens de rejeito, apresentadas na Figura 1, das quais 34 não estão inseridas na PNSB:

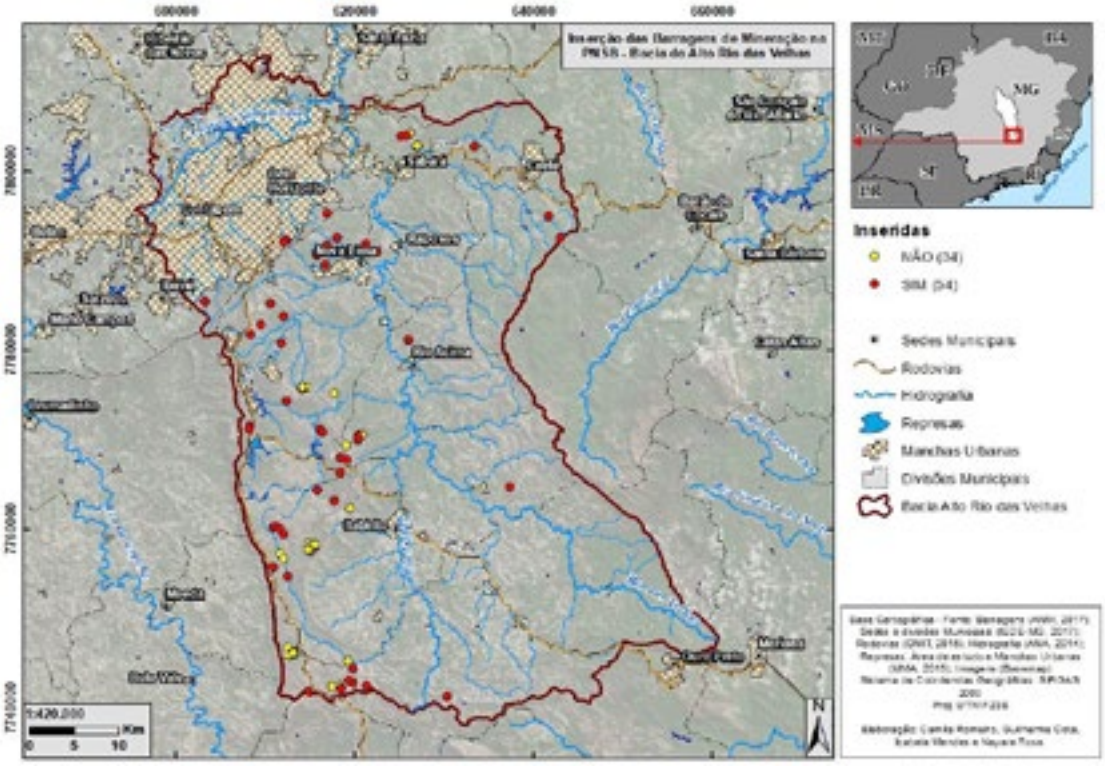


Figura 1 - Barragens de Mineração na bacia do Alto Rio das Velhas e sua inserção na PNSB.

A proximidade das barragens a aglomerações urbanas faz com que a região apresente 60% das barragens com alto dano potencial associado (Figura 2). Em compensação, a categoria de risco de 85% do total de barragens é baixa, devido ao menor tamanho dos reservatórios.

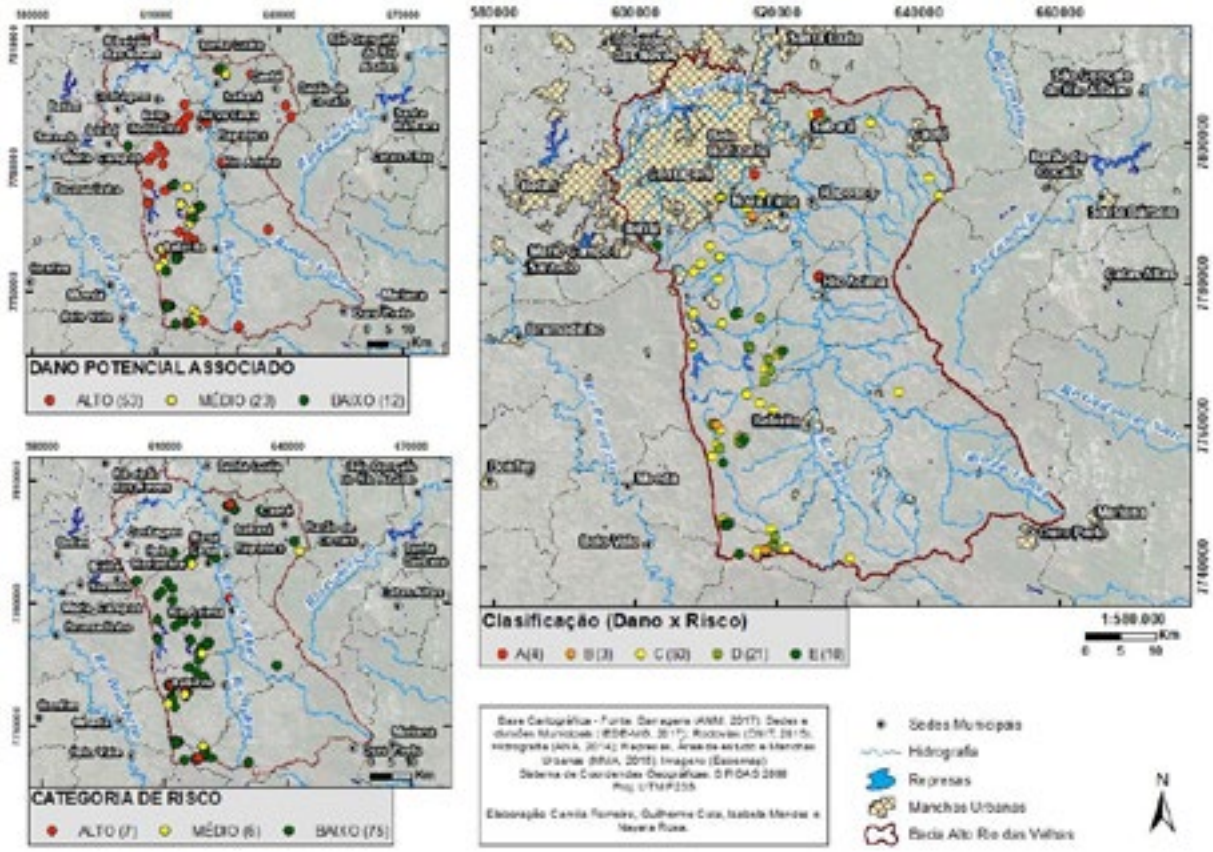


Figura 2 - Classificação de barragens de mineração quanto ao DPA, CRI e matriz de segurança na bacia do Alto Rio das Velhas.

Há no Brasil, atualmente, uma tendência de construção de barragens com reservatórios menores, como justificativa de reduzir os impactos decorrentes de sua implantação. Este aspecto, por sua vez, repercute em uma menor categoria de risco e em resultados mais brandos ao se realizar a matriz de classificação da ANA.

Esta prática, apesar de comum, requer um debate mais profundo. Conforme já discutido anteriormente, quanto mais baixa a classificação, menor também será a recorrência de fiscalização. Além disso, quando se analisa novamente o cenário apresentado na Figura 1, percebe-se que há um grande número de barragens que estão localizadas diretamente a jusante uma da outra. O impacto dessa configuração, por sua vez, pode ser imensurável: os efeitos cumulativos de um rompimento de barragens de baixo risco podem ser ainda mais desastrosos do que um colapso isolado de uma barragem de alto risco, pois o "efeito cascata" alarga a área de auto salvamento, expondo áreas maiores (DNPM, 2017).

No que tange a responsabilidade por esses empreendimentos, quatorze empresas distintas apresentam, no mínimo, uma barragem na região. No entanto a Vale S.A. se sobressai, sendo responsável por trinta e duas das oitenta e oito barragens identificadas.

Com relação à disposição espacial de barramentos, existe uma concentração de estruturas instaladas na margem esquerda do Rio das Velhas. Há, contudo, uma tendência de expansão da atividade minerária em toda a bacia e, principalmente, na margem direita, cujo principal expoente é o Projeto da Mina Apolo na Serra do Gandarela (ROJAS & PEREIRA, 2015). Destaca-se ainda o complexo minerador de Vargem Grande, com a implantação da barragem de Fazenda Velha com aproximadamente de 600 milhões de m^3.

4. Reflexões acerca das implicações e riscos ambientais das barragens identificadas no Alto Rio das Velhas

No Alto Rio das Velhas, onde a utilização de barragens para contenção de rejeitos é ampla e difusa (PRADO FILHO & SOUZA, 2004), há sempre o risco constitutivo de rompimento. Deste modo, a aplicação correta da legislação ambiental e minerária é uma prerrogativa essencial para se minimizar os riscos e até mesmo os impactos provenientes de um possível desastre. No entanto, mesmo com uma legislação própria referente à segurança de barragens, ainda persistem lacunas no sistema de gerenciamento por parte do aparato estatal, sobretudo no que tange à aplicação correta dos instrumentos da PNSB. Conforme já

destacado na figura 1, no Alto Rio das Velhas há 34 barragens (cerca de 39,7% do total) que não estão inseridas na PNSB.

Considerando o que está estabelecido na Lei Federal n.º 12.334 de 2010, todas as barragens classificadas com DPA alto e médio devem obrigatoriamente estar inseridas na PNSB. Isto não se aplica para o caso do Alto Rio das Velhas, onde foram identificadas 17 barragens com DPA alto e 13 barragens com DPA médio não inseridas na política de segurança.

As consequências do não estabelecimento das referidas barragens na PNSB se refletem na temporalidade do monitoramento de segurança de barragens e na adoção de procedimentos preventivos e corretivos a serem adotados em situações de emergência, conforme estabelece o PAE, documento obrigatório para barragens com DPA alto. Estas contradições envolvendo a segurança das barragens podem, por sua vez, influenciar diretamente na garantia da multiplicidade de usos da água na bacia, sobretudo considerando que grande parte destas estruturas se insere em fundos de vale.

A bacia do Alto Rio das Velhas concentra variadas formas de uso da água, dentre os quais se destaca o abastecimento público. A região concentra importantes mananciais como Bela Fama (Figura 6), responsável por aproximadamente 48% do abastecimento da RMBH. Ainda se tratando do setor de abastecimento, outros importantes usuários de captação de água são o SEMAE (Serviço Municipal de Água e Esgoto) de Ouro Preto e os SAAEs (Serviços Autônomos de Água e Esgoto) de Itabirito, Caeté e Rio Acima (COPASA, 2016).

Considerando que parte expressiva das barragens encontra-se a montante das captações citadas, um possível rompimento desencadearia um cenário de degradação significativo, que colocaria em risco toda a segurança hídrica da região. A quantidade de materiais liberados atingiria as artérias fluviais subjacentes à barragem, podendo impedir ou encarecer demasiadamente o processo de tratamento da água, uma vez que o aumento de sedimentos em suspensão e de partículas coloidais demandam técnicas mais sofisticadas para

se atingir os padrões de potabilidade necessários para abastecimento. Outros materiais, como é o caso do arsênio (característico de barragens de mineração de ouro), se em estado de dissolução na água, também não podem ser retirados através do tratamento convencional regulamentado no Brasil (LEMOS, 2018). Cabe destacar, ainda, que o uso da água por outros setores (agropecuário, de produção de energia e de turismo e lazer) também seria prejudicado ou mesmo inviabilizado (COPASA, 2016).

Além das questões relativas especificamente à segurança hídrica, também cabe destacar que cerca de 40% dos municípios da RMBH situam-se a jusante destes barramentos (CBH VELHAS, 2016). Neste contexto, um evento de rompimento de grande magnitude acarretaria em outros prejuízos socioeconômicos imensuráveis, relacionados à perda de vidas humanas, destruição de áreas urbanas consolidadas e possível desestabilização econômica de uma das maiores regiões metropolitanas do país.

É necessário apontar que os discursos comumente adotados quando ocorre um rompimento de barragem em Minas Gerais são associados a eventos pontuais, ou seja, a algum problema específico e característico da barragem que se rompeu. Esta perspectiva dá a entender que os fenômenos que levaram ao seu rompimento não se aplicam para as demais barragens. Tal aspecto, contudo, deve ser questionado pois, considerando o histórico de rompimento de barragens em Minas Gerais (COSTA, *et. al.* 2016), é possível perceber uma recorrência de tais eventos.

Retomando as contradições na aplicação da legislação e considerando todo o risco envolvido no contexto apresentado, surge, por fim, um questionamento: como as barragens que não estão inseridas na PNSB ainda estão em operação, mesmo sem se enquadrar no que estabelece a Lei Federal n.º 12.334? É possível destacar primeiramente, conforme aponta Wanderley *et al*. (2016), a incapacidade dos órgãos fiscalizadores em garantir o que está estabelecido em Lei, o que decorre, ao menos em parte, da falta de recursos humanos do próprio sistema gestor.

Diante do contexto apresentado, fica claro que as formas de planejamento e gestão das atividades minerárias no Alto Rio das Velhas não necessariamente dialogam com os anseios da sociedade ou respeitam os instrumentos previstos na legislação que rege a atividade. Este cenário reflete outras dimensões da realidade brasileira, onde interesses econômicos muitas vezes são motivados por estruturas que estão distantes da realidade local e são potencialmente conflitantes com a gestão de um bem comum e coletivo, como são as águas (LEMOS, 2018).

5. Considerações Finais

A política destinada à gestão e segurança de barragens é recente no Brasil, tendo sido estabelecida no ano de 2010 pela Lei Federal n.º 12.334. Os instrumentos desta Lei foram, contudo, aprimorados ao longo dos anos seguintes: critérios para classificação das barragens por CRI e DPA foram estabelecidos somente em 2012 e as normas destinadas exclusivamente à segurança de barragens de rejeito de minério foram determinadas em 2017.

A bacia do Alto Rio das Velhas apresenta um total de 88 barragens de rejeito de minério, das quais apenas 54 encontram-se inseridas na PNSB. Este cenário evidencia uma lacuna na aplicação da legislação, pois das 34 barragens que não estão inseridas na PNSB, 30 apresentam DPA alto e médio, devendo, portanto, estar incluídas na política de segurança. Considerando o histórico de casos de rompimento de barragens em Minas Gerais, o não enquadramento destas estruturas na PNSB representa um grande problema e evidencia as limitações dos órgãos fiscalizadores em implementar os instrumentos de gestão existentes.

Além do número significativo de estruturas existentes e das lacunas na aplicação da política de segurança, muitas das barragens de rejeito de minério presentes no Alto Rio das Velhas localizam-se diretamente à jusante umas das outras. Em um evento de rompimento, esta configuração espacial promoveria o chamado “efeito cascata”, que aumentaria significativamente a magnitude dos impactos.

Este contexto, por sua vez, se reflete em um elevado risco ambiental e social para a bacia. Uma quantidade expressiva das barragens existentes encontra-se à montante de

captações voltadas para o abastecimento público, a exemplo de Bela Fama – que abastece cerca de 48% da RMBH - e das captações dos municípios de Ouro Preto, Itabirito, Caeté e Rio Acima. Considerando este cenário, um evento de rompimento desencadearia processos de degradação significativos, que poderiam comprometer toda a segurança hídrica da região e acarretar em impactos socioeconômicos imensuráveis.

Diante do contexto apresentado, nota-se que as atividades minerárias no Alto Rio das Velhas se estabelecem sem respeitar integralmente os instrumentos previstos na legislação. Esta configuração, que gera benefícios restritos a certas camadas da sociedade, se coloca em contradição com a manutenção de um bem coletivo, que são as águas.

6. Referências Bibliográficas

ANM - Agência Nacional de Mineração *Cadastro Nacional de Barragens de Mineração - Database dezembro de 2016.* Brasília: 2017. p.10.

BRASIL. *Lei n.º 9.433, de 8 de janeiro de 1997.* Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/l9433.htm>. Acesso em: 15 mai. 2018.

BRASIL. *Lei n.º 13.575, de 26 de dezembro de 2017*. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/L13575.htm>. Acesso em: 15 mai. 2018.

CBH VELHAS - COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS. *Revista Rio das Velhas: Rompimento de barragem em Mariana preocupa o CBH Rio das Velhas*. 16 mai. 2016. Disponível em: <http://cbhvelhas.org.br/noticias/rompimento-de-barragem-em-mariana-preocupa-o%E2%80%A8-cbh-rio-das-velhas/>. Acesso em: 15 mai. 2018.

COPASA. *Procedimento de manifestação de interesse 001/2016*. Out. 2016. Disponível em: <http://www.copasa.com.br/wps/wcm/connect/95f3923e-b4d7-4081-b2d1-72f716e19aa8/PMI_01_AnexoII.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em: 15 mai. 2018.

COSTA, A.; FELIPPE, M. F.; REIS, G. Licenciamento Ambiental de Grandes Empreendimentos Minerários: dos Alarmes que ninguém escuta à tragédia no Rio Doce. *Revista Geografias*, v. 1, n. Edição Especial Vale do Rio Doce, p. 95-113, 2016.

DNPM – DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. *Portaria n.º 70.389, de 17 de maio de 2017*. Disponível em: <http://www.anm.gov.br/portaria-dnpm-no-70-389-de-17-de-maio-de-2017-seguranca-de-barragens-de-mineracao>. Acesso em: 15 mai. 2018.

ECOPLAN. *Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas – Resumo Executivo*. 234 p. Disponível em: <http://200.98.167.210/site/arquivos/RE_VELHAS_Rev01.pdf>. Acesso em: 15 mai. 2018.

LEMOS, R. S. *A integração da Gestão Territorial a partir da Política das águas*. 2018. Tese (Doutorado em Geografia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. *Geografia e Recursos Hídricos (Apostila)*. Belo Horizonte: 2015, 231 p.

PRADO FILHO, J. F.; SOUZA, M. P. O Licenciamento Ambiental da Mineração no QUadrilátero Ferrífero de Minas Gerais - Uma Análise da Implementação de Medidas de Controle Ambiental Formuladas em EIAs/RIMAs. *Engenharia Sanitária Ambiental*, v. 9, n. 4, p. 343-349, 2004.

ROJAS, C. M. O.; PEREIRA, D. B. Políticas e estratégias empresariais de controle territorial: a VALE S.A e os embates na Serra do Gandarela/MG. *Novos Cadernos NAEA*, v. 18, n. 3, p. 29-49, 2015.

SOBREIRA, F. Mineração do ouro no período colonial: alterações paisagísticas antrópicas na serra de Ouro Preto, Minas Gerais. *Quaternary and Environmental Geosciences*, v. 5, n. 1, p. 55-65, 2014.

WANDERLEY, L. J.; MANSUR, M. S.; PINTO, R. G. Avaliação dos antecedentes econômicos, sociais e institucionais do rompimento da barragem de rejeito da Samarco/Vale/BHP em Mariana (MG). In: MILANEZ, B.; LOSEKANN, C. (org.). *Desastre no Vale do Rio Doce: antecedentes, impactos e ações sobre a destruição*. Rio de Janeiro: Folio Digital - Letra e Imagem, 2016. p. 39-86.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

CARACTERIZAÇÃO DA DRENAGEM DA SUB-BACIA DO RIO DOS MACACOS/RJ (2018)

Gabriel Barros de Abreu[(a)], Renata dos Santos Galvão[(b)], Daniele Cristine Gomes[(c)], Adriano Tamm[(d)]

[(a)] Departamento de Geografia e Meio Ambiente, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, gabrielbarros38@gmail.com

[(b)] Departamento de Geografia e Meio Ambiente, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, rsantosgalvao8@gmail.com

[(c)] Departamento de Geografia e Meio Ambiente, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, dani.cristine99@gmail.com

[(d)] Departamento de Geografia e Meio Ambiente, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, tammadriano@gmail.com

Gabriel Barros de Abreu, Renata dos Santos Galvão, Daniele Cristine Gomes, Adriano Tamm

Eixo: Dinâmica e Gestão de Bacias Hidrográficas

Resumo

A sub-bacia do rio dos Macacos, faz parte da bacia da Lagoa Rodrigo de Freitas e se encontra inserida numa das áreas mais valorizadas da cidade do Rio de Janeiro. Este trabalho tem como objetivo fazer uma caracterização para o ano de 2018 da drenagem da sub-bacia do rio dos Macacos. Seus objetivos específicos são: (a) a identificação dos principais impactos que atingem a drenagem; (b) relacionar o uso do solo e a canalização dos cursos d'água com a ocorrência de inundação na sub-bacia. Como metodologia foi feita uma revisão bibliográfica e trabalhos de campo. Como resultados, podemos afirmar que assim como diversas outras drenagens da cidade, a sub-bacia do rio dos Macacos também sofreu ao longo dos anos diversas obras de canalização e aterros. Além disso, recebe diariamente lixo e esgoto in natura em suas águas. As inundações corriqueiras desta região, são provenientes, em grande parte, dos problemas identificados.

Palavras chave: Bacia hidrográfica; Sub-bacia do rio dos Macacos; Drenagem Urbana.

1. Introdução

O município do Rio de Janeiro (RJ) possui três macrorregiões de drenagem (Baía de Guanabara, Oceânica e Baía de Sepetiba). Contida na macrorregião hidrográfica Oceânica, temos a bacia da Lagoa Rodrigo de Freitas, composta por drenagens dos rios Rainha, Macacos, Algodão e Cabeça. Dessa maneira este trabalho tem como foco realizar uma caracterização para o ano de 2018 da drenagem da sub-bacia do rio dos Macacos, principal contribuinte da Lagoa Rodrigo de Freitas.

Grande parte da área da bacia do rio dos Macacos está inserida no bairro do Jardim Botânico, Zona Sul do Rio de Janeiro. Suas nascentes estão nas encostas da Serra da Carioca, integrante do Parque Nacional da Tijuca. O percurso das águas se inicia nas encostas ainda preservadas e passam, posteriormente, por uma área residencial e pelo Jardim Botânico do Rio de Janeiro (JBRJ) antes de chegar a sua foz, na Lagoa Rodrigo de Freitas (Figura 1).

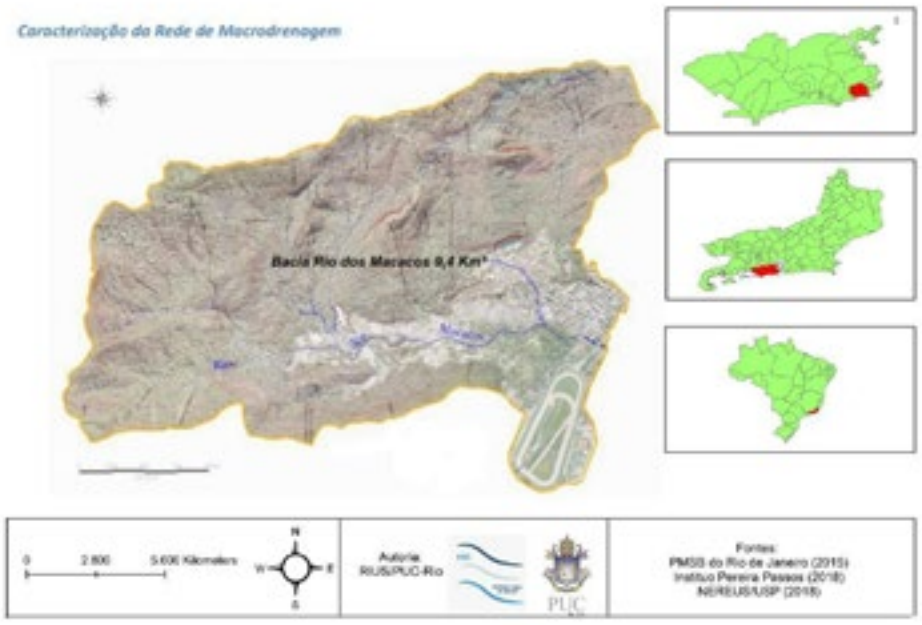


Figura 1: Localização da sub-bacia do rio dos Macacos (RJ)

O bairro do Jardim Botânico naturalmente já apresentava área sujeita à ocorrência de inundações desde os primeiros séculos de sua expansão, mas tal vulnerabilidade não foi considerada naquele momento, visto que uma ocupação intensa de suas áreas mais baixas foi possibilitada a partir

ISBN: 978-85-7282-778-2

de aterramentos e canalização dos cursos d'água. Conforme descrito no Plano Municipal de Saneamento Básico da Cidade do Rio de Janeiro – Manejo de Águas Pluviais (2015), atualmente existem pontos críticos de inundação na sub-bacia do Rio dos Macacos, onde as principais áreas de ocorrência de inundação e alagamentos se encontram nas ruas Jardim Botânico, General Garzon e Pacheco Leão, vias importantes para a circulação do trânsito local. Estas ruas estão situadas próximo às margens de canais urbanos, localizadas, portanto, no fundo do vale e em planície aluvial.

Os episódios de alagamentos e inundações recorrentes no bairro do Jardim Botânico ressaltam a relevância do estudo, uma vez que há danos recorrentes à população atingida por estes impactos, danos estes como perda de bens, risco de contágio de doenças de veiculação hídrica, interrupção do trânsito, entre outros.

Segundo Felisberto (2008) e Lucas (2003), além da ocorrência de inundações na sub-bacia do rio dos Macacos, outros impactos podem ser observados, como: a descaracterização dos rios (com a alteração de suas margens e leito com concreto) e a alteração da qualidade das águas (uma vez que ainda há o lançamento de esgoto in natura e lixo).

Este trabalho faz parte da pesquisa do Grupo RIUS (Rios Urbanos) da PUC-Rio.

2. Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é fazer uma caracterização da drenagem da sub-bacia do rio dos Macacos para o ano de 2018. Tem-se como objetivos específicos: (a) a identificação dos principais impactos que atingem a drenagem e (b) relacionar o uso do solo e a canalização dos cursos d'água com a ocorrência de inundação na sub-bacia.

3. Materiais e Métodos

Para a elaboração deste trabalho foi realizada uma revisão bibliográfica sobre Drenagem Urbana, resgatando estudos já realizados na sub-bacia do rio dos Macacos. Em seguida foram realizados trabalhos de campo na sub-bacia do rio dos Macacos para verificação dos principais impactos que atingem a drenagem e obtenção de material visual (Figuras 2 e 3). Para este trabalho utilizaremos a delimitação da sub-bacia do Rio dos Macacos segundo o Plano Municipal de

ISBN: 978-85-7282-778-2

Saneamento Básico da Cidade do Rio de Janeiro (2015). Neste documento oficial, a delimitação da bacia inclui a área referente ao Canal do Jóquei.

4. Resultados e Discussões

Temos na cidade do Rio de Janeiro centenas de canais que foram canalizados ao longo da história e que hoje drenam entre estruturas de concreto ou escondidos embaixo das construções. Grande parte dos cursos d'água estão poluídos devido ao despejo de esgoto sem tratamento e lixo. Na sub-bacia do rio dos Macacos, há exemplos de canais que, embora tenham sido canalizados, apresentam características mais naturais, sendo elas morfológicas, hidrológicas e biológicas.

Dentre os principais impactos que atingem a sub-bacia do rio dos Macacos, está a canalização, que inclui a retificação, o tamponamento, a concretagem das margens, aterros. A drenagem da sub-bacia do rio dos Macacos foi alterada devido à grande antropização, principalmente no baixo curso (Figura 2). A Lagoa Rodrigo de Freitas, local de deságue do rio, sofreu muitos aterros nas suas margens, diminuindo seu espelho d'água e dando lugar à expansão urbana. Desse modo, foram criados canais artificiais que ajudam a drenar a água desta área topograficamente baixa e plana, muito suscetível a inundações. O Canal do Jóquei é um exemplo desses canais artificiais que transpõem as águas entre as sub-bacias do rio dos Macacos e Rio Rainha. Destaca-se também a presença de comportas localizadas próximas à Lagoa e às praias do Leblon e Ipanema.

Figura 2: Trecho canalizado no baixo curso do rio dos Macacos. (Foto: Gabriel Abreu, 2018)

Outro impacto que atinge a sub-bacia do rio dos Macacos é a ocorrência de inundações. A sub-bacia em análise quando é atingida por chuvas fortes, em sua grande maioria nos meses de primavera e de verão, tem como consequência o aumento dos níveis das águas dos canais de drenagem e do escoamento superficial na malha urbana impermeável. Como os canais de drenagem não dão

ISBN: 978-85-7282-778-2

conta do fluxo crescente de água durante esses eventos, eles transbordam e causam prejuízos materiais à população, além de interromper o trânsito.

Lixo e esgoto lançado in natura nos cursos d'água também são frequentes. Estes dois elementos ajudam a degradar a qualidade das águas do rio dos Macacos, causando mau cheiro e maior probabilidade de contaminação com o contato das águas. Felizmente, na sub-bacia do rio dos Macacos ainda existem trechos do rio mais naturais localizados no alto curso, com a ocorrência de cachoeiras com aparente boa qualidade de água, devido à ocupação restrita e não ocorrência de despejo de esgoto ou lixo, que atraem a população que a utiliza como área de lazer.

5. Considerações Finais

Estudos sobre os rios urbanos e suas bacias devem envolver sua história, características físicas e a interferência humana. Compreender as conexões entre a urbanização e a degradação dos corpos d'água é importante para guiar planejadores na tomada de decisões.

Ao analisar a sub-bacia do rio dos Macacos percebe-se que dentre as mais graves ameaças à integridade de suas águas temos os despejos de esgoto sem tratamento e resíduos sólidos. A ocorrência de inundações também causa transtornos à população.

6. Referências Bibliográficas

FELISBERTO, Edison Moreira (2008). **Relações entre Inundações e as Obras de Canalização de 1943 no Rio dos Macacos - Rio de Janeiro: Uma Avaliação**. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Geografia) - Universidade Federal Fluminense.

LUCAS, Luciano Marin (2003). **Rede de Drenagem Urbana em Área Tropical: Mudanças na Morfologia do Canal e Níveis de Poluição das Águas, Rio dos Macacos - RJ**. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro.

PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO (2015). **Plano Municipal de Saneamento Básico da Cidade do Rio de Janeiro. Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas**. Secretaria Municipal de Saneamento e Recursos Hídricos. Fundação Instituto das Águas.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

CARACTERIZAÇÃO DA GEODIVERSIDADE DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PRETO-MA

Idevan Gusmão Soares [(a)], Luiz Carlos Araujo dos Santos [(b)]

[(a)] Mestrando do Programa de Pós-Graduação, em Geografia, Natureza e Dinâmica do Espaço, Universidade Estadual do Maranhão - UEMA, Email: idevanoficial@gmail.com
[(b)] Prof. Departamento de História e Geografia, Universidade Estadual do Maranhão - UEMA, Email: luizcarlos.uema@gmail.com

Eixo: DINÂMICA E GESTÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

Resumo

A bacia hidrográfica do rio Preto-MA na região Nordeste do estado do Maranhão, constituída por quatorze municípios, sendo dez deles pertencentes à Mesorregião Leste e os outros quatro pertencentes à Mesorregião Norte Maranhense. O objetivo do trabalho foi caracterizar a geodiversidade da bacia do rio Preto. Para atingir os objetivos realizou-se uma revisão bibliográfica; aplicação de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto para realizar o mapeamento e processamento dos dados; trabalho de campo priorizando a observação dos elementos direto do espaço geográfico, seguida de registros fotográficos. A geodiversidade da área é caracterizada por uma expressiva litoestratigrafia constituída por Formação Codó, Itapecuru, Barreiras, Depósitos Eólicos Continentais Antigos e Depósitos Aluvionares; o relevo é predominante de áreas planas e suaves onduladas; solos com baixa fertilidade natural, porém na região se encontram as atividades agrícolas, assim como o cultivo de eucalipto e as paleodunas.

Palavras chave: Geodiversidade. Bacia Hidrográfica. Rio Preto.

Idevan Gusmão Soares, Luiz Carlos Araujo dos Santos

1. Introdução

A bacia hidrográfica é uma área de captação natural da água de precipitação que faz convergir o escoamento para um único ponto de saída. A bacia hidrográfica compõe-se de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar em um leito único no seu exutório (TUCCI, 2002). Aspectos relacionados à geologia, geomorfologia, tipo de solo e clima compreendem um conjunto de fatores que ao se relacionarem influenciam a dinâmica de uma bacia hidrográfica.

O estudo dos elementos físicos do meio ambiente e suas características são essenciais para entender a dinâmica e estrutura das bacias hidrográficas. Esses estudos oferecem subsídios para tomadas de decisão por parte dos gestores públicos no que tange a gestão de bacias hidrográficas, garantindo assim a conservação dos recursos hídricos da bacia.

Nesse contexto o trabalho aborda a geodiversidade, sendo esta entendida conforme Pfaltzgraff e Bandeira (2013), como sendo o estudo da natureza abiótica (meio físico) constituída por uma variedade de ambientes, composição, fenômenos e processos geológicos que dão origem a paisagens, rochas, minerais, águas, fósseis, solos, clima e outros depósitos superficiais que propiciam o desenvolvimento da vida na Terra, tendo como valores intrínsecos a cultura, o estético, o econômico, o científico, o educativo e o turístico.

O conhecimento da geodiversidade auxilia na identificação das aptidões e restrições de uso do meio físico de uma área, assim como os impactos advindos de seu uso inadequado. Além disso, ampliam-se as possibilidades de melhor conhecer os recursos minerais, os riscos geológicos e as paisagens naturais inerentes a determinada região composta por tipos específicos de rochas, relevo, solos e clima (PFALTZGRAFF; BANDEIRA, 2013).

Diante do exposto o trabalho tem como objeto de estudo a bacia do rio Preto-MA. Os levantamentos dos aspectos ambientais desta bacia produzirão informações sobre a sua estrutura e dinâmica de funcionamento, visando fornecer informações para a sua gestão. Sendo assim, o objetivo do estudo foi caracterizar a geodiversidade da bacia do rio Preto.

2. Materiais e Métodos

2.1 Área de estudo

A bacia hidrográfica do rio Preto está localizada na região nordeste do Estado do Maranhão (Figura 1) e ocupa uma área de 5.235,63 km^2. Afluente da bacia hidrográfica do rio Munim, está situado entre as coordenadas geográficas: 3° 40’ - 4° 00’ S e 42° 56’ - 43° 52’ W. Após percorrer 270,92 km, deságua no rio Munim, na localidade de Nina Rodrigues.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Apresenta uma hierarquia fluvial com cursos de água de 1ª a 8ª ordem de acordo com a classificação adotada por Horton (1945), modificada por Strahler (1964).

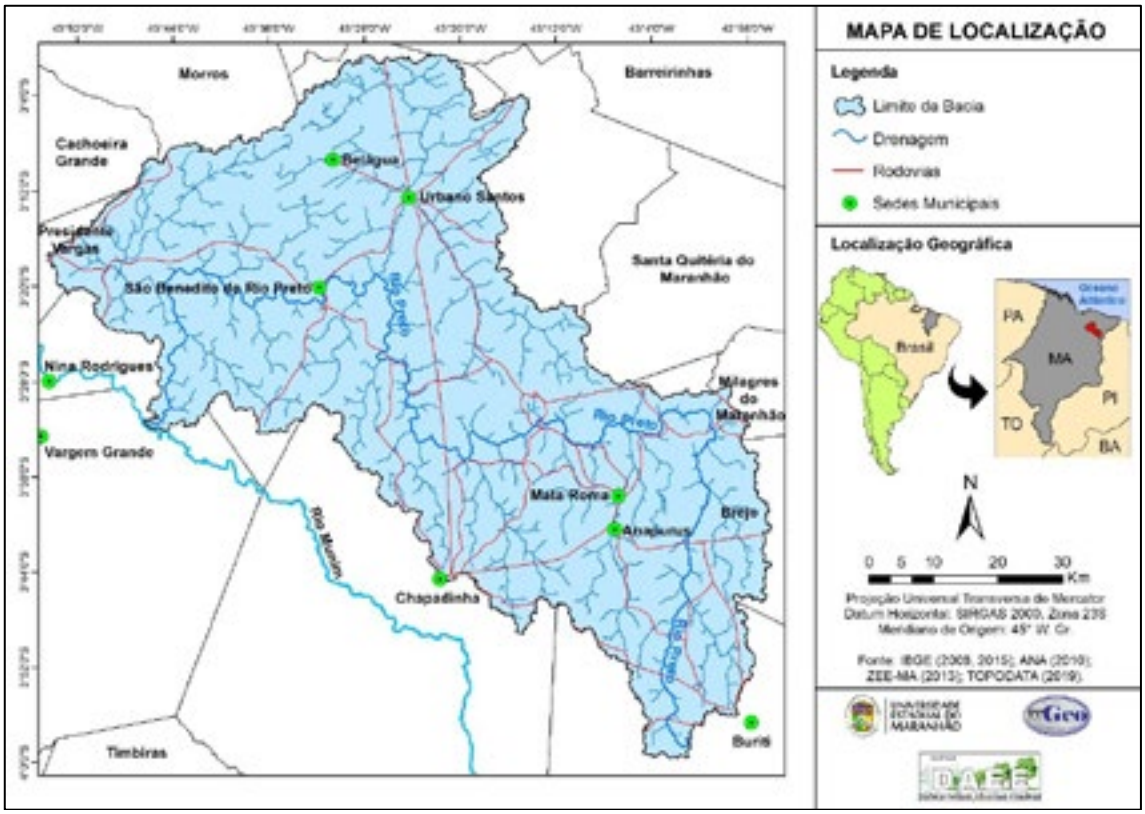


Figura 1 – Mapa de localização da bacia hidrográfica do rio Preto-MA

A bacia do rio Preto abrange quatorze municípios maranhenses, sendo dez deles pertencentes à Mesorregião Leste Maranhense, a saber: Anapurus (561.23 km^2)[1], Chapadinha (482.59 km^2), Mata Roma (548.32 km^2), Buriti (540.19 km^2), Brejo (232.17 km^2), Urbano Santos (994.75 km^2), Belágua (471.82 km^2), São Benedito do Rio Preto (848.23 km^2), Milagres do Maranhão (33.98 km^2), Santa Quitéria do Maranhão (9.83 km^2) - com exceção deste último, os demais pertencem à Microrregião de Chapadinha. Já os quatro municípios restantes: Nina Rodrigues (210.27 km^2), Presidente Vargas (69.24 km^2), Cachoeira Grande (7.27 km^2) e Morros (225.34 km^2), pertencem à Mesorregião Norte Maranhense.

[1] Corresponde à área em km^2 do município que é banhado ou abrangido pela bacia.

2.2 Procedimentos metodológicos

Para alcance do objetivo proposto realizou-se os seguintes procedimentos: revisão bibliográfica; trabalho de campo onde priorizou-se a observação dos elementos direto do espaço geográfico, seguida de registros fotográficos. Para tanto, percorreu-se nos dias 29 e 30 de junho de 2018 e também no dia 01 de julho do mesmo ano, áreas de alguns municípios da bacia verificando as condições ambientais da área de estudo.

Realizou-se aplicação de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto para realizar o mapeamento e processamento, a saber: delimitação e extração automática da rede de drenagem e hierarquização fluvial da bacia, utilizando dados de altimetria do *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), folhas 03S45_ZN e 03S435_ZN, disponíveis no site: <http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata/>. Empregou-se para esses processamentos as ferramentas do provedor *Terrain Analysis Using Digital Elevation Models* (TauDEM) do Sistema de Informação Geográfica (SIG) Quantum GIS (QGIS) 2.18.16, e por fim mapeamento dos aspectos geoambientais, dentre eles: geologia, solos, unidades geomorfológicas e declividade.

Utilizou-se a base de dados vetoriais em escala de 1:750.000 da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM, 2012), no que se refere as unidades litoestratigráficas. Já para as classes de solos e unidades geomorfológicas, recorreu-se a base de dados do Zoneamento Ecológico-Econômico do Maranhão (ZEE-MA, 2013), em escala de 1:1000.000. Para ambos os dados realizou-se o *download* dos vetores no site dos órgãos mencionados e, por conseguinte reprojeção para o sistema Universal Transversa de Mercator (UTM), Datum SIRGAS-2000, Zona 23S e recorte dos vetores tendo como plano de corte a área da bacia. Para esses procedimentos utilizou-se o ArcGIS 10.2.2 (licença EFL999703439).

Em se tratando do mapeamento do gradiente de declividade da bacia, utilizou-se os mesmos dados SRTM das folhas 03S45_ZN e 03S435_ZN. Esses dados foram importados para o QGIS 2.18.16 onde realizou-se mosaicagem, reprojeção e, por conseguinte visando

obter a declividade em termos percentuais, recorreu-se ao algoritmo *slope* (declividade). Após essa etapa realizou-se a reclassificação das classes de declividade seguindo a proposta de classificação da EMBRAPA (1979). Para este fim utilizou-se o algoritmo *r.reclass* do QGIS. Depois da reclassificação efetuou-se o recorte do dado processado para o limite da bacia.

3. Resultados e discussões

3.1 Clima

O clima da região, de acordo com a classificação feita pelo laboratório de meteorologia da Universidade Estadual do Maranhão, caracteriza-se como subúmido, com totais pluviométricos anuais que variam de 1.600 a 2.000 mm, a distribuição das chuvas não é homogênea ao longo de sua extensão, observando-se duas estações bem distintas: uma chuvosa, no primeiro semestre, e outra seca, no segundo semestre do ano. Considerando-se os dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), da estação automática de Chapadinha (82382), a temperatura ambiente da área-objeto apresenta uma média máxima anual de 33°C e temperatura mínima média anual de 22,70°C.

3.2 Caracterização geoambiental

Após a realização dos procedimentos metodológicos, identificou-se que a bacia do rio Preto-MA apresenta as seguintes unidades litoestratigráficas: Formação Codó (12,04 km^2), Grupo Itapecuru (1.644,51 km^2), Grupo Barreiras (1.381,68 km^2), Depósitos Eólicos Continentais Antigos (1.945,04 km^2) e Depósitos Aluvionares (252,36 km^2) (Figura 2).

A Formação Codó é constituída, dominantemente, por folhelhos negros, argilitos calcíferos, pelitos, calcário e arenito com gipso de ambiente lagunar. Já o Grupo Itapecuru é um conjunto de formações composto por variados tipos de rochas, como arenitos argilitos, siltitos, folhelhos intercalados com arenitos depositados em vários ambientes (fluvial, deltaico e lagunar) (LOPES; TEIXEIRA, 2013). Já o Grupo Barreiras é constituído por arenitos com inúmeras intercalações de folhelhos de origem fluvial, estuarina e marinha.

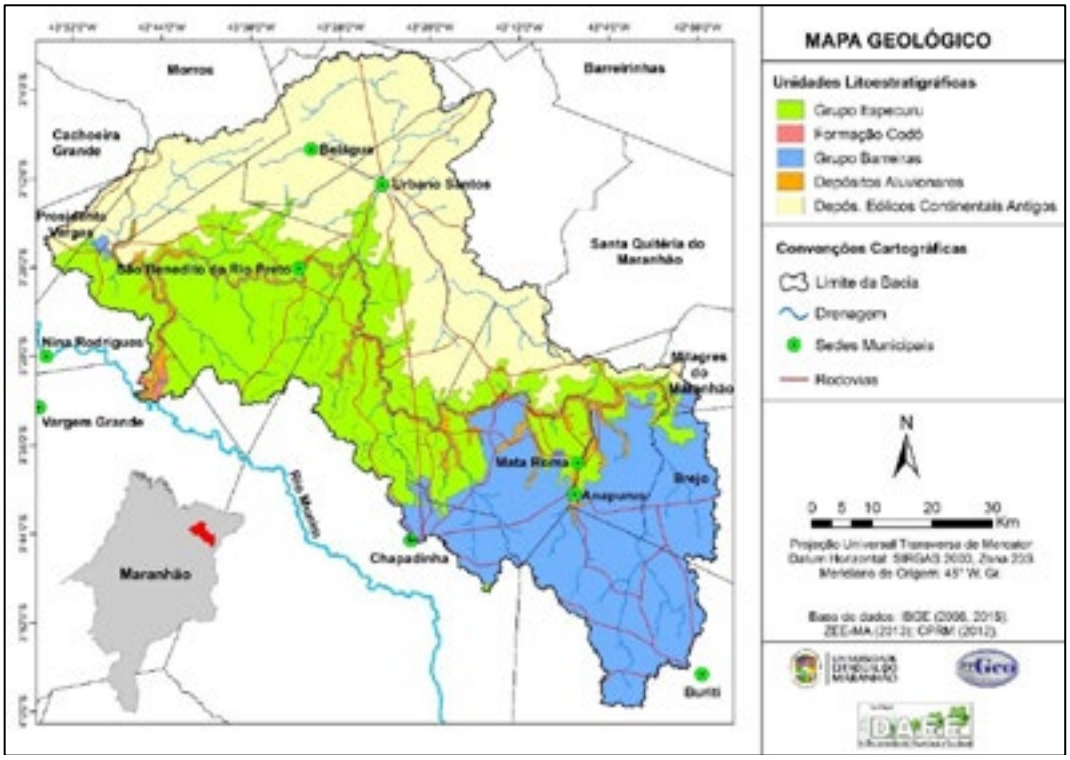


Figura 2 – Mapa de unidades geológicas da bacia hidrográfica do rio Preto-MA

Os Depósitos Eólicos Continentais Antigos são caracterizados por campos de dunas fixas, constituídas por areias esbranquiçadas, de granulometria fina a média, bem selecionadas e maturas (LOPES; TEIXEIRA, 2013). Os autores expõem ainda os Depósitos Aluvionares, que são constituídos por areias e argilas que estão sendo transportadas e depositadas pelos rios e igarapés desde os últimos 10 mil anos.

Os solos na bacia hidrográfica do rio Preto estão representados pelas seguintes classes: Argissolos Vermelho-Amarelo concrecionários (1.672,05 km^2), Latossolos Amarelos (2.755,69 km^2), Neossolos Quartzarênicos (364,02 km^2), Plintossolos Pétricos (3,38 km^2) e Argilúvicos (440,49 km^2) (Figura 3).

Os Argissolos Vermelho-Amarelo concrecionários correspondem a 31,94% da área da bacia e estão presentes em regiões que envolvem áreas dos municípios de Anapurus,

ISBN: 978-85-7282-778-2

Chapadinha, Mata Roma, Urbano Santos, Belágua, São Benedito do Rio Preto, Milagres do Maranhão, Morros, Buriti, Brejo, Presidente Vargas e Nina Rodrigues.

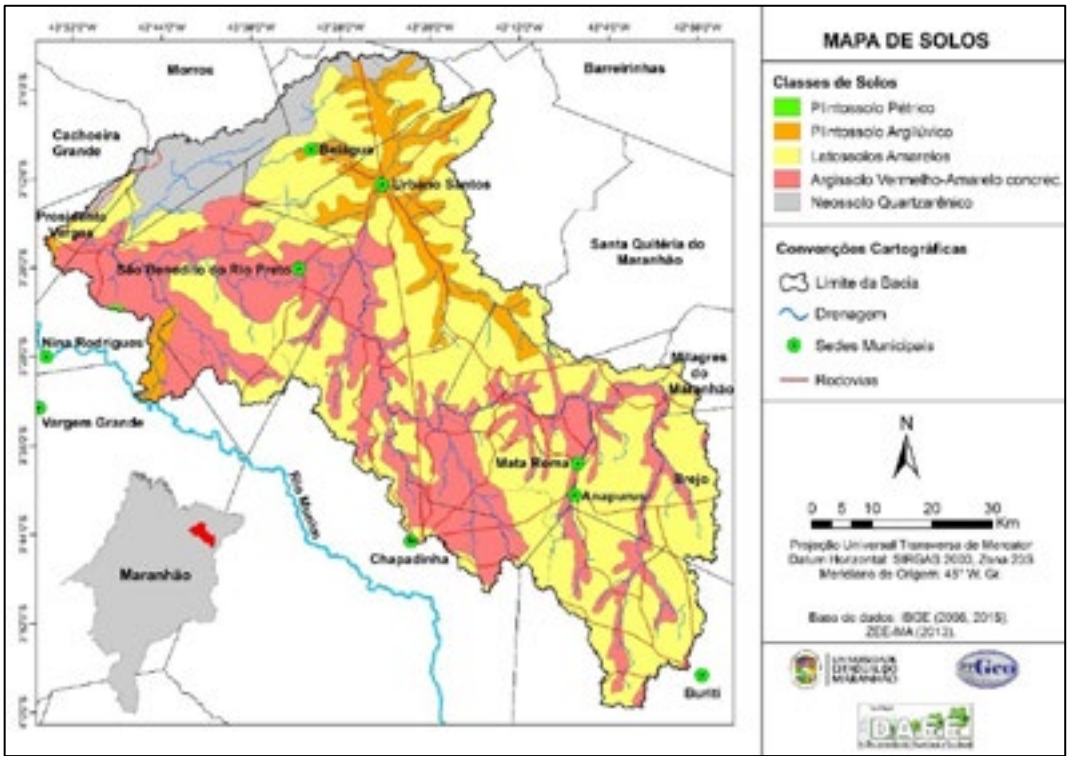


Figura 3 – Mapa de solos da bacia hidrográfica do rio Preto-MA

A EMBRAPA (2013) expõe que esses solos apresentam limitações muito fortes ao manejo e à mecanização, decorrentes da grande quantidade de calhaus e cascalhos na superfície e dentro dos perfis. Por outro lado, são relativamente bem drenados, retêm umidade e matéria orgânica de maneira razoável e são bem resistentes à erosão.

Os Latossolos Amarelos, de acordo com a EMBRAPA (2013), são solos profundos, bem a acentuadamente drenados, com horizontes de coloração amarelada, de textura média e argilosa, sendo predominantemente distróficos, ocorrendo também álicos, com elevada saturação de alumínio e teores de nutrientes muito baixos. São encontradas em áreas de topos de chapadas, ora baixas e dissecadas, ora altas e com extensões consideráveis, apresentando relevo plano com pequenas e suaves ondulações, tendo como material de origem mais

ISBN: 978-85-7282-778-2

comum, as coberturas areno-argilosas e argilosas, derivadas ou sobrepostas às formações sedimentares.

Na área de pesquisa, os Latossolos Amarelos encontram-se nos municípios de Anapurus, Chapadinha, Mata Roma, Urbano Santos, Belágua, São Benedito do Rio Preto, Milagres do Maranhão, Morros, Buriti, Brejo, Santa Quitéria do Maranhão, Cachoeira Grande, Presidente Vargas e Nina Rodrigues, o que envolve 52,63% da área da bacia.

Quanto aos Neossolos Quartzarênicos, a EMBRAPA (2013) explica que são solos minerais, derivados de sedimentos arenoquartzosos do Grupo Barreiras do período do Terciário e sedimentos marinhos do período do Holoceno. Normalmente, são profundos a muito profundos, com textura areia ou areia franca, são excessivamente drenados e pouco desenvolvidos, devido à baixa atuação dos processos pedogenéticos e pela resistência do material de origem ao intemperismo. Na bacia, encontram-se principalmente nos municípios de Morros e Belágua com uma cobertura de 6,95% da bacia.

Quanto aos Plintossolos, a EMBRAPA (2013) afirma que são solos de textura média e argilosa, que têm restrição à percolação d'água, sujeitos ao efeito temporário do excesso de umidade e se caracterizam por apresentar horizonte plíntico, podendo ser álicos, distróficos e eutróficos. Na bacia, ocupam áreas de relevo predominantemente plano ou suavemente ondulado e se originam a partir das formações sedimentares.

Os Plintossolos Argilúvicos que recobrem 8,41% da área de estudo estão presentes em regiões que compreendem os municípios de Belágua, Urbano Santos, Anapurus, Presidente Vargas, São Benedito do Rio Preto e Nina Rodrigue. Já os Plintossolos Pétricos (0,06%) abrangem uma área diminuta do município de Nina Rodrigues.

Em relação as unidades geomorfológicas da área de estudo, identificou-se os Lençóis Maranhenses (1.129,68 km^2), Planalto Dissecado do Itapecuru (1.466,89 km^2) e Tabuleiros de Chapadinha (2.639,06 km^2) (Figura 4).

ISBN: 978-85-7282-778-2

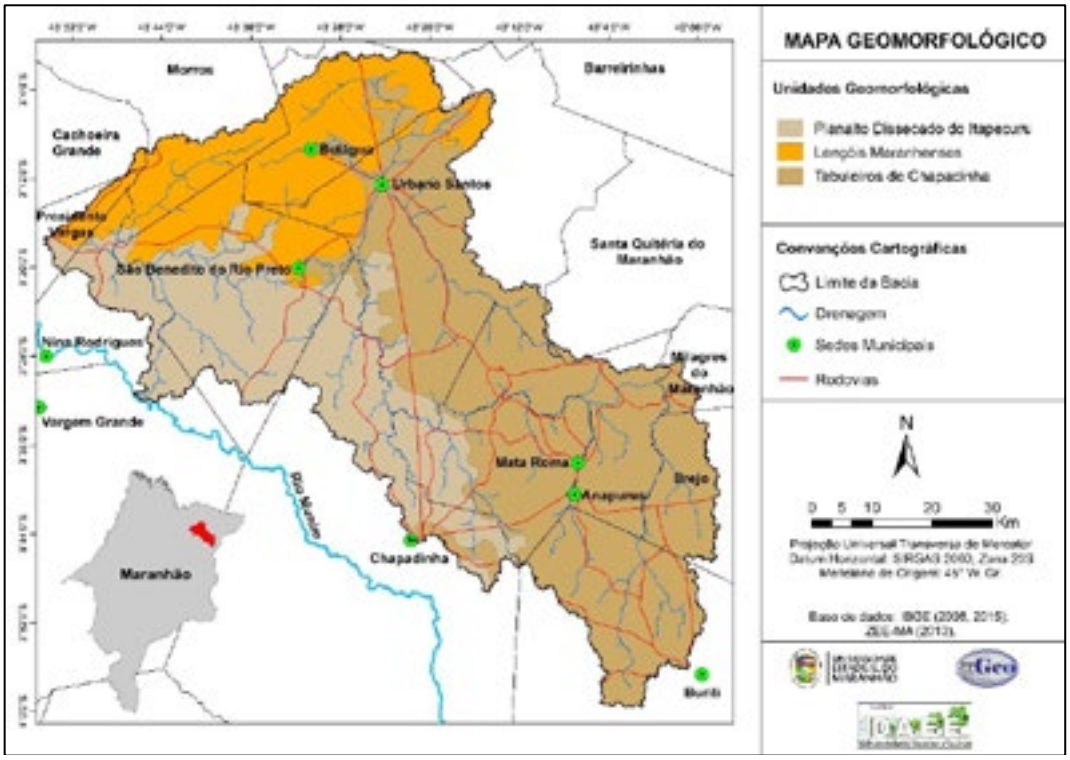


Figura 4 – Mapa de unidades geomorfológicas da bacia hidrográfica do rio Preto-MA

Concernente a unidade geomorfológica do Planalto Dissecado do Itapecuru, encontra-se presente nos municípios de Chapadinha, Urbano Santos, Belágua, São Benedito do Rio Preto, Nina Rodrigues, Presidente Vargas e Morros.

> [...] caracteriza-se por colinas e morros onde ocorrem solos Podzólicos Vermelho-Amarelos concrecionários, em siltitos e argilitos com intercalações de arenitos argilosos da Formação Itapecuru. Entre esses relevos observam-se vales pedimentados com Podzólicos Vermelho-Amarelos eutróficos derivados dos folhelhos, siltitos argilosos, calcários e margas da Formação Codó. Em alguns trechos destacam-se relevos residuais de topo plano e colinas, recobertos por Latossolos Amarelos. [...]. (IBGE, 1997, não paginado).

A unidade geomorfológica dos Lençóis Maranhenses, identificadas na bacia, estão presentes em regiões dos municípios de Belágua, São Benedito do Rio Preto, Nina Rodrigues, Presidente Vargas, Cachoeira Grande, Morros e Urbano Santos.

De acordo com a EMBRAPA (2013, p.49) essa unidade geomorfológica

ISBN: 978-85-7282-778-2

> situa-se entre a linha de costa e a planície fluvial do Rio Munim e os Tabuleiros Costeiros da região de Chapadinha, sendo que estes são, em grande parte, sustentados por rochas sedimentares pouco litificadas do Grupo Barreiras. Esse domínio abrange diversificado conjunto de padrões de relevo deposicionais de origem eólica [...], apresentando grande diversidade de dunas, tais como barcanas e parabólicas, entre as principais (GONÇALVES *et al*., 2003). Predominam solos essencialmente quartzosos, muito profundos, com pequena adesão e coesão entre suas partículas, com baixa capacidade de retenção de umidade e de nutrientes, correspondendo a Neossolos Quartzarênicos.

Quanto aos Tabuleiros de Chapadinha (CPRM, 2013), ocupam extensa superfície tabular não dissecada a sul dos vastos campos de dunas fixas dos Lençóis Maranhenses. Esses tabuleiros são sustentados por sedimentos do Grupo Barreiras, sendo, frequentemente, capeados por coberturas detrito-lateríticas bem elaboradas (DANTAS *et al*., 2013, p.42).

Na bacia os Tabuleiros de Chapadinha são a unidade geomorfológica mais abrangente e está presente nos municípios de Anapurus, Chapadinha, Mata Roma, Urbano Santos, Belágua, São Benedito do Rio Preto, Milagres do Maranhão, Morros, Buriti, Brejo e Santa Quitéria do Maranhão.

> [...] É representada por extensa superfície planáltica conservada e demarcada por curtos rebordos erosivos, com caimento muito suave de sul para norte, apresentando baixíssima densidade de drenagem, todavia, ligeiramente mais elevada que as superfícies dissecadas circunjacentes. Essa vasta superfície tabular registra, portanto, cotas baixas, que variam entre 80 e 120 m (DANTAS *et al*., 2013, p.42).

Já a declividade da bacia caracteriza-se por formas de relevo situadas entre Plano a Forte Ondulado (Figura 5). As maiores declividades estão situadas às margens dos canais de drenagens da bacia, principalmente nos canais de 4ª a 8ª ordem. Essas altas declividades são bastante expressivas na região da bacia que compreende o município de São Benedito do Rio Preto e Nina Rodrigues. As áreas planas correspondem a 0-3% (2.422,12 km^2) e suave ondulada 3-8% (2276,98 km^2). São as regiões onde se encontram as atividades agrícolas, assim como o cultivo de eucalipto e as paleodunas.

ISBN: 978-85-7282-778-2

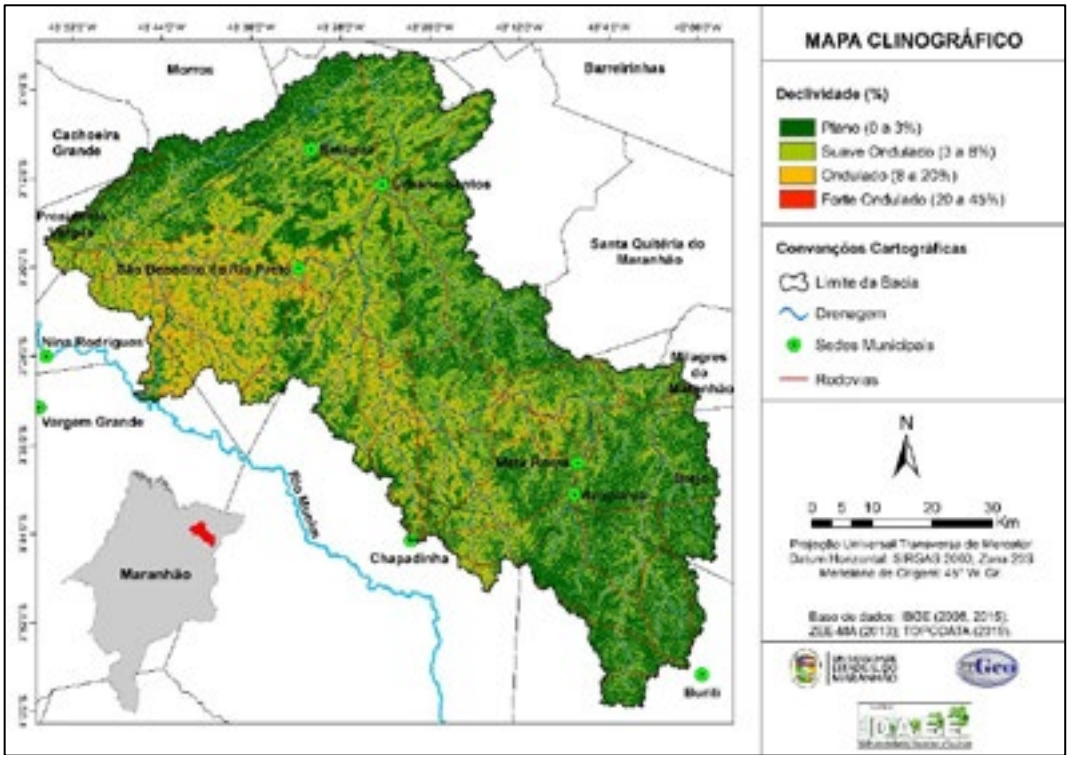


Figura 5 – Mapa de declividade da bacia hidrográfica do rio Preto-MA

4. Considerações finais

O uso das técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto em ambiente SIG foram essenciais para alcance do objetivo proposto, pois identificou-se as unidades litoestratigráficas da Formação Codó, Grupo Itapecuru, Barreiras, Depósitos Eólicos Continentais Antigos e Depósitos Aluvionares presentes na bacia. Assim, como as unidades geomorfológicas: Lençóis Maranhenses, Planalto Dissecado do Itapecuru e Tabuleiros de Chapadinha, este último com a maior concentração 50,41%. Já em relação aos solos identificou-se as classes: Latossolos Amarelos, ocupando 52,63% é a classe mais abrangente, Argissolos Vermelho-Amarelo concrecionários, Neossolos Quartzarênicos, Plintossolos Pétricos e Argilúvicos e por fim, há o predomínio das formas de relevo plano (46,26%) e suave ondulado (43,49%).

ISBN: 978-85-7282-778-2

A caracterização da geodiversidade da bacia auxilia, conforme o exposto, na identificação das aptidões e restrições de uso da área-objeto, assim como na gestão das regiões onde possa existir impactos ambientais advindos de seu uso inadequado. Assim, o estudo apresentou informações, imprescindíveis para a gestão da bacia do rio Preto-MA.

Agradecimentos

Os autores expressam seu agradecimento a Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA), pelo financiamento do projeto de pesquisa intitulado Análise da dinâmica do uso da terra na bacia hidrográfica do rio Preto-MA, a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA).

Referências Bibliográficas

DANTAS, M. E. *et al*. Compartimentação Geomorfológica. *In*: BANDEIRA, I. C. N. (org.) **Geodiversidade do estado do Maranhão**. Teresina: CPRM, 2013. 294 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Relatório do diagnóstico do Macrozoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Maranhão.** Campinas, SP: EMBRAPA, 2013. 324 p. (Embrapa Monitoramento por Satélite / Relatório Técnico, v.2).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Zoneamento Geoambiental do Estado do Maranhão:** diretrizes gerais para ordenação territorial. Salvador: IBGE, 1997. 44p.

LOPES, E. C. S; TEIXEIRA, S. G. Contexto Geológico. *In*: BANDEIRA, I. C. N. (org.) **Geodiversidade do estado do Maranhão**. Teresina: CPRM, 2013. 294 p.

PFALTZGRAFF, P. A. S.; BANDEIRA, I. C. *In*: BANDEIRA, I. C. N. (org.) **Geodiversidade do estado do Maranhão**. Teresina: CPRM, 2013. 294 p.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia**: ciência e aplicação. 3.ed. Porto Alegre: ABRH/ Editora da UFRGS, 2002. 943 p.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

CARACTERIZAÇÃO DAS UNIDADES GEOAMBIENTAIS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO IGARAPÉ-AÇU-PA

Clícia da Silva Santos [(a)], Lúcio Correa Miranda[(b)], Carlos Alexandre Leão Bordalo [(c)]

(a) Secretaria Municipal de São João da Ponta e Mãe do Rio, cliciassantos@gmail.com

(b) Departamento de Tecnologia e Geoprocessamento da Universidade Federal do Pará, UFPA, lcmiranda-ufc@hotmail.com

(c) Departamento de Filosofia e Ciencias Humanas/Faculdade de Geografia e Cartografia, UFPA, carlosbordalo@oi.com.br

Clícia da Silva Santos, Lúcio Correa Miranda, Carlos Alexandre Leão Bordalo

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

A identificação das unidades geoambientais apresenta-se como uma importante proposta aos estudos de planejamento ambiental na medida em que possibilitam a compreensão detalhada das caracteristicas naturais e as formas de ocupação presentes nestas. Dessa forma, o presente artigo tem como propósito realizar a caracterização das unidades geoambientais da bacia do rio Igarapé-Açu, de modo a indicar qual unidade há necessidade de maior atenção quanto as ações de planejamento voltadas para a referida bacia, para atingir o objetivo proposto a pesquisa seguiu os procedimentos metodológicos de levantamento bibliográfico, oganização/elaboração de material cartográfico, integração e análise dos dados referentes às unidades geoambientais para indicar a proposta de planejamento ideal a cada unidade. Quanto aos resultados preliminares destaca-se a presença de três unidades Geoambietais: Várzea, Planície Fluvial e Tabuleiros, em que a Várzea é marcada por uma intensa atividade antrópica, que a configura como a unidade em termos proporcionais mais degradada da bacia.

Palavras chave: Unidades Geoambientais; Planejamento Ambiental; Paisagem

1. Introdução

Nos estudos ambientais integrados, o entendimento das especificidades dos sistemas ambientais é indispensável para a formulação do conhecimento sobre a sua capacidade de suporte diante do seu dinamismo natural e das pressões provenientes das intervenções antrópicas. Este possibilita desenvolver adequadamente as propostas de manejo ambiental com base nos preceitos da sustentabilidade, respeitando a potencialidade dos sistemas geoecológicos, a diversidade cultural e socioeconômica. Porém, há um consenso de que estes preceitos guiam a elaboração e execução de ações de planejamento ambiental quando articuladas às esferas política, econômica, cultural, educacional e social.

Embora cientes da necessidade de envolver, no planejamento ambiental, as diretrizes legais que lhe sustenta, na prática o que se efetiva se distancia do ideal, tornando este cada vez mais utópico em detrimento da predominância do pensamento econômico no seu desenrolar. Com isso, o que se percebe é a geração de impactos ambientais que vêm instigando veementemente os diálogos em busca de soluções para aplicar as ações mitigadoras e preventivas dessa problemática, com o intuito de reduzir os efeitos negativos destes nos sistemas socio-ecológicos.

A bacia hidrográfica se apresenta como recorte espacial importante para o direcionamento de estudos voltado às questões ambientais, que compatibilize as características naturais e formas de uso, uma vez que "considerar a bacia hidrográfica como um todo, como um sistema ambiental, implica entender que as relações entre os diversos componentes naturais e socioeconômicos que se manifestam na bacia interagem de maneira complexa" . (RODRIGUEZ et al, 2011, p.114), nesse setido que é apresentado a relação do recorte espacial bacia hidrográfica com as unidades geoambientais.

A bacia hidrográfica do rio Igarapé-Açu abrange territórios de dois municipios do nordeste paraense, Igarapé-Açu e Marapanim, sendo sua maior parte pertencente ao primeiro municipio citado. A mesma é interceptada por duas importantes rodovias estaduais, PA 242 e PA 127, que dão acesso a outros importantes muncipios do nordesrte do estado, dando maior

dinâmica antrópica a área em torno dessas rodovias e diversificando os usos presentes na bacia. O mapa a seguir apresenta a localização geográfica da área de estudo.

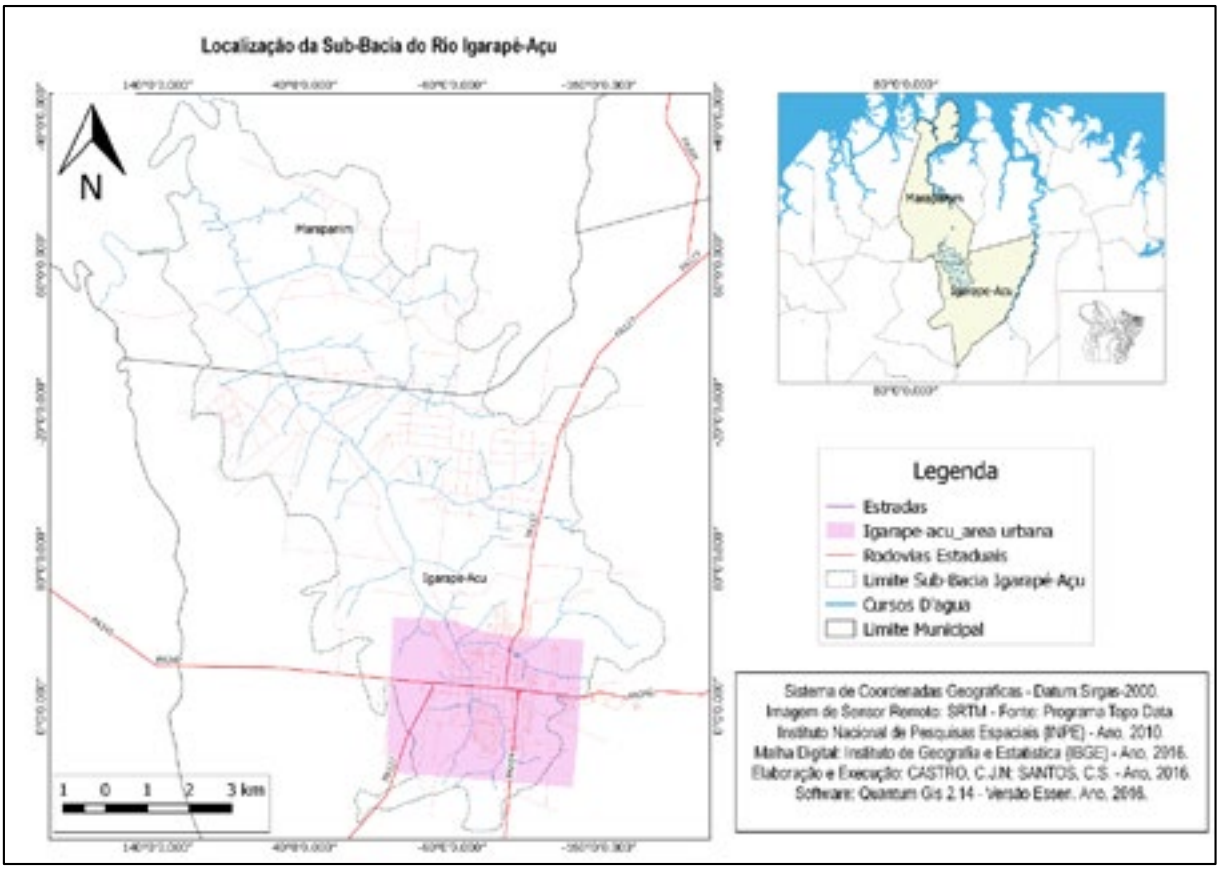


Figura 1 – Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Igarapé-Açu

É importante no estudo que se faz tendo como recorte espacial uma bacia hidrográfica, deixar claro também a categoria geográfica norteadora do estudo, uma vez que trata-se de um trabalho geográfico, sendo deste a Paisagem. Ao indicar a categoria é possivel destacar sua importancia no estudo, uma vez que esta se apresenta enquanto categoria integradora, pois não se atém apenas aos elementos naturais, trata-se "da paisagem total integrando todas as implicações da ação antrópica" (Bertrand, 2004, p. 141).

Bertrand (2004) ao apresentar que a paisagem também é compreendida a partir das ações antrópicas deixa evidente o caráter integrador da mesma e a importância de considerar seus

variados elementos, em que uma das propostas de compreensão deles é a partir da identificação das unidades geoambientais. Dessa forma, o presente trabalho tendo como objetivo geral caracterizar as unidades geoambientais da bacia do rio Igarapé-Açu, apresenta também como um objetivo especifico destacar a relação entre: Paisagem, Bacia Hidrográfica e Unidades geoambientais, reforçando a característica complexa e integradora de elementos naturais e antrópicos desses conceitos.

2. Materiais e métodos

Para a elaboração desta pesquisa foram realizadas as seguintes etapas: **análise:** que compreende a revisão de material bibliográfico e organização dos objetivos da pesquisa; **organização/elaboração do material cartográfico:** sendo esta fase atrelada a anterior, pois houve a necessidade de compreender o que se concebe enquanto unidade geoambiental para realizar sua respectiva representação, além da necessidade de levar em consideração às informações das características naturais e formas de uso presentes na bacia, ou seja, a elaboração e organização do material cartográfico tornou-se possível após a realização da confirmação das informações em estudo de campo, ficando para a fase posterior da pesquisa, **integração de análise dos dados** onde foi realizado a compilação das informações cartográficas à teoria para a compreensão das características especificas das unidades geoambientais na bacia do rio Igarapé-Açu.

3. Resultados e Discussões

1.1. Compreensão das unidades geoambientais a partir da categoria Paisagem

Assim como Victor Sotchava que se preocupou em realizar a espacialização das paisagens a partir da delimitação de diferentes níveis escalares (dimensões planetária, regional e topológica) Georges Bertrand também se propôs a realizar tal classificação em níveis escalares mais detalhados, para expressar os diferentes níveis de interações dos fenômenos. Este

último realiza a classificação da paisagem em unidades superiores (Zona, Domínio e Região) e unidades inferiores (Geossistema, Geofacies e Geótopos), estas últimas – unidades inferiores- são escalas temporo-espaciais de Tricart e Cailleux, compatíveis com a escala de atuação humana, portanto alvo de maiores investigações no âmbito da geografia (CUNHA, 2004).

A partir da definição de escalas temporo-espaciais e da descrição das variáveis de Potencial ecológico, exploração biológica e ação antrópica estabelecida por Georges Bertrand para o entendimento da paisagem, torna-se possível compreender sob que critérios e especificidades as paisagens são classificadas, de modo a obter uma compreensão mais detalhada das mesmas, como Nascimento (2007, p.90) menciona:

> Seguindo a Teoria Geossistêmica de Bertrand (1971) e suas interações, podem ser analisadas as combinações e as diversas relações entre os fatores de exploração biológica, Potencial Ecológico e suas relações com as ações e resultantes sócio-espaciais, a fim de delimitar as unidades geoambientais da área em teste e nortear um esboço de zoneamento geoambiental, uma vez que os geossistemas acentuam o complexo ambiental e sua dinâmica, resultando da combinação dialética dos processos natural e social.

Como apresentado por Nascimento et al (2007), que realiza estudo de unidades geoambientais para tratar de áreas desérticas, verifica-se a possibilidade de estabelecer ampla relação entre as propostas de classificação da paisagem destacada anteriormente e o estabelecimento das unidades geoambientais, uma vez que ambas partem do principio integrador, próprio da Teoria Geral dos Sistemas da qual são influenciadas.

De acordo com Souza (2005) citado por Magalhães e Silva (2010, p. 02) “a análise geoambiental é uma concepção integrativa que deriva do estudo unificado das condições naturais que conduz a uma percepção do meio em que vive o homem e onde se adaptam os demais seres vivos”. Neste sentido, para a compreensão destas unidades geoambientais se faz necessário realizar um inventário do espaço, de modo a apresentar de forma detalhada os seus aspectos físicos, para assim compreender suas respectivas relações de ocupações e exploração.

Para o estudo de bacias hidrográficas e suas respectivas classificações em unidades geoambientais é necessário compreender por que discussões perpassam a sua definição. De

forma resumida a bacia hidrográfica é "definida como a área drenada por um determinado rio ou por um sistema fluvial" (CHRISTOFOLETTI, 2009, p.102). Quanto às discussões que perpassam o entendimento de bacia hidrográfica, é importante evidenciar que esta não se constitui apenas enquanto unidade física, de um conjunto de terras drenadas, mas é definida também por seus aspectos sociais, de usos e ocupações que se estabelecem na mesma, além de suas implicações políticas e culturais.

Ao identificar estes fatores que compreendem as variáveis de uma bacia hidrográfica e suas respectivas definições, deixando claro suas características e formas de interações, é possível realizar a classificação da paisagem a partir das unidades geoambientais. A cartografia pode ser utilizada como ferramenta para a representação destas unidades para possibilitar ao leitor o reconhecimento das áreas classificadas com a leitura dos mapas elaborados, utilizando-se de escalas com diferentes níveis de detalhamento para melhor identificar as dinâmicas presentes nas unidades de estudo. Além disso "o mapeamento das unidades de paisagem, englobando os elementos naturais e sociais da paisagem, contribui para a identificação e análise dos impactos ambientais decorrentes do uso e ocupação inadequados"(Gorayeb; Pereira, 2014, p.06).

Como observado, a relação estabelecida entre bacia hidrográfica e unidade geoambiental (este último como suporte para a apreensão das dinâmicas físicas, biológicas e sociais que se realizam no âmbito da primeira) ocorre na medida em que há um recorte espacial cujo estudo demanda não de uma visão fragmentada, mas holística que possibilite a apreensão de suas interações dentro de um sistema que é complexo e passível de reestruturações.

1.2 Unidades Geoambientais da Bacia do Rio Igarapé-Açu

Ao considerar a bacia do Igarapé-Açu, suas características naturais e formas de ocupação é possivel setoriza-la em três unidades geoambientais, a saber: Várzea, Planície Fluvial e Tabuleiros, como já destacado essas unidades apresentam caracteristicas naturais e de

ocupação difereciadas entre si, no mapa a seguir é possivel visualizar a espacialização das unidades.

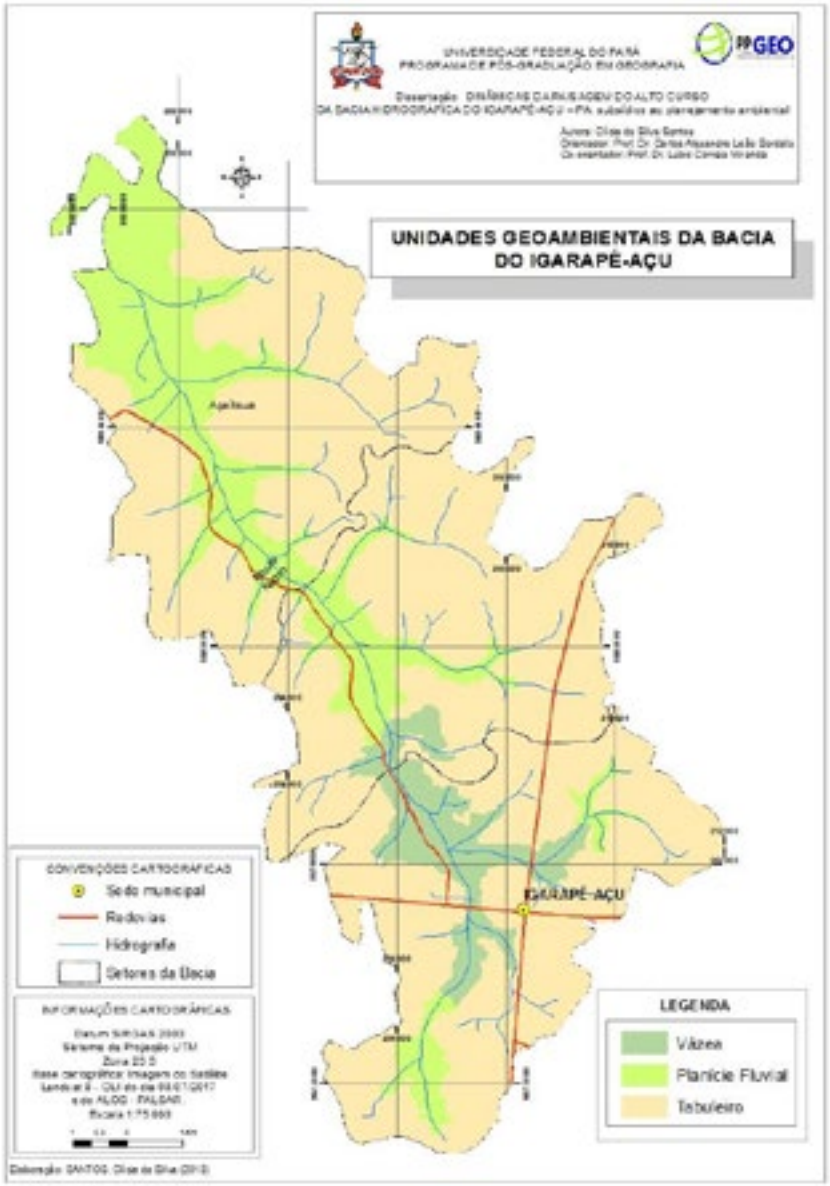


Figura 2 – Unidades Geoambientais da Bacia do Igarapé-Açu

Dentre as unidades subscritas, no contexto da bacia do Igarapé-Açu, o **Tabuleiro** é a que se destaca no que concerne à área de abrangência, com 74,06 km². Este se localiza nas regiões marginais das Vázeas e das Planícies Fluviais, estendendo-se às maiores altitudes. A Geologia do Grupo Barreiras apresenta superfície topograficamete classificada com a declividade predominantemente suave-ondulado e ondulado, embora apresentando pequenas planícies nas suas extenções.

Em geral, é composta por Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, onde se desenvolve uma vegetação herbácea e secundária devido ao alto grau de antropização desta unidade, nesta o uso predominante é voltado para a Agropecuária (com a criação de gado em pequenas e grandes propriedades e o cultivo do dendê concentrado na porção meridional da bacia), destaca-se também as porções do núcleo urbano.

No contexto da bacia, esta unidade de paisagem se encontra fortemente degradada pelas ações antrópicas, emergindo numa intensificação da supressão da vegetação, compondo uma paisagem artificializada coberta por espécies rasteiras de gramíneas e herbáceas ao serviço da produção agropastoril. Poucas são as propriedades agropecuárias, inseridas nesta unidade, que respeitam as leis ambientais quanto aos requisitos de conservação parcial da vegetação natural como forma de manter um subsídio à biodiversidade local, e que visam a garantia de meios para o reestabelecimento de equilíbrios ecosistêmicos nas regiões marginais às pastagens e/ou plantações.

Por outro lado, a **Planície Fluvial,** segunda maior Unidade Geoambiental de abrangência da bacia, com 20,04 km² de extensão, se enquadra no contexto geológico dos Coluviões Holocênicos, geomorfologicamente ocupa áreas de planícies esculpidas pela ação dos rios, apresentando declividade plana, de altimetria entre 0 a 10 metros, podendo atingir cotas altimétricas superiores em alguns trechos. Também sob um clima quente e úmido de baixa amplitude témica, se caracteriza pela proximidade dos canais fluviais, em que os solos do tipo Neossolo Quatzarênico Hidromórfico permitem o desenvolvimento de uma vegetação Ombrófila Densa, com espécies como o açaí (*Euterpe oleracea*), angelim(*Dinizia excelsa)*,

cedro (*Cedrela fissilis*), dentre outras, e de Formação Interfluvial Herbácea na porção setentrional, nas proximidades do rio Marapanim.

Assim como apresenta significativa relevância quanto às diversidades e intensidade da flora, estas unidades agregam diversas espécies de fauna características da região, sobreturo endémicas. Os serviços ecossistêmicos prestados por estas são implicitamente expressivos dianta da sua robusta vegetação que ainda resiste às imposições econômicas provenientes da agropecuária.

Os principais usos identificados nesta unidade foram da Agricultura Familiar, nas proximidades das comunidades de Açaiteua e Montenegro, Agropecuário (cultivo do dendê e pastagem), também foram identificados usos da água voltados para o lazer, como exemplo do balneário da ponte que divide os municípios de Igarapé-Açu e Marapanim e balneário Refúgio, para o desenvolvimento de atividades básicas como a lavagem de roupas pela comunidade local, sobretudo das comunidades do Monte Negro e Açaiteua.

A **Várzea,** assim como a Planície Fluvial, se localiza em um ambiente geologicamente definido como de Coluviões Holocênicos e de altimetria que varia entre 0 a 10 metros. Dentre as diferenças que essa apresenta em relação à Planície destaca-se a presença de solos saturados ao longo do ano e ocorrência de Buriti, mesmo que dispersos em alguns trechos. Os solos presentes são dos tipos Neossolo Quartzarênico Hidromórfico e as bordas da unidade são constituídas de Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico. Quanto à cobertura vegetal, esta unidade agrega uma diversidade das espécies presentes, com ênfase nos buritis (*Mauritia flexuosa*), que se constituiu como uns dos indicadores na delimitação desta unidade de paisagem.

Embora em algumas das suas extensões prevaleça uma cobertura vegetal densa, esta unidade geoambiental caracteriza-se pela supressão vegetacional em razão da ampliação do núcleo urbano, incluindo as extensões que ao longo do tempo vêm se estendendo de forma desordenada, multiplicando os efeitos nocivos das cidades à qualidade de vida, tanto nos ecossistemas naturais quanto urbanos. Este último caracterizado como produtor de impactos,

uma vez que a capacidade de suporte das unidades naturais é desconsiderada e no total ou parcial descumprimento das diretrizes legais que anseiam nortear o manejo ambiental sob os preceitos da sustentabilidade.

O uso predominante desta unidade é voltado para as ocupações urbanas, com construções mais estruturadas no centro da sede municipal de Igarapé-Açu, e centro da unidade Geoambiental de Várzea, e na medida em que se distancia para as bordas da unidade e periferia da cidade observa-se as construções mais precárias.

Também destaca-se o uso agropecuário, com áreas de pasto e cultivo de dendê, além destes usos é importante ressaltar que é nessa unidade onde se encontra o lixão do município de Igarapé-Açu. Foi possível identificar que em termos proporcionais de dimensão da unidade e quantidade de cobertura vegetal em área definida como APP (Área de Preservação Permanente) que a unidade Geoambiental de Várzea é a que mais tem sofrido a perda desta cobertura vegetal, pois é onde se concentra o uso urbano.

Figura 3 – Tabuleiro

Figura 4 – Planície Fluvial

Figura 5 – Várzea

É válido ressaltar que em todas as unidades geoambientais presentes na bacia do rio Igarapé– Açu existem formas de usos presentes nas mesmas que conflituam com o que é posto em lei em relação a preservação dos ecossistemas locais, sobretudo em relação a cobertura vegetal e a área destinada à proteção, por conseguinte há a necessidade em atentar a estas formas de uso para que as mesmas sejam compreendidas no sentido de identificar os principais impactos que estas trazem à bacia hidrográfica .

4. Considerações finais

A partir da explanação das características das unidades geoambientais, que neste estudo são representados pela Várzea, Tabuleiro e Planície Fluvial, em que cada uma delas apresenta sua especificidade em relação às caracerísticas naturais e as formas de uso, foi possível destacar a Várzea como ambiente mais fragilizados devido aos intensos usos que se fazem presentes na mesma. Nesse sentido, fazer valer o que define o Código Florestal Brasileiro (2012), sobretudo no que concerne a proteção de áreas de cobertura vegetal próximas a cursos d'agua, apresenta se como uma das principais ações que deve ser direcionada para esta unidade geoambiental, bem como regular os usos que agridem o ambiente nas unidades de Tabuleiro e Planície Fluvial.

Estas ações direcionadas são possíveis, pois as unidades geoambientais refletem uma preocupação com a qualidade ambiental, onde as caracteristicas são compreendidas e o estudo se encaminha no sentido de apresentar propostas para as problemáticas identificadas em cada unidade, uma vez que a cacterização dessas unidades possibilita compreender os usos predominantes nas mesmas e a estrutura física da paisagem que a constitui, de modo a respeitar as características dos ecossistemas locais e a manutenção de sua biodiversidade.

5. Referências Bibliográficas

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global. Esboço metodológico. Revista **RA´E GA**, Curitiba, n. 8. Paraná: Editora UFPR, 2004. , p. 141-152.

BRASIL. **Código Florestal Brasileiro** (LEI Nº 12.651). Brasília, 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm, acesso em 14 de abril de 2018.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia** . São Paulo : Blucher, 2009.

CUNHA, S. B. Geossistema e Gestão Ambiental na Bacia Hidrográfica do rio São João. Revista: ***GEOgruphiu***, 2004. , 87-110.

GORAYEB, A; PEREIRA, L. C. **Análise integrada das paisagens de bacias hidrográficas na Amazônia Oriental.** Fortaleza: Imprensa Universitária, 2014.

MAGALHÃES, G. B; SILVA, E. V. Da teoria à prática: as unidades geoambientais e sua contribuição para o planejamento territorial cearense. **VI Seminário Latino-Americano de Geografia Física, II Seminário Ibero-Americano de Geografia Física**, 2010.

NASCIMENTO, F. R; SOUZA, M. J; & CRUZ, M. L. Enfoque geoambiental para o tratamento da degradação/desertificação no município de Sobral – nordeste do Brasil/Ceará. **Ateliê Geográfico**, 2007, 80-101.

RODRIGUEZ, J. M; SILVA, E. V., & LEAL, A. C. Planejamento Ambiental de Bacias hidrográficas desde a visão da geoecologia das Paisagens . In: A. S. FIGUEIRÓ, & E. FOLETO, **Diálogos em Geografia Física** (pp. 111-125). Santa Maria: Editora da UFSM, 2011.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

CARACTERIZAÇÃO DE TRES SUB- BACIAS NA BACIA HIDROGRAFICA DO RIO XINGU E MUDANÇAS NA DINAMICA DE INUNDAÇÕES APÓS A CONSTRUÇÃO DA USINA HIDRELETRICA DE BELO MONTE EM ALTAMIRA, PA.

Rita Oliveira[1], João Vitor Gomes dos Santos[2]; Marina Amador[3]
[1] Faculdade de Geografia, Universidade Federal do Pará, email: denize40geoatm@gmail.com;
[2.] Faculdade de Geografia, Universidade Federal do Pará, email: marilorena10@gmail.com;
[3.] Faculdade de Geografia, Universidade Federal do Pará; email: jvitorgsantos@gmail.com;

EIXO: DINÂMICA E GESTÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

RESUMO

As sub –bacias dos igarapés Ambé, Altamira e Panelas integram a Bacia Hidrografia do Xingu, e atravessam a área urbana de Altamira, Estado do Pará. O estudo morfométrico das sub-bacias deu-se pela incidência de eventos de inundações graduais e bruscas. A análise morfometrica de três sub - bacias de acordo com procedimentos adotados por Christofoletti (1999), uso do software QGIS versão 3.0 e pesquisa de campo. A altimetria é uma das variáveis naturais de maior influência na incidência de inundações, no caso das inundações bruscas ressalta-se contribuição da variável uso e ocupação do solo, marcado pela presença de atividades degradantes como pecuária extensiva, implantação de açudes e barragens clandestinas e ocupação desordenada das planícies fluviais. A instalação da Usina Hidrelétrica de Belo Monte modificou a dinâmica de inundação das planícies fluviais que interagiam com pulso de inundações do Rio Xingu (dinâmica de enchente e vazante), tornaram-se áreas de inundação permanente.

Palavras-chave: *Caracterização, inundações, Rio Xingu e Usina Hidrelétrica de Belo Monte.*

1. INTRODUÇÃO

A sub - bacia dos igarapés Ambé, Altamira e Panelas cortam a área urbana de Altamira, no Sudeste do Estado do Pará, e foram marcadas por diversas ocorrências de inundações urbanas graduais e brusca. Uma grave inundação brusca ocorreu no ano de 2009 como inumeras perdas materiais e mais de 20.000 desabrigadas, gerando portanto, a necessidade de um estudo que avalie aspectos naturais |por meio da analise morfometrica (área, altitude e linhas) e de uma avaliação sobre o uso e ocupação do solo.

Rita Oliveira, João Vitor Gomes dos Santos, Marina Amador apresentam variadas dimensões para definição e caracterização. Na

As planicies de inundação hidrogeomorfologia Leopold, Wolman e Miller (1964; p. 317) a planície deve apresentar: 1) canal do rio; 2) lagoas marginais; 3) Barras em pontal sobre o lado convexo das curvas do rio; 4) meandros abandonados, resultado da migração lateral do canal; 5) Sloughs (brejo, lamaçal, pântano ou igapó); 6) Diques naturais; 7) Backswamp deposits - A seção de uma planície de inundação , onde os depósitos de sedimentos finos e argilosos se acumulam após inundação; 8) Sand Splays – depositos de areia grossa.

Na geomorfologia Suguio & Bigarella (1979) relacionam a planície de inundação a *várzea*. A várzea é parte integrante do plano aluvial forma fundamental da erosão lateral. Aspectos importantes são

apresentados: a) a várzea constitui um aspecto deposicional dos vales dos rios, associado ao clima e regime hidrológico dos rios;

Na Limnologia Sioli (1951) e Sioli & Kingle (1964) apresentam uma classificação das planícies associado ao tipo de rio. Os rios de águas brancas desenvolvem na planície uma atividade extraordinàriamente acentuada, que modifica constantemente os seus cursos, em forma de sedimentação e erosão intensiva e simultânea. Ao contrário, os rios de águas claras possuem um leito fluvial estável. Suas cabeceiras se encontram em regiões geologicamente mais antigas e onde a planificação já está em grande parte concluída. Por isso, pouco material de solo, suspensivo e transportável, está à disposição de tais rios. Todas estas circunstâncias contribuem para que estes rios não criem uma várzea na parte principal dos seus cursos; a terra firme, coberta de floresta alta, avança em geral até a margem do rio. Nos rios de águas pretas apresentam largos vales que elaboram no terreno, o fundo destes vales é então coberto por uma floresta característica de inundação, o chamada de "igapó", pelo qual o verdadeiro leito fluvial se estende, ora em meandros, ora numa largura formidável de muitos quilômetros.

Do ponto de vista socioeconômico Lopes (2007) apresenta uma visão integrada e intrínseca entre a várzea (planície) de inundação e o varzeiro. A várzea é a designação usual para definir as grandes faixas marginais aos rios da planície de inundação de águas brancas (rios, furos e igarapés) do estuário amazônico, um ecossistema aberto que corresponde a maior porção de florestas inundáveis ocupando 3% da área da Amazônia. O varzeiro é aquele que vive as margens inundáveis dos rios, combinando estratégias de sobrevivência e produção, como agricultura familiar, extrativismo vegetal, criação de gado, extração madeireira, pesca, cultura de autoconsumo e sobrevivência.

O regime hidrológico é essencial na gênese das planícies é sustentabilidade das planícies de inundação. De acordo com Poff[1] *et* al. (1997) o regime de inundação natural ou o regime hidrológico pode ser entendido como:

> *Um fluxo natural das águas que varia em escalas de tempo de horas, dias, estações, anos e mais. Muitos anos de observação de um medidor de vazão são geralmente necessários para descrever opadrão característico de fluxo de um rio quantidade, tempo e variabilidade das águas fluviais* (POFF et. al, 1997, p.770).

[1]Na carência de dados em longo prazo a frequência das inundações de grande magnitude pode ser estimado por estudos paleohydrologicde detritos deixados pelas enchentes (HUPP e OSTERKAMP 1985).

Assim, o *pulso de inundação* é a principal função de força nos grandes sistemas de vales de inundação e das várzeas amazônicas. Essas funções de força promovem condições ambientais diversas, alterações periódicas nas comunidades vegetais, animais, múltiplas e intensivas alterações entre as fases aquáticas e terrestres com processos bióticos de produção de matéria orgânica, decomposição, deposição de sedimentos, com alta diversidade de espécies. A conectividade entre áreas alagadas, canais naturais, lagos, rios e pântanos apresenta um gradiente de interações diretas e indiretas de grande importância ecológica e econômica, com reflexos no ciclo hidrosocial[2] (TUNDISI, 2007, p. 112).

De acordo com Junk (2014) e Cunha, Piedade e Junk (2015) a três tipos de pulso de inundação, considerando magnitude e freqüência: a) Pulso monomodal, b) Polimodal e, c) Plurimodal. No caso da bacia do Rio Xingu o Rio principal enquadra-se como um rio de pulso monomodal de alta amplitude, ou seja, um rio com amplitudes médias máximas acima de 4m são considerados como rios de pulsos altos em que a curva do fluxo básico ("*base-flow*") mostra um padrão monomodal, com uma marcada fase de enchente/cheia e outra de vazante/seca. Por outro lado, os canais principais interagem com o Rio Xingu apresentam pulso polimodal, pois, por causa do tamanho pequeno das respectivas bacias hidrográficas, o nível da água de pequenos rios é fortemente afetado por chuvas locais. Pulsos de curta duração ocorrem principalmente na época chuvosa durante ou logo após chuvas intensas, e não são previsíveis.

A construção da Usina Hidrelétrica de Belo Monte modificou pulso monomodal em função da construção da barragem e do desvio de canal principal, a localização do núcleo urbano de Altamira a montante da barragem, propiciou a inundação permanente de grande trecho das planicies fluviais que ao inves de apresentarem pulso com cheia e vazante sazonais, tem o fluxo da agua controlado

Na parte rio acima da barragem de desvio, a redução na velocidade da corrente dentro do trecho represado levará a um aumento na sedimentação (SYVITSKI ET AL., 2005). Isso vai transformar as características heterogêneas do substrato rochoso da região num leito arenoso/lodoso homogêneo. Mudanças na profundidade e na transparência da água vão alterar a penetração da luz, causando prováveis impactos à disponibilidade de recursos bêntonicos. Apesar da adoção da chamada vazão ecológica no

[2]Segundo JUNK, (2000) os ciclos hidrossociais e hidroeconômicos nas áreas de várzea são de grande importância na exploração humana das várzeas. Os diferentes tipos de várzea e o gradiente ecológico-social na Amazônia impulsionam quatro principais atividades econômicas na várzea: pesca, exploração florestal, aquicultura e pecuária.

pode-se concluir que as vazões a serem mantidas no TVR são insuficientes para a manutenção da vida aquática em determinados meses (OLIVEIRA e HORA, 2012).

As planicies fluviais dos igarapés Altamira e Ambé foram transformadas em Parques Ambientais em que a topografia foi alterada sensivelmente por meio de aterros, terraplagem e construção de novas pontes e vias de circulação. Entretanto, na bacia do igarapé Panelas as ações do Programa de Requalificação urbana foram menos impactante uma vez que não observou-se implantação de um Parque Ambiental, entanto, tem sido foco alterações como construção de um Reassentamento Urbano Coletivo Laranjeiras (RUC), dois piers de atracação de embarcações, construção de uma ponte sob o igarapé Panelas permitindo acesso ao aeroporto, que causou grande impacto de sobre a planicie de inundação, Floresta Aluvial e ecossistemas complexos como as lagoas marginais.

Atualmente, inúmeras polêmicas permeiam a área de inundação permanente na ao processo de reamanejamento compulsório, sobretudo, de áreas ecossistemas amazônicos, que não foram previstos no processo indenizatórios, a exemplo, de uma lagoa marginal, que teve os eventos de inundaçoes agravados, tornando a area de elevado risco a vida humana, visto que foi densamente ocupada durante a construção da UHBM. Outro fato observado, que os processos de indenizações estão sendo questionados junto a Justiça Federal a exemplo da classe dos Oleiros, que no ano de 2018, deram inicio a uma serie de manifestaçoes públicas, que culminou com retorno dos oleiros para planicie do igarapé Panelas, cuja a população já havia que ja havia sido totalmente remanejada pelo Norte Energia.

Portanto, a mudança na dinâmica de inundação das três planícies de inundação gerou inumeros conflitos socioambientais, que perpassa pela solicitação reintegração de posse pela Norte Energia da antiga área de olaria do igarapé Panelas; e reveindicação dos moradores da lagoa por novas residencias uma vez que pelo agravamento dos alagamentos na área as casas estão desmoronando. Diante da problematica a os objetivos da pesquisa são: a) Caracterizar as três sub-bacias quanto a sua suscetibilidade a inundações a partir da análise morfometrica; b) Avaliar se o agravamento dos alagamentos esta relacionado ao tipo uso incluindo obras de engenharia como da Usina Hidreletrica de Belo Monte. A hipotese levantada é que a susceptibilidade a inundações graduais e permanentes agravamentos dos alagamentos estaria associado ao uso e ocupação da bacia e as obras de engenharia no curso do Rio Xingu.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

As sub – bacias do igarapé Ambé, Altamira e Panelas estão localizadas na no médio curso da Bacia do Xingu, e atravessam a área urbana de Altamira (Figura 01). Segundo a classificação climática de Köppen Aw, clima é do tipo úmido tropical sem estação fria, com temperaturas médias acima de 18º C, precipitações médias de 2.000 mm/ano. (LUCAS *et* al. 2006).

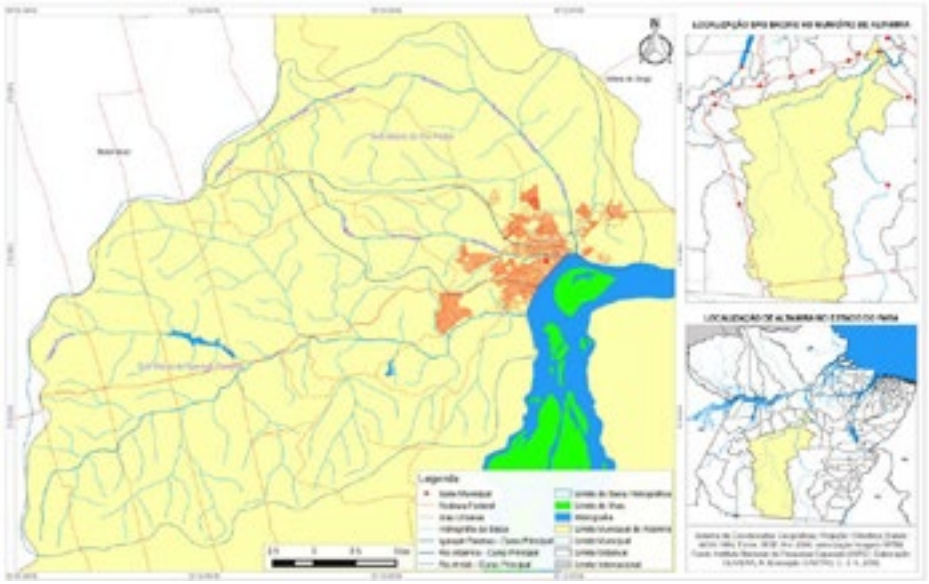


Figura 01: Mapa de drenagem das três sub- bacias do igarapé Altamira, Ambé e Panelas que atravessam o perímetro urbano de Altamira (Fonte: Oliveira, 2017).

A hidrografia possui como canal principal o Rio Xingu, marcado pela presença de ilhas e bancos arenosos, a exemplo, da ilha de Arapujá em frente ao núcleo urbano. Esses igarapés nascem na zona rural de Altamira e Brasil Novo e desembocam diretamente no Rio Xingu, na

A geologia é bastante complexa: Diabásio Triássico-Jurássico (Formação De Penatecaua); Formação Alter do Chão - Arenitos e conglomerados; Eoceno- Sedimentos indiferenciados de Neogeno e crostas de laterita; indiferenciado Sedimentos Quaternários (SAWAKUCHI et al. 2015; p.3).

Na Geomorfologia regional predominam morrotes e morros e colinas médias do Planalto Marginal do Amazonas, na margem direita estão presentes morrotes e morros dos Planaltos Residual do Sul da Amazônia e colinas médias e pequenas da Depressão da Amazônia Meridional (BRASIL, 2009).

As tipologias florestais primárias identificadas no médio Xingu foram: Floresta Ombrófila Densa de terra firme; Floresta Ombrófila aberta com palmeira; floresta ombrófila aberta com cipó e palmeira Floresta Ombrófila Aluvial periodicamente inundada (MPEG, 2008). O uso do solo segundo o Instituto

Socioambiental – ISA as principais atividades econômicas do médio curso da bacia do Xingu são a Madeira, Pecuária, garimpo e atividade cacaueira.

Dos procedimentos metodológicos foram realizados cálculos para obter parâmetros morfométricos conforme a tabela 01:

Tabela 01: Parâmetros morfométricos calculados para as três sub - bacias de drenagem.

N.	PARAMETROS	EQUAÇÃO	DESCRIÇÃO	INPORTANCIA PARÂMETRO NA ÁNALISE DE ENCHENTESE INUNDAÇOES
1.	ÁREA DA BACIA	**A**	Corresponde a toda área drenada pelo conjunto do sistema fluvial. Determinado o perímetro da bacia, a área da bacia poderá ser determinada utilizando softwares específicos, fornecida em M^2 ou Km^2.	Quanto maior for à área da sub - bacia , maior será o volume de água que passara pelo seu exutório, incrementando o efeito das enchentes no interior da bacia e a jusante da mesma.
2.	FORMA DA BACIA		Normalmente o sistema ambiental apresenta uma forma, costuma-se atribuir uma forma de figura geométrica: círculo retângulo, quadrado.	Atualmente o estudo da formada bacia tem avançado para mensuração mais complexa no âmbito das fractais mas na Amazônia essa aplicação ainda é muito insipiente, utilizando-se ainda formas geométricas conhecidas(ASSIS et al. 2008; VESTENA e KOBIYAMA, 2010)
3	ÍNDICE DE CIRCULARIDADE	$\mathbf{I_C = \frac{A}{Ac}}$	É a relação entre a área da bacia é um círculo de mesmo perímetro (MILLER, 1953). Onde Ic é índice de circularidade; A é a área da bacia e A_C é a área do círculo de igual perímetro. O valor máximo obtido é igual a 1,0, e quanto maior o valor mais próximo da forma da bacia circular se encontra a bacia	A forma da bacia influência na retenção da água das chuvas. Quanto mais circular, maior a retenção de água na bacia, aumentando à suscetibilidade as enchentes reduzindo os efeitos a jusante.
4	AMPLITUDE ALTIMETRICA DA BACIA (H)	H= AN-AF	Diferença entre os valores altimétricos máximo e mínimo dentro da bacia. Geralmente corresponde à diferença de altitude entre o ponto mais alto (NA) e a altitude da desembocadura (AF).	A amplitude altimétrica é um parâmetro importante, pois, fornece a declividade da bacia hidrográfica, quanto maior a amplitude, maior a possibilidade de inundações rápidas e bruscas em uma situação de extremo climatológico. Vale ressaltar que de forma grosseira pode dar uma noção do perfil longitudinal e do gradiente do rio que é a representação gráfica da variação da declividade do canal (gradiente); desde a nascente até a foz nível de base formando uma linha irregular côncava para cima com

				gradiente maior em direção a nascente do que a foz (MACHADO & TORRES, 2012).
5	**INDICE DE RUGOSIDADE**	**Ir= H x Dr**	O índice de rugosidade combina qualidade de declividade e o comprimento das vertentes e a densidade de drenagem. Expressando-se como valor que resulta do produto entre a amplitude altimetrica (H)e a densidade de drenagem (Dd), de modo que:	O índice de rugosidade é um importante parâmetro pois indica a possibilidade de ocorrência de erosão evidencia maior diversidade de ambientes e maior movimento do relevo, o que implica na variação das declividades e comprimento das vertentes, além da dimensão das drenagens. A declividade influência na infiltração e nos processos erosivos, em função do escoamento superficial. Indica a dissecação do relevo. Quanto maior esse coeficiente, mais restritiva serão as possibilidades de uso. Poderá indicar ocorrência de inundações bruscas.
6	**ÍNDICE DE SUNUOSIDADE**	**IS= Lc / dv**	O índice de sinuosidade, proposto por Schumm (1963), relaciona o comprimento do canal principal com a distância vetorial entre os extremos do canal	Valores próximos a 1,0 indicam que o canal tende a ser retilíneo. Já os *valores superiores a 2,0 indicam canais tortuosos* e os valores intermediários sugerem formas transicionais, regulares e irregulares. Sabe se, entretanto, que a sinuosidade dos canais é influenciada pela carga de sedimentos, pela compartimentação litológica e estruturação geológica. Em canais mais tortuosos a velocidade de escoamento da água é menor que em canais retilíneos, favorecendo cheias. Assim, quanto maior o índice, menor a velocidade do escoamento e, consequentemente, maior retenção de água no interior da bacia.

Fonte: Elaborada pelo autora

Fonte: Elaborado pela Autora

Por fim, foi realizado uma atualização das áreas de inundações permanentes, áreas visadas pelos oleiros para reativação para área de olarias, áreas de lagoas marginais com dinâmica de enchente e vazante alterada e áreas de parques ambientais a partir da análise multitemporal *landsat* e, utilização de software Arc GIS para confecção do mapa.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os canais fluviais principais das sub – bacia das três sub - bacias são denominados regionalmente como igarapé, por se adequar as especificações conceituais de Sioli (1951) e Ab Saber (2003) uma vez que apresenta largura inferior ao rio Xingu. A taxa de luminosidade que incide sobre as águas é menor que o Rio principal, atravessam áreas sombreadas pelo dossel das matas por essa condição apresentam coloração de suas águas pretas que correspondem a água marrom de café (SIOLI, 1951; AB SABER, 2003).

O igarapé Panelas destacou-se pelo maior comprimento do canal principal com aproximadamente 42 km, seguindo do igarapé Ambé com aproximadamente 34 km, e por fim o igarapé Altamira com aproximadamente 19 km. A sub-bacia do igarapé Panelas apresentou maior comprimento total dos canais com aproximadamente 367 km, a sub – bacia do igarapé Ambé apresenta um comprimento total dos canais aproximadamente 129 km, e a sub – bacia do igarapé Altamira apresenta um comprimento total dos canais de 44 km.

O índice de sinuosidade três canais principais concentrou-se entre 1 e 2 apresentando formas transicionais entre canais retilíneos e meandrantes. Assim o igarapé Ambé apresentou 1,47 seguido do igarapé Panelas 1.24 e com o menor índice o igarapé Altamira com 1.14.

A forma da bacia foi avaliada utilizando o índice de circularidade que foram inferiores a um (1) nas três sub- bacias, ratificando que quanto mais próximo deste valor mais próximo da forma circular. Na sub-bacia do igarapé Panelas o índice circularidade é de 0,48, seguindo da bacia do igarapé Altamira 0,44, e a do igarapé Ambé em torno de 0,36. A forma geométrica dessas sub-bacias sugere condições naturais baixas a medias de sofrerem inundações, em condições normais de precipitação pluviométrica.

Esse fato é corroborado pela interpretação do coeficiente de compacidade (Kc), que foram inferiores a 2 (dois). Na bacia do igarapé Altamira esse valor é de 1,47 para o igarapé Ambé 1, 45 e na bacia do igarapé Panelas igual a 1,26. Um coeficiente mínimo igual à unidade corresponderia a uma bacia hidrográfica circular. Para uma bacia alongada seu valor é significativamente superior à unidade (VILLELA e MATTOS, 1975) (Tabela 01).

A amplitude topográfica das três sub-bacias é bastante variável. A sub – bacia Panelas a variação foi maior em torno de 214 m, seguida pela amplitude topográfica da bacia do igarapé Altamira com 108 m apesar de se tratar de uma bacia com área inferior as demais bacias analisadas, e 106 na sub – bacia do igarapé Ambé. Essas diferenças Altimétricas influenciaram a ocupação da histórica do núcleo urbano de Altamira que se instalou na planície e terraços fluviais na confluência com o Rio Xingu com cotas até 120 metros, com bairros consolidados como Catedral, Centro, Esplanada do Xingu e Premem.

As cotas acima de 130 metros foram ocupadas mais tardiamente, que envolvem dificuldades de deslocamento, custos na instalação das residências aplainamento do terreno, abertura de poços individuais nas residências etc. Desta maneira surgem bairros em áreas de transição como entre Planície e Planaltos como o bairro Brasília, Ibiza, Sudam II que geralmente correspondiam a antigas fazendas que estavam no entorno do núcleo urbano (Figura 02).

Por meio de observações empíricas nas três sub-bacias podem ser consideradas como de pequeno e médio porte, aumentando a possibilidade das chuvas recobrirem boa parte das extensões da bacia. Outro aspecto, importante a ser analisado diz respeito, a cobertura vegetal e uso do solo dessas sub - bacias, duração das chuvas durante o período chuvoso na região, permeabilidade dos solos e interação de diferentes pulsos de inundações do Xingu e das sub-bacias.

A análise morfométrica das três sub – bacias do Rio Xingu demonstrou que a probabilidade de inundações a partir dos índices obtidos por meio de cálculos de variáveis lineares, areais forneceram indicadores baixos a médios da possibilidade de ocorrerem inundações nesta bacia em função da geometria, apresentam formas mais alongadas que pode ser observada na análise visual do mapa de drenagem das três, pela baixa densidade de drenagem, pelo índice de circularidade inferior a 1, baixa sinuosidade dos canais é inferior a 1,5 que não o qualificaria como um canal meadrante típico, sendo evidente um padrão arborescente que os enquadram com um padrão dendrítico. A morfometria das três sub-bacias: Altamira, Ambé e Panelas é representada pelas características e índices apresentados sumarizados na tabela 01.

Tabela 01: Características morfométricas das sub-bacias do igarapé Altamira, Ambé e Panelas.

Sistema de Drenagem	**Unidade**	**Sub-bacias**		
		Altamira	Ambé	Panelas
Ordem do rio principal	-	2ª	3ª	4ª
Padrão de drenagem	-	Subdendrítico	Subdendrítico	Subdendrítico
Densidade de drenagem	km/km^2	0,58	0,56	0,69
Sinuosidade do curso	km/km	1.14	1.47	1.24
Comprimento do canal principal	Km	19, 024	33, 684	41, 737
Comprimento total dos canais	Km	44, 293	128, 902	367, 021
Comprimento da nascente a foz	Km	16, 566	22, 827	33, 532
Área de drenagem				
Área da sub-bacia	Km^2	75, 652	230, 347	529, 984
Perímetro da bacia	Km	45, 859	78, 567	104, 321
Relevo das sub-bacias				

Altitude mínima	m	92	98	96
Altitude máxima	m	200	204	310
Amplitude Altimétrica	m	108	106	214
Forma das sub-bacias				
Índice de circularidade (Ic)	-	0,44	0,36	0,48
Coeficiente de compacidade (Kc)	-	1, 47	1,45	1,26
Fator forma	-	0,27	0,44	0,47

Fonte: Dados produzidos pela autora a partir da análise morfometria das sub bacias.

Além da amplitude topográfica considerável nas três sub – bacias, as inundações antes da construção da UHBM, pareciam estar relacionadas a uma interação existente entre o rio Xingu e os três afluentes e um setor de morfologia especifica denominada Volta Grande do Xingu, que consiste em um meandro, com morfologia resultante de processos estruturais como linhas de fraturas e dobramentos desenvolvida do contato do Cráton Amazônico e a Bacia Sedimentar Amazônica. Apesar da análise da morfométria do Rio Xingu não apresentar-se como objetivo da pesquisa cabe inferir que a relação largura e profundidade do Rio Xingu é em torno de 389,7m (SILVA, 2012) que configura um perfil transversal muito largo e raso, essa morfologia reflete diretamente sobre a velocidade das águas do Rio.

De acordo com Silva (2012) relação vazão e velocidade demonstra que a cada acréscimo de 1000m^3/s tem-se um aumento na velocidade 0,5 m/s (SILVA, 2012; p. 189). A velocidade da vazão mantém-se baixa mesmo com um aumento considerável da vazão, em caso, de cheias de elevada magnitude, associada a pulsos locais dos afluentes resultantes de precipitação locais espera-se eventos de inundação de elevada magnitude em função dessa especificidade.

Na prática, no setor onde estava instalado o núcleo urbano de Altamira apresentava maior vulnerabilidade a inundações, porém, não relacionado as geometria das sub-bacias dos igarapés Ambé, Altamira e Panelas, mas a forma do rio Xingu Volta Grande (meandro). Em caso de chuvas locais a água é drenada rapidamente das sub-bacias em virtude da diferença altimétrica entre a área de cabeceiras e jusante dos três igarapés, especialmente o igarapé Altamira pelo comprimento de sua bacia, e dependendo do uso do solo nestas sub- bacias os impactos serão maiores.

De forma geral, a variação topográfica permite inferirmos sobre os três domínios geomorfológicos que abrangem a área urbana de Altamira, conforme detalhado na metodologia as áreas mais elevadas das

sub – bacias com altimétria acima de 150 metros compõem o Planalto Residual Sul Amazônico frequentemente, rochas vulcânicas representadas por diabásios de idade jurássica da Formação Penatecaua com formas predominantes de morros e morrotes e do Planalto Marginal da Amazônia Baixos platôs da Amazônia Centro Oriental (DANTAS & TEIXEIRA, 2013) com topografia variando de 110 a 130 m são constituídos de colinas dissecadas abrangem bairros centrais com formas mais tabulares. A última unidade é o Domínio Planície do Xingu abrange fluviais de idade holocênica e apresenta notável diversidade de formas de relevo, destacando-se planícies de inundação, recobertas no médio Xingu por matas de igapó e vegetação pioneira; um complexo sistema de drenagem repleto de igarapés, canais de drenagem, lagoas, remansos que foi transformada para instalação do núcleo urbano de Altamira e que sofria por inundações anuais, foi totalmente alterado com as obras da UHBM (Figura 02), com aparecimento de novos Reassentamentos Urbanos (RUCS), áreas revitalizadas por meio de parques ambientais do igarapé Ambé e Altamira e áreas de inundação permamente.

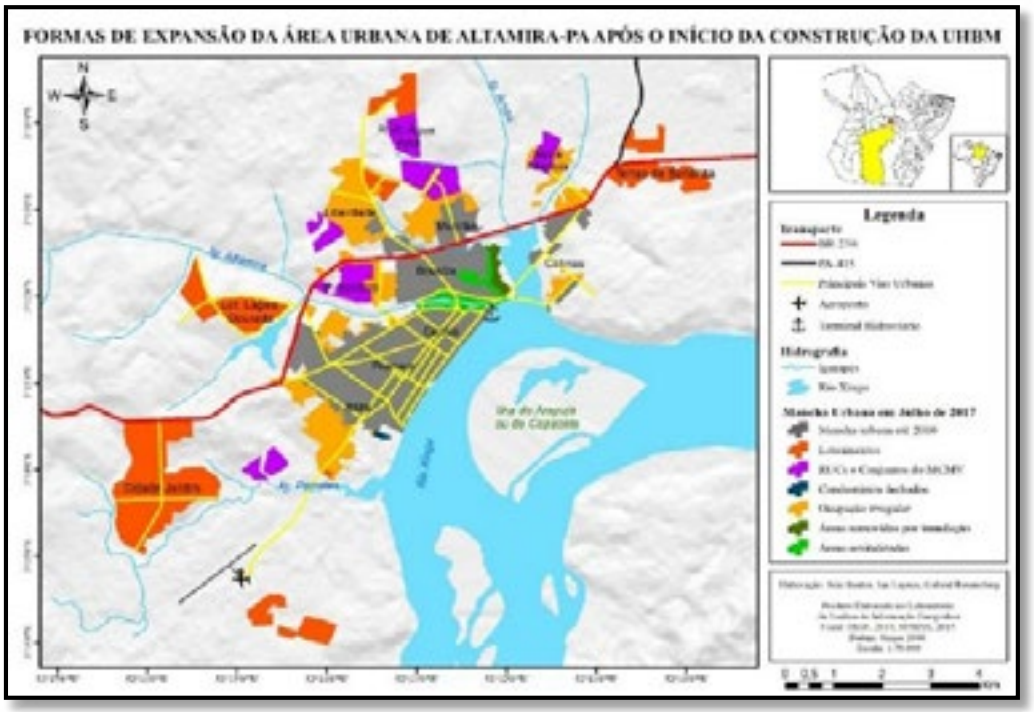


Figura 2: Evolução da ocupação urbana em Altamira antes e depois da instalação da Usina Hidrelétrica de Belo Monte.
Fonte: Santos, Lepeco e Rosemberg (2018).

As obras de engenharia de implementadas no canal do Rio Xingu, na Volta Grande do Xingu com a construção da barragem da Usina Hidrelétrica de Belo Monte foi o principal fator de inundação permanente de bairros como Açaizal, invasão dos padres, Aparecida, Sudam I, uma vez que elevou o nível da lamina d'água, submergiu varias unidades hidrogeomorfológicas localizadas próximas a desembocadura dos igarapés. A praias do pepino foi submersa (Ponto 03) praia do Pajé foi submersa (ponto 06); Pedrais foram submersos no balneário pedral (ponto 09); lagoa marginal com tipo de inundação alterada (ponto 01) com alagamentos permanentes (ponto 01); planície fluvial parcialmente inundada (ponto 08) que interferem na dinâmica da paisagem.

A mudança na dinâmica de inundação das lagoas marginais antropogênicas originou uma alagamento crônico no local que tornou crítico o risco a inundação, como apontado pela Defesa Civil em (BRASIL, 2012) potencializando os movimentos socioambientais motivados pelo desmoronamentos de vinte três casas, cumprimento das determinações do IBAMA para reconhecimento da população da lagoa como impactados pela Usina Hidrelétrica de Belo Monte. Outro movimento socioambiental é dos antigos oleiros que em agosto de 2018, ocuparam as antigas olarias no igarapé Panelas, sob a alegação da ausência de parte das indenizações ao grupo de oleiros.

Figura 03: Carta imagem da jusante do igarapé Panelas com pontos mais afetados pela inundação, os principais conflitos socioambientais na sub – bacia do igarapé Panelas[3] e a direção dos fluxos populacionais: (01) Lagoa marginal com setas vermelhas demonstrando fluxo de repulsão da população em função dos alagamentos crônicos após a construção da UHBM reivindicando casas nos RUCs ou indenizações; (08) – Área Planície fluvial parcialmente alagada após a construção da UHBM de antiga

[3] As famílias do bairro Independente I, em março de 2018, foram reconhecidas pelo IBAMA, e aguardam a retirada das famílias pela Norte Energiia e Prefeitura de Altamira e devem receber indenizações ou reassentamento. O sindicato dos Oleiros também alega a necessidade de ressarcimento de indenizações dos oleiros que não foram indenizados conforme afirma o Sindicato dos Oleiros de Altamira –SINDOALTA.

olaria com fluxo de atração populacional tendo em vista a reativação das olarias em função de um alagamento parcial da área e divergências nas indenizações.

5. CONCLUSÕES

A bacia dos três igarapés tiveram inundações em função das mudanças no pulso de inundação a montante da barragem, que suprimiu vários ambientes fluviais. O risco de inundação brusca ainda é iminente mesmo com controle da vazão na barragem de Belo Monte, em função das especificidades geológicas, geomorfológicas e do uso da bacia do Rio Xingu, mas que o indicadores geométricos. O nível de inundação das unidades hidrogeomorfológicas tem dado origem a diferentes tipos de movimentos socioambientais que reivindicam por uma nova apropriação da área como as antigas olarias e movimento contrário de total abandono da área da lagoa marginal por meio da criação de assentamentos urbanos como na área.

6. REFERÊNCIAS

AB' SÁBER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas** São Paulo: Ateliê Editorial, 2003. BRASIL, ELETROBRAS. LEME ENGENHARIA LTDA: ***Aproveitamento Hidroelétrico (AHE) Belo Monte – Estudo de Impacto Ambiental (EIA).*** 2009.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais.** São Paulo. Editora Edgard Blucher Ltda. 1ª Edição. 1999. 236p.

CUNHA, C. N.; PIEDADE, M.T.F.; JUNK, W.J. **Classificação e delineamento das áreas úmidas brasileiras e de seus macrohabitats.** Cuiabá: EdUFMT, 2015. 165p.

BRASIL, COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. **Ação Emergencial para Delimitação de Áreas em Alto e Muito Alto Risco a Enchentes e Movimentos de Massa.** 2012. 6p.

LOPES, L. O. do C. ***Várzea e varzeiros da Amazônia***. 1. Ed. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2008.

LUCAS, E. W. M.; SOUSA, F. A. S.; MENEZES, R. H. N.; COSTA, R. F.; OLIVEIRA, L. L. Regionalização da precipitação na bacia hidrográfica do Xingu, Pará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 13, 2006, Florianópolis. Anais...2006.

MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI. **Diagnóstico da vegetação e da flora da área de estudo da Usina Hidrelétrica de Belo Monte, Estado do Pará**. Belém: Convênio MCT-MPEG/ELETRONORTE, 2002. Relatório Técnico. 171 p.

OLIVEIRA, R.D. **Dinâmica De Inundação Das Planícies Fluviais do Rio Xingu, na Região do Complexo Hidrelétrico De Belo Monte - Altamira –Pa.** UNESP. Presidente Prudente, SP. 2018. 398p.

SALOMÃO, R. de P.; VIEIRA, I.C.G.; SUEMITSU, C.; ROSA., N. de A.; ALMEIDA, S. S. de ; AMARAL D. D. do; MENEZES, M.P. M. de. **As florestas de Belo Monte na grande curva do rio Xingu, Amazônia Oriental.** Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Ciências Naturais, Belém, v. 2, n. 3, 2007. p. 57-153.

SAWAKUCHI , A. O., HARTMANN, G. A., SAWAKUCHI, H. O.; PUPIM, F. N.; SOUSA, L. M.,. BERTASSOLI, D. J.; PARRA M., ANTINAO, J. L.; SABAJ PÉREZ,M. H.; OLIVEIRA, P. E.; SANTOS, R. A.; SAVIAN, J. F. ; GROHMANN, C. H. ; MEDEIROS, V. B. ; MCGLUE,M. M.;

FAUSTINO, D. C. BICUDO, S. B. **The Volta Grande do Xingu: reconstruction of past environments and forecasting of future scenarios of a unique Amazonian fluvial landscape.** Published by Copernicus Publications on behalf of the IODP and the ICDP. Sci. Dril., 3, 1–12, 2015.

SYVITSKI, J.P.M., VÖRÖSMARTY, C.J., KETTNER, A.J., GREEN, P.,. Impact of humans on the flux of terrestrial sediment to the global coastal ocean. Science 308, 2005. 376–380.

SIOLI, H. **Alguns resultados e problemas da Limnologia da Amazônia.** Boletim técnico do Instituto Agronômico do Norte. Numero 24. Belém. Pará. 1951. 44p.

SIOLI, H.; KINGLE, H. **Solos, tipos de vegetação e águas na Amazônia**. Boletim Geográfico. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 1964. p.146-153. nº XXII

SIOLI, H. Amazônia: fundamentos da ecologia da maior região de florestas tropicais. Editora Vozes, Petropolis.1985.72p. (Tradução de John Becker).

OLIVEIRA, G.; HORA, M. Estimativa da vazão ecológica no trecho de vazão reduzida do aproveitamento Hidrelétrico de Belo Monte. XXXIII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2012. 4p.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

CARACTERIZAÇÃO DOS IMPACTOS HÍDRICOS NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DA CIDADE DE TABATINGA - REGIÃO DE TRÍPLICE FRONTEIRA/BRASIL, COLÔMBIA E PERU

Ercivan Gomes de Oliveira [(a)], Adorea Rebello da Cunha Albuquerque [(b)]

[(a)] Professor MSc. do Departamento de Ensino Pesquisa e Extensão/DEPE, IFAM – Campus Tabatinga, Email: ercivan.gomes@gmail.com
[(b)] Professora Dra. do Departamento de Geografia/ICHL, Universidade Federal do Amazonas - UFAM, Email: adorea27@yahoo.com

Eixo 6: Dinâmicas e Gestão de Bacias Hidrográficas

Ercivan Gomes de Oliveira,
Adorea Rebello da Cunha
Albuquerque

Resumo

A cidade de Tabatinga (AM), situada na faixa de tríplice fronteira do Brasil, Colômbia e Peru apresentou nos últimos anos um significativo crescimento do setor terciário da economia. Este fato, resultou no aumento da população urbana e tem gerado sérios impactos ambientais, destacando-se a poluição das águas. Considerando-se a importância de obter informações sobre a qualidade da água, foram realizadas análises pelo Standard Methods em consonância com os parâmetros estabelecidos pela Agência Nacional de Águas. Os resultados indicaram que o valor do pH variou de 5.35 e 5.60, identificando-se a degradação da água. Os levantamentos realizados desde 2013, nestas bacias, revelou que tanto em áreas densamente ocupadas como, na bacia do São Francisco, como em áreas de expansão urbana como na bacia do Paraíso, ocorre a degradação dos recursos hídricos. Neste contexto, esta pesquisa visou de forma pontual identificar as possíveis causas ou fatores que contribuem para degradação.

Palavras chave: Bacias urbanas**,** APPs, Água, Tabatinga-AM.

1. Introdução

A água é um recurso muito utilizado para as diversas atividades na sociedade contemporânea. As cidades do Amazonas são densamente drenadas por pequenos e médios canais de drenagem ou igarapés, característica comum da região Amazônica. Neste contexto, se faz necessário e estratégico o planejamento das águas nas cidades do estado.

A mesorregião do Alto Solimões, localiza-se no sudoeste do estado do Amazonas, e compõe a faixa de fronteira internacional entre Brasil, Colômbia e Peru. A palavra Tabatinga em Tupi significa "Barro Branco" de muita viscosidade, encontrado nos fundos dos rios, e no Tupi Guarani quer dizer "Casa Pequena". Em Tabatinga, segundo estimativa do Censo Demográfico (IBGE, 2017), existem aproximadamente 63.635 habitantes, e desse total 70% mora na área urbana. Os limites político e administrativo são estabelecidos com a cidade de Letícia, na Colômbia e, com a ilha de Santa Rosa no Peru. Na figura 1 apresenta-se a localização da cidade de Tabatinga na Tríplice Fronteira.

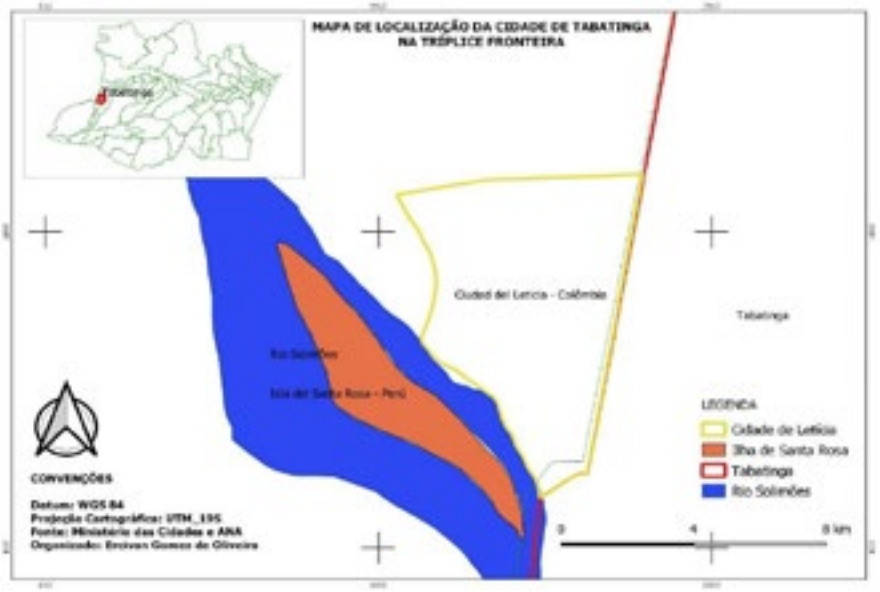


Figura 1 - Localização da cidade de Tabatinga na tríplice fronteira.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Os tipos de solo encontrados na região são argilosos e arenosos, onde predomina o Argissolo vermelho-amarelo e Gleissolo aluvial com textura argilosa média, distribuídos em relevo plano. Os tipos de rochas (litologia) desta área compõem-se de argilitos (argila), siltitos (substâncias minerais) e arenitos (EMBRAPA, 2018).

Ao se considerar a hidrografia, o rio Solimões é o principal elemento da drenagem da mesorregião do Alto Solimões. Com largura média de 2 km, o rio Solimões tem como principais afluentes da margem direita, os rios Javari, Jandiatuba e Jutaí e, da margem esquerda, os rios Içá e Tonantins, além de rios de menor porte como o Tacana e o Belém (CANTO, 2011).

As bacias hidrográficas que estão localizadas no município de Tabatinga são quatro, a bacia do São Jerônimo ao leste, do Cajarí ao norte, do Belém a oeste e, do Tacana ao sul em relação ao sítio da cidade. As microbacias do Paraíso e do São Francisco objeto deste estudo, fazem parte da bacia hidrográfica do Tacana.

A bacia hidrográfica do Tacana percorre todo perímetro urbano de Tabatinga, e a tonalidade de suas águas é negra. Segundo Sioli (1951) rios de "black water" possuem águas transparentes, de cor variando do verde-oliva até marrom-escuro e marrom-avermelhado. Na maior parte dos percursos, os canais de drenagem da bacia já foram atingidos por processos de assoreamento decorrente da ocupação irregular em suas margens, obras de terraplanagem e pavimentação de vias de circulação.

Segundo Botelho e Silva (2012) as microbacias por possuirem dimensões relativamente reduzidas precisam ser selecionadas em função da escala e do objetivo da pesquisa. Mesmo para projetos que se desenvolvam para grandes áreas, mas que se queira chegar a um nível de detalhamento, é possível adotar a microbacia como unidade espacial de análise, desde que esta represente as condições físicas e socioambientais da área de modo significativo.

Nos últimos anos, Tabatinga transformou-se no mais importante centro administrativo, econômico, financeiro, comercial, da construção civil, da oferta de empregos e de serviços de saúde, educação, entre outros serviços públicos do sudoeste amazonense. Desta forma, tornou-

ISBN: 978-85-7282-778-2

se um local atrativo para a população migrante regional e nacional, além de ter sua localização geográfica fronteiriça para o escoamento dos produtos às margens do rio Solimões.

Sendo assim, este trabalho teve como objetivo identificar os impactos ambientais nas microbacias do Paraíso e do São Francisco que de modo pontual refletem a degradação do manancial hídrico da cidade de Tabatinga. Neste contexto, as bacias hidrográficas foram usadas como unidade de planejamento territorial que agrega tanto aspectos ambientais como sociais, considerando-se a água, um recurso indispensável à vida, bem como, uma das condições básicas para as pessoas que residem nas cidades.

2. Materiais e Métodos

Para esta análise, foram selecionadas as microbacias do Paraíso e do São Francisco conforme proposta apresentada por Botelho (2012), na qual a bacia hidrográfica é entendida como unidade natural de análise da superfície terrestre, onde é possível reconhecer e estudar as inter-relações entre os diversos atores e processos que atuam na sua morfoescultura.

A delimitação das microbacias foi realizada a partir da plotação dos dados com ajuda do Global Positioning System – GPS, associado ao georreferenciamento de imagens orbitais do Google Earth Pro e, imagens de satélite disponíveis nas plataformas: Copernicus, RemotePixel e United States Geological Survey -USGS/EarthExplorer. O banco de dados vetoriais utilizado foi do Ministério dos Transportes no formato Shapefile para estabelecer os limites da cidade de Tabatinga em relação a Colômbia e o Peru.

O georreferenciamento dos canais de drenagem possibilitou a delimitação das microbacias do Paraíso e do São Francisco, situadas na área urbana e, seleção destas mediante os critérios de análise comparativa para realização do estudo, entre uma microbacia densamente ocupada e outra em processo de expansão. Desta forma, foi possível confeccionar tabela de dados espacializados de cada canal de drenagem nas microbacias.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Quanto à análise da água a pesquisa utilizou o Standard Methods (APHA, 2005). Para mensurar a qualidade da água nos corpos hídricos segundo a Agencia Nacional de Aguas/ANA (2017), que estabelece o Índice de Qualidade das Águas – IQA, considerando nove parâmetros: oxigênio dissolvido (OD), coliformes fecais, potencial hidrogeniônico (pH), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), temperatura, nitrogênio total, fósforo total, turbidez e resíduo total.

Os parâmetros de análise utilizados na pesquisa foram, o Potencial Hidrogeniônico (pH), Oxigênio Dissolvido (OD) e, a Condutividade Elétrica (CE) em seis canais de drenagem da cidade ao longo de seis anos, no período de 2013 a 2018. A metodologia utilizada para realizar as coletas foi de montante a jusante nas microbacias selecionadas, em períodos distintos de cheia e vazante.

Cada amostra de água foi coletada em frascos de polietileno com equipamento SensoDirect 150 com eletródo pH/ Oxidation Reduction Potencial (ORP), a fim de verificar o grau de poluição das águas em seis pontos distintos do Ponto 1-(P1) ao 6-(P6) percorrendo diversos bairros da cidade. Desses pontos, três foram coletados em áreas densamente ocupadas na microbacia do São Francisco referente aos pontos, P1, P2 e P3, e três em áreas pouco ocupadas na microbacia do Paraíso nos pontos, P4, P5 e P6. Nos seis pontos houve uma descrição detalhada da forma de uso do solo.

Para estimar a qualidade dos corpos d'água usou-se como referência a Resolução CONAMA 357/2005, que estabelece valores máximos para diversos parâmetros físico-químicos e enquadra os corpos de água doce em 5 categorias: classe especial, classe 1, 2, 3 e 4. Neste estudo serão tomados, para comparações, os valores referentes à classe 2.

Em seguida, foi realizado o geoprocessamento dos dados vetoriais e de raster levantados ao longo da pesquisa com uso do software QGIS Desktop 3.0 para confecção dos mapas temáticos de localização da cidade e, os dados dos seis pontos de análise da qualidade da água nos canais de drenagem da cidade.

ISBN: 978-85-7282-778-2

3. Resultados e Discussões

Os levantamentos de campo, associado aos registros de dados vetoriais e orbitais, realizados no decorrer dos últimos seis anos, possibilitaram o mapeamento de problemas existentes nas microbacias da cidade e, o reconhecimento detalhado da rede de drenagem. Segundo Oliveira (2017), a drenagem apresenta características perene e dendrítica quanto ao padrão geométrico. Em decorrência de características naturais e, da expansão urbana de Tabatinga sem infraestrutura básica, os igarapés estão sendo aterrados para construção de vias e expansão dos serviços urbanos. Fato que tem alterado a paisagem e, as características naturais, propiciando inundações em pontos específicos do perímetro urbano.

A ocupação irregular das Áreas de Preservação Permanentes –APPs é outro fator que tem contribuído para degradação do manancial hídrico por toda cidade, conforme figura 2. Segundo o Código Florestal todas as margens de canais de drenagem ou encostas com 45º de inclinação são áreas de risco natural em perímetro rural ou urbano.

Figura 2 - Canal de drenagem próximo à rua Santos Dumont com residências construídas na APP.

ISBN: 978-85-7282-778-2

A ausência de tratamento das águas servidas dos banheiros das residências são fatores que tem contribuído para poluição dos canais de drenagem. Nos levantamentos de campo foi possível identificar que as microbacias do Paraíso (no bairro Vila Paraíso) zona de expansão e, do São Francisco (no bairro São Francisco) nas proximidades da orla da cidade estão parcialmente degradadas. Na figura 3, estão localizados os seis pontos de coleta e análise da qualidade da água, onde a pesquisa foi realizada.

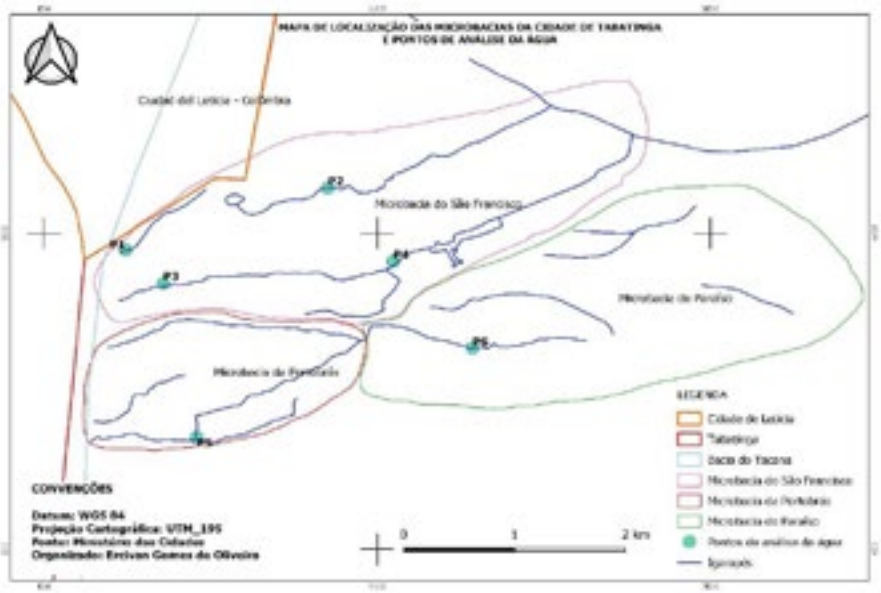


Figura 3 – Mapa de localização dos pontos de análise da água.

As análises demonstraram que a jusante da microbacia São Francisco, ocorreu o maior grau de degradação no ponto 1 - P1 com pH 5,35, resultado que pode ser relacionado à quantidade de residências e comércios nesta área. Outro fator importante a ser considerado é que os canais de drenagem na área urbana têm pouca profundida e largura.

Quando relacionamos esse dado com os dados de OD na figura 4, fica evidente a correlação da profundidade as características dos canais da cidade com altos valores no P6 - 1,8 e P2 - 1,2 que sofrem respectivamente influência direta da ausência de saneamento básico por

ISBN: 978-85-7282-778-2

ser uma das áreas de expansão urbana e, com atividade industrial, verificada a presença de uma olaria e outros empreendimentos comercias.

Figura 4 – Pontos de coleta e análise média dos dados de Oxigênio Dissolvido.

Mesmo nas áreas de expansão urbana da cidade no P6 - com pH 5,60 na microbacia do Paraíso já ocorre poluição acarretada pela ausência do tratamento das águas servidas e aterro dos canais de drenagem para construção de vias de circulação. Esta região da cidade é uma das que mais cresce, pela expansão imobiliária com terrenos desocupados e incentivos do governo municipal para a construção de casas populares. Tais fatos tem influenciado diretamente na degradação das microbacias analisadas, conforme mostra a Tabela I.

Tabela I- Pontos de Coleta nas microbacias analisadas com dados de pH e Tipos de ocupação

Pontos de Coleta	Usos do Solo	Atividade Preponderante	pH da água
P1	Densamente ocupado	Comercial e Residencial	5,35
P2	Pouco ocupado	Residencial e Industrial	5,83
P3	Densamente Ocupado	Comercial e Residencial	5,78
P4	Pouco ocupado	Residencial e Comercial	5,78
P5	Pouco ocupado	Residencial e Área Militar	6,01
P6	Pouco ocupado	Residencial	5,60

ISBN: 978-85-7282-778-2

Quando analisamos a figura 5 de CE nos pontos P3 - 408 e P1 - 330, podemos constatar que os altos valores estão relacionados a intensa ocupação do solo urbano e as atividades do comércio local, atrelado a ausência de saneamento básico e a ocupação das APPs. Segundo Santos *et al.* (2018) a variabilidade dos parâmetros de qualidade da água é resultado das interferências no ambiente, tais como, sazonalidade das coletas, do lançamento de efluentes, e acumulação de resíduos sólidos e líquidos nas vias urbanas das bacias hidrográficas.

Figura 5 – Pontos de coleta e análise média dos dados de Condutividade Elétrica.

A partir do mapeamento pontual das formas de uso do solo e, das análises de qualidade da água nas microbacias do Paraíso e do São Francisco, ficou evidente que a ausência de planejamento territorial na cidade tem contribuído para a degradação dos recursos hídricos. Além desses fatores, a ocupação das APPs nos últimos anos tem acarretado problemas de saúde, como doenças de veiculação hídrica a população residente dessas áreas, segundo os dados da Secretaria de Estado da Saúde do Amazonas – SUSAM em 2013 o índice de dengue na cidade de Tabatinga foi o segundo maior do estado.

Os dados constatados nesta pesquisa, remetem à necessidade da construção de um planejamento territorial que leve em consideração todos os agentes causadores dos impactos

ambientais nas bacias hidrográficas da cidade de Tabatinga, pois as bacias urbanas consistem em unidades ambientais que refletem os problemas relacionados as diversas formas de uso do solo. E neste contexto, somente um planejamento de caráter integrador poderá identificar caminhos para tomar medidas mais eficazes nestas áreas de interesse ambiental, social e econômico.

4. Considerações Finais

O Planejamento territorial das formas de uso das bacias hidrográficas, seja em áreas urbanas ou rurais, é importante, tanto do ponto vista ambiental, como social, uma vez que, a água é um recurso indispensável para sociedade, assim como, propicia qualidade de vida para as pessoas que residem nestas áreas.

Com base nos dados levantados podemos constatar que as microbacias urbanas da cidade de Tabatinga, encontram-se em vias de degradação apesar do município ser de pequeno porte. Fato este que pode estar associado diretamente a ausência de infraestrutura urbana. O crescimento da população e o incremento comercial nos últimos anos acentua os impactos ambientais, pois esse desenvolvimento ocorre sem gerenciamento, ignorando as legislações e políticas de planejamento urbano e ambiental.

As microbacias do São Francisco e do Paraíso distintas pelas suas formas de uso e ocupação tem revelado com as análises de qualidade da água a degradação dos canais de drenagem da cidade. A aplicação do código florestal quanto as Áreas de Preservação Permanente – APPs ainda é pouco respeitado ou não conhecido.

As microbacias analisadas no perímetro urbano de Tabatinga refletem a degradação da água, problemática comum nas cidades brasileiras. Os diversos agentes inseridos como os moradores, os estabelecimentos comércios e as indústrias contribuem de forma direta e indireta para a degradação. Diante de tal fato, analisar os usos múltiplos nessas áreas da cidade, tendo a

ISBN: 978-85-7282-778-2

bacia hidrográfica como unidade socioambiental de planejamento, nos possibilita explorá-la como ferramenta de planejamento territorial.

Agradecimentos

Agradecemos a Fundação de Amparo à Pesquisa do Amazonas - FAPEAM, Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa, Extensão e Interiorização - FAEPI, ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - IFAM pelo auxílio-pesquisa, assim como, as bolsas concedidas aos estudantes que promoveu o fortalecimento e realização desta pesquisa e, ao IFAM/*Campus* Tabatinga por disponibilizar equipamentos e laboratório para as análises.

Referências Bibliográficas

APHA - American Public Health Association. **Standard Methods of the experimenation of Water and Wasterwater**. 14 ed. New York, 2005. 541 p.

BOTELHO, R. G. M. **Planejamento Ambiental em Microbacia Hidrográfica**. Cap. 8, 2012 In: GUERRA, Antônio José Teixeira *et al*. (org.). Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações. 8ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012. 340 p.

BOTELHO, R. G. M; SILVA, A. S. da. **Bacia hidrográfica e qualidade ambiental.** Cap. 6, 2012 In: VITTE, Antônio Carlos e GUERRA, Antônio José Teixeira (org.). Reflexões Sobre a Geografia Física no Brasil. 6ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012. 282 p.

BRASIL. Agência Nacional de Águas. **Conjuntura de recursos hídricos no Brasil 2018: qualidade das águas superficiais**. Brasília: ANA. 167 p. Disponível em: < http://conjuntura.ana.gov.br/static/media/conjuntura_completo.27432e70.pdf>. Acesso em: 08 janeiro 2019. 88 p.

BRASIL. Lei n.12.651, de 25 de Maio de 2012.**Dispõe sobre a vegetação nativa e da outras providencias**. Disponível em: <http://www12.senado.gov.br/codigoFlorestal>. Acesso em: 27 de Fevereiro 2018.

CANTO, Acilino do Carmo *et al*. **Plano territorial de desenvolvimento rural sustentável: mesorregião Alto Solimões**. Associação para o Desenvolvimento Agro Sustentável do Alto Solimões. - Manaus: AGROSOL, 2011. 225 p.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Resolução n. 357, de 17 de março de 2005.** Disponível em: <www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em: 10 fevereiro 2017.

EMBRAPA. **Mapa de solos do Brasil**. Disponível em: <http://www.embrapa.gov.br/solos>. Acesso em 10 de janeiro 2019. 590 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico 2010 e Estimativa da População em 2017.** Disponível em: <http: //www.ibge.gov.br/cidades>. Acesso em: 24 junho 2017.

OLIVEIRA, Ercivan Gomes de. **Caracterização da qualidade da água nas microbacias hidrográficas na cidade de Tabatinga - AM**. Igapó: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia: Anais de Iniciação Científica. Manaus: IFAM, 2017. Disponível em:< http://www.ifam.edu.br/igapo/>. Acesso em: agosto de 2017. 5 p.

SANTOS, A. S.; GASTALDINI, M. C. C.; PIVETTA, G. G.; FILHO, O. S. **Qualidade da água na bacia hidrográfica urbana Cancela Tamandaí, Santa Maria/RS.** Revista Sociedade e Natureza. Uberlândia – MG. v.30, n.2, 2018, p.23-44. Disponível em: <DOI:http://dx.doi.org/10.14393/SN-v30n2-2018-2>. Acessado em: setembro de 2018.

SIOLI, H. **Alguns resultados e problemas da limnologia amazônica.** Boletim Técnico do Instituto Agronômico do Norte, 24, 1951. Disponível em: < https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/116584/1/Limnologia.pdf>. Acessado em: outubro de 2018. 43 p.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

CARACTERIZAÇÃO E MONITORAMENTO DE SEÇÃO TRANSVERSAL AO RIO MACABU, REGIÃO NORTE FLUMINENSE

Pedro Pessanha Frotté [(a)], Isabela Belmira Santos Giarola [(b)], Camila Ignez Santana [(c)], Pedro Ferreira Chagas Araújo [(d)], Mônica dos Santos Marçal [(e)], Adão Osdayan Cândido de Castro [(f)]

[(a)] Departamento de Geografia/IGEO, UFRJ, pedrofrotte@ufrj.br; [(b)] Departamento de Geografia/IGEO, UFRJ, isagiarola@ufrj.br; [(c)] Departamento de Geografia/IGEO, UFRJ, camilaignez@ufrj.br; [(d)] Departamento de Geografia/IGEO, UFRJ, pftchagas@gmail.com; [(e)] Departamento de Geografia/IGEO, UFRJ, monicamarcal@ufrj.br; [(f)] Departamento de Geografia/IGEO, UFRJ, adaocastro@id.uff.br.

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

As seções transversais são técnicas de medidas importantes na interpretação dos controles da morfologia de um sistema fluvial, auxiliando na caracterização da trajetória de evolução de um rio, uma vez que permite a interpretação dos processos fluviais contemporâneos e pretéritos. A gestão de recursos hídricos utiliza destas análises para entender as modificações naturais dos canais ou para atuar na preservação dos rios modificados por meio antrópico. Desta forma, o objetivo deste trabalho é apresentar a caracterização e os primeiros resultados alcançados no monitoramento de três seções transversais ao rio Macabu, como subsídio à interpretação da vazão e à investigação de variações morfológicas.

Pedro Pessanha Frotté, Isabela Belmira Santos Giarola, Camila Ignez Santana, Pedro Ferreira Chagas Araújo, Mônica dos Santos Marçal, Adão Osdayan Cândido de Castro

Palavras chave: Seção transversal; vazão; rio Macabu.

1. Introdução:

A magnitude e a frequência dos processos geomorfológicos (sejam naturais ou de origem antrópica) em um sistema fluvial refletem as características de fluxo e material sedimentar e resultam no ajustamento e alteração de variáveis, como largura, profundidade, velocidade, rugosidade e concentração de sedimentos em uma dada seção transversal (SCHUMM, 1977; BRIERLEY & FRYRS, 2005; MARÇAL, 2013).

Nesse sentido, a análise de seções transversais é imprescindível na identificação de mudanças e de ajustes nas feições geomorfológicas dos canais fluviais, sendo um indicativo importante sobre

magnitude e frequência de atuação dos processos geomorfológicos aos quais o sistema fluvial está imposto (MARÇAL, 2013). De acordo com a autora, estas análises possibilitam a medida das tendências deposicionais ou de erosão dos canais fluviais, permitindo que seja traçado suas características e comportamento.

O rio Macabu pertence à bacia hidrográfica de mesmo nome e está localizado entre as Regiões Serrana e Norte Fluminense, integrando a Região Hidrográfica IX do Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana (Figura 1). A Bacia do rio Macabu abrange sete municípios, sendo eles Campos dos Goytacazes, Carapebus, Conceição de Macabu, Macaé, Quissamã, Santa Maria Madalena e Trajano de Morais, abrangendo área aproximada de 1.113 km². O rio em questão é classificado como de sexta ordem e se desenvolve no sentido sudoeste-leste em uma extensão de 139 quilômetros, com nascente localizada na Serra Macaé de Cima, a 1.555 metros de altitude e foz na Lagoa Feia. Destaca-se que, de acordo com dados do censo demográfico de 2010, a região da Bacia do Rio Macabu tem população estimada em 31.524 habitantes. As principais modificações antrópicas no sistema fluvial da bacia referem-se à construção da barragem pela antiga Companhia de Eletricidade Fluminense, à transposição do rio Macabu para a bacia vizinha, a Bacia do rio Macaé (ambos entre 1949 e 1952), e às obras de retificação pela Departamento Nacional de Obras de Saneamento (DNOS), na década de 1960.

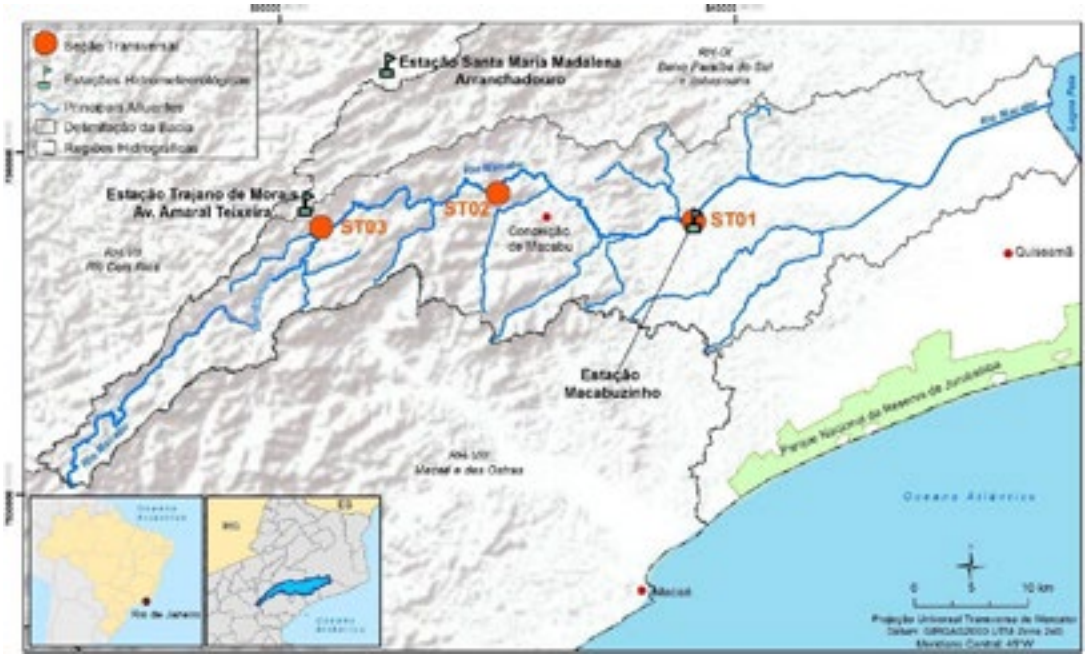


Figura 1: Localização da Bacia do rio Macabu e respectivas Seções Transversais. (Elaborado pelos autores)

2. Materiais e Métodos:

As medições das seções transversais ao rio Macabu se deram entre os dias 15 e 16 de dezembro do ano de 2018 e seguiram a metodologia proposta por Oliveira e Mello (2007) e Marçal (2013). Em cada seção foi instalado um par de estacas fixas de madeira de 75 centímetros nas margens do rio Macabu em pontos previamente selecionados. Nessas estacas, tencionou-se uma corda por onde foram tomadas as medidas da calha fluvial até a lâmina d'água, em intervalos de 50 em 50 cm.

A seção transversal 01 (ST01) compreende a zona colinosa da bacia, estando localizada na área urbana de Conceição de Macabu (RJ), (22º5'12,13"S e 41º44'25,59"O). A seção transversal 02 (ST02) compreende uma zona de transição de relevo entre a zona escarpada e o domínio montanhoso e está localizada na área rural do município de Trajano de Morais (22º4'3,88"S e 41º54'27,01"O). A seção transversal 03 (ST03) compreende o domínio escarpado, localizado também no município de Trajano de Morais (22º5'50,6"S e 42º3'25,39"O). Os dados foram planilhados no Excel 2010 (Figura 2).

Os dados de vazão foram adquiridos através de medidas de velocidade de fluxo em campo e da área da seção transversal, que compreende a seção molhada, nos pontos selecionados para a seção. A velocidade de fluxo foi medida em 3 pontos do canal (margem esquerda, centro e margem direita) com o uso de um molinete da Global Water Instruments modelo FP311 para a obtenção da velocidade média. Os dados foram planilhados no software Excel 2010 e obteve-se a vazão multiplicando-se a velocidade de fluxo média pela área da seção transversal.

Os dados pluviométricos foram obtidos do portal da Agência Nacional de Águas (ANA). As estações foram selecionadas através do uso da ferramenta Create Thiessen Polygons do software ArcGIS 10.3. Definiu-se: ST01: Estação Macabuzinho, código 02241003, localizada a 22º5'9,96"S e 41º44'22,92"O, operada pela Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais (CPRM) sob responsabilidade da ANA; ST02: Estação Trajano de Morais Av. Amaral Teixeira, código 02242433, localizada a 22º4'44,4"S e 42º4'12"O, operada e sob responsabilidade do CEMADEN; ST03: Estação Santa Maria Madalena Arranchadouro, código 02142152, localizada a 21º58'4,8"S e 42º0'10,8"O, operada e sob responsabilidade do CEMADEN.

3. Resultados e Discussão:

Serão apresentadas as informações do monitoramento obtidos: das três seções transversais ao rio Macabu, cálculos de vazão, índices pluviométricos, bem como observações realizadas em campo

(Figura 2). Destaca-se que as medidas de campo foram realizadas em uma semana em que predominou forte calor (com temperatura em torno de 37º), sem a constatação de chuvas expressivas nos pontos e nem em suas respectivas áreas de influência.

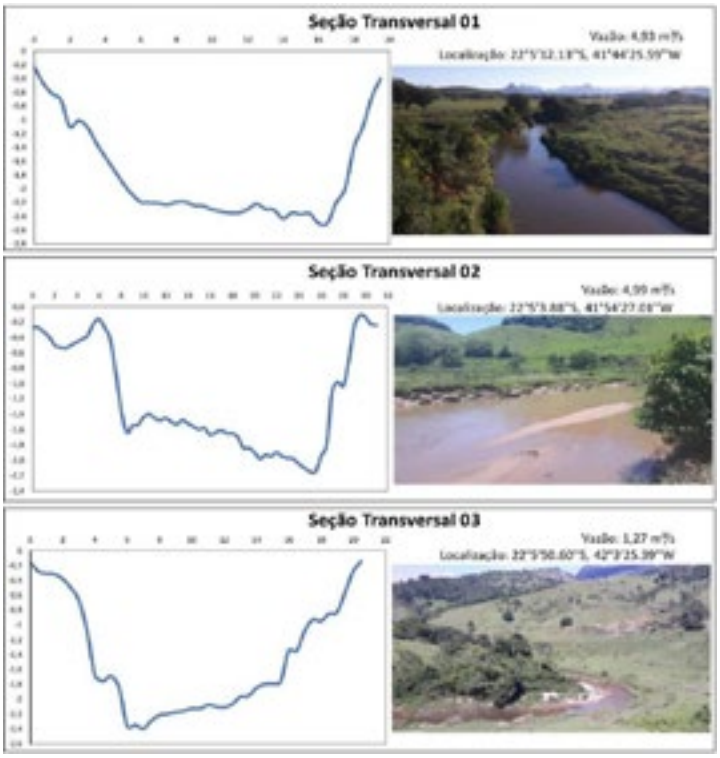


Figura 2. Seções transversais no rio Macabu (Elaborado pelos autores)

A seção transversal localizada mais a montante do rio Macabu e denominada de **Seção Transversal 03 (ST03)**, posiciona-se encaixada em vale estreito e confinado formado pela transição entre as zonas de morros e colinas, em área predominantemente montanhosa. Caracteriza-se por ser área estritamente rural, com baixa intervenção ou ação antrópica. As medidas de monitoramento são apresentadas na Figura 2. A vazão calculada foi de 1,27m³/s, considerada baixa para uma área de alta energia (domínio montanhoso), se comparado aos valores de vazão mais a jusante. Tal fato pode estar relacionado com um período de seca, visto que em um intervalo de oito dias, anteriores ao da medição, houve a constatação de apenas 24,14mm de chuva em sua área de influência, causando déficit hídrico no sistema fluvial e reduzindo, consequentemente, a vazão. Destaca-se que as margens do canal apresentam cerca de 2,40 metros de altura, em média, podendo indicar forte entalhamento do leito do rio em função da energia de fluxo.

A seção transversal localizada no rio Macabu, mais a jusante do ponto anterior, foi denominada de **Seção Transversal 02 (ST02)**. A partir da observação da forma em planta evidencia-se meandros arenosos, com certa frequência, indicando que nesse ponto os processos de sedimentação são mais expressivos. A seção transversal está localizada em ampla planície de inundação, com baixo gradiente de declividade, contribuindo com os processos de agradação. As medidas de monitoramento são apresentadas na Figura 2. A vazão foi calculada em 4,99m³/s e nesta seção. Há presença de seixos depositados no fundo do rio, provavelmente transportados em um contexto chuvoso.

A **Seção Transversal 01 (ST01)** está localizada mais a jusante das medições anteriores, em domínios colinoso e de planícies típicos da Baixada Norte Fluminense. Situa-se em área urbana da cidade de Conceição de Macabu, mas também, com características rurais pela presença de gado e pastagem. As medidas de monitoramento são apresentadas na Figura 2. Neste trecho o rio foi retificado pelo antigo DNOS, apresentando vazão calculada de 4,93m³/s, o que pode estar relacionado com a retificação do trecho em questão. Possui em suas margens e no fundo do canal sedimentos de granulometria mais grosseira e com presença de troncos de árvores.

4. Considerações Finais

Foram realizadas a implementação das seções transversais ao rio Macabu que permitiu a leitura inicial da dinâmica dos processos fluviais atuais. O monitoramento será realizado em períodos com intervalos de quatro meses, o que permitirá o acompanhamento do ajuste e os padrões de comportamento morfológicos dos processos erosivos e/ou deposicionais do rio.

Agradecimentos

À Agência da Bacia do Rio Paraíba do Sul (AGEVAP) e ao Grupo de Pesquisa em Geomorfologia Fluvial (GEOMORPHOS/UFRJ) pela contribuição no trabalho.

Referências Bibliográficas

BRIERLEY, G. J.; FRYIRS, K. A. Geomorphology and River Management: Applications of the River Styles Framework. Oxford: Blackwell Publishing, 2005. 398 p.
MARÇAL, M. S. Análise das mudanças morfológicas em seções transversais ao Rio Macaé/Rj. Revista Brasileira de Geomorfologia, v.14, n.1, p.59-68, 2013.
OLIVEIRA, F.L.; MELLO, E.F. A mineração de areia e os impactos ambientais na bacia do rio São João, RJ. Revista Brasileira de Geociências, volume 37. 2007.
SCHUMM, S. A. The fluvial system. Caldwell: The Blackburn Press, 1977

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAMISAS (RS)

Anderson Borges [(a)], Daniella R.M. de Oliveira[(b)], Jacson Gosman Gomes de Lima[(c)], Karina Gazola[(d)]

[(a)] Discente do Programa de Pós Graduação em Geografia, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, anderb_8@hotmail.com.
[(b)] Discente do Programa de Pós Graduação em Geografia, Universidade Estadual do Oeste do Paraná,daniella.rosa.m@hotmail.com.
[(c)] Discente do Programa de Pós Graduação em Geografia, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, jacsongosman@yahoo.com.br.
[(d)] Discente do Programa de Pós Graduação em Geografia, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, karinagazola@gmail.com.

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas.

Resumo: O trabalho apresenta a caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Camisas na região Nordeste do Rio Grande do Sul. A caracterização foi obtida a partir de cartas topográficas do IBGE e do Exército, na escala de 1:50000, em seguida houve coleta dos dados morfométricos (altimetria e extensão do curso fluvial) dos Rios Camisas e Garrafa, realizados no programa Global Mapper V.12.0. Depois, os dados foram organizados e tabelados no Microsoft EXCEL ™. Para a construção do perfil longitudinal dos rios foi calculado o trecho e a extensão com aplicação da técnica denominada "Relação Declividade-Extensão - RDE", também conhecida como "Índice de Hack", que busca estabelecer a classificação das anomalias de trechos em equilíbrio e desequilíbrio para definição dos padrões de drenagem (Normal, 1ª Ordem e 2ª Ordem). Foram diagnosticadas anomalias de 1ª e 2ª ordem, que estão associadas a lineamentos estruturais, mudanças litológicas e confluência de canais.

Palavras chave: Perfil longitudinal, Rio Camisas, Anomalias de drenagem.

1. Introdução

O termo bacia hidrográfica é caracterizado como uma área que funciona a partir da captação natural da água das chuvas, que direciona os escoamentos para um único ponto de saída, seu exutório. É composta basicamente por um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos d'água que confluem até resultar um único leito no exutório (SILVEIRA, 2001).

Segundo Lima (1986), a bacia hidrográfica pode ser definida como um sistema geomorfológico aberto, mesmo quando não perturbada, em contínua flutuação, num estado de

equilíbrio transacional ou dinâmico, sendo assim, a adição de energia e a perda de energia do próprio ecossistema encontram-se sempre em delicado balanço, possibilitando compreender possíveis mudanças, sejam elas pelo homem ou natural, pois a mesma é considerada unidade de gestão dos elementos naturais e sociais (GUERRA; CUNHA, 1996).

Uma das formas utilizadas para o entendimento da dinâmica ambiental e evolução geomorfológica de uma região é o uso de parâmetros morfométricos (FUJITA, 2014). A caracterização morfométrica de uma bacia hidrográfica se faz necessária, afim de esclarecer as questões relacionadas ao equilíbrio dinâmico, desajustes fluviais e anomalias de drenagem (LIMA; FUJITA; FUJITA, 2015).

O trabalho apresenta uma caracterização delineada no estudo do perfil longitudinal (McKeown *et al.* 1988 *apud* ETCHEBEHERE, 2000), análise da rede de drenagem (HOWARD, 1967) e aplicação da técnica denominada "Relação Declividade-Extensão - RDE" (HACK, 1973), também conhecida como "Índice de Hack", para obter os dados de deformações crustais a partir do parâmetro morfométrico na bacia de hidrográfica do Rio Camisas, localizado no setor nordeste do Rio Grande do Sul.

A partir do aprimoramento do método RDE que possibilitou a Seeber e Gornitz (1983) a delimitar as zonas em equilíbrio e zonas com anomalias de 1ª e 2ª ordem, podendo então caracterizar ou definir o grau de evolução geomorfológica de uma região.

2. Materiais e Métodos

2.1. Materiais

A bacia hidrográfica do rio Camisas (BHRC) está situada na região nordeste do Estado do Rio Grande do Sul como apresentado na figura 1, ela abrange os municipios de Cambará do Sul e Jaquirana. Os principais rios da BHRC são o Camisas e o Garrafa, que são afluentes do rio das Antas, um dos principais tributários da Bacia Hidrográfica do Taquari-Antas.

ISBN: 978-85-7282-778-2

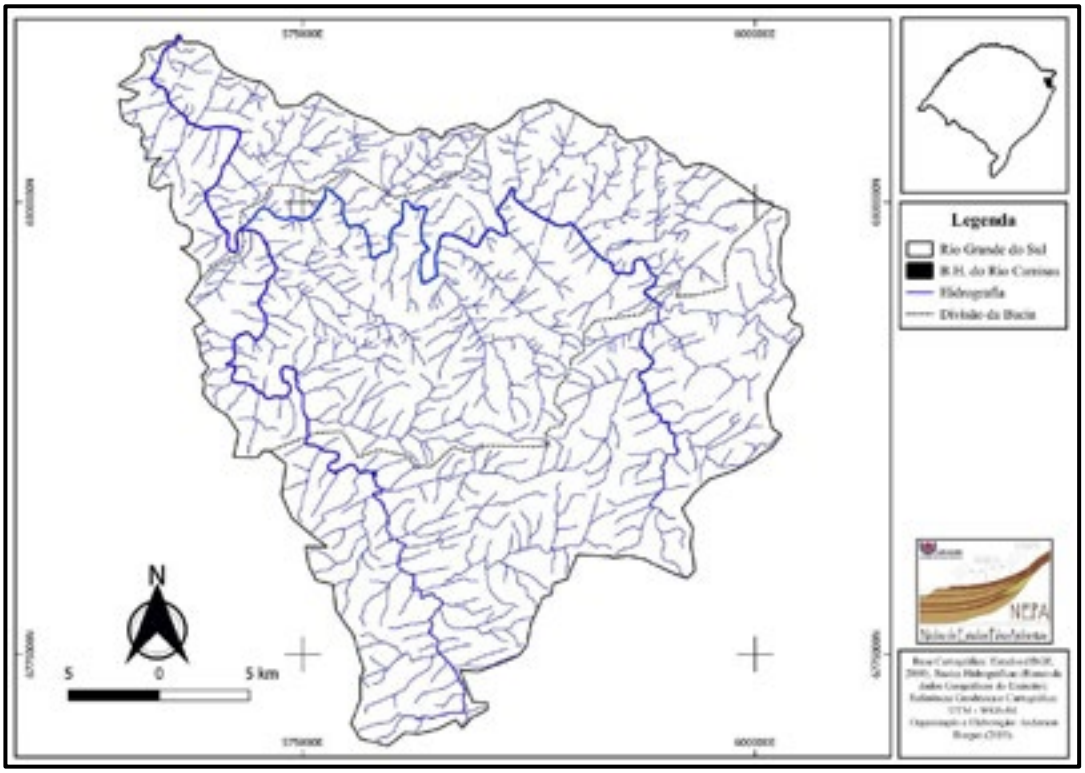


Figura 1- Localização da BHRC (RS) e divisão da bacia do sul para o norte (Alto, Médio e Baixo).

O Rio Camisas possui aproximadamente 74 km de extensão apartir de sua nascente. Essa bacia é formada por dois cursos fluviais, o rio Camisas (figura 1 a leste) e o rio Garrafa (figura 1 a oeste), o primeiro nasce no município de Cambará do Sul, com altitude que varia de 1000 m a 640 m (próximo a foz), o Rio Garrafa nasce no mesmo município, e tem aproximadamente 63 km de extensão, com altitude variando de 1040 m a 640 m (na foz adjacente). A confluência dos canais acontece na divisa dos municípios de Cambará do Sul e Jaquirana. A área de estudo está localizada no planalto meridional Sul Rio Grandense, onde predomina planaltos, chapadas, platôs e vales encaixados. Predomina riolitos e riodacitos, rochas resitentes ao intemperismo, resultado de um vulcanismo fissural Mesozóico. Nessa área do planalto meridional, se observa 3 fácies geológicas, sendo elas Caxias, Gramado e Várzea do Capivarita (CPRM, 2006).

2.2. Método

Neste trabalho foram utilizadas cartas topográficas do IBGE e do Exército, na escala de 1:50.000, a coleta dos dados morfométricos (altimetria e extensão do curso fluvial) dos Rios Camisas e Garrafa foi realizada no programa Global Mapper V12.0. Os dados foram organizados e tabelados no Microsoft EXCEL ™. , para posteriormente construir o perfil longitudinal dos rios.

Na análise do perfil longitudinal, foi utilizada a metodologia descrita por McKeown *et al.* (1988 *apud* ETCHEBEHERE, 2000), onde aborda que todo curso fluvial busca o equilíbrio, seja por erosão ou agradação do próprio leito. Dessa forma, foi determinada uma linha de melhor ajuste e uma equação, considerando anomalias, os deslocamentos superiores a 10 metros dessa linha. Os deslocamentos acima da linha de melhor ajuste são considerados áreas ascendentes, e os deslocamentos abaixo da linha, áreas subsidentes (LIMA; FUJITA; FUJITA, 2015).

A análise da rede de drenagem vai ser baseada nos padrões propostos por Howard (1967) e o gabarito apresentado por Soares e Fiori (1978).

Para o cálculo do Índice de Gradiente (RDE), por trecho e em sua totalidade, é utilizado o método de Hack (1973), baseado nas seguintes equações:

$$RDE\ trecho = (DH/DL) \times L \quad ...(1)$$

Onde:

DH é a diferença altimétrica entre dois pontos selecionados do curso d'água;

DL é o comprimento do trecho analisado;

L corresponde à extensão acumulada do rio até o ponto médio do trecho onde o índice RDE está sendo calculado.

$$RDE\ total = (DH/Lg\ L) \quad ...(2)$$

ISBN: 978-85-7282-778-2

Onde:

DH é a diferença altimétrica entre a cota superior e a inferior do canal, ou seja, a diferença entre a cota localizada à montante do rio e a cota localizada na foz;

Lg L é o logaritmo natural da extensão total do curso d'água.

Para definição das anomalias de drenagem, é utilizado a razão entre RDETrecho/ RDEtotal, conforme tabela 1:

Tabela 1 – Definição das anomalias de drenagem

RDETrecho/ RDEtotal	Anomalia	Forma/Cor
<2	Normal	
Entre 2 e 10	1ª Ordem	
>10	2ª Ordem	

3. Resultados e discussões

A bacia do rio Camisas possui um perímetro de 149,9Km e uma área de aproximadamente 322,7 km². Com base em uma análise da drenagem foi possível realizar uma pré-compartimentação da bacia em três segmentos: alto, médio e baixo curso.

No alto curso, á um predominio de drenagens dendríticas e paralelas. O médio curso ocorre maior densidade de drenagem e os padrões são dendrítico, paralelo e treliça. Já o baixo curso apresenta uma densidade de drenagem menor e a presença de padrões dendrítico e treliça.

Para as propriedades de drenagem, foi utilizado o gabarito proposto por Soares e Fiori (1978) para a BHRC, a classificação (tabela 2) foi realizada de acordo com a compartimentação feita anteriormente na bacia.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Tabela 2 – Resumo da classificação das propriedades da rede de drenagem

Compartimento	Densidade	Sinuosidade	Angularidade	Tropia	Assimetria	Ângulo de junção
Alto	Alta	Misto	Média	Bidirecional	Fraca	Arcos
Médio	Alta	Misto	Média	Tridirecional	Fraca	Arcos e cotovelos
Baixo	Alta	Misto	Média	Desordenado	Fraca	Arcos

Com base nos padrões de drenagem apontados acima e o resultado das propriedades da drenagem na área de estudo indica um contexto de controle estrutural marcado por lineamentos estruturais (fraturas/falhas).

O rio Camisas nasce no munícipio de Cambará do Sul (RS) a 1.000m e percorre aproximadamente 74 km até desaguar no rio das Antas a 640m de altitude. O rio Garrafa tambem nasce no munícipio de Cambará do Sul (RS) a 1.040m e percorre aproximadamente 63 km até desaguar no rio Camisas a 740 m, na divisa dos municípios de Cambará do Sul e Jaquirana. No perfil longitudinal dos dois rios (figura 2 e 3) foram diagnosticados dois segmentos em subsidência e um em ascensão, apenas um pequeno trecho em equílibrio fluvial (figura 3) no rio Garrafa. De acordo com VOLKOV *et* al. (1967), as irregularidades observadas nos perfis longitudinais resultam de fatores como entrada de tributários, heterogeneidade da litologia ou ainda atividade tectônica.

ISBN: 978-85-7282-778-2

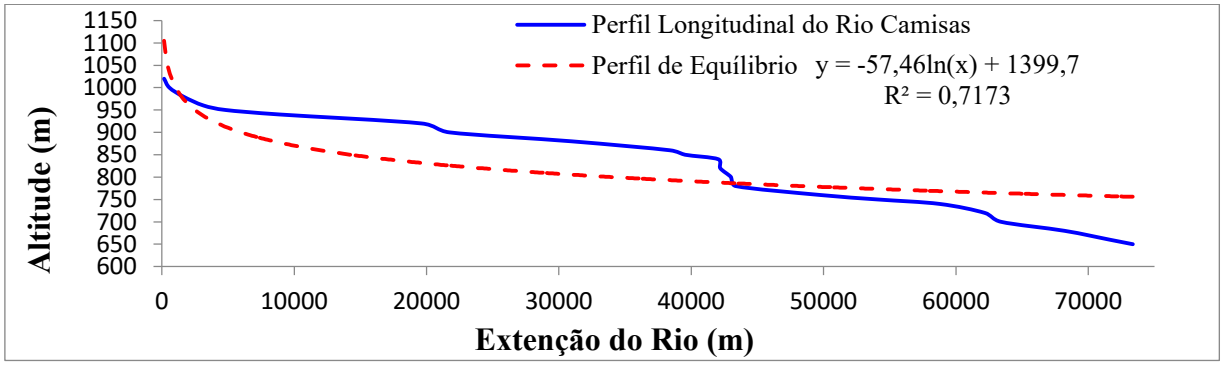


Figura 2-Perfil Longitudinal do Rio Camisas, em escala aritmética.

No rio Camisas os segmentos em ascensão são verificados entre as altitudes 1.020 a 980m, com 1,6 Km de extensão, e entre 780 a 640m, que representa os últimos 30 Km do curso fluvial. O segmento em ascensão corresponde a um trecho de 41,7 Km entre as cotas de 980 a 780m de altitude.

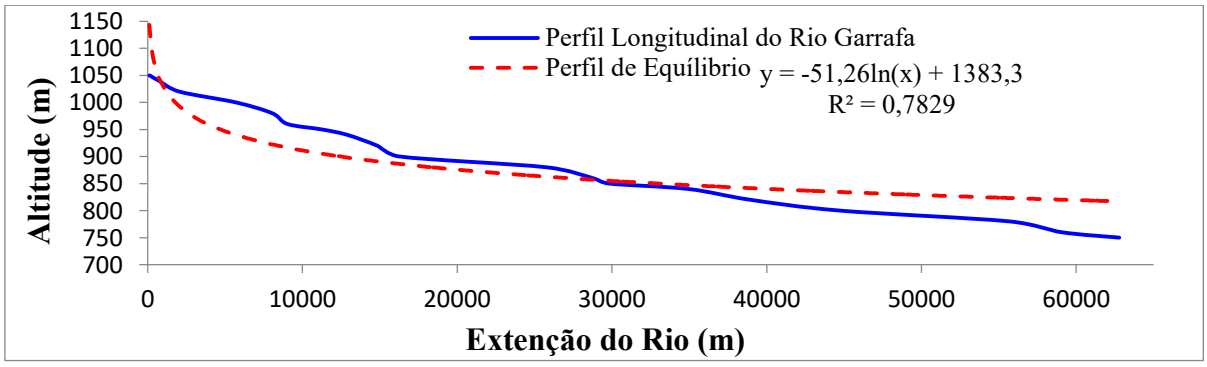


Figura 3- Perfil Longitudinal do Rio Garrafa, em escala aritmética.

Em relação ao rio Garrafa os segmentos em ascensão são verificados entre as altitudes 1.050 a 1.040m, com 0,7 Km de extensão, e entre 840 a 750m, que representa os últimos 27,8 Km do curso fluvial. O segmento em ascensão corresponde a um trecho de 29,1 Km entre as cotas de 1.040 a 850m de altitude. O trecho em equilíbrio fluvial esta situado entre a cota de 850 a 840m de altitude, e representa 5,1 Km de extensão do canal fluvial.

Ao longo do rio Camisas, se observa alguns ressaltos topográficos (*knickpoints*), que representam níveis de base local. Nos locais onde as rochas apresentam resistência litológica maior, são observados os gradientes mais elevados (GORNITZ; SEEBER, 1990).

Com aplicação do índice de Hack foi possível segmentar o rio Camisas em 24 trechos (figura 4), sendo 14 com a presença de anomalias. Onde 7 dessas anomalias de 1ª ordem e 7 anomalias 2ª ordem. Os outros 10 trechos estão em equilíbrio. O Rio Garrafa foi dividido em 19 trechos (figura 4), apresentando 13 com anomalias, todas de 2ª ordem.

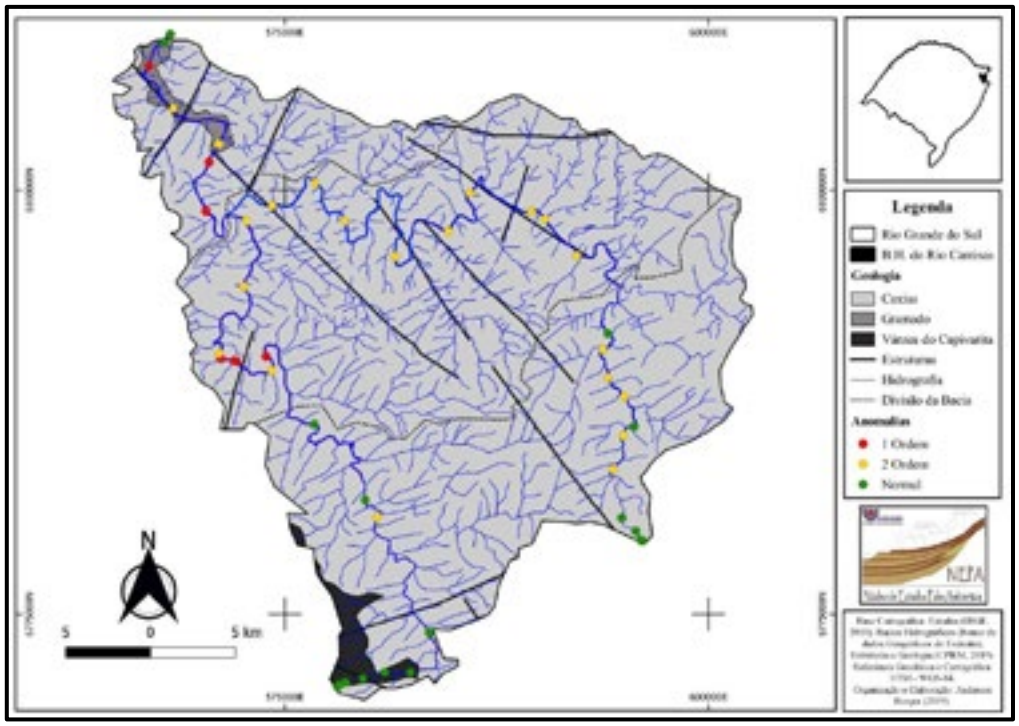


Figura 4- Espacialização dos pontos anômalos na BHRC (RS).

Os trechos do rio Camisas em equilíbrio ocorrem entre as cotas de 1020 m e 900 m, 880 m e 850 m e próximo a foz do Rio Camisas, cota de 640 m. Estes trechos compreendem respectivamente 19.625,86 m, 16.654 m e 669,33 m.

Dos 24 segmentos do rio Camisas, 10 estão em equilíbrio, ou seja, apresentam RDEtrecho/RDE total abaixo de 2 (segmentos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10 e 24). Anomalias de 1ª

ordem (RDEtrecho/RDEtotal maior que 10) ocorrem em 7 segmentos (12, 14, 15, 16, 20, 21 e 24). Os segmentos 9, 13, 17, 18, 19, 22 e 23 foram classificados como anomalias de 2ª ordem (tabela 1).

Assim como no rio Camisas, ao longo do seu principal afluente o rio Garrafa, foram verificados trechos em equilíbrio e trechos em desequilíbrio fluvial (figura 4).

Os trechos em equilíbrio ocorrem entre as altitudes de 1050 m e 980 m, 950 m e 940 m e entre 880 e 860. Estes trechos compreendem respectivamente 8.042,48 m, 2.222 m e 9.521 m.

O rio Garrafa foi dividido em 19 segmentos. Destes, apenas 6, estão em equilíbrio, ou seja, apresentam RDEtrecho/RDEtotal abaixo de 2 (segmentos 1, 2, 3, 4, 7 e 11). Neste rio ocorrem apenas anomalias de 2ª ordem (RDEtrecho/RDEtotal entre 2 e 10), são ao todo 13 segmentos (5, 6, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 e 19) (tabela 3).

Tabela 3-Tabela-resumo das variáveis morfométricas do Rio Camisas (RDEtotal = 33,9) e Garrafa (RDEtotal = 28,1).

Rio Camisas									
Trecho	Cota Sup.	Cota Inf.	Dif. Alt.	Ext. Trecho	Ext. total	EXT	Declividade	RDE Trecho	RDE Trecho / RDE Total
1	1020	1000	20	169,74	169,74	-630,3	0,118	-74,3	-2,19
2	1000	980	20	400,12	569,86	-230,1	0,050	-11,5	-0,34
3	980	960	20	1055	1624,86	824,9	0,019	15,6	0,46
4	960	950	10	1532	3156,86	2356,9	0,007	15,4	0,45
5	950	940	10	1685	4841,86	4041,9	0,006	24,0	0,71
6	940	920	20	4057	8898,86	8098,9	0,005	39,9	1,18
7	920	900	20	10727	19625,86	18825,9	0,002	35,1	1,04
8	900	880	20	2113	21738,86	20938,9	0,009	198,2	5,85
9	880	860	20	9228	30966,86	30166,9	0,002	65,4	1,93
10	860	850	10	7426	38392,86	37592,9	0,001	50,6	1,49
11	850	840	10	1142	39534,86	38734,9	0,009	339,2	10,01
12	840	820	20	2511	42045,86	41245,9	0,008	328,5	9,69
13	820	800	20	147,48	42193,34	41393,3	0,136	5613,4	165,63
14	800	780	20	817,05	43010,39	42210,4	0,024	1033,2	30,49
15	780	760	20	352,23	43362,62	42562,6	0,057	2416,8	71,31

ISBN: 978-85-7282-778-2

16	760	750	10	6390	49752,62	48952,6	0,002	76,6	2,26
17	750	740	10	4364	54116,62	53316,6	0,002	122,2	3,60
18	740	720	20	4673	58789,62	57989,6	0,004	248,2	7,32
19	720	700	20	3393	62182,62	61382,6	0,006	361,8	10,68
20	700	680	20	1236	63418,62	62618,6	0,016	1013,2	29,90
21	680	660	20	4786	68204,62	67404,6	0,004	281,7	8,31
22	660	650	10	3436	71640,62	70840,6	0,003	206,2	6,08
23	650	640	10	1730	73370,62	72570,6	0,006	419,5	12,38
24	640	640	0	669,33	74039,95	73240,0	0,000	0,0	0,00
	Rio Garrafa								
1	1050	1040	10	107,44	107,44	-692,56	0,0931	-64,5	-2,30
2	1040	1020	20	614,04	721,48	-78,52	0,0326	-2,6	-0,09
3	1020	1000	20	1318	2039,48	1239,48	0,0152	18,8	0,67
4	1000	980	20	3661	5700,48	4900,48	0,0055	26,8	0,95
5	980	960	20	2342	8042,48	7242,48	0,0085	61,8	2,20
6	960	950	10	993,11	9035,59	8235,59	0,0101	82,9	2,96
7	950	940	10	2222	11257,59	10457,59	0,0045	47,1	1,68
8	940	920	20	1638	12895,59	12095,59	0,0122	147,7	5,26
9	920	900	20	1935	14830,59	14030,59	0,0103	145,0	5,17
10	900	880	20	1439	16269,59	15469,59	0,0139	215,0	7,66
11	880	860	20	9521	25790,59	24990,59	0,0021	52,5	1,87
12	860	850	10	2969	28759,59	27959,59	0,0034	94,2	3,36
13	850	840	10	1044	29803,59	29003,59	0,0096	277,8	9,90
14	840	820	20	5116	34919,59	34119,59	0,0039	133,4	4,75
15	820	800	20	4009	38928,59	38128,59	0,0050	190,2	6,78
16	800	780	20	5802	44730,59	43930,59	0,0034	151,4	5,40
17	780	760	20	10951	55681,59	54881,59	0,0018	100,2	3,57
18	760	750	10	3359	59040,59	58240,59	0,0030	173,4	6,18
19	750	740	10	3739	62779,59	61979,59	0,0027	165,8	5,91

De modo geral, a litologia exerce influência nas anomalias de primeira e segunda ordem verificadas próximo a junção do rio Camisas com o rio das Antas, outro fator que influenciou nessas anomalias foi a junção do rio Camisas com o rio Garrafa, anomalias associadas a confluência de canais, ocorrem devido modificações na velocidade do fluxo, vazão e sedimentação (LIMA; FUJITA; FUJITA, 2015). As demais anomalias de primeira e segunda ordem na BHRC estão associadas a influência estrutural, pois varias dessas anomalias se correlacionam com a presença de falhas e fraturas.

4. Conclusão

O resultado desse trabalho foi obtido apartir de uma análise no perfil longitudinal e integração do indice de RDE realizados ao longo do rio Camisas e Garrafa, que se localizam no nordeste do Rio Grande do Sul, são afluentes do rio das Antas, que é um dos principais tributários da Bacia Hidrográfica do Taquari-Antas;

ISBN: 978-85-7282-778-2

- O rio Camisas possui uma extensão de 74 Km. Dos 24 trechos analisados, 10 estão em equilibrio e 14 possuem anomalias (7 com anomalias de 1ª ordem e 7 com anomalias de 2ª ordem).
- As anomalias do rio Camisas estão ligadas aos lineamentos estruturais e encontro de canais fluviais.
- O rio Garrafa possui uma extensão de 62,7Km. Dos 19 trechos analisados, 6 estão em equilibrio e 13 possuem anomalias (todas anomalias de 2ª ordem).
- As anomalias do rio Garrafa também estão ligadas aos lineamentos estruturais e encontro de canais fluviais.
- Os pontos com anomalia de 1ª Ordem estão localizados em duas áreas do Rio Camisas, a primeira é marcada por lineamentos estruturais e a segunda é a partir do encontro com o rio Garrafa e mudanças de fácies litológicas.

5. Agradecimentos

"O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001".

6. Referências Bibliográficas

CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Mapa Geodiversidade do Brasil: Influência da geologia dos grandes geossistemas no uso e ocupação dos terrenos. Brasília: CPRM, 2006.

HACK, J.T. Stream-profile analysis and stream-gradient index. **U.S. Geol. Survey, Jour. Research**, v. 1, n. 4, p: 421-429. 1973.

HOWARD, A. D. Drainage analysis in geologic interpretation: A summation. **AAPG Bulletin**, v. 51, p. 2246-2259, 1967.

ETCHEBEHERE, M.L.C. **Terraços neo-quaternários no vale do rio do Peixe, planalto ocidental paulista: Implicações estratigráficas e tectônicas.** Tese de Doutorado, Instituto de Geociencias e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 336 p. 2000.

FUJITA, Rafaela Harumi. **Geomorfologia e evolução quartenária da Calha do Alto Rio Paraná, no segmento livre de barramentos, entre os reservatórios de Porto Primavera e Itaipu.** 2014. 110 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geociências e Meio Ambiente, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2014.

GORNITZ, V.SEEBER, L. Vertical crustal movements along the East Coast, North America, from historic and Late Holocene sea level data.**Tectonophysics,** v.178, p. 127-150, 1990.

GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S. B. Degradação ambiental. In: CUNHA, S. B. **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. p. 337-339.

LIMA, W.P. **Princípios de hidrologia florestal para o manejo de bacias hidrográficas**. São Paulo: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1986. 242p.

LIMA, Veronica Rabelo; FUJITA, Daniele Sayuri; FUJITA, Rafaela Harumi. Caracterização Fluvio-Morfométrica da bacia Hidrográfica do rio São Francisco Falso, Estado do Paraná. **Norte Científico**, [s. L.], v. 10, n. 1, p.71-86, dez. 2015.

McKEOWN, F.A.; JONES-CECIL, M.; ASKEW, B.L.; McGRATH, M.B. **Analysis of stream-profile data and inferred tectonic activity, Eastern Ozark Mountain region**. Denver. USGPO, n. 1807. 1988.

SEEBER, L; GORNITZ, V. River profile along the Himalayan arc as indicators of active tectonics. **Tectonophysics**, v. 92, p: 335-367. 1983.

SILVEIRA, A.L.L. Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica. In: TUCCI, C.E.M. (Org.). **Hidrologia: ciência e aplicação**. SãoPaulo: EDUSP, 2001. p 35-51.

SOARES, P. C.; FIORI, A. P. Lógica e sistemática na análise e interpretação de fotografias aéreas em Geologia. **Boletim Geográfico**, Rio de Janeiro, v. 36, n.258-259, p. 35-59, 1978.

VOLKOV, N.G., SOKOLOVSKY, I.L. & SUBBOTIN, A.I., Effect of recent crustal movements oh the shape of longitudinal profiles and water levels in river. *General Assembly of Bern International Association of the Scientific Hydrology, 1967.*

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

CARACTERIZAÇÃO MULTITEMPORAL DE FEIÇÕES EROSIVAS E DEPOSICIONAIS NA PLANÍCIE FLUVIAL DO RIO BANANEIRAS

Carolina Ramos Menezes [(1)], Carla Maciel Salgado [(2)]

[(1)] Programa de Pós-Graduação em Dinâmica dos Oceanos e da Terra, Universidade Federal Fluminense, crmenezes@id.uff.br
[(2)] Departamento de Geografia, Universidade Federal Fluminense, carlasalgado@id.uff.br

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

O presente estudo tem como objetivo compreender a dinâmica fluvial na bacia do Rio Bananeiras (alto vale do Rio São João, Silva Jardim – RJ) a partir de migração das feições erosivas e deposicionais na planície fluvial. A bacia do rio Bananeiras, que está localizada do alto curso da bacia do rio São João, A bacia drena uma área de aproximadamente 80 km² e seu canal principal possui comprimento de 15 km. Para a análise da migração das feições erosivas e deposicionais na planície fluvial foram utilizadas fotografias aéreas e imagens de satélite, entre 2005 e 2017. A mobilização dos sedimentos no sistema fluvial analisado acontece por meio de erosão das margens e do retrabalhamento de feições arenosas no leito. Isso ocorre devido às condições de relevo, clima e uso da terra, que favorecem a maior disponibilização de sedimentos para serem transportados no canal.

Palavras chave: erosão; deposição; mapeamento multitemporal; rio Bananeiras

Carolina Ramos Menezes (1);
Carla Maciel Salgado

1. Introdução

A partir da década de 1990, debates acerca de crise hídrica e mudanças climáticas globais ganham destaque, e tais questões passaram a interferir na busca de soluções para as problemáticas ambientais envolvendo a água. Desde então, a geomorfologia fluvial vem se destacando por tratar das noções de magnitude e frequência que modelam a forma de um rio. Nesse sentido, apresentar ponderações sobre o comportamento e ajustes de energia, a forma dos rios no tempo e no espaço, e os efeitos do uso da terra nos rios torna-se crucial para auxiliar ao gerenciamento de sistemas fluviais.

O sistema fluvial é definido por Stevaux e Latrubesse (2017) como um conjunto de canais conectados formado pela associação das propriedades físicas (formas dos canais, planícies de inundação, encosta, deltas etc.) e efeito cumulativo da interação entre água e

sedimentos (fluxo de matéria e energia). Os principais processos fluviais são a erosão, o transporte e a sedimentação que se refletem nas morfologias do sistema fluvial, sendo estas feições erosivas ou deposicionais. Trata-se de processos coexistentes, e a predominância de um deles, juntamente com a natureza e a quantidade do material transportado, definirá não apenas a eficácia do rio na transferência de sedimentos, mas o tipo, o tamanho e forma dos canais fluviais e de planície de inundação (SCHUMM, 1981).

Cada ponto do sistema fluvial apresenta seus próprios atributos morfológicos, estando eles relacionados à descarga de água e ao movimento dos sedimentos (processos) internamente. De acordo com Suguio e Bigarella (1979), a vazão define a competência e a capacidade aplicadas ao trabalho de um rio. A competência de um rio refere-se ao tamanho da partícula que este é capaz de transportar, já a capacidade se relaciona com a carga sedimentar máxima que um rio pode transportar (SUGUIO e BIGARELLA, 1979). A deposição da carga sedimentar nos canais fluviais ocorre quando há diminuição da competência ou da capacidade fluvial, ocasionada pela redução da declividade do perfil longitudinal ou pelo aumento da carga detrítica (SCHUMM, 1981).

A deposição em larga escala leva ao desenvolvimento de formas de relevo características, incluindo planícies de inundação, deltas e terraços fluviais (SUGUIO e BIGARELLA, 1979). Dentro dos canais, as barras representam processos de deposição em pequena escala, sendo comumente encontradas no interior das curvas do meandro, ou ao longo das bordas dos canais, mesmo sem meandros (BRIERLEY e FRYIRS, 2000). Associadas às feições geomorfológicas naturais estão as feições colocadas pela ação humana como retificações, que refletem as necessidades das diferentes formas de uso e ocupação.

Alterações em toda bacia hidrográfica têm enormes implicações para o funcionamento de fluxos de matéria e energia, afetando o movimento da água e dos sedimentos no sistema fluvial. Nessa conjuntura, surgem as preocupações sociais para questões como problemas de erosão, poluição e contaminação de água, manejo de ecossistemas, abastecimento da

ISBN: 978-85-7282-778-2

população. O conhecimento acerca da dinâmica dos sistemas fluviais, alterados ou não, se constitui, portanto, um fator de fundamental importância para a realização do planejamento territorial satisfatório, além da resolução de problemas socioambientais.

No Estado do Rio de Janeiro, diversas bacias hidrográficas tem vivenciado a ocorrência de processos erosivos em larga escala seguida de aumento do assoreamento de rios e reservatórios. Um situação representativas dessa conjuntura é a apresentada pela bacia do rio São João, onde diversos estudos vem sendo realizados evidenciando implicações das atividades antrópicas sobre mau uso do solo, processos erosivos, transporte de sedimentos no canal, e assoreamento de reservatórios. Seabra (2010), Morais (2011), Pimenta (2012) e Lemes (2013) desenvolveram estudos de investigação sobre os sedimentos nesta área com o intuito de diagnosticar a problemáticas ambientais e sociais que se desenvolveram nas últimas décadas na bacia do rio São João.

Em diversas partes do curso do rio São João, pode ser observada a elevada concentração de sedimentos no canal, o que pode comprometer ou restringir o uso da água no reservatório de Juturnaíba. A reservatório tem como uso principal a captação de água para abastecimento de diversos municípios da região dos lagos, sendo suas águas utilizadas também para irrigação da agricultura e dessedentação de animais de propriedades localizadas em seu entorno (SEMADS, 2001). Com o crescimento da demanda recente na Região aliado a alta mobilização de sedimentos no canal sentido jusante, a segurança futura de abastecimento de água proveniente desta fonte pode ficar comprometida (BARCELOS *et al.*, 2011).

O reconhecimento da gravidade e da dimensão dos impactos ambientais existentes sobre bacias hidrográficas tem provocado uma onda de interesse em pesquisas que relacionam a dinâmica natural própria dos rios com a gestão dos recursos hídricos. Esse conjunto faz-se necessário para a elaboração de e técnicas que de fato contribuam com a preservação e recuperação dos recursos hídricos. Nesse sentido, essa pesquisa tem como objetivo

ISBN: 978-85-7282-778-2

compreender a dinâmica fluvial na bacia do Rio Bananeiras (alto vale do Rio São João, Silva Jardim – RJ) a partir de migração das feições erosivas e deposicionais na planície fluvial.

2. Materiais e métodos

2.1. Área de estudo

A bacia do rio Bananeiras está inserida no contexto hidrográfico do alto curso da bacia do rio São João, constituindo um importante afluente da margem esquerda, à montante da represa de Juturnaíba (**Figura 1**). A bacia drena uma área de aproximadamente 80 km² e o canal principal do rio Bananeiras possui comprimento de 15 km. De forma geral, a bacia do rio Bananeiras apresenta usos agropastoris de consolidados, além de pequenos vilarejos e segmentos de floresta ombrófila densa preservados ocupando as encostas mais íngremes. Em alguns casos, segmentos de baixa encosta também sustentam vegetação secundária em estágio inicial.

ISBN: 978-85-7282-778-2

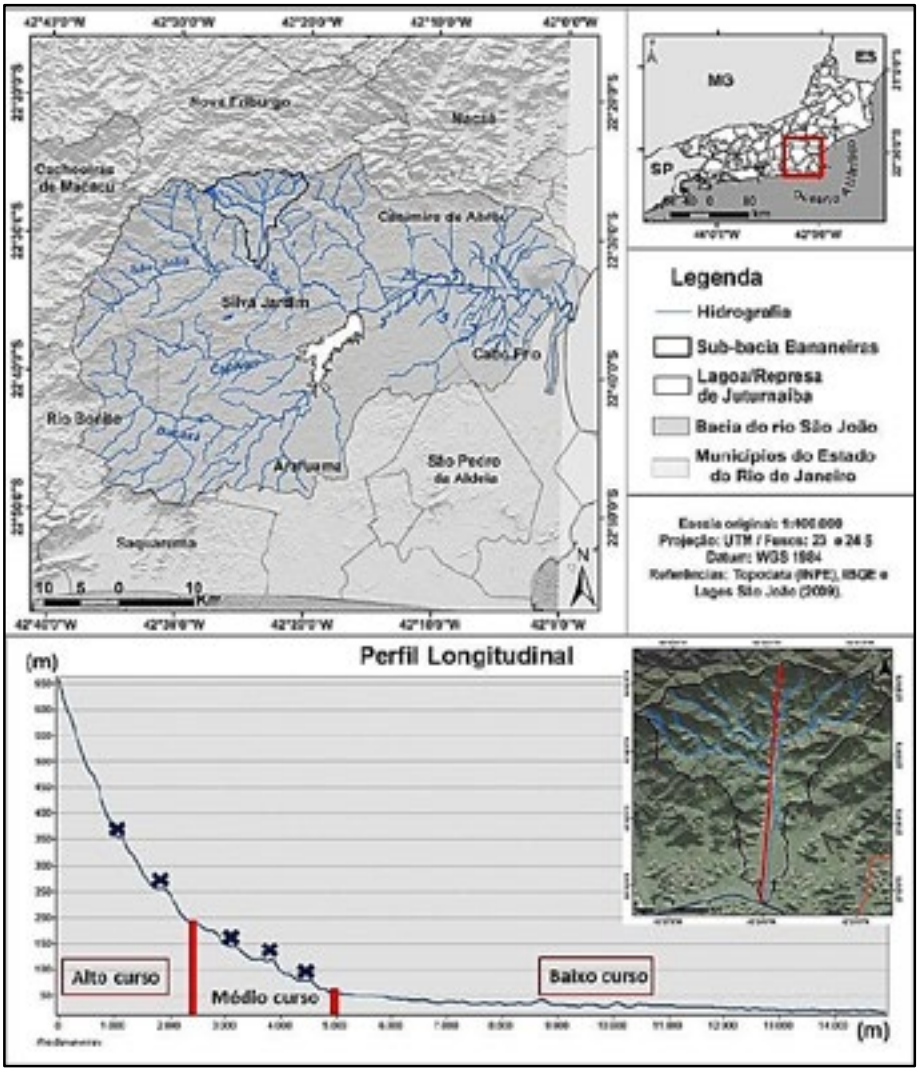


Figura 1 – Contexto hidrográfico da bacia do rio São João no estado do Rio de Janeiro, com destaque para a bacia do rio Bananeiras e o perfil longitudinal do rio.

Em sua constituição geológica, a região da bacia é composta predominantemente por gnaisses mesoproterozóicos e depósitos quaternários que recobrem os fundos de vale entre o médio e baixo cursos do rio (SILVA e CUNHA, 2001). Em relação à geomorfologia, ficam evidentes quatro domínios geomorfológicos, sendo eles: montanhoso, de morros, de colinas e de planícies (SEABRA, 2010). Na bacia do rio Bananeiras há uma preponderância ao norte do domínio montanhoso onde se formam as principais nascentes da bacia. Destaca-se ainda o

ISBN: 978-85-7282-778-2

domínio de planícies constituindo uma área estreita acompanhando o rio Bananeiras no médio e baixo cursos, que se alarga próximo à confluência com o rio São João. Tal composição é evidenciada na forma do perfil longitudinal do rio, que apresenta um desnivelamento altimétrico acentuado em seu alto curso (de 450 m em cerca de 2 km), tornando-se bem mais suave à medida que se aproxima da foz.

O clima da região ocupada pela bacia do rio bananeiras é caracterizado como tropical quente úmido (SANT'ANNA NETO, 2005). O mês mais quente é fevereiro cuja máxima pode chegar a 32 °C, enquanto alcançam apenas 25,5 °C em junho, que é o mês mais frio (WorldClim - *Global Climate Data*). Na série histórica observa-se que os índices pluviométricos na região normalmente ficam acima dos 2.000 mm, sendo influenciadas pela presença da Serra do Mar (**Figura 2**). Ao longo do ano, observa-se a existência de duas estações bem definidas, sendo uma úmida (novembro a abril), cujos totais mensais ultrapassam 200 mm, e outra seca (maio a outubro), onde os índices pluviométricos estão abaixo de 150 mm.

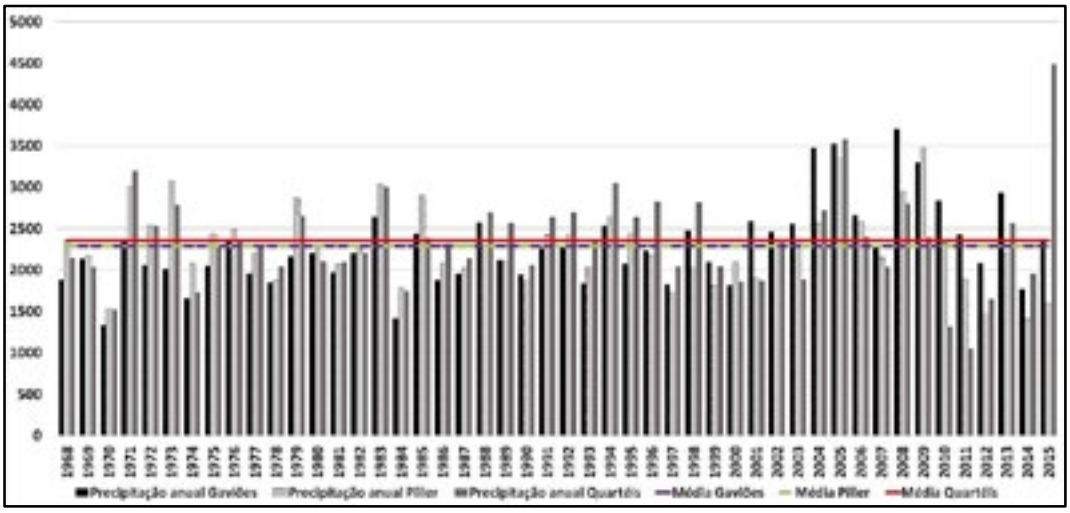


Figura 2 - Variações da precipitação (mm) em relação às médias nas estações ao longo da série histórica registrada (Fonte: ANA).

ISBN: 978-85-7282-778-2

2.1. Procedimentos metodológicos

No sentido de atender ao objetivo proposto foi realizado um mapeamento multitemporal considerando a forma em planta dos canais e as feições geomorfológicas no rio Bananeiras. Para a análise da migração das feições erosivas e deposicionais na planície fluvial foi considerado um trecho do canal onde é observada uma dinâmica mobilização dos sedimentos no interior do canal e em suas margens (**Figura 3**).

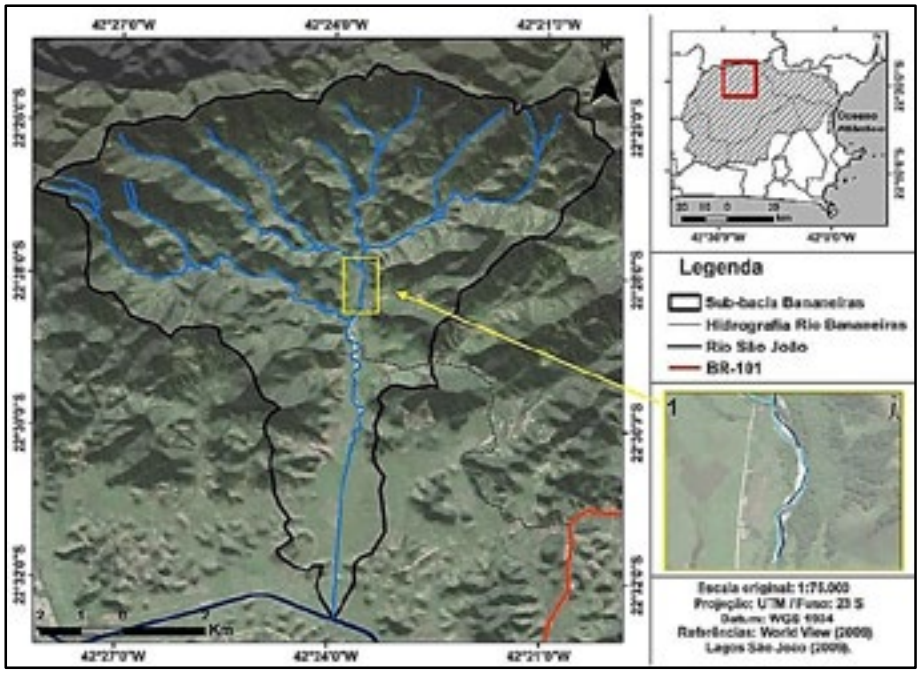


Figura 3 - Bacia do rio Bananeiras, com destaque para o trecho do canal escolhido para análise.

Para a observação desses aspectos morfológicos foram utilizadas fotografias aéreas e imagens de satélite, entre 2005 e 2017. No intuito de comparar os resultados obtidos nessa análise os materiais utilizados estão compreendidos em escala de análise compatível (**Tabela I**). As feições foram vetorizadas manualmente através do *Editor* do ArcGis 10.1 nas imagens Google Earth Pro após o georreferenciamento (erro <1), nas ortofotos e imagens *World View* ao longo do canal.

Tabela I - Materiais utilizados para o mapeamento multitemporal das feições morfológicas no canal.

Material	Resolução	Ano
Imagem ortorretificada (IBGE)	1 m	2005
Imagem do satélite World View 2	0,5 m	2009
Imagem do Google Earth Pro	1 m	02/02/2012 e 15/02/2017

Fonte: Elaboração própria.

Para fins de mapeamento, foram consideradas tanto as feições encontradas dentro do canal como em sua margem (**Tabela II**). Além disso, foi verificada a migração das margens por meio de pontos de controle (A e B) nos trechos analisados. A medição da distância entre os pontos e a margens foi realizado pela ferramenta *Measure* no ArcGis.

Tabela II - Feições consideradas no mapeamento.

Feições Geomorfológicas	
Ilha	Depósitos sedimentares de centro de canal com presença de vegetação.
Barra longitudinal	Depósitos de centro de canal, alongados, diminuindo seu tamanho em direção à jusante. Diferenciam-se das ilhas pela ausência de vegetação e alta instabilidade.
Barra lateral	Ocorrem geralmente sobre lados alternados do canal, junto as margens, levando ao aumento da sinuosidade do fluxo.
Barra de pontal	Porção arenosa localizada na margem convexa dos rios, devido principalmente a erosão na margem côncava, características de canais meândricos.

Fonte: FRYIRS e BRIERLEY, 2013.

3. Resultados e discussões

O segmento analisado, em 2005, apresenta no canal uma ilha fluvial e algumas barras laterais (**Figura 4**). Em 2009, a ilha é incorporada à planície fluvial na margem esquerda, e algumas barras longitudinais aparecem no canal. Em relação às barras laterais existentes no período anterior, observa-se alterações no sentido de a barra localizada à montante ter sido incrementada pela deposição de sedimentos, enquanto a barra à jusante sofreu erosão. Na configuração desse mesmo ponto, em 2017, observamos que a barras laterais transformaram-

se em uma ilha em função da maior fixação dos sedimentos pela vegetação que ali se estabeleceu.

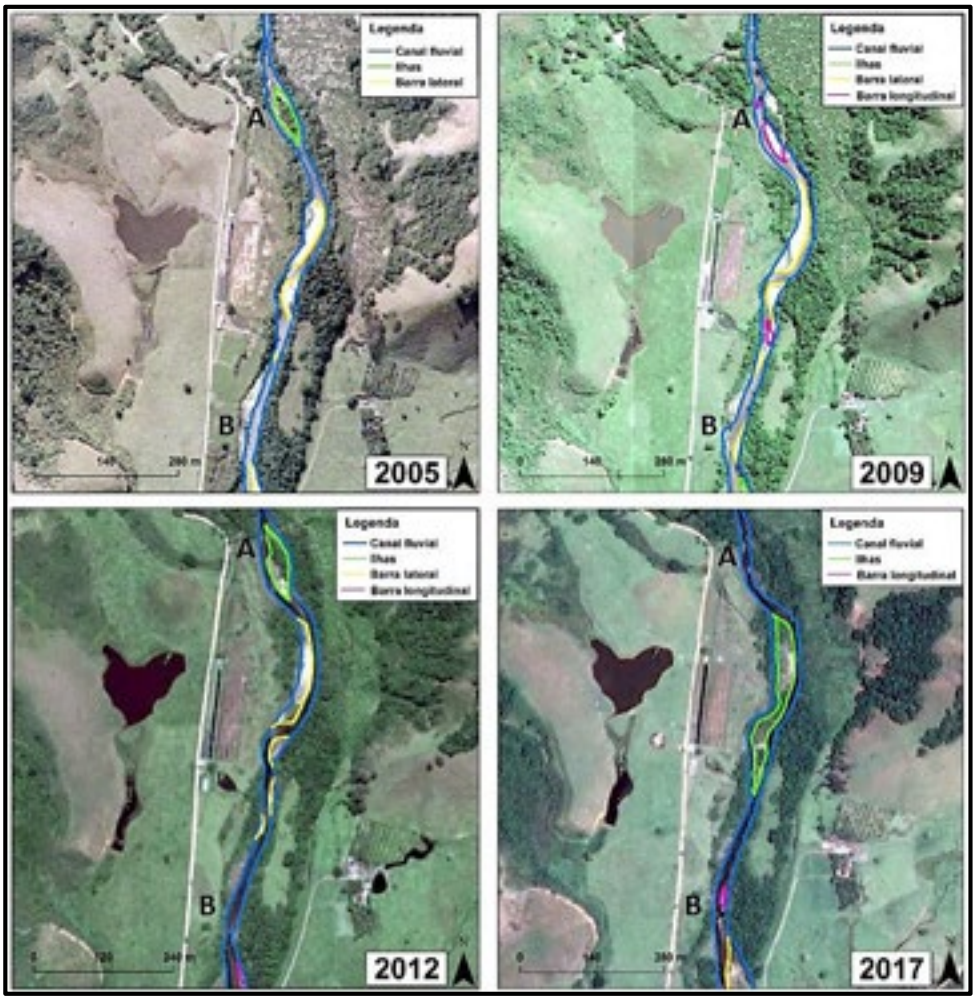


Figura 4 - Detalhe do trecho do canal entre os anos de 2005 e 2017, onde fica evidente o processo de mobilização de sedimentos no canal, que se reflete nas diferentes feições geomorfológicas no canal.

A mobilização das margens está evidente nesse trecho cuja estrada (ponto B), que em 2005 estava a 84 m do canal, em 2017 está a 75 m do mesmo, evidenciando a erosão de cerca de 10 m da margem direita no ponto B. No ponto A desse trecho não foi observada erosão significativa da margem (**Tabela III**).

ISBN: 978-85-7282-778-2

Tabela III - Quantificação de segmentos onde predominaram erosão das margens medidas em distâncias.

Ponto	2005	2017
1A (estrada-canal)	3 m	3 m
1B (estrada-canal)	84 m	75 m

O segmento analisado apresenta canal com desenvolvimento de planície de inundação contínua e a sinuosidade do vale favorece à redução da velocidade do fluxo e formação de feições geomorfológicas como ilhas e barras. Segundo classificação fluvial aplicada no rio Bananeiras, o trecho analisado está inserido em estilo fluvial não confinado com baixa sinuosidade (RAMOS, 2018). Tal estilo fluvial pode ser considerado dinâmico no que tange a mobilização dos sedimentos no interior do canal e em suas margens.

Deste modo, pode-se afirmar que, à medida que o rio se aproxima de seu baixo vale, as margens tendem a ser erodidas de forma mais significativa, havendo ainda retrabalhamento de feições arenosas no leito (BRIERLEY e FRYIRS, 2005). A formação dessas formas no leito nesse segmento do Bananeiras pode estar relacionado ao grande aporte sedimentar vindo de montante. Além disso, apesar de exibir áreas florestadas em suas cabeceiras, nas regiões mais baixas da bacia grande parte da cobertura vegetal original foi suprimida para dar lugar a pastagens (vegetação de gramíneas), que possui menor capacidade de fixação de sedimentos (LEMES *et al*., 2015).

A alta magnitude dos processos erosivos, intensificados pela expansão de atividades agrícolas, também pode aumentar a disponibilização de sedimentos na bacia hidrográfica, contribuindo para o assoreamento de alguns pontos do canal. Aliado a isso, a precipitação na região da bacia acontece de forma intensa durante estação úmida (novembro a abril), onde os índices ultrapassam 50 mm em 24h, podendo ainda compor sequências de dias chuvosos (RAMOS, 2018). Com o incremento no fluxo do rio, os períodos de cheias são responsáveis pela mobilização de maiores quantidades de sedimento, ocasionando profundas modificações na morfodinâmica do canal (MARTINS e STEVAUX, 2005).

ISBN: 978-85-7282-778-2

4. Considerações finais

A bacia do rio Bananeiras possui uma parte de seu sistema hidrográfico compreendido no domínio de planície, onde predomina a deposição de sedimentos, o que justifica a diversidade de feições geomorfológicas. Além do retrabalhamento de feições arenosas no leito, os ajustes do canal acontecem decorrentes da erosão das margens. Isso se deve, em grande parte, às condições de relevo, clima e uso da terra, que favorecem a maior disponibilização de sedimentos para serem transportados no canal.

Os resultados obtidos até o momento podem servir como ponto de partida para o entendimento dos processos no rio Bananeiras no sentido de aprofundar o conhecimento de sua dinâmica erosiva e deposicional. Tal contribuição pode subsidiar a realização de um planejamento territorial satisfatório, além da resolução de problemas socioambientais na região.

Agradecimentos

Agradecemos ao Laboratório de Geografia Física (LAGEF - UFF) pelo apoio dado durante o desenvolvimento da dissertação de mestrado, defendida em 2018, e que deu origem a este artigo. Agradecemos também ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo auxílio financeiro concedido.

Referências Bibliográficas

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Disponível em: <http://www3.ana.gov.br/>. Acesso em: 20 abr. 2017.

BARCELLOS, R. Disponibilidade de água da bacia do rio São João para um complexo petroquímico no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. In **Congresso Nacional De Excelência Em Gestão** (Vol. 7). 2011.

BRIERLEY, G. J.; FRYIRS, K. River styles, a geomorphic approach to catchment characterization: Implications for river rehabilitation in Bega catchment, New South Wales, Australia. **Environmental Management**, v. 25, n. 6, p. 661-679, 2000.

BRIERLEY, G.J. & FRYIRS, K.A. **Geomorphology and River Management: Applications of the River Styles Framework. Blackwell Publishing**, Oxford, UK. 398 p. 2005.

DANTAS, M. E. **Estudo geoambiental do Estado do Rio de Janeiro**. CPRM-Serviço Geológico do Brasil, 2001. 19 p.

FRYIRS, K. A.; BRIERLEY, G. J. **Geomorphic analysis of river systems: an approach to reading the landscape**. John Wiley & Sons, 2013. 360p.

LEMES, M. W. **Análise dos solos, dos processos erosivos e do comportamento hidrológico em colinas dissecadas e morros rebaixados sob diferentes usos na unidade de gestão Santo Antônio do Maratuã: Silva Jardim** – RJ. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2013.

LEMES, M. W.; RODRIGUES, H. M.; ROSAS, R. O. Comportamento hidrológico em Latossolos sob diferentes sistemas de plantio: subsídios à recuperação de áreas degradadas. **Revista Digital Simonsen**. Rio de Janeiro, n.2, Mai. 2015.

MARTINS, D. P.; STEVAUX, J. C. Formas de leito e transporte de carga de fundo do alto rio Paraná. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 6, n. 2, 2005.

MORAIS, N. B. **Processos hidroerosivos em encostas de colinas com pastagem na bacia hidrográfica do alto curso do rio São João, Rio de Janeiro.** Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2011.

PIMENTA, M. L. F. **A reconstituição paleogeográfica como subsídio à renaturalização fluvial do alto rio São João – RJ**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

RAMOS, C. **Análise dos processos hidrogeomorfológicos na bacia do rio Bananeiras (alto vale do rio São João, Silva Jardim – RJ).** Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2018.

SANT'ANNA NETO, J. L. Decálogo da climatologia do Sudeste brasileiro. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 1, n. 1, 41-60. 2005.

SEABRA, V. S. O Uso do geoprocessamento no mapeamento da favorabilidade hidrogeológica da bacia hidrográfica do rio São João. In**: XXIV Congresso Brasileiro de Cartografia e II Congresso Brasileiro de Geoprocessamento**. Aracaju - SE, 2010.

SEMADS. **Bacias Hidrográficas e Rios Fluminenses Síntese Informativa por Macrorregião Ambiental.** Rio de Janeiro: SEMADS, 2001. 73p.

SCHUMM, S. A. Evolution and response of the fluvial system, sedimentologic implications. **Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Pub**, Nº.1, 1981. 19-29 p.

SILVA, L. C. da; CUNHA, H. C. S**. Geologia do Estado do Rio de Janeiro: texto explicativo do mapa geológico do Estado do Rio de Janeiro**. Brasília: CPRM,, p. 1-12, 2001.

STEVAUX, J. C.; LATRUBESSE, E. M. **Geomorfologia fluvial**. Oficina de Textos, 2017.

SUGUIO, K.; BIGARELLA, J. J. **Ambiente fluvial.** Editora da Universidade Federal do Paraná, 1979.

WORLD CLIM. Disponível em: http://www.worldclim.org/ , acesso em 20 jan. 2019.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

COBERTURA E USO DA TERRA COMO SUBSÍDIO AO PROGRAMA DE PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS EM PELOTAS (RIO GRANDE DO SUL)

Rodrigo de Oliveira Siqueira [(a)], Daiana Fonseca Bierhals [(b)], Viviane Spiering [(c)], Letícia Penno de Sousa [(d)], Ernestino de Souza Gomes Guarino [(e)], Jacira Porto dos Santos[(f)]

[(a)] Pós-Graduação em Geografia (Bolsista EMBRAPA/FAPEG), Universidade Federal de Pelotas, rodrigogeo2009@yahoo.com.br
[(b)] Embrapa Clima Temperado - Pelotas, Bolsista DTI-C, CNPq, Nexo Pampa - Proc.441575/2017, daiana.fb@hotmail.com
[(c)] Pós-Graduação em Geografia (bolsista EMBRAPA/FAPEG), Universidade Federal de Pelotas, spieringv9@gmail.com
[(d)] Embrapa Clima Temperado - Pelotas, leticia.penno@embrapa.br
[(e)] Embrapa Clima Temperado - Pelotas, ernestino.guarino@embrapa.br
[(f)] Secretaria de Desenvolvimento Rural - Prefeitura Municipal de Pelotas, portojacira@gmail.com

Rodrigo de Oliveira Siqueira, Daiana Fonseca Bierhals, Viviane Spiering, Letícia Penno de Sousa, Ernestino de Souza Gomes Guarino, Jacira Porto dos Santos

Eixo: Dinâmica e Gestão de Bacias Hidrográficas

Resumo

Este estudo analisou as coberturas e os usos da terra na bacia hidrográfica do Epaminondas de modo a subsidiar a tomada de decisões quanto à elaboração e execução de um Programa de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) no município de Pelotas - Rio Grande do Sul. O mapeamento e a análise das alterações da cobertura e do uso da terra foram elaborados a partir de bases cartográficas do período entre 1953 - 2018. Como resultado, verificou-se que as maiores alterações ocorridas nas classes de cobertura e uso da terra, dizem respeito a áreas de silvicultura, com significativa redução, e cobertura florestal, com aumento expressivo em relação a área coberta no cenário de 1953. Estes resultados puderam ser observados também em campo durante visitas às pequenas propriedades rurais do projeto-piloto do PSA.

Palavras chave: Bacia hidrográfica**,** Arroio Epaminondas, Barragem Santa Bárbara, Segurança hídrica, SIG

1. Introdução

A demanda mundial por água tem aumentado a uma taxa de aproximadamente 1% por ano, sendo que, a tendência é o aumento do consumo, de forma significativa, nas próximas duas décadas; permanecendo o setor agrícola, em termos gerais, o maior consumidor (UNESCO, 2018).

Entre as fontes do problema, Tucci; Chagas (2017) ressaltam que, além do aumento da demanda pelos recursos hídricos, estão o uso do solo, na maioria das vezes inadequado, e o lançamento de poluentes no sistema hídrico. Destacando, que estes processos são mais graves nos países pobres e em desenvolvimento, que tendem a priorizar a melhoria das condições econômicas em detrimento dos impactos gerados sobre o ambiente. Os autores concluem que este tipo de prática reduz a capacidade de suporte do ambiente, aumentando, assim, a vulnerabilidade deste e da própria sociedade, fazendo com que a escassez de água esteja ligada mais à falta de qualidade do que, de quantidade deste recurso.

Com o pensamento voltado à segurança hídrica, definida pela ONU (2013), de uma forma geral, como sendo o "acesso sustentável à água de qualidade, necessária aos meios de subsistência, ao bem-estar humano e o desenvolvimento socioeconômico, garantindo a proteção contra a poluição da água e a desastres relacionados à água", têm sido criadas políticas públicas com o intuito de buscar formas de solucionar ou mitigar estes impactos.

Uma estratégia inovadora, que começa a ser utilizada para garantir a segurança hídrica, é a política de Pagamento por Serviços Ambientais – PSA. Iniciativa que surge como um mecanismo de estímulo à conservação dos recursos naturais, por meio de compensações que podem ser financeiras e não financeiras (SHULER, 2017), onde é instituída uma "transação voluntária em que um serviço ambiental[1] bem definido, ou um uso do solo

[1] Serviço tanto "proporcionados ao ser humano por ecossistemas naturais (os serviços ecossistêmicos), quanto os providos por ecossistemas manejados ativamente pelo homem" (GUEDES; SEEHUSEN, 2011).

ISBN: 978-85-7282-778-2

propício para proteger esse serviço, está sendo adquirido, por no mínimo um comprador, de no mínimo, um provedor, que assegure o fornecimento do serviço ambiental" (WUNDER, 2005).

No município de Pelotas, em outubro de 2017, várias instituições públicas[2] formaram uma parceria na forma de um Grupo de Trabalho, com o intuito de implantar um programa de PSA no município. Inicialmente, ele foi planejado como um projeto-piloto que atenderá 12 pequenas propriedades rurais de produção agrícola familiar, localizadas na sub-bacia hidrográfica denominada Epaminondas (Figura 1), que compõe a bacia hidrográfica Santa Bárbara, uma das sete que constituem a hidrografia do município. As propriedades que foram escolhidas são atravessadas pelo curso d'água principal da sub-bacia, o arroio Epaminondas, ou por afluentes deste. Posteriormente, o projeto visa abranger a demanda das demais áreas rurais do município.

De forma geral, as metodologias para quantificar os serviços ambientais se restringem à remuneração baseada na conversão de áreas produtivas em áreas preservadas, normalmente áreas de vegetação ao entorno de corpos hídricos. Para o projeto-piloto, foi adotada uma metodologia mais ampla, que valoriza as demais práticas das propriedades rurais, levando em conta as alterações ocorridas no ambiente e também as práticas cotidianas executadas pelos produtores rurais – provedores dos serviços ambientais – ambos ligados diretamente com as formas de uso do solo. Incentiva-se, assim, a adoção da "agricultura de conservação", que visa uma melhor gestão do solo, da água e da vegetação, através de

[2] Instituições compreendendo a Prefeitura de Pelotas (secretarias de Desenvolvimento Rural e de Qualidade Ambiental), SANEP - Serviço Autônomo de Abastecimento de Água de Pelotas, SEMA/RS DHR - Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura RS por meio do Departamento de Recursos Hídricos, FEPAM - Fundação Estadual de Proteção Ambiental, Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) Clima Temperado, CAPA - Centro de Apoio e Promoção da Agroecologia, EMATER/RS - Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural, UFPel – Universidade Federal de Pelotas (Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel) e o Comitê de Bacia Mirim – São Gonçalo.

"práticas destinadas a minimizar os impactos no solo, manter a cobertura vegetal e regularizar a rotação de colheitas" (UNESCO, 2018).

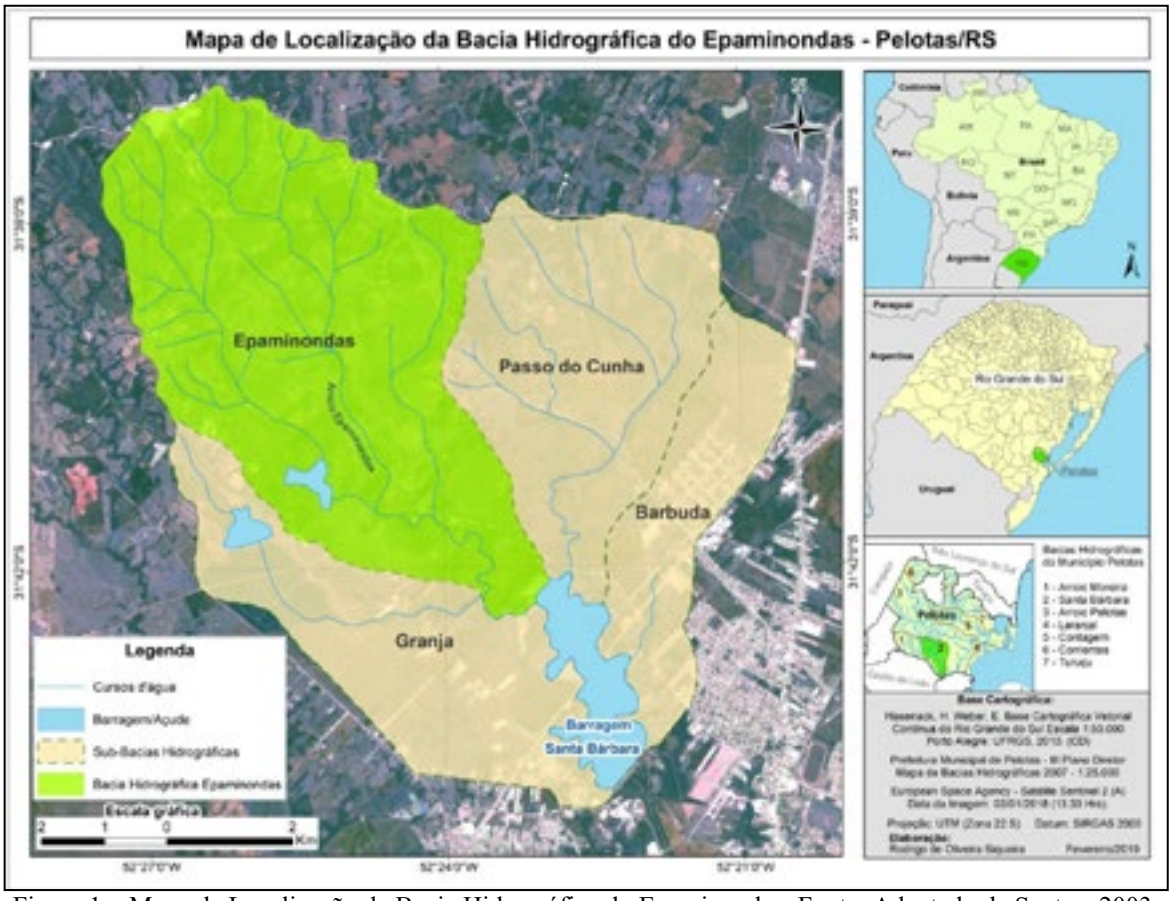


Figura 1 – Mapa de Localização da Bacia Hidrográfica do Epaminondas. Fonte: Adaptado de Santos, 2003. Organizado por: Rodrigo de Oliveira Siqueira.

A análise da cobertura e uso da terra tem como uma das funções proporcionar a interpretação do panorama ambiental da área em questão, auxiliando na identificação de áreas com maiores fragilidades/degradações ambientais e de áreas mais conservadas. Também possibilita verificar alterações de uso e cobertura, que podem ter relação com os diferentes ciclos econômicos e evidenciar as zonas de expansão urbana na cidade (SIMON, 2007).

Partindo destas considerações, o presente estudo tem como objetivo analisar as coberturas e os usos da terra na bacia hidrográfica do Epaminondas, de modo a subsidiar a

tomada de decisões quanto à elaboração e execução de um programa de PSA no município de Pelotas – Rio Grande do Sul.

2. Materiais e Métodos

Foi utilizado um conjunto de procedimentos e técnicas cartográficas que possibilitaram a identificação, mapeamento e a análise das alterações da cobertura e do uso da terra ocorridas na área de estudo, em quatro cenários no período de 1953 - 2018. Inicialmente foi necessária a obtenção, organização e o preparo de bases cartográficas. A base constitui-se em um conjunto de informações que possibilitam a elaboração de produtos cartográficos sobre algum tema, sendo os mapas os produtos mais comuns. Para elaboração dos mapas deste estudo, foram utilizadas as seguintes bases:

(1) Limite da bacia hidrográfica do Epaminondas: Departamento de Engenharia Rural - Universidade Federal de Pelotas (SANTOS, 2003);
(2) Limites Municipais: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2015);
(3) Fotografias Aéreas [Ano 1953] Faixas de vôo 435 A e 435 B. Escala 1:25.000 Fotografias aéreas da SUDESUL[3] – Projeto do Grupo de Planejamento da Baixada Sul Riograndense;
(4) Fotografias Aéreas [Ano 1995] Faixas de vôo 6 e 7. Escala 1:20.000 Levantamento Aerofotogramétrico de Pelotas - Prefeitura Municipal;
(5) Fotografias Aéreas [Ano 2004] Fotoíndice 12 – Faixas de vôo 53 e 54 – Escala 1:25.000. Projeto V.C.P. - Aeroconsult Aerolevantamentos e Consultoria Ltda[4];
(6) Imagens European Space Agency - ESA. Satélite Sentinel 2 (A). Data da Imagem: 03/01/2018 (13:33 Hrs). Escala estimada de precisão 1:25.000.

[3] SUDESUL: a Superintendência do Desenvolvimento da Região Sul, coordenou e executou projetos de pesquisa na região Sul do Brasil, foi extinta, por decreto presidencial, em outubro de 1990.
[4] Aeroconsult Aerolevantamentos e Consultoria Ltda: foi uma empresa especializada na área de mapeamentos e consultoria, funcionando com essa razão social de 1996 até 2012. Localizava-se na rua Pastor Willian R.S.F., Bairro Itacorubi, Florianópolis/SC.

ISBN: 978-85-7282-778-2

A identificação das classes de cobertura e uso da terra na bacia hidrográfica do Epaminondas foi realizada a partir do segundo nível de mapeamento (subclasses), proposto pelo IBGE (2013). Em cada classe atribuiu-se uma cor específica previamente selecionada conforme quadro 1. De acordo com as características locais da bacia hidrográfica em questão, foram agrupadas as subclasses: a) Lavoura Temporária e b) Lavoura Permanente, na subclasse denominada: Cultivos Agrícolas, para os mapas de uso e cobertura da terra.

Quadro 1. Chave de Classificação Utilizada para os Mapeamentos de Cobertura e Usos da Terra.

Classes de Cobertura e Uso da Terra - IBGE (2013)			
Classes e Subclasses		**Características Locais**	**RGB**
Áreas Antrópicas Não Agrícolas	Mineração	Áreas de exploração ou extração de recursos naturais (substâncias minerais) não renováveis encontrados em estruturas geológicas	R: 173 G: 137 B: 205
	Áreas Urbanizadas	Áreas de uso intensivo, estruturadas por edificações e sistema viário onde predominam superfícies artificiais não agrícolas.	R: 255 G: 168 B: 192
Áreas Antrópicas Agrícolas	Cultivos Agrícolas	Áreas de cultivo temporário com importância econômica regional (arroz irrigado e pêssego) ou culturas locais de curta ou média duração (menos que um ano) que após este período sedem o espaço para outro cultivo.	R: 255 G: 255 B: 0
	Pastagem	Áreas utilizadas para o pastoreio animal onde se aplica o manejo de espécies vegetais exóticas.	R: 205 G: 137 B: 0
	Silvicultura	Áreas de cultivo de florestas exóticas como eucalipto e acácia-negra.	R: 205 G: 173 B: 0
Áreas de Vegetação Nativa	Florestal	Áreas de matas nativas – geralmente encontradas nas margens de curso de água.	R: 115 G: 168 B: 0
	Campestre	Formações campestres, com plantas herbáceas e arbustivas, localizadas em áreas úmidas (banhados).	R: 214 G: 255 B: 168
Águas	Águas Continentais (Corpos d'água)	Áreas com acúmulo considerável de água, decorrentes da interferência antrópica ou natural. Ocorrem em forma de barragens e açudes, nos principais cursos d'água.	R: 153 G: 194 B: 230

Fonte: adaptado de IBGE 2013. Organizado por: Rodrigo de Oliveira Siqueira e Viviane Spiering.

No *software* ArcGis 10.1 criou-se um banco de dados e projetos cartográficos, tendo como referência o sistema de coordenadas Universal Transversa de Mercator (UTM) zona 22S e Datum Sirgas 2000. O processo de classificação dos dados matriciais ocorreu a partir da

vetorização manual[5] das áreas com características similares (tonalidade, textura, rugosidade, padrão e forma), conforme chave de classificação previamente definida no quadro 1. Com isso, foram elaborados mapas de cobertura e uso da terra na bacia hidrográfica do Epaminondas para quatro cenários: 1953, 1995, 2004 e 2018.

Para validar os dados obtidos a partir dos mapeamentos de cobertura e uso da terra, foram realizados estudos de campo de modo a confrontar as informações obtidas no mapa com a realidade observada. Para isto, tiveram-se como base, as 12 propriedades selecionadas para o projeto-piloto do PSA de Pelotas.

3. Resultados e Discussões

A partir dos mapeamentos realizados (Figura 2) nos 33,2 km² da bacia hidrográfica do Epaminondas, foi possível identificar uma série de alterações na cobertura e uso da terra no período analisado.

De forma geral, se sobressai o fato de que este é um sistema intensamente antropizado seja por conta de atividades antrópicas agrícolas (cultivos agrícolas, pastagens e silvicultura) como também em função de atividades não agrícolas (mineração e áreas urbanizadas). A partir dos valores expressos na tabela 1, cultivos agrícolas, pastagens e áreas urbanizadas aumentaram significativamente neste período. Cultivos agrícolas, em 1953 somavam 6,9 km² passando para a casa dos 8 km² de extensão já no cenário de 1995, permanecendo assim até 2018. Pastagens aumentaram em mais de 2 km² quando considerado o cenário de 1953. Já a área urbanizada que correspondia somente a 0,1 km² em 1953 passou para 1,5 km² em 2018, sendo possível observar a expansão destas sobre áreas que inicialmente eram ocupadas por atividades de mineração (Figura 2).

[5] A vetorização manual consiste na definição de pontos ou sequências destes para construir entidades tipo ponto, linha ou polígonos, através da sistemática do operador que deve apontar as posições em que devem ser registradas as coordenadas pertinentes àquelas entidades. A qualidade final depende basicamente da habilidade do operador. CÂMARA (2004).

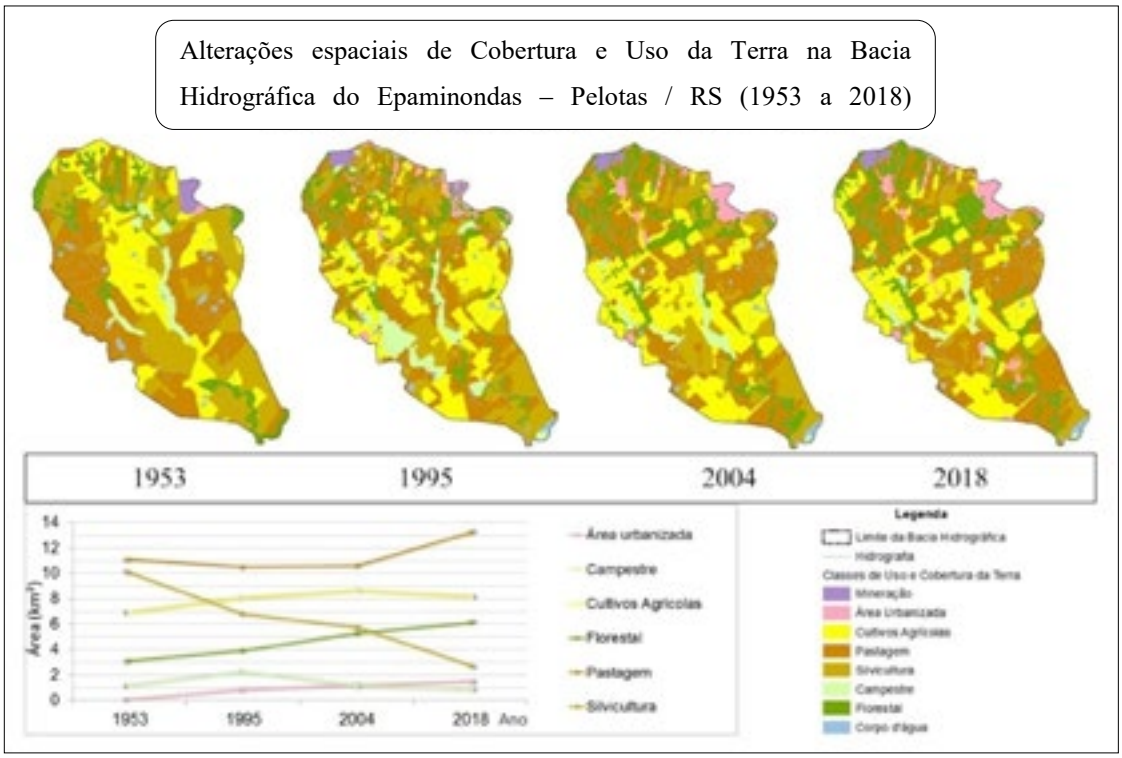


Figura 2 - Alterações espaciais de Cobertura e Uso da Terra na Bacia Hidrográfica do Epaminondas, Pelotas-RS (1953 a 2018). As classes "Corpos d'água" e "Mineração" não foram incluídas no gráfico por não possuírem alterações significativas. Organizado por: Rodrigo de Oliveira Siqueira.

Por sua vez, áreas de mineração, mesmo que tenham diminuído em extensão – de 0,4 km² para 0,3 km² (Tabela 1), – mostram-se como agravante das condições de antropização da bacia, tendo em vista que, verificou-se no cenário de 1995 (Figura 2), a abertura de uma nova área de extração ao norte da bacia, fato que demanda atenção principalmente por esta ser uma área de nascentes.

Em todos os cenários avaliados verificou-se a predominância de áreas ocupadas por pastagens. Em 1953, 1995 e 2004 estas áreas, de acordo com a tabela 1, apresentaram pouca variação, sendo uma redução inferior a 1 km². Em 2018, estas áreas aumentaram em mais de 2 km² em relação aos cenários anteriores. A partir dos mapas expostos na figura 2, este panorama é reflexo da conversão de áreas de silvicultura, que em 2018 encontram-se restritas

ISBN: 978-85-7282-778-2

a alguns fragmentos isolados no interior da bacia, ao passo que nos cenários anteriores estas áreas eram representadas por significativas extensões, principalmente ao sul da bacia.

Tabela 1 – Quantificação das áreas de cobertura e uso da terra na bacia hidrográfica do Epaminondas.

Usos Antrópicos na Bacia Hidrográfica do Epaminondas (área em km²)								
		Mineração	**Área Urbanizada**	**Cultivos agrícolas**	**Pastagem**	**Silvicultura**	**Total**	
Cenário	**1953**	0,4	0,1	6,9	11,1	10,1	**28,6**	**86%**
	1995	0,4	0,8	8,1	10,5	6,8	**26,6**	**80%**
	2004	0,3	1,2	8,6	10,6	5,8	**26,5**	**79%**
	2018	0,3	1,5	8,2	13,3	2,7	**26**	**78%**
Coberturas da terra na Bacia Hidrográfica do Epaminondas (área em km²)								
		Campestre		**Florestal**		**Corpos d' água**	**Total**	
Cenário	**1953**	1,1		3,1		0,4	**4,6**	**13%**
	1995	2,2		3,9		0,5	**6,6**	**19%**
	2004	1,2		5,3		0,3	**6,8**	**20%**
	2018	0,9		6,1		0,3	**7,3**	**21%**

Fonte: mapeamentos de cobertura e uso da terra. Organizado por: Viviane Spiering.

Dentre todas as classes de cobertura e uso da terra, as maiores alterações observadas dizem respeito a áreas de silvicultura e cobertura florestal (Figura 3). Entretanto ao passo que a classe de silvicultura destaca-se pela significativa redução de área, a classe de cobertura florestal demonstra aumento expressivo em relação à área coberta no período de 1953.

Em 1953, com base na figura 3, existiam extensas áreas de silvicultura distribuídas quase que de maneira uniforme por toda a bacia hidrográfica. Juntas, estas áreas, de acordo com a tabela 1, somavam 10,1 km², sendo a segunda dentre as classes de maior representatividade. No decorrer do período analisado observou-se gradativa diminuição destas áreas ao passo que, em 2018, estas aparecem reduzidas a 2,7 km², o que significa uma redução em mais de 2/3 com relação à área original (1953).

ISBN: 978-85-7282-778-2

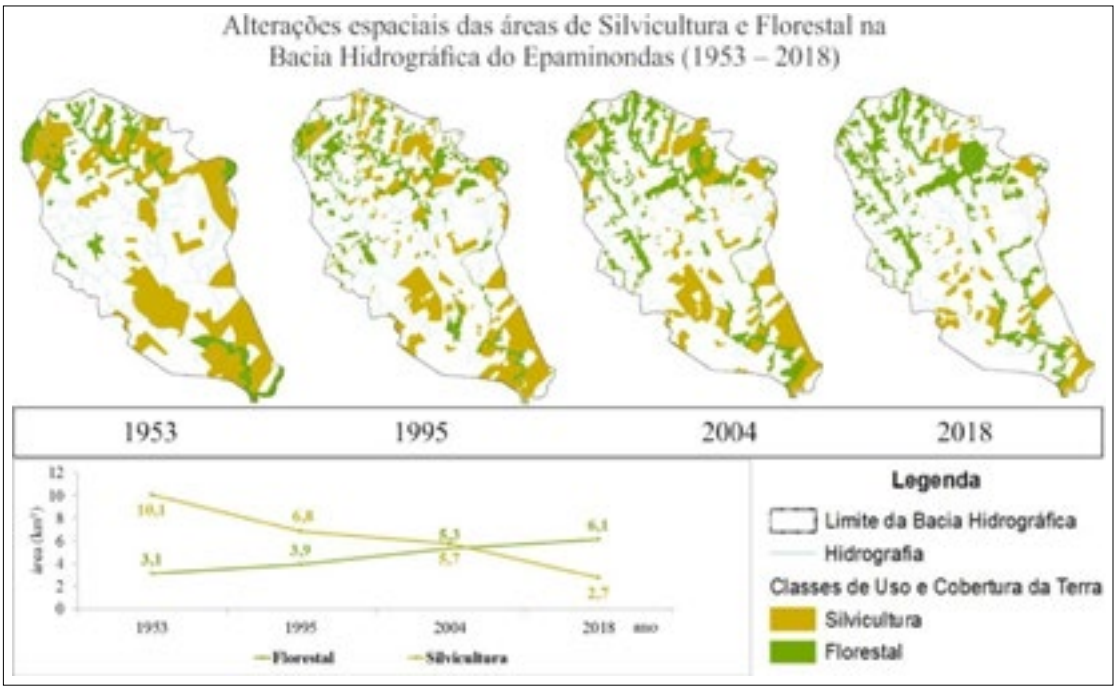


Figura 3 – Classes com as maiores alterações observadas. Organizado por: Rodrigo de Oliveira Siqueira

Assim, as áreas de silvicultura na bacia hidrográfica do Epaminondas, atualmente são restritas a pequenos talhões mais expressivos na metade leste. Em campo foi possível visualizar algumas destas áreas (Figura 4a).

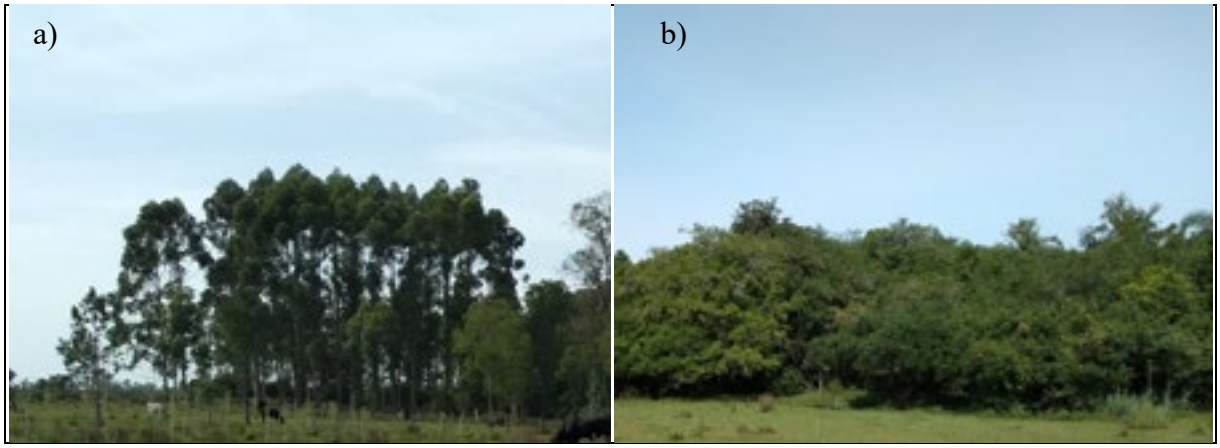


Figura 4 – a) área de silvicultura na bacia hidrográfica do Epaminondas; b) área de cobertura florestal – Vegetação ciliar no Arroio Epaminondas. Fonte: Daiana Fonseca Bierhals.

ISBN: 978-85-7282-778-2

De outro lado, o aumento das áreas de cobertura florestal é um destaque positivo que pode ser associado ao abandono das áreas antrópicas como também à aplicação da legislação ambiental (Código Florestal). De acordo com as informações da figura 3, em 1953 estas áreas representavam 3,1 km², distribuídos entre uma pequena quantidade de fragmentos que se concentravam na metade norte da bacia. No decorrer do período analisado, observou-se o crescimento gradual destas áreas, ao ponto de que em 2018 estas duplicaram em extensão chegando a 6,1 km² distribuídos entre inúmeros fragmentos, que em grande parte acompanham o curso principal do arroio Epaminondas (Figuras 3 e 4b).

4. Considerações Finais

Nas visitas às pequenas propriedades rurais selecionadas para o projeto-piloto de PSA, puderam ser observadas características variadas no uso da terra, com reconhecidos impactos no ambiente. Também, sendo encontradas situações em que as áreas de preservação permanentes dos cursos d'água e nascentes, estavam bem conservadas e, outras, com déficits de vegetação.

Almeja-se que este estudo possa auxiliar nas propostas e elaboração e execução do Programa de Pagamento por Serviços Ambientais para o município de Pelotas. Apontando as necessidades de intervenção do projeto junto às propriedades rurais. E indicando as melhores práticas agrícolas e a serem desenvolvidas em cada situação. Sempre levando-se em consideração a necessidade dos agricultores familiares em manterem a sua subsistência, respeitando a legislação ambiental e a capacidade de suporte do ambiente.

5. Agradecimentos

A Fundação de Apoio a Pesquisa e Desenvolvimento Agropecuário Edmundo Gastal (FAPEG) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsas de estudo e pesquisa; e, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa – Clima Temperado) pela oportunidade e logística na realização deste estudo.

6. Referências Bibliográficas

CÂMARA, Gilberto et. al. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. São José dos Campos, INPE, 2004.

GUEDES, Fátima Becker; SEEHUSEN, Susan Edda. Pagamentos por serviços ambientais na Mata Atlântica: lições aprendidas e desafios. **Brasília: MMA**, v. 272, 2011.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de uso da terra.** 3ª ed. Brasília: IBGE, 2013 (Manuais técnicos em geociências, nº 7).

ONU - Organização das Nações Unidas. **UN-WATER. Water Security & the Global Water Agenda.** Water Analytical Brief, 2013. Disponível em: <http://www.unwater.org/publications/un-water-analytical-brief-water-security-global-water-agenda-4-page-summary-decision-makers/>. Acesso em: 29 jan. 2019.

SANTOS, F. et al. Bacia hidrográfica do arroio Santa Bárbara, Pelotas, RS. Comunicação pessoal. **Curso de gerenciamento costeiro integrado**. FURG. Rio Grande RS, 2003.

SHULER, A.E. et al. Serviços ambientais hídricos. In**: Introdução Manual para Pagamento por Serviços Ambientais Hídricos: seleção de áreas e monitoramento**. Embrapa. Brasília, DF. 2017.

SIMON, Adriano Luís Heck. A dinâmica do uso da terra e sua interferência na morfohidrografia da Bacia do Arroio Santa Bárbara - Pelotas (RS). 2007. 185 f. **Dissertação (mestrado)** - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2007. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/95602>.

TUCCI,C.; CHAGAS, M.F., **Segurança hídrica: conceitos e estratégia para Minas Gerais.** REGA, Porto Alegre, v. 14 e12, 2017. Disponível em: <https://abrh.s3.sa-east 1.amazonaws.com/Sumarios/198/802534ee73e9bcb48c662546a9f2f9e3_fbb8585ef27dacdc10 75b1e435cb19e3.pdf> Acesso em: 27 jan. 2019.

UNESCO - United Nation Educational, Scientific and Cultural Organization. **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2018: soluções baseadas na natureza para a gestão da água, resumo executivo**. Disponível em:<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000261594_por> Acesso em: 27 jan. 2019.

WUNDER, S. **Payment for environmental services: some nuts and bolts**. 2005. CIFOR Occasional Paper No. 42.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

COMPARTIMENTAÇÃO GEOAMBIENTAL DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITACOLOMI-CE

Livana Sousa Guimarães [1], Ernane Cortez Lima [2]

[1] Mestranda em Geografia, Universidade Estadual Vale do Acaraú-UVA,

E-mail: livanasg10@gmail.com

[2] Professor Dr. do Curso de Geografia, Universidade Estadual Vale do Acaraú-UVA,

E-mail: ernanecortez@hotmail.com

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas.

Resumo

Livana Sousa Guimarães 1,
Ernane Cortez Lima

Este trabalho apresenta a compartimentação geoambiental realizada na sub-bacia hidrográfica do rio Itacolomi. Desse modo, ressaltamos a importância de tal estudo, pois encontra-se inserido no contexto da semiaridez, que por sua vez torna-se imprescindível o manejo adequado nesses ambientes. Dessa forma, podemos salientar que a área apresenta uma rica diversidade paisagística, a qual resulta da variedade na composição litológica, bem como dos diferentes tipos de solos que a compõe. Por esse ângulo, percebemos a intensa utilização desse ambiente para a agricultura de subsistência, principalmente nas proximidades dos seus afluentes, sendo necessário o uso de técnicas adequadas que possam auxiliar na conservação dessa área.

Palavras chave: Paisagem; Recursos Hidrícos; Rio Itacolomi.

1. Introdução

A sub-bacia hidrográfica do rio Itacolomi, está localizada na região Noroeste do Estado do Ceará, situada nas cartas topográficas da SUDENE/DGS SA.24-Y-C-II (Chaval), SA.24-Y-C-VI (Frecheirinha), SA.24-Y-C-III (Granja) e SA.24-Y-C-V (Viçosa do Ceará), correspondendo a uma área de aproximadamente 1.065 km², a qual compõe o sistema da bacia hidrográfica do rio Coreaú. A sub-bacia, objeto da pesquisa, drena parte dos municípios de Tianguá, Viçosa do Ceará, Uruoca e Granja, tendo acesso pela BR 222 e CE 187.

Na sub-bacia em estudo destacam-se três compartimentos morfoestruturais diferenciados: Escudos e Maciços Antigos (Planaltos Residuais e Depressão Sertaneja), Bacia Sedimentar Paleozoica (Planalto da Ibiapaba/Serra Grande) e Depósitos Sedimentares Cenozoicos (Planaltos e Planícies Fluviais). (Figura 01)

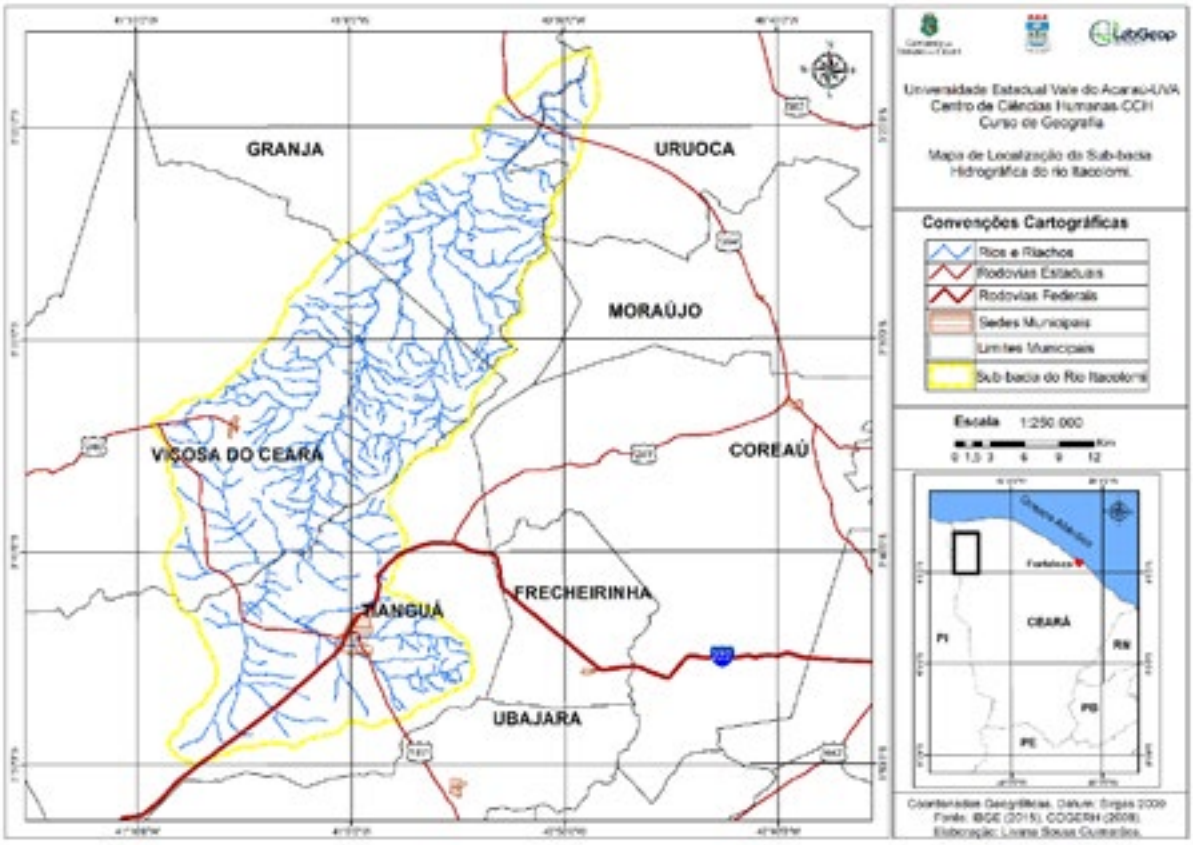


Figura 1 – Mapa de localização da Sub-bacia Hidrográfica do Rio Itacolomi.

Nesse sentido, a paisagem para Ab'Sáber (2003, p.09), é vista sempre como uma herança de processos fisiográficos e biológicos, sendo considerada patrimônio dos povos que a herdaram como território de atuação de suas comunidades", nas quais essas paisagens "têm sempre o caráter de herança de processos de atuação antiga, remodelados e modificados por processos de atuação recente".

As principais nascentes do rio Itacolomi estão localizadas nas áreas mais elevadas, situadas no planalto da Ibiapaba, bem como serras que compõe as formas de relevo que predominam na sub-bacia. Algumas nascentes apresentam-se parcialmente preservadas, além disso, ressalta-se a presença de áreas que apresentam enclaves de mata úmida. Nesse sentido, a presente pesquisa possui como objetivo principal a commpartimentação geoambiental da sub-bacia hidrográfica do rio Itacolomi, no qual foi possivel a apartir de todo mapaeamento da área e, posteriormente, sua análise.

2. Materiais e Métodos

Utilizou-se para elaboração do mapa o Sistema de Coordenadas Geográficas e Datum Sirgas 2000, onde foram adaptados os arquivos vetoriais para a sub-bacia. Os dados dos rios e riachos foram disponibilizados pela COGERH (Companhia de Gestão de Recursos Hídricos), os limites municipais, as localidades e as rodovias foram obtidas junto ao site do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) e IPECE (Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará).

Para a delimitação do polígono da sub-bacia do rio Itacolomi utilizou-se técnicas de geoprocessamento por meio da delimitação automática, utilizando imagem de radar SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), disponibilizada pela SRTM - EMBRAPA Monitoramento por satélite, no formato GeoTIFF, com resolução espacial de 90 metros. Segundo Rodrigues (2016, p. 42), inicialmente retira-se a drenagem através de ferramentas, onde é determinada a direção do fluxo, "o fluxo acumulado em cada célula, o trajeto do fluxo mais longo e a ordem numérica para cada seguimento". Em seguida gera-se um arquivo raster de drenagem, logo após um shape de drenagem. O último passo é a delimitação da sub-bacia a partir de um ponto de coleta, realizado isso, transforma-se o shape de pontos em arquivo vetorial de polígono.

3. Levantamento Geoambiental da Sub-bacia Hidrográfica do Rio Itacolomi

3.1. Geologia

Em relação a geologia a área apresenta uma rica diversidade litoestratigráfica. Nesse sentido, utilizou-se como base cartográfica o mapa Digital de Geologia e Recursos Minerais do Ceará (CPRM, 2003), na escala 1:500.000. A sub-bacia encontra-se inserida no subdomínio do médio Coreaú - SDMC no domínio setentrional, (CPRM, 2003). No Sul da sub-bacia tem-se a formação serra grande – Ssg formado de conglomerados e arenitos, em parte feldspáticos, com intercalações de siltitos e folhelhos.

Na era paleo-proterozoica do período Siberiano possui como unidade o Complexo Granja, formados por ortognaisses, granulitos e migmatitos bandados e dobrados, encerrando fáceis miloniticas – PP1g. Já na era neoproterozoica destaca-se o Grupo Martinópole, que corresponde uma sequência de filitos, micaxistos, quartzitos e metarenitos intercalados por metacarbonatos e metabásicas. Na formação São Joaquim do período Criogeniano constitui-se de quartzitos puros e micáceos em parte com cianita ou silimanita, ocasionais intercalações de xistos quartzosos e metavulcânicas – NPmsj.

3.2. Geomorfologia

A sub-bacia hidrográfica do rio Itacolomi exibe feições geomorfológicas bastante significativas em toda sua extensão. Segundo Flores (2012) a geomorfologia é considerada a ciência que estuda as formas de relevo e os processos que atuam na superfície, e vem evoluindo com o uso de técnicas de geoprocessamento a partir do uso de SIG (Sistema de Informação Geográfica) para a realização de trabalhos referentes ao uso e ocupação da terra, para auxiliar no planejamento e na gestão desses ambientes.

A partir do mapeamento e levantamento em campo foi possível a identificação de quatro unidades geomorfológicas distintas na sub-bacia, a Superfície de Aplainamento, Planalto da Ibiapaba, Serras Secas e a Planície Fluvial do rio Itacolomi.

A superfície de aplainamento ou depressão sertaneja representa a unidade de maior expressividade em relação a sua extensão geográfica (SOUZA, 1979), nas quais são marcadas pela primazia de topografias planas ou levemente onduladas (MEIRELES, 2007). As formas de relevo que compõem esta unidade geoambiental exibem reflexos de eventos tectônico-estruturais remotos e o fato mais notável é a dominância espacial das depressões periféricas derivadas dos processos denudacionais.

Além disso, caracteriza-se como uma área com acentuada diversificação litológica que foi submetida às condições semiáridas com forte irregularidade pluviométrica, recoberta por vegetação de caatinga, que apresenta uma variedade nos seus padrões fisionômicos e florísticos, com diferentes níveis de degradação (SOUZA, 2000).

Nesse sentido, observou-se que próximo as nascentes do riacho boqueirão (afluente do rio Itacolomi), caracteriza-se a predominância de vegetação de caatinga arbustiva-arbórea com indício de desmatamento acentuado, devido a presença de marmeleiro. No que se refere ao Planalto da Ibiapaba o mesmo constitui-se como um dos maiores compartimentos de relevo do território Cearense, em que se limita em toda a sua fronteira ocidental com o estado do Piauí (SOUZA, 1979).

Segundo Bandeira e Claudino Sales (2009, p.09), o planalto da Ibiapaba apresenta "altitudes em torno de 900 m na porção setentrional e decrescendo em direção ao sul, o Planalto possui direção geral Norte-Sul e extensão de aproximadamente de 400Km", no qual possui como litologia predominante as rochas do grupo Serra Grande.

Deste modo, ressalta-se que no planalto da Ibiapaba estão localizadas as principais e mais importantes nascentes do rio Itacolomi, sendo que no riacho São José inserido no Sul da sub-bacia se destaca um enclave de mata úmida com presença de Latossolos vermelho-amarelo. Tem-se a floresta subperenifólia tropical plúvio-nebular (mata úmida), que ocupa as áreas mais elevadas dos topos, encostas das serras úmidas e planaltos sedimentares.

De acordo com Souza (2007, p.136), o planalto da Ibiapaba apresenta condições climáticas úmidas na escarpa e no reverso imediato, tendendo a condições secas para oeste

onde ocorre o "carrasco". Claudino-Sales (2016) salienta que o planalto da Ibiapaba apresenta um front extremamente dissecado, que é mantido pelas rochas da formação sedimentar Serra Grande, e com vertentes em parte mantidas por rochas do embasamento cristalino. No sul da área tem-se a vegetação de carrasco que se caracteriza por seu caráter caducifólio, semelhante à caatinga, se estende no platô do planalto da Ibiapaba, isto é, nas áreas sedimentares do interior do Ceará.

Segundo Silva e Pereira (2007), as serras secas podem ser consideradas mais instáveis ambientalmente que o sertão, devido a declividade de suas encostas, no qual, ressalta-se a importância dessas serras como áreas de localização de fontes e nascentes hídricas de rios sertanejos.

Nesse sentido, no riacho Lajes próximo a Serra Dom Simão foi observado a mata ciliar parcialmente preservada nota-se a presença de carnaúba, oiticica e mufumbo. Tem-se um transporte de cascalho bastante significativo com 20 – 30 cm de diâmetro no fundo do leito do riacho, sugerindo vazão mais efetiva do mesmo. Já a planície fluvial é a forma mais característica de acumulação decorrente da ação fluvial, ou seja, são áreas de diferenciação regional nos sertões semiáridos e abrigam as melhores condições de solos e de disponibilidades hídricas, além disso, as planícies fluviais constituem-se como ambientes de exceção nas depressões sertanejas semiáridas.

Em relação ao seu potencial geoambiental é necessário considerar que são áreas sujeitas a inundações periódicas, além disso, apresentam solos revestidos por matas ciliares, com predominância de carnaúba em sua comunidade florística característica desse sistema geoambiental (SOUZA, 2000). De acordo com Rodrigues (2016), o processo de formação desta unidade de relevo está relacionado ao transporte de matéria, que se dá através dos sistemas fluviais. A planície fluvial do rio Itacolomi apresenta áreas bastante descaracterizadas, com presença de desmatamentos, em contrapartida áreas com vegetação bem preservada.

3.3. Solos

As classes de solos que correspondem a área da sub-bacia hidrográfica do rio Itacolomi foram identificadas tanto em trabalhos de gabinete como através da classificação do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SIBCS, 2006), como através do exame morfológico do perfil realizado em trabalho de campo.

Os Planossolos Solódicos presentes na porção norte da sub-bacia que se caracterizam por apresentar perfis com horizontes A e E, com textura arenosa sobre um horizonte Bt, de textura média ou argilosa. São solos típicos de relevos planos e suaves ondulados típico de regiões semiáridas que ocupam as partes mais baixas das superfícies de aplainamento e de várzea Identificou-se a presença do planossolo solódico que são solos característicos de relevos planos e suaves ondulados típico de regiões semiáridas que ocupam as partes mais baixas das superfícies de aplainamento e de várzea (PEREIRA e SILVA, 2007).

Os Neossolos Litólicos se caracterizam como solos de fraca evolução pedológica, rasos de textura arenosa, apresentam horizonte A, seguido de horizonte C ou sobre a rocha – R, possuem pedregosidade na superfície, no qual são frequentemente encontrados associados com afloramentos rochosos, e presente na superfície de aplainamento.

Os Neossolos Flúvicos são solos profundos originados da sedimentação fluvial do holoceno, apresenta perfis com horizonte A e C. São considerados solos de grande potencialidade agrícola e com alta fertilidade natural, sendo bastante utilizado com sistemas de irrigação, são formados por sedimentos não consolidados, argilosos, siltosos e arenosos, característico das planícies fluviais.

Os Latossolos Vermelho-Amarelos se constituem como os solos mais velhos do Ceará, sendo em geral desenvolvido de materiais de arenito do Cretáceo e de sedimentos arenoargilosos tércio-quaternários da formação barreiras. São solos profundos, muito intemperizados, no qual situa-se em áreas sedimentares, presente no planalto da Ibiapaba.

Os Argissolos Vermelho-Amarelos se caracterizam por apresentar perfis profundos e muito profundos com horizontes A, Bt e C. Derivam de diversos tipos de materiais de origem,

desde sedimentos areno-argilosos da formação barreiras (tércio-quaternários), até da alteração de vários tipos de rochas cristalinas (Pré-cambriano).

3.4. Vegetação

No estado do Ceará tem-se o predomínio das condições de semiaridez, "fazendo com que a vegetação tenha um caráter fisionômico dominado pela perda de folhas durante o período de estiagem" (PEREIRA; SILVA, 2007, p.199). Na área em estudo destaca-se seis feições fitogeográficas como: carrasco, complexo vegetacional da zona litorânea, caatinga arbustiva aberta, floresta caducifólia espinhosa (caatinga arbórea), floresta subcaducifólia tropical pluvial (mata seca) e floresta subperenifólia tropical plúvio-nebular (mata úmida).

O carrasco caracteriza-se por seu caráter caducifólio, semelhante à caatinga, que se estende no platô do planalto da Ibiapaba, isto é, nas áreas sedimentares do interior do Ceará. Segundo Fernandes (1990), é uma vegetação que resulta da degradação do cerradão, que em decorrência das práticas agrícolas e da pecuária extensiva deram origem ao carrasco.

O complexo vegetacional da zona litorânea abrange uma pequena porção norte da sub-bacia hidrográfica do rio Itacolomi, apresenta como caracteristicas espécies herbáceas e gramíneas que atuam na fixação da areia, onde há uma elevada ação do vento e altos teores de sais no solo. (PEREIRA; SILVA, 2007). A caatinga arbustiva aberta está presente em áreas que sofreram desmatamento, por uso agrícola e pecuária, nas quais apresenta adaptações morfológicas e fisiológicas no período de seca, é composto por espécies como marmeleiro, jurema preta, feijão bravo, dentre outras.

Em relação a floresta caducifólia espinhosa (caatinga arbórea), apresenta um melhor estado de conservação. A caatinga arbórea só assume padrão fisionômico arbóreo onde as condições semiáridas são moderadas e os solos possuem melhores condições de fertilidade (PEREIRA; SILVA, 2007).

De acordo com Fernandes (1990), embora a caatinga arbórea seja própria das encostas serranas, ainda podem ser encontradas em áreas da depressão sertaneja. A floresta

subcaducifólia tropical pluvial (mata seca) é uma vegetação com caráter semi-caducifólio, na qual uma parte de suas espécies perdem as folhas para se proteger dos efeitos da estiagem (PEREIRA; SILVA, 2007).

No que se refere a floresta subperenifólia tropical plúvio-nebular (mata úmida), ocupa as áreas mais elevadas dos topos, encostas das serras úmidas e planaltos sedimentares. De acordo com Pereira e Silva (2007), constitui-se como a unidade vegetacional que apresenta uma das maiores biodiversidades do estado do Ceará, presente em determinadas áreas do planalto da Ibiapaba.

3.5. Clima

No que corresponde as caracteristicas climáticas do estado do Ceará podemos ressaltar que está localizado no domínio de clima semiárido, o qual caracteriza-se por um período chuvoso irregular e um período seco prolongado (ZANELLA, 2007). A região semiárida brasileira possui caracteristicas próprias que a distingue das demais regiões por apresentar irregularidade no ritmo das precipitações ao longo dos anos, elevadas temperaturas, presença de solos rasos, vegetação predominante de caatinga e rios intermitentes (AB'SÁBER, 1999).

Segundo Zanella (2007), durante a maior parte do ano o Ceará mantém-se sob a ação do Anticiclone do Atlântico-Sul, visto que o mesmo é responsável pela estabilidade do tempo e consequentemente pelo período de estiagem prolongado. A distribuição pluviométrica no Ceará sofre uma grande variação, pois relaciona-se com a atuação de diferentes sistemas atmosféricos, e pode-se mencionar a influência do relevo. Em áreas com altitudes mais elevadas como no planalto da Ibiapaba onde se localizam grande quantidade de nascentes do rio Itacolomi, percebe-se que os índices pluviométricos são mais elevados, visto que os ventos úmidos provenientes do litoral, quando encontra barreiras orográficas tendem a elevar-se auxiliando na formação de nebulosidades que originam as chuvas orográficas ou de relevo, na

qual possibilita condições de pluviosidade mais favoráveis que as áreas que a circundam (ZANELLA, 2007).

Nesse contexto, Lima (2012) destaca que a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) é um dos sistemas atmosféricos mais atuantes nas condições climáticas do estado do Ceará. A zona de convergência intertropical (ZCIT) é um fenômeno que se forma pela confluência dos alísios de nordeste e dos ventos alísios de sudeste, que formam as nuvens cumulonimbus principais "responsáveis por eventos pluviométricos no Nordeste do Brasil" (SOARES, 2015, p.42).

4. Considerações Finais

A sub-bacia hidrográfica do rio Itacolomi ressalta-se como um importante sistema hidrográfico na região noroeste do estado do Ceará, no qual vem sofrendo com o processo de degradação ambiental relacionado com o uso indiscriminado dos recursos naturais pela ação antrópica, uma vez que é utilizado por parte da população como fonte de sobrevivência, visto que próximo aos seus afluentes tem-se a utilização de áreas para a agricultura de subsistência.

A intensa utilização dos recursos naturais pelo homem pode acarretar impactos no meio ambiente, por isso, que em decorrência dessa exploração acentuada dos recursos naturais, tornam-se relevantes os estudos em bacias hidrográficas. Tais recursos possuem seus limites, sendo necessário propor algumas medidas para amenizar ou diminuir os impactos provocados pela ação antrópica que resulta na descaracterização da paisagem.

Por esse ângulo, salientamos que a sub-bacia hidrográfica do rio Itacolomi apresenta uma rica diversidade paisagística, mas que com o decorrer dos anos sofre alterações devido a ação antrópica, como pode ser observado com a retirada da vegetação para a agricultura de subsistência e utilização de áreas para a pecuária, sendo necessário repensar as potencialidades ambientais para o manejo adequado nesse ambiente.

5. Agradecimentos

Á FUNCAP pela concessão e fomento da bolsa, à Universidade Estadual Vale do Acaraú-UVA. Ao meu orientador Ernane Cortez Lima pelo incentivo.

6. Referências Bibliográficas

AB'SÁBER, A. N. **Sertões e sertanejos: Uma Geografia Humana Sofrida**. In: **Dossiê Nordeste Seco**. São Paulo/SP, Revista Estudos Avançados/USP, Vol. 13 – Nº 36 – maio/agosto 1999, p.7-59.

_____. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas.** São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

BANDEIRA, R; CLAUDINO-SALES, V. **Relação dos Aspectos Geomorfológicos e o Uso do Espaço Geográfico na Serra de Ubajara, Planalto da Ibiapaba, Ceará.** In: XIII Simpósio Nacional de Geografia Física Aplicada, 2009, Viçosa. MG. Anais do XIII Simpósio Nacional de Geografia Física Aplicada, 2009. v. 1. p. 1-18.

CLAUDINO-SALES, V. **Megageomorfologia do Estado do Ceará**. 1. ed. São Paulo: Novas Edições Acadêmicas, 2016. v. 1. 90p.

CPRM. **Atlas digital de geologia e recursos minerais do Ceará**. Edição 2003 Esc. 1:500.000 CPRM, 2003. 105 p.

FERNANDES, A. **Temas fitogeográficos**. Fortaleza: Stylus Comunicações, 1990. 116p.

FLORES, D. M. **Análise Geomorfológica da Bacia do Ribeirão Balainho/ Suzano (SP).** Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas de São Paulo. São Paulo, 2012, 139p.

LIMA, E. C. **Planejamento Ambiental como subsídio a Gestão Ambiental da Bacia de Drenagem do Açude Paulo Sarasate Varjota-Ceará.** Tese (Programa de Pós-Graduação em Geografia) - Universidade Federal do Ceará, UFC. Fortaleza, 2012. 201f.

MEIRELES, A. J. A. **As unidades morfo-estruturais do Ceará.** In: SILVA, J. B. CAVALCANTE, T. C.; DANTAS, E. W. C.; SOUSA, M. S. (Orgs). Ceará: um novo olhar geográfico. 2.ed. atual - Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007. 141-168 p.

PEREIRA, R. C. M.; SILVA, E. V. **Solos e vegetação do Ceará: Caracteristicas gerais.** In: SILVA, J. B. CAVALCANTE, T. C.; DANTAS, E. W. C.; SOUSA, M. S. (Org.). Ceará: um novo olhar geográfico. 2.ed. atual - Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007. p. 189-210.

RODRIGUES, J. M. D. **Análise dos sistemas ambientais da Sub-bacia hidrográfica do rio Bom Jesus, Taperuaba, Ceará, Brasil.** Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Estadual Vale do Acaraú. Sobral. 2016. p. 183.

SILVA, E. V.; PEREIRA, R. C. M. **Problemas ambientais e unidades de conservação no Ceará.** In: SILVA, J. B..; CAVALCANTE, T. C.; DANTAS, E. W. C.; SOUSA, M. S. (Orgs). Ceará: um novo olhar geográfico. 2.ed. atual - Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007. 211-229 p.

SOARES, L. P. **Caracterização climática do estado do Ceará com base nos agentes da circulação regional produtores dos tipos de tempo.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Departamento de Geografia, Programa de Pós-graduação de Geografia. Fortaleza, 2015.

SOUZA, J. M. N. **Compartimentação topográfica do estado do Ceará. Ciências Agronômicas, Fortaleza – Ceará**. v. 1-2, n. 9, p.77-86, 1979. Disponível em <www.ccarevista.ufc.br/site/down.php?arq=12rca9.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2018.

SOUZA, M. J. N. **Bases naturais e esboço do zoneamento geoambiental do Estado do Ceará.** In: LIMA, L. C.; MORAIS, J. O.; SOUZA, M. J. N. Compartimentação Territorial e Gestão Regional do Ceará. Fortaleza: Editora. FUNCEME, 2000. p.5-104.

SOUZA, M. J. N. **Compartimentação geoambiental do Ceará.** In: SILVA, J. B. CAVALCANTE, T. C.; DANTAS, E. W. C.; SOUSA, M. S. (Orgs). Ceará: um novo olhar geográfico. 2.ed. atual - Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007. p.127-140.

TRENTIN, R.; SANTOS, L. J. C.; ROBAINA, L. E. de S. **Compartimentação Geomorfológica da Bacia Hidrográfica do Rio Itu - Oeste do Rio Grande do Sul - Brasil.** Sociedade & natureza (UFU. Online), v. 24, p. 127-142, 2012.

ZANELLA, M. E. **As características climáticas e os recursos hídricos do Ceará.** In: SILVA, J. B. CAVALCANTE, T. C.; DANTAS, E. W. C.; SOUSA, M. S. (Orgs). Ceará: um novo olhar geográfico. 2.ed. atual - Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007. p.169-188.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

CONSIDERAÇÕES ACERCA DA QUALIDADE DA ÁGUA E NÍVEL TRÓFICO DA BACIA DO RIO PACIÊNCIA (MA)

Allana Pereira Costa[(a)], Elna Lucilia Santos Corrêa[(b)], Manuela Costa da Rocha[(c)], Karina Suzana Feitosa Pinheiro[(d)]

[(a)]Bacharel em Geografia (UEMA), Email: allanapcosta10@gmail.com;

[(b)]Bacharel em Geografia (UEMA), Email: elna.correa@hotmail.com;

[(c)]Graduanda em Geografia, Departamento de História de Geografia/UEMA, Email: manuelacost.r@gmail.com;

[(d)]Engenheira de Minas, Mestre em Mineração e Geologia, Prof. Departamento de História de Geografia/ UEMA, Email: karina17.uema@gmail.com.

Allana Pereira Costa, Elna Lucilia Santos Corrêa, Manuela Costa da Rocha, Karina Suzana Feitosa Pinheiro

Eixo: Dinâmica e Gestão de Bacias Hidrográficas

Resumo

O Brasil apresenta grande disponibilidade de água em seus mananciais. Nessa conjuntura, o rio Paciência, localizado na Ilha do Maranhão destaca-se pela sua importância local. No entanto, este rio vem sofrendo comprometimento da qualidade de suas águas, consequência do processo de uso e ocupação dos espaços em sua bacia. Destacando-se como um dos principais problemas relacionados à qualidade de ambientes fluviais, a eutrofização, que consiste no processo em que o corpo d'água adquire elevados níveis de nutrientes (nitratos e fosfatos), é um indicador determinante da qualidade da água. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi caracterizar a qualidade da água e do estado trófico nessa bacia hidrográfica através dos parâmetros físico-químico evidenciando os trechos mais comprometidos. Os resultados das análises foram comparados com a CONAMA Nº. 357/05 que indicaram uma situação preocupante quanto à qualidade da água na área de estudo.

Palavras chave: Qualidade de água; Eutrofização; Ilha do Maranhão.

1. Introdução

O Brasil é o país que apresenta maior quantidade de água doce no mundo armazenado em seus mananciais, sendo utilizados para as mais diversas finalidades, dentre elas: recreação, pesca, irrigação, geração de energia e abastecimento público. De acordo com a Agência Nacional de Água (ANA, 2013), os rios brasileiros apresentam boa ou ótima qualidade, mas, devido a contaminação por esgotos domésticos e resíduos sólidos industriais em áreas urbanizadas os mananciais vêm sendo degradados.

Nacionalmente, o Estado do Maranhão se destaca por possuir grande potencial hídrico, representado por doze regiões hidrográficas. Fazendo parte do Estado, a Ilha do Maranhão possui uma rica rede de drenagem, na qual se encontra o rio Paciência. Ele por décadas foi considerado um dos rios mais relevantes da ilha por desempenhar grande papel local, no abastecimento, além de servir como fonte de lazer em alguns trechos do seu curso.

No entanto, a partir da década de oitenta, intensificou-se a urbanização na Ilha do Maranhão e, mais especificamente, a partir da década de 90, a ocupação dos espaços na bacia do rio Paciência por loteamentos e condomínios. Nesse contexto, uma das adversidades promovidas pelo crescimento urbano é a eutrofização artificial, a qual consiste no processo em que o corpo d'água adquire níveis altos de nutrientes, principalmente fosfatos e nitratos, provocando acúmulo de matéria orgânica.

Segundo Smith e Schindler (2009), a eutrofização pode levar à alteração no sabor, no odor, na turbidez e na cor da água, na redução do oxigênio dissolvido, provocando crescimento excessivo de plantas aquáticas, mortandade de peixes e outras espécies aquáticas, além do comprometimento das condições mínimas para o lazer na água. Em razão disso, foram desenvolvidos vários índices e indicadores ambientais, com base em parâmetros físico-químicas e biológicas com intuito de avaliar a qualidade das águas.

Lamparelli (2004) afirma que dentre as variáveis estabelecidas para cálculo do IET o fósforo total é a mais importante, pois este nutriente é, na maioria das vezes, o fator limitante para a produção primária. A eutrofização, portanto, é um dos problemas que desperta mais

ISBN: 978-85-7282-778-2

preocupação à qualidade das águas na atualidade, pois, possui como impacto alarmante o aumento das florações de algas, em particular, das cianobactérias que são potencialmente tóxicas, que podem modificar a qualidade das águas, sobretudo nas destinadas ao abastecimento público.

Nesta perspectiva, este trabalho tem como objetivo de caracterizar o estado trófico das águas da bacia hidrográfica do rio Paciência na região centro-nordeste da Ilha do Maranhão, Brasil. Para tanto, pretende-se analisar os parâmetros físico-químicos das águas superficiais, analisar o índice de estado trófico segundo o modelo proposto por Carson (1977), Toledo *et. al* (1983, 1984, 1990), Yoshimi (1987), Lamparelli (2004) e Sorrel (2006) e assinalar os pontos amostrais ou trechos de maior comprometimento a luz do uso e ocupação no trecho investigado.

2. Materiais e Métodos

O estudo foi realizado na Bacia Hidrográfica do Rio Paciência situado na porção Nordeste da ilha do Maranhão, a qual está compreendida entre as coordenadas geográficas 02º 25’ 30” a 02º 37’ 30” de Latitude Sul e 44º 07’ 30” a 44º 16’ 30” de Longitude Oeste. Esta bacia é considerada uma das maiores bacias da localidade por abranger os municípios de São Luís, São José de Ribamar, Paço do Lumiar, e Raposa (Figura 1).

ISBN: 978-85-7282-778-2

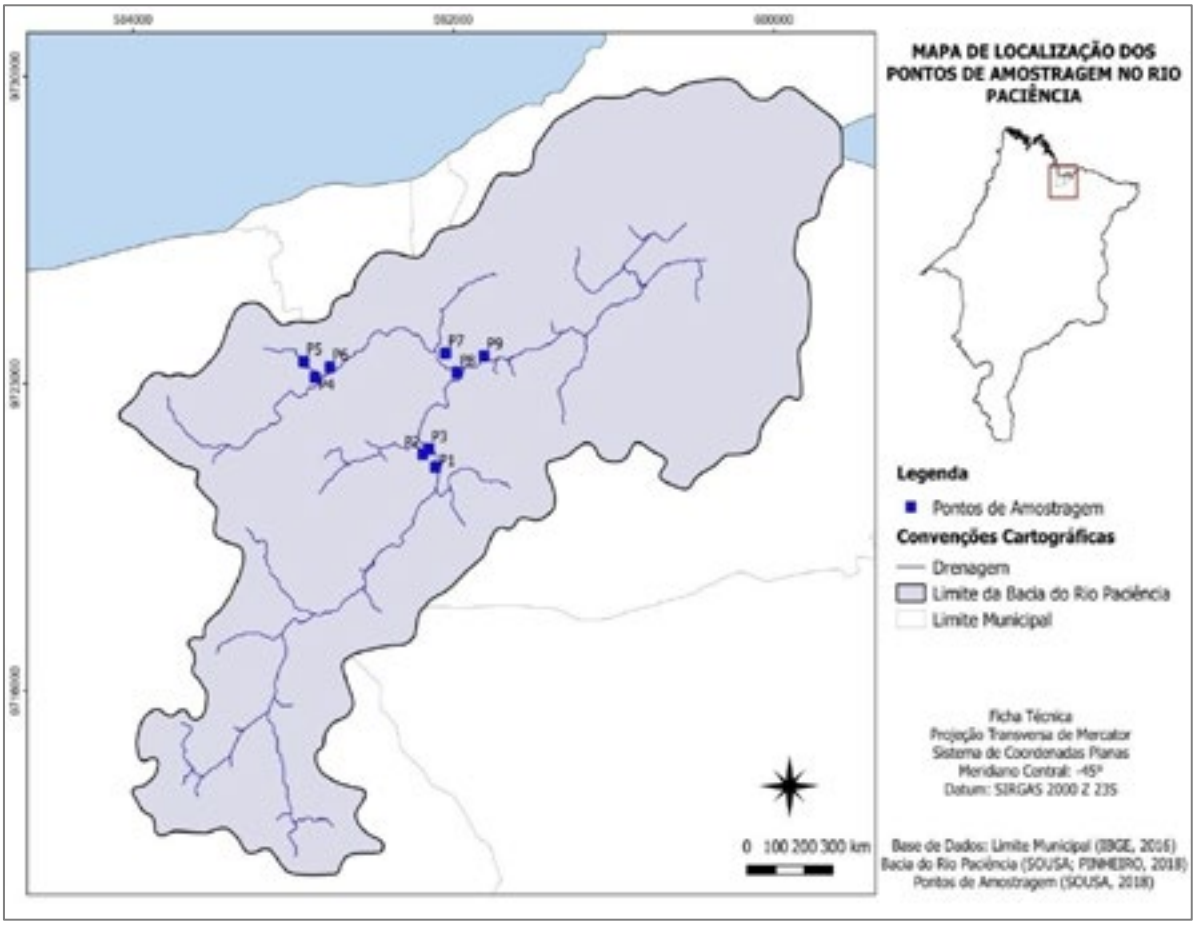


Figura 1 – Mapa de Localização dos pontos de amostragem da Bacia do Rio Paciência (MA)

Primeiramente foi realizada a coleta de amostragem conformidade ao Guia Nacional de Coleta e Preservação das Amostras (CETESB, 2011) e Norma Técnica da ABNT Nº. 9898 (1997). O período, entre a coleta e, o início da análise, não foi superior a 24 horas para os parâmetros (SDT, nitrito, nitrato, amônia e fósforo), sendo os parâmetros temperatura, pH e O.D determinados *in loco.* Os noves pontos foram previamente selecionados, no *Google Earth*, sendo estes, posteriormente confirmados em campo com auxílio de GPS (*Global Positioning System*), modelo Garmim.

Para determinação dos parâmetros temperatura, pH e OD utilizou-se a Sonda Multiparâmetro da AKSO, modelo AK87 e determinação dos SDT, utilizou-se um medidor

ISBN: 978-85-7282-778-2

portátil da *Water Quality,* modelo Meter 3. Para a determinação dos parâmetros nitrato, nitrito e amônia, utilizou-se Fotocolorímetro Multiparâmetro, equipamento de bancada, da Alfakit, modelo AT10P.O fósforo total foi determinado através de colorimétrica realizada pelo Método do Vanodomolibdico, conforme indicação do *Spectrokit da Alfakit,* adquirido para este trabalho, com auxílio de espectrofotômetro UV/VIS modelo DR 200 da marca HACH no Laboratório de Análise de Água e Alimentos no Prédio da Veterinária (CCA/UEMA).

Este método está descrito no *Standard Methods for the Examination of Water and Waste water; 21°ed, 2005*. O Índice de Estado Trófico - IET da bacia foi determinado por modelos matemáticos paramétricos de acordo com os autores apresentados na Carson (1977), Toledo et al (1983, 1984, 1990), Yoshimi (1987), Lamparelli (2004), Sorrel (2006). Estes foram comparados, e desta forma, verificou-se o que melhor traduz o estado de trofia das águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paciência. O cálculo foi realizado por ponto de amostragem.

3. Resultados e Discussão

Considerando o processo de uso e ocupação na bacia, assim como o comportamento das chuvas, mais especificamente no mês de dezembro, em observação a Resolução CONAMA N°. 357/2005 nas Classes 1,2 e 3, discute-se os resultados do comportamento dos parâmetros físico químico (Tabela 1).

A temperatura da água na bacia variou de 26,5ºC a 27,5ºC, constatando maior temperatura nos pontos P2 (riacho Itapiracó), P6 e P8 (rio Paciência/Maioba), em contrapartida no ponto P3 apresentou a menor temperatura, com valor de 26,5ºC. Dessa forma, analisou-se o oxigênio dissolvido (OD) verificando os pontos onde a concentração de OD foram mais baixas (P4, P5 e P6). Em todos os pontos, a concentração de OD se encontra fora do padrão estabelecido pela legislação para a Classe 1 (não inferior a 6 mg. L^{-1}), Classe 2 (não inferior a 5 mg. L^{-1}) e Classe 3 (não inferior a 4 mg. L^{-1}).

Neste sentido, salienta-se que, os pontos P4, P5 e P6, em que a concentração de O.D encontra-se mais baixa, entende-se que seja prela presença do lançamento de efluentes

domésticos proveniente de condomínios construídos na área de bairros como Novo Cohatrac, por exemplo, e do lançamento de resíduos sólidos acumulados em alguns pontos ao longo do rio Paciência, mais especificamente no ponto P6. Os pontos P3 e P8, encontram-se com maior concentração de OD, mas, ainda assim fora do padrão estabelecido na legislação.

A escala de pH varia de 0 a 14, sendo que os valores abaixo de 7 e próximos de zero indicam aumento de acidez, enquanto os valores de 7 a 14 indicam aumento da alcalinidade (CHAPMAN & KIMSTACH, 1996). Na bacia, o pH variou entre 6,64 (P2) a 7,73 (P6) e, conforme Resolução vigente, todos os pontos encontram-se em conformidade e na condição de alcalinidade na sua maioria, com exceção, do ponto P2, que se apresentou levemente ácido.

Diante do exposto, entendemos que a diminuição da concentração do OD nas águas está diretamente relacionada ao lançamento de esgotos domésticos, assim como a elevação do pH está relacionado provavelmente ao crescimento de macrófitas nas águas, que realizam a fotossíntese que, por conseguinte elevam o pH das águas, assim como, pela presença de sedimentos dissolvidos e efluentes domésticos.

Neste sentido, analisou-se o comportamento dos sólidos totais dissolvidos (STD) verificou-se que houve uma variação entre 74 $mg.L^{-1}$ (P2) e 375 $mg.L^{-1}$(P5). Com relação aos STD, os pontos estudados encontram-se em conformidade com o padrão estabelecido, que é no máximo 500 $mg.\ L^{-1}$, ou seja, todos estão abaixo desse valor. Ainda assim, quando se analisa o comportamento conjuntamente com outros parâmetros de qualidade, ou seja, com os resultados de OD e pH, verifica-se que os pontos P4, P5 e P6 estão em situação de maior comprometimento no que diz respeito ao comportamento destes parâmetros.

No resultado alcançado para o parâmetro Fósforo, todos os pontos se mostraram fora da média permitida já que a mesma estabelece valores inferiores a 0,15$mg.\ L^{-1}$. Em sequência registrou-se valor máximo no P5, com 1,92$mg.\ L^{-1}$. Este parâmetro, a exemplo dos anteriormente analisados, é devido a fontes de contaminação, principalmente por esgotos domésticos, agravando a situação no local.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Ressalta-se que a alteração gradativa no corpo d'água dos nutrientes como o fósforo e/ou nitrogênio total ou nas formas de nitrito e nitrato podem causar a redução do oxigênio dissolvido propiciando o surgimento da eutrofização. Neste trabalho os teores médios de nitrato mais relevantes foram 0,49 mg. L^{1}encontrados no P5, o qual, não atingiu o limite estabelecido de 10 mg. L^{-1}.

Dessa forma o nitrato e nitrito são considerados contaminantes ambientais de grande escala nos recursos hídricos, contudo, nas coletas realizadas para este trabalho foram verificados a maior concentração de nitrito no ponto P5 com 0,04mg. L^{-1}, e menor representatividade nos pontos P2, P3 e P7 com 0,01 mg. L^{-1},sendo zero nos pontosP8 e P9.Apesar do registro de nitrito nos pontos estudados, evidencia-se, conforme Resolução CONAMA N° 357/2005para as classes em estudo que, todos encontram-se dentro do padrão permitido, ou seja, $\leq$ 1 mg. L^{-1}.

Porém, nesta pesquisa identificou-se que a principal causa da inclusão desde componente foi por meio do esgoto doméstico proveniente dos bairros adjacentes aos pontos como descrito anteriormente. Na pesquisa em questão, a amônia foi verificada com maior concentração no ponto P6 com 0,10 mg. L^{-1}, nos pontos P4 eP5 identificou-se a diminuição com valores de 0,08 mg. L^{-1}.No ponto P1houve uma redução gradativa apresentando valor de 0,06 mg. L^{-1}ede 0,01 mg/L nos pontos P3, P8, P9.

Nesse contexto podemos observar que, todas essas variáveis correlacionadas corroboram para o entendimento de que, o lançamento de esgoto domésticos e acúmulo de resíduos sólidos, quer seja pelo lançado *in natura* no manancial, ou o escoamento do chorume devido ao acúmulo deste nas margens, interferem na qualidade das águas. A construção de residenciais como Pinheiros II, Novo Horizonte II, Carolina dentre outros contribuíram para o lançamento de sedimentos principalmente no riacho Turu. Como resultado disso, os pontos P4, P5 e P6 são os mais comprometidos.

De acordo com Carso (1977), Toledo *et. al* (1983,1984,1990), Yoshimi (1987) e Sorrel (2006), o Índice de Estado Trófico dos pontos de estudo classificam-se no estado

ISBN: 978-85-7282-778-2

Ultraligotrófico, ou seja, corpos de água afetados pelas elevadas concentrações de matéria orgânica e nutrientes, com comprometimento acentuado nos seus usos, associado a aflorações de algas ou mortandade de peixes, com consequências indesejáveis para seus múltiplos usos, inclusive sobre as atividades pecuárias nas regiões ribeirinhas. Porém, na classificação de Lamparelli (2004) a área de estudo encontra – se em estado oligotrófico no P1 e mesotróficonos demais pontos, ou seja, indicando a bacia, no que diz respeito aos pontos estudados com produtividade intermediária e possíveis implicações sobre a qualidade da água.

Tabela 1 – Resultados dos parâmetros físico-químicos CONAMA 357/05

Parâmetros	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09	Média	Resolução Conama No 357/2005. (Classe 1)	Resolução Conama No 357/2005. (Classe 2)	Resolução Conama No 357/2005. (Classe 3)
Temperatura (oC)	26,90	27,50	26,50	26,80	27,30	26,80	26,70	27,40	26,70	26,96	-	-	-
pH	7,37	6,64	7,32	7,32	7,38	7,43	7,25	7,26	7,34	7,26	Entre 6,0 e 9,0.	Entre 6,0 e 9,0.	Entre 6,0 e 9,0.
OD (mg/l)	0,19	0,23	0,28	0,14	0,18	0,16	0,28	0,31	0,24	0,22	não inferior a 6 mg/L O2	não inferior a 5 mg/L O2	não inferior a 4 mg/L O3
STD (mg/l)	345,00	74,00	333,00	367,00	375,00	364,00	292,00	297,00	330,00	308,56	500 mg/l	500 mg/l	501 mg/l
Amônia (mg/l)	0,06	0,02	0,01	0,08	0,08	0,10	0,02	0,01	0,01	0,04	3,5 mg/l	3,5 mg/l	13,3 mg/l
Nitrato (mg/l)	0,39	0,09	0,09	0,38	0,49	0,43	0,08	0,03	0,06	0,23	10,0 mg/L N	10,0 mg/L N	10,0 mg/L N
Nitrito (mg/l)	0,03	0,01	0,01	0,03	0,04	0,03	0,01	0,00	0,00	0,02	1,0 mg/L N	1,0 mg/L N	1,0 mg/L N
Fósforo (mg/l)	0,42	1,11	0,79	1,22	1,92	1,25	0,79	0,97	0,82	1,03	0,1 mg/L P	0,1 mg/L P	0,15 mg/L P

Fonte: PINHEIRO, 2018.

ISBN: 978-85-7282-778-2

4. Considerações Finais

Os resultados alcançados nas análises realizadas nos nove pontos da bacia hidrográfica do rio Paciência indicam uma situação preocupante quanto a qualidade das suas águas superficiais. Porém, na metodologia proposta por Carson (1977), Toledo (1983, 1984, 1990), Yoshimi (1987) e Sorrel (2006) a área de estudo se encontra em estado ultraoligotrófico.

No entanto, apesar desse corpo hídrico receber grande quantidade de efluentes ao longo do seu curso, verifica-se uma condição ainda de estado trófico: Oligotrófico e Mesotrófico segundo Lamparelli (2004), a qual melhor representa a atual situação das águas da bacia. Esse quadro de poluição do rio pode ser revertido se forem adotadas sucessivas medidas para diferentes fatores como tratamento de efluentes domésticos e destinação adequada dos resíduos sólidos, assim como a conservação das matas ciliares.

Conclui-se que a caracterização das águas por parâmetros físico e químico é de extrema importância como indicador de sua qualidade, e que reflete o uso e ocupação do solo na bacia, e o nível de consciência da população e atuação efetiva do poder público na região.

5. Referências Bibliográficas

ANA- Unidade 2 bases conceituais para monitoramento de águas.2013.Disponível em: <https://capacitacao.ead.unesp.br/dspace/bitstream/ana/76/4/Unidade_2.pdf>. Acessado em: 04 de jun. 2018.

CHAPMAN, D.; KIMSTACH, V. Selection of water quality variables. In: CHAPMAN, D. (Ed.). **Walter quality assessments** – a guide to use of biota, sediments and water in environmental monitoring. 2. Ed. London: UNESCO/WHO/UNEP, 1996. P.74-133.

CETESB- "Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade das Águas e dos Sedimentos e Metodologias Analíticas de Amostragem". In: Série Relatórios/CETESB. Relatório de Qualidade das Águas Superficiais no Estado de São Paulo 2009. 2ª edição. Apêndice A. São Paulo/SP, Brasil. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, 2011.

CONAMA**. Resolução N° 357/2005 Ministério do Meio Ambiente Resolução**. Disponível em:<www.mma.gov.br/port/conama/res05/res35705.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2019.

LAMPARELLI, M. C**. Grau de trofia em corpos d'água do Estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento**. Tese (Doutorado em Ciências), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004. Disponível em: < www.teses.usp.br/teses/disponiveis/41/.../TeseLamparelli2004.pdf>. Acesso em: 05 de jan. 2019.

MACEDO. Lucio Antônio Alves. **Qualidade Ambiental dos Rios da Ilha de São Luís.** Ed. UEMA, 2003.

TUNDISI, José Galizia; MATSUMURA TUNDISI, T. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 632 p.

ISBN: 978-85-7282-778-2

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

CONSIDERAÇÕES SOBRE A EVOLUÇÃO GEOMORFOLÓGICA E A DINÂMICA FLUVIAL A PARTIR DA INTERPRETAÇÃO DE PERFIS LONGITUDINAIS E DE ÍNDICES MORFOMÉTRICOS DE AFLUENTES DO MÉDIO/BAIXO RIO PARAOPEBA, MG

Alex de Carvalho [(a)], Antonio Pereira Magalhães Junior [(b)] Letícia Augusta Faria de Oliveira [(c)]

[(a)] Coordenadoria da Área de Geografia/Instituto Federal de Minas Gerais, alex.carvalho@ifmg.edu.br
[(b)] Departamento de Geografia/Universidade Federal de Minas Gerais, magalhaesufmg@yahoo.com.br
[(c)] Prog. de Pós-Graduação em Geografia/Universidade Federal de Minas Gerais, leticia.afoliveira@gmail.com

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo/

O objetivo deste trabalho é interpretar os perfis longitudinais de afluentes do Médio/Baixo rio Paraopeba e discutir as relações entre esses perfis, os índices de sinuosidade (Is) e de relação declividade/extensão (RDE) e a evolução dos respectivos vales fluviais. A partir dos dados obtidos, verifica-se que os perfis longitudinais se apresentam bastante regularizados, embora com a presença de importantes rupturas de declive, cuja altura e altitude dos *knickpoints* possuem características que podem estar associadas a eventos regionais de incisão fluvial e à preservação de perfis reliquiares. Nos *knickpoints* os resultados da RDE apresentam valores de anomalias de primeira e/ou segunda ordem, revelando a importância deles para a dinâmica fluvial atual. Além disso, tanto a montante como a jusante dos *knickpoints* os valores do Is são elevados, permitindo supor que os níveis de base estão estáveis há tempo suficiente, o que permitiu a sua regularização e, portanto, apresentam menor energia.

Alex de Carvalho, Antonio Pereira Magalhães Junior Letícia Augusta Faria de Oliveira

Palavras chave: perfil longitudinal; relação declividade/extensão; índice de sinuosidade; perfis reliquiares; bacia do rio Paraopeba.

1. Introdução

A análise morfométrica de sistemas fluviais tem papel relevante nos estudos geomorfológicos, já que os cursos fluviais e as bacias hidrográficas são elementos importantes na elaboração das formas de relevo (CHRISTOFOLETTI, 1980). Horton (1945) foi pioneiro na análise morfométrica, apresentando as leis principais do desenvolvimento de rios e de suas bacias hidrográficas. Desde então, novos índices e parâmetros morfométricos foram propostos,

bem como novas interpretações, permitindo o aprofundamento e evolução da análise quantitativa das bacias hidrográficas e de suas redes de drenagem (CHEREM, 2008).

A leitura e a interpretação dos atributos da bacia hidrográfica e da rede de drenagem constituem o cerne da análise morfométrica. As relações dos atributos entre si e com o relevo geram os parâmetros morfométricos, que podem ser de três tipos: lineares – relacionados apenas aos atributos da rede de drenagem; zonais – relacionados aos atributos da rede de drenagem e das áreas não hidrográficas do relevo; e hipsométricos – relacionados ao relevo e às suas interações com a rede de drenagem e a bacia hidrográfica (CHEREM, 2008).

O objetivo deste trabalho é interpretar os perfis longitudinais dos afluentes do Médio/Baixo curso do rio Paraopeba e discutir as relações entre esses perfis, os índices de sinuosidade (Is) e de relação declividade/extensão (RDE) e a evolução geomorfológica dos respectivos vales fluviais. Os cursos fluviais investigados se encontram em uma área cuja litologia (granitos, gnaisses e migmatitos) é entrecortada por diques básicos e veios de quartzo (CHAVES, 2011) que devem controlar a dinâmica fluvial e a gênese e distribuição de espessas planícies e terraços (IGA/SETEC, 1977). Existem pouco estudos sobre a área, com destaque para Marques (1997) e Moreira (1997), que discutiram a evolução geomorfológica dos vales do rio Paraopeba e do ribeirão Serra Azul, a montante da área investigada neste trabalho.

1.1. Área de Estudo: Localização e Quadro Geológico

O rio Paraopeba é um dos principais afluentes da margem direita do rio São Francisco. Ele nasce na Serra das Vertentes, no município de Cristiano Otoni e, após atravessar a borda oeste do Quadrilátero Ferrífero e a Região Metropolitana de Belo Horizonte, deságua na represa de Três Marias, no município de Felixlândia (MARQUES, 1997). A área investigada abrange parte da bacia do rio Paraopeba entre as confluências deste rio com o ribeirão das Lajes, ao sul, próximo de Florestal, e com o rio Pardo, próximo de Papagaios, ao norte.

São investigados os principais afluentes do rio Paraopeba: ribeirões das Abóboras e dos Macacos (margem direita); ribeirões das Lajes, do Ouro, Cova D'Anta e Águas Claras e os rios Vermelho e Pardo (margem esquerda) – Figura 1A. A escolha desses canais considerou o

enxame de diques básicos relatados por Chaves (2011) e a representatividade e distribuição espacial dos depósitos sedimentares fluviais descritos pelo IGA/SETEC (1977).

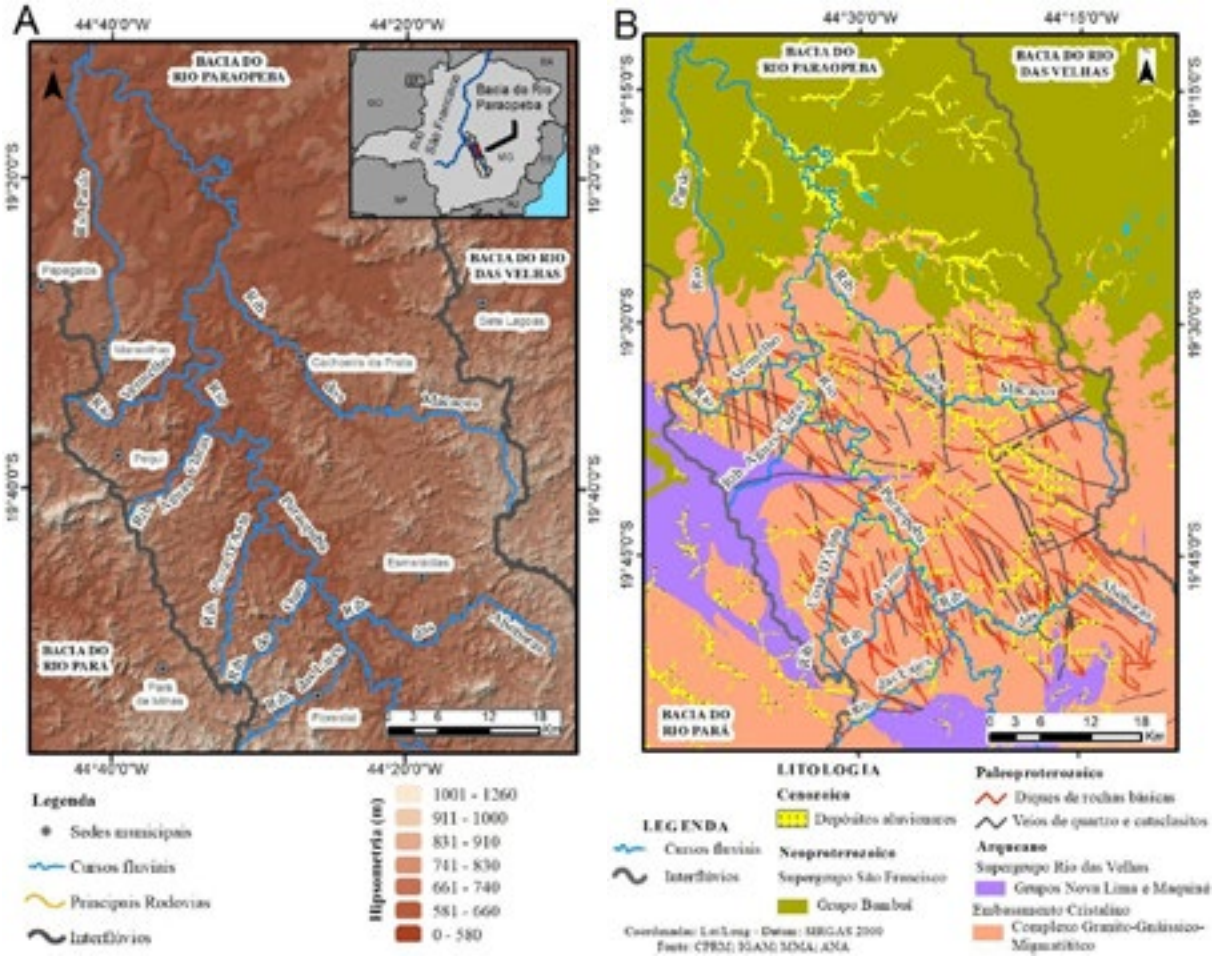


Figura 1 – (A) Localização da área de estudo e cursos fluviais selecionados; (B) Quadro geológico regional.

A área faz parte da porção meridional do Cráton do São Francisco que corresponde à Província Geotectônica do São Francisco, caracterizada pela compartimentação morfoestrutural e feições morfotectônicas mais discretas (SAADI, 1991). Apesar da relativa estabilidade tectônica regional, Almeida (1977), Saadi (1991) e Romano (2007) asseveram que há evidências de que as áreas marginais, sobretudo aquelas localizadas nas bordas sul e sudeste do cráton, têm sofrido um significativo soerguimento após o Ciclo Brasiliano.

A litologia da área é composta de rochas associadas a três compartimentos geológicos: Embasamento Cristalino (Complexo Granito-Gnáissico-Migmatítico – CGGM), Quadrilátero Ferrífero (Supergrupo Rio das Velhas – SGRV) e Bacia Intracratônica do São Francisco (Grupo Bambuí – GB) – Figura 1B. No alto e médio curso do rio Paraopeba predominam rochas meso e neoarqueanas do CGGM e, sobretudo na borda oeste do Quadrilátero Ferrífero, afloram as rochas neoarqueanas do SGRV e paleoproterozoicas do Supergrupo Minas. No baixo curso, por sua vez, predominam as rochas neoproterozoicas do GB.

As rochas do CGGM e do SGRV são seccionadas por falhamentos, veios de quartzo e diques básicos e clásticos verticais a subverticais (CHAVES, 2011). Os veios e os diques destacam-se no relevo regional, pois associam-se às cristas finas e alongadas visíveis na paisagem. As cristas sustentadas pelos cataclasitos e veios de quartzo são mais proeminentes que aquelas sustentadas pelos diques básicos. Ressalta-se que os diques não recortam as rochas do GB (CHAVES, 2011; OLIVEIRA, 1999; ROMANO, 2007; TULLER *et. al.*, 2010).

2. Materiais e Métodos

Inicialmente, foi reunida a base cartográfica, composta pelas imagens SRTM e ASTER (GEOMINAS, 1971), hidrografia (IGAM, 2010 – 1:50.000) e Geologia (IGA, 1982; CPRM, 2007; 2009 – 1:100.000). Foram geradas curvas de nível equidistantes em 20 m e realizado o tratamento da rede hidrográfica, para calcular os índices de sinuosidade (Is) e de relação declividade/extensão (RDE). Também foram plotados os perfis longitudinais dos cursos fluviais investigados, a fim de permitir a ampliação das discussões.

O perfil longitudinal é uma representação dos canais fluviais em gráficos elaborados em planos de coordenadas cartesianas, exibindo uma concavidade para cima (GUEDES *et. al.*, 2006). Um canal em equilíbrio corresponde a um curso fluvial sem erosão do talvegue e agradação. Para Bjornbberg (1969a, 1969b; 1992), níveis de base locais estão associados a inflexões existentes nesses perfis, revelando alterações no gradiente dos canais.

O Índice de sinuosidade (Is) expressa a relação entre o comprimento do canal principal e a distância do eixo do vale (HORTON, 1945). Esse índice demonstra o grau de divagação de um curso fluvial, cujo parâmetro é dado pela Equação 1:

$$Is = \frac{L}{d_v} \quad (1)$$

Onde L é o comprimento total do canal principal e dv é a distância vetorial entre os pontos extremos do canal. Valores próximos de 1 indicam canais retilíneos, nos quais pode ocorrer o controle estrutural ou pode haver alta capacidade energética. Valores acima de 2 indicam canais sinuosos, com menor capacidade energética. Valores entre 1 e 2 indicam canais em estágio transicional entre retilíneos e sinuosos (ALVES; CASTRO, 2003). Para Lana *et. al*. (2001) a sinuosidade dos canais se relaciona à carga sedimentar, à compartimentação litológica, à estrutura geológica e à declividade dos cursos fluviais.

O índice RDE permite a análise de perfis longitudinais de canais fluviais ou de trechos (HACK, 1973). Ele auxilia na identificação de anomalias na concavidade natural do perfil longitudinal (FUJITA, 2009). Esse parâmetro é dado pelas Equações (2 e 3):

$$RDE\ total = \frac{\Delta H}{\ln L} \quad (2)$$

$$RDE\ trecho = \left(\frac{\Delta H}{\Delta l}\right) L \quad (3)$$

Onde ΔH é igual à diferença altimétrica entre os extremos do canal ou do trecho analisado, ln L é o logaritmo natural, L é a extensão total do canal fluvial e Δl é a extensão do trecho analisado (Figura 2).

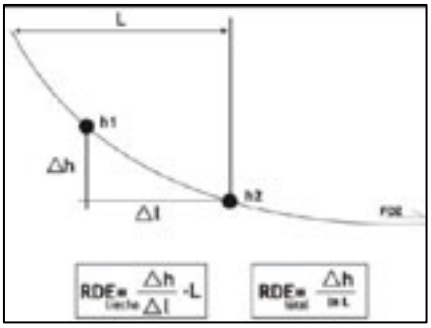


Figura 2 – Atributos utilizados para cálculo do RDE em trechos de drenagem. Fonte: Etchebehere (2000).

A identificação de anomalias no perfil longitudinal é feita pela relação entre RDEtrecho/RDEtotal. Trechos com valores até 2 não possuem anomalias; valores entre 2 e 10 representam anomalias de 2ª ordem; e valores acima de 10 representam anomalias de 1ª ordem. Fujita (2009) destaca que as anomalias identificadas com o RDE podem ser úteis para compreender a evolução da rede de drenagem, o substrato rochoso e as possíveis interferências tectônicas. Etchebehere *et. al*. (2004) o relacionaram esse índice à atividade neotectônica. Já Camolezi *et. al*. (2012), utilizaram o RDE, que refletiu a influência estrutural sobre a drenagem.

3. Resultados e Discussões

Na Tabela I estão dispostos os valores do Is para os afluentes do rio Paraopeba da nascente até a foz. O Is indica as condições de energia disponível para os processos geomorfológicos nas vertentes e nos canais fluviais. Os resultados permitem dividir os afluentes em dois grupos: (i) na margem direita, os ribeirões das Abóboras e dos Macacos, possuem maiores valores de Is, indicando menor energia e cursos fluviais mais sinuosos; (ii) na margem esquerda, os ribeirões das Lajes, do Ouro, Cova D'Anta e Águas Claras e rios Vermelho e Pardo apresentam os menores valores de Is, indicando maior energia e cursos d'água mais retilíneos. Os cursos d'água podem ser considerados transicionais (Is entre 1,4 e 1,82).

Tabela I: Parâmetros morfométricos calculados para os cursos d'água e bacias estudados.

Curso d'água	Is	Curso d'água	Is
Ribeirão das Abóboras	1,82	Ribeirão Cova D'Anta	1,57
Ribeirão dos Macacos	1,77	Ribeirão Águas Claras	1,40
Ribeirão das Lajes	1,37	Rio Vermelho	1,72
Ribeirão do Ouro	1,44	Rio Pardo	1,42

Os perfis longitudinais representados na Figura 3 estão acompanhados do Is por trecho, o que permite aprofundar a análise sobre as condições de energia por trecho e propor interpretações para a variação verificada ao longo do canal. O Is por trecho apresentou valores semelhantes ao Is dos canais, em sua totalidade, variando entre 1 e 2, sendo possível classificá-los como transicionais. Destaca-se que os valores de Is são mais baixos nos trechos de alto curso e aumentam em direção à foz, onde o relevo se apresenta mais suavizado. Verifica-se ainda a

existência de alterações em trechos de maior declividade associados a *knickpoints,* onde se localizam cachoeiras/corredeiras sustentadas por diques básicos e veios de quartzo.

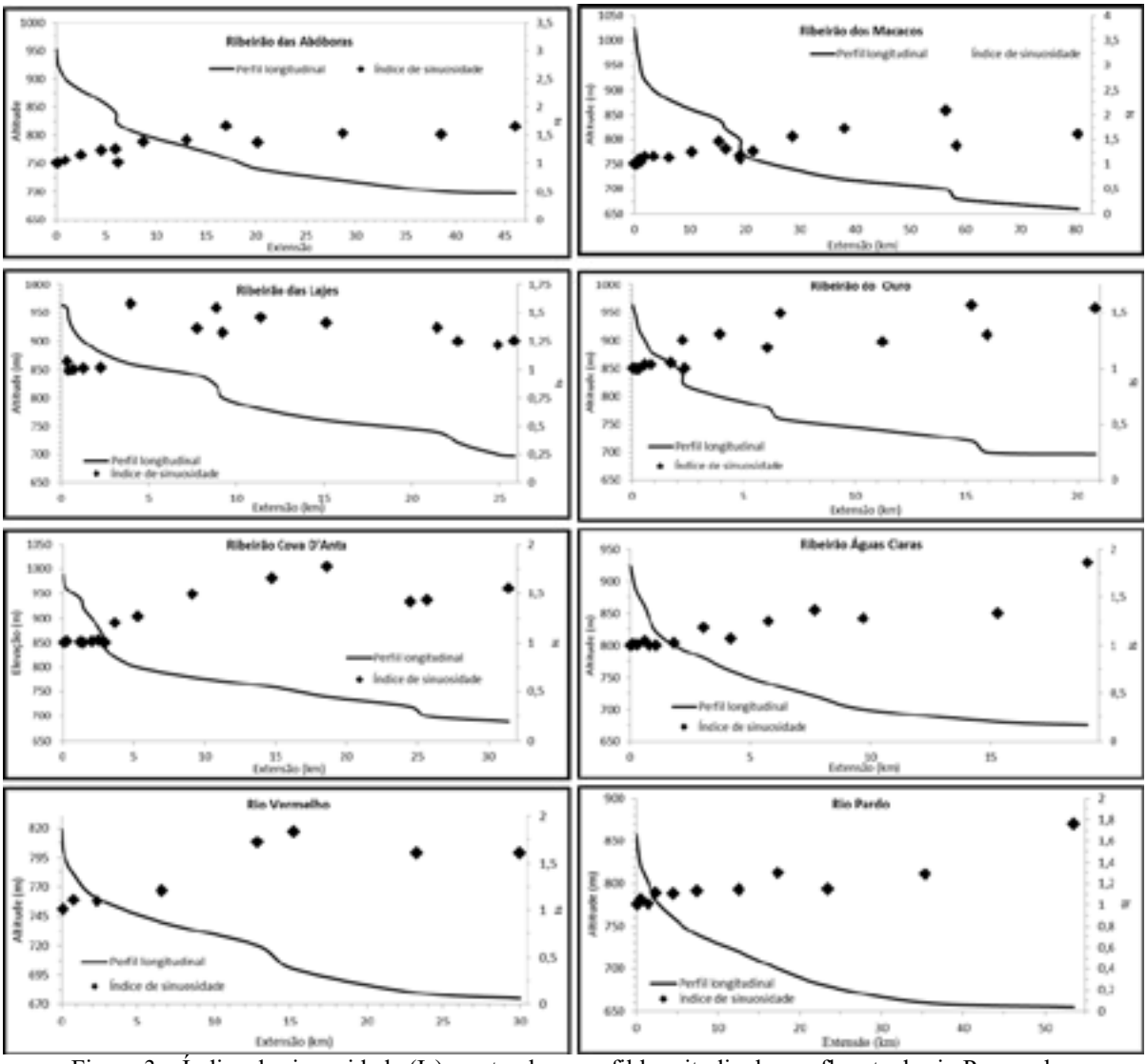


Figura 3 – Índice de sinuosidade (Is) por trecho e perfil longitudinal por afluente do rio Paraopeba.

Os valores de RDEs/RDEt, que indicam existência de anomalias, estão representados na Figura 4. Os trechos de alto curso não possuem anomalias, diferentemente dos médios e baixos cursos. Observa-se o predomínio de anomalias de segunda ordem, com valores próximos ao limite inferior. Nos rios Pardo e Vermelho e no ribeirão Águas Claras não existem anomalias

de primeira ordem. O rio Vermelho apresenta em seu médio curso um trecho com anomalia de segunda ordem, cujo valor está próximo ao limite inferior das anomalias de primeira ordem.

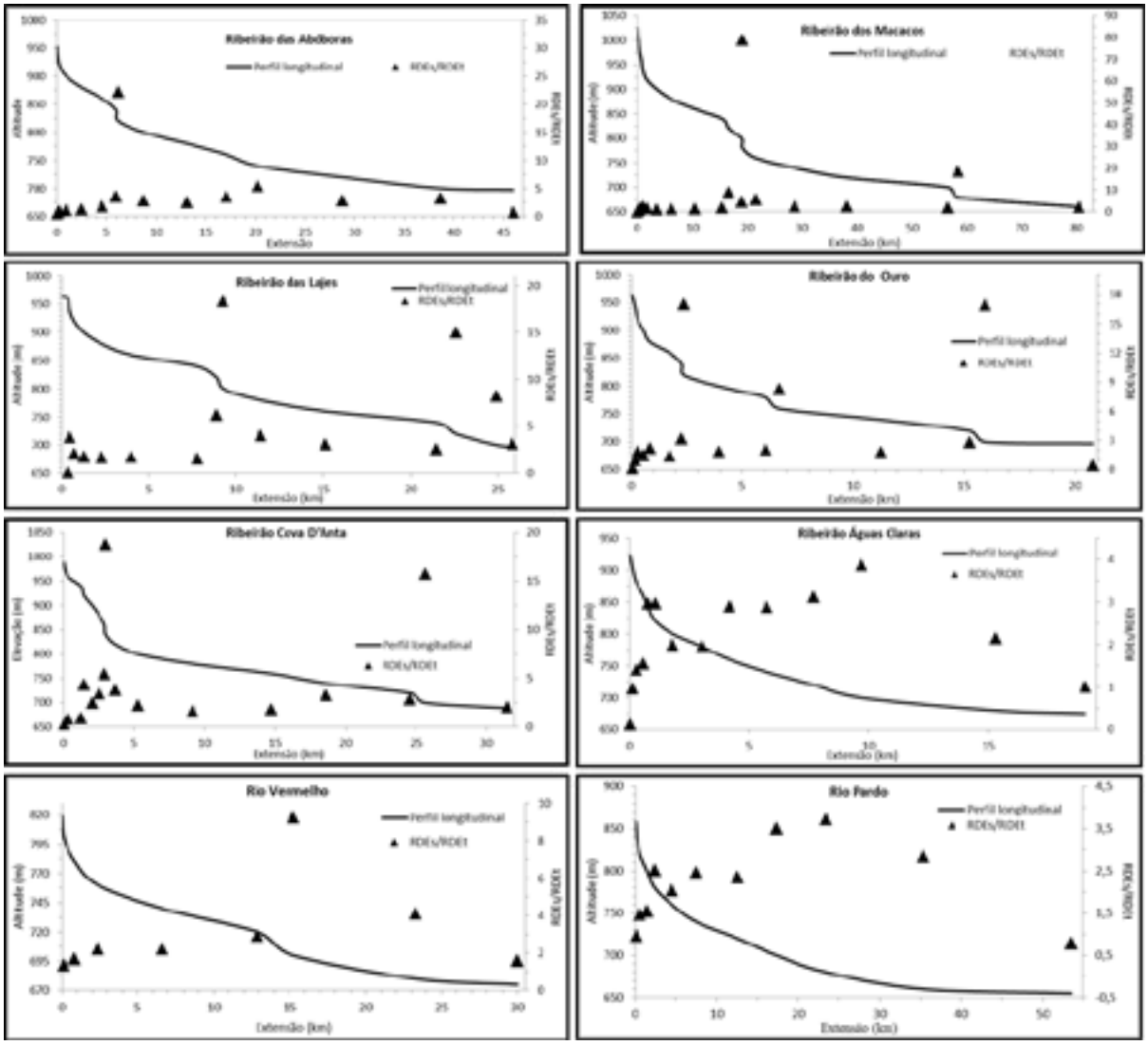


Figura 4 – RDEs/RDEt e perfil longitudinal por afluente do rio Paraopeba.

Os ribeirões dos Macacos, das Abóboras, do Ouro e Cova D'Anta apresentam anomalias de primeira ordem. Via de regra, os trechos com anomalias de primeira ou segunda ordem estão associados a *knickpoints*. Como se observa na Figura 1B, a área é marcada pela presença de diques básicos e veios de quartzo. Há duas gerações de diques, sendo a primeira com 2.000 Ma, compostos de rochas metamórficas e com espessura entre 5 e 80 metros. A

segunda geração possui cerca de 900 Ma, compostos de rochas ígneas e espessura variando entre 10 e 100 m de espessura (CHAVES, 2011). Não há dados na literatura sobre a espessura dos veios, também denominados cataclasitos. Todos os *knickpoints* estão associados a algum dique ou veio, permitindo supor que os eles resultam da maior resistência oferecida à incisão fluvial pelas rochas dos diques e veios, sobretudo os mais espessos.

A sobreposição dos dados de Is, RDE e litologia evidencia o papel dos diques e veios, que controlam a incisão fluvial e atuam como níveis de base locais. Assim, eles também condicionam a evolução geomorfológica dos vales e a configuração espacial dos depósitos fluviais de fundo de vale. Na figura 5 se observa o perfil longitudinal atual, os segmentos com *knickpoints* e a sua relação com os diques e veios para alguns canais.

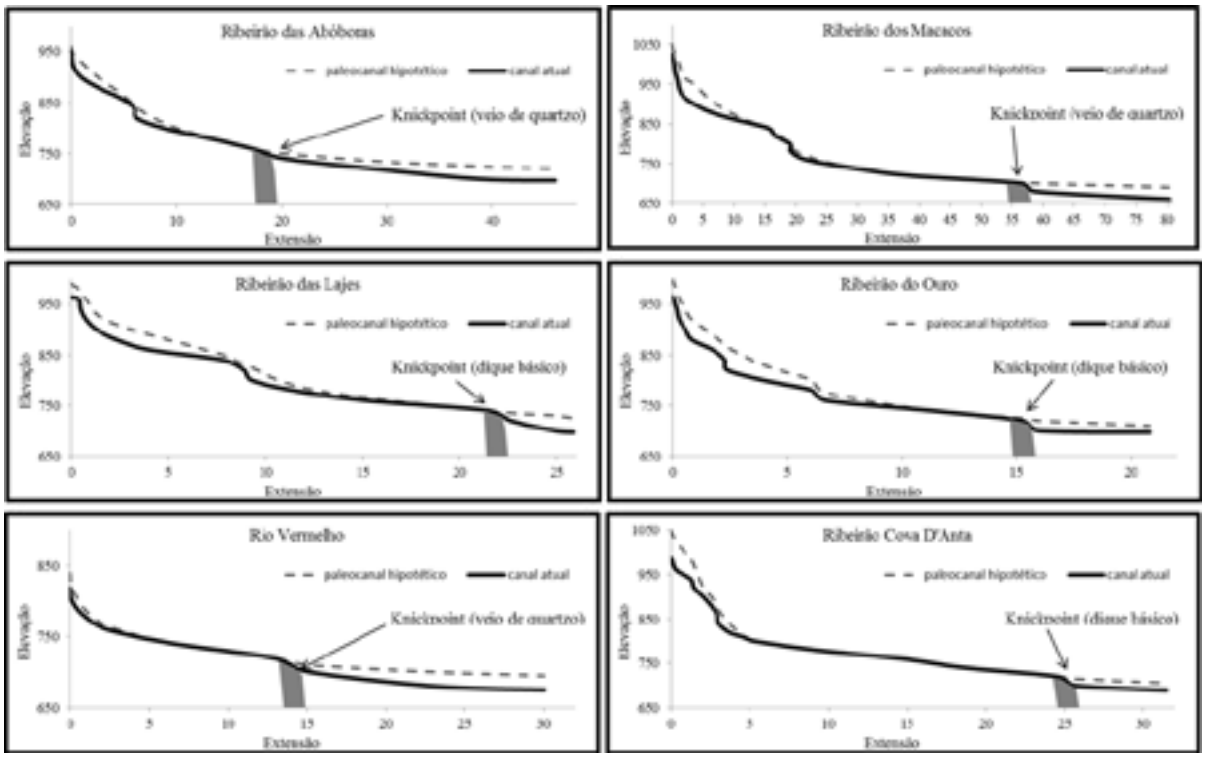


Figura 5 – Representação dos perfis longitudinais e dos prováveis paleocanais. Os trechos a montante dos knickpoints representam os perfis reliquiares, preservados pelos níveis de base locais.

A organização espacial e altimétrica dos *knickpoints* permite associar os trechos a montante e a jusante dos respectivos *knickpoints* a duas fases de regularização dos canais,

ambas associadas ao rio Paraopeba como nível de base regional. Os trechos a montante dos *knickpoints* corresponderiam a fase mais antiga de regularização dos canais, cuja manutenção em altitudes mais elevadas foi possível graças ao estabelecimento de níveis de base locais associados aos diques e veios. Esses trechos de montante representariam perfis reliquiares, cuja preservação depende da manutenção dos níveis de base locais. Já os trechos a jusante dos *knickpoints* estariam associados à fase mais recente de incisão fluvial controlada regionalmente pelo rio Paraopeba, mas que não avançou para montante devido aos níveis de base locais.

Os perfis reliquiares preservam a cota altimétrica do nível de base regional antes do estabelecimento dos níveis de base locais, assim como foi identificado por Martins *et. al*. (2013) nos vales dos rios Tejo e Zêrere, em Portugal. Eles identificaram trechos dos perfis longitudinais de afluentes dos referidos rios regularizados localizados a montante de *knickpoints*. Segundo eles, *knickpoints* associados ao controle litológico exercido por litologias mais resistentes, foram responsáveis pela preservação dos perfis reliquiares naqueles vales.

Mendes *et. al.* (2007) relacionaram diversos *knickpoints* ao controle exercido por diversas litologias nas serras do Mar e da Mantiqueira, algo similar ao observado nos afluentes do rio Paraopeba. Para eles, as litologias atuam como soleiras e, ao impedir a incisão fluvial, controlam os níveis de base locais e os processos de sedimentação fluvial a montante dos *knickpoints.* Assim, conforme Frankel *et. al*. (2007), a montante de um *knickpoint*, a erosão atua com menos intensidade e depende de quanto o curso fluvial encaixa na rocha mais resistente.

4. Considerações Finais

A partir desse estudo, pode-se afirmar que: (i) o Is apresenta valores intermediários, entre 1 e 2, revelando o caráter transitório dos canais e a variação da energia nos canais aumentando das nascentes em direção às fozes, com a redução do Is em trechos de maior declividade, associados aos *knickpoints*; (ii) os valores de RDE mostram que os trechos com anomalias de 1ª e 2ª ordem estão associados aos *knickpoints* observados nos perfis longitudinais, decorrentes da maior resistência dos diques e veios à incisão fluvial; (iii) o controle litológico e o estabelecimento de níveis de base locais têm papel importante evolução

geomorfológica e na dinâmica fluvial, condicionando a preservação de perfis reliquiares, a distribuição espacial de depósitos fluviais e a evolução geomorfológica regional.

Referências Bibliográficas

ALMEIDA, F. F. M. O Cráton do São Francisco. **Re. Bras. Geociências**, n.7, p.349-364, 1977.

ALVES, J.M.P.; CASTRO, P.T.A. Influência de feições geológicas na morfologia da bacia do rio Tanque (MG) baseada no estudo de parâmetros morfométricos e análise de padrões de lineamentos. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 33, n. 2, p. 117-127, 2003.

BJORNBERG, A. J. S.. **Contribuição ao estudo do Cenozoico paulista: tectônica e sedimentologia**. São Carlos. 128 f. Tese – Universidade de São Paulo, São Carlos, 1969.

BJORNBERG, A. J. S. 1969. Critério geomorfológico para determinação de áreas falhadas. In: **Congresso Brasileiro de Geologia**, 23., Salvador. Salvador: SBG, p. 65-66. 1969.

BJORNBERG, A. J. S. Microestrutura dos solos. In: NEGRO Jr. A. et al. (Ed.). **Solos da cidade de São Paulo**. São Paulo: ABMS/ABEF, p. 89-109. 1992.

CAMOLEZI, B. A.; FORTES, E.; MANIERI, D. D. Controle estrutural da rede de drenagem com base na correlação de dados morfométricos e morfoestruturais: o caso da bacia do ribeirão são Pedro – Paraná. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 13, n. 2, p. 201-211, 2012.

CHAVES, A. O. O enxame de diques de anfibolito do Cráton do São Francisco meridional. **Revista Brasileira de Geociências**, v.41, n.3, p.509-524, set, 2011.

CHEREM, L. F. S.. **Análise Morfométrica da Bacia do Alto Rio das Velhas – MG**. Belo Horizonte: IGC/UFMG, (Mestrado), 111f, 2008.

CHRISTOFOLETTI, A.. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 186 p. 1980.

ETCHEBEHERE, M.L.C. Terraços neo-quaternários no vale do rio do Peixe, planalto ocidental paulista: Implicações estratigráficas e tectônicas. Rio Claro: UNESP, (Doutorado), 2000.

ETCHEBEHERE , M. L.; SAAD, A. R.; FULFARO V. J.; PERINOTTO, J. A. J. Aplicação do Índice Relação Declividade-Extensão – RDE na Bacia do Rio do Peixe (SP) para Detecção de Deformações Neotectônicas. **Rev. do Instituto de Geociências**, v. 4, n. 2, p. 43-56, out. 2004.

FRANKEL, K. L.; PAZZAGLIA, F. J.; VAUGHN, J. D. Knickpoint evolution in a vertically bedded substrate, upstream-dipping terraces, and Atlantic slope bedrock channels. **GSA Bulletin**; v. 119, n. ¾, p. 476-486, 2007.

FUJITA, R. H. **O perfil longitudinal do rio Ivaí e sua relação com a dinâmica de fluxos**. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, (Mestrado). 118 f. 2009.

GUEDES, I. C.; SANTONI, G. C.; ETCHEBEHERE, M. L. C.; STEVAUX, J. C.; MORALES, N.; SAAD, A. R. Análise dos perfis longitudinais de drenagem da bacia do rio Santo Anastácio (SP) para detecção de possíveis deformações neotectônicas. **R.. UNG – Geociências**, vol. 5, n. 1, p. 75-102, 2006.

HACK, J. T. Stream-Profile Asalysis and Stream-Gradient Index. **Journal Research U.S. Geology Survey**. Vol. n. 4, 1973

HORTON, R. E.. Erosional development of streams their drainage basins: hidrophysical approach to quantitative morphology. **GSA Bulletin**, Colorado, v. 56, p. 275-370, 1945.

IGA – INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS APLICADAS; SETEC – SECRETARIA DE ESTADO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA. **Projeto RADAR – Minas Gerais**. Mapa Geomorfológico. Belo Horizonte: IGA/SETEC, Folha Belo Horizonte, 1:500.000, 1977.

LANA, P. C.; MARONE, E.; LOPES, R. M.; MACHADO, E. C. The Subtropical Estuarine Complex of Paranaguá Bay, Brazil. In Coastal Marine Ecosystems of Latin America. **Springer-Verlag**, Berlin, p.131-145. 2001.

MARQUES, M.R. **Morfodinâmica fluvial cenozóica no vale do Rio Paraopeba entre o Fecho do Funil e Juatuba, Minas Gerais**. Belo Horizonte: UFMG, 83p. (Mestrado). 1997.

MARTINS, A.; Cunha, P. P.; CALDEIRA, B.; BORGES, J.; CARDOSO, A. M.. Knickpoints transitórios e perfis relíquia em afluentes dos rios Tejo e Zêrere (Portugal): estimação da incisão fluvial em troços afectados por soerguimento diferencial. In: Congresso Nacional de Geomorfologia, 6. **Anais do VI...** Coimbra (Portugal), p. 45-48, 2013.

MENDES, L.O.; FERNANDES, N.F.; GONTIJO-PASCUTTI, A.H.F. Morfotectônica da bacia hidrográfica do rio Bonito, Petrópolis, RJ. **R. Bra. Geomorfologia**, v.8, n.1, p.63-77, 2007.

MOREIRA, P.F. **Depósitos cenozoicos e evolução morfodinâmica na bacia do ribeirão Serra Azul (médio rio Paraopeba), MG**. (Mestrado) Belo Horizonte: UFMG, 104p. 1997.

OLIVEIRA, E. A.. **Geologia, petrografia e geoquímica do Maciço Granitoide de Cachoeira da Prata**. Belo Horizonte: IGC/UFMG, 82p. Dissertação de Mestrado. 1999.

ROMANO, A. W.. **Nota explicativa da folha Pará de Minas – SE.23-Z-C-IV**. Brasília: UFMG/CPRM, 65p. 2007.

SAADI, A.. **Ensaio Sobre a Morfotectônica de Minas Gerais – tensões intra-placa, descontinuidades crustais e morfogênese**. Belo Horizonte: UFMG, 1991. 285 f. Tese (Prof. Titular) - IGC, Universidade Federal de Minas Gerais, 1991.

TULLER, M. P.; RIBEIRO, J. H.; SIGNORELI, N.; FÉBOLI, L.; PINHO, J. M. M.. **Programa Geologia do Brasil: Projeto Sete Lagoas – Abaeté**. Belo Horizonte: CPRM, 160p., 2010.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

CONTROLE LITOLÓGICO E DINÂMICA FLUVIAL EM UNIDADES DE RELEVO NA BACIA DO MÉDIO/BAIXO RIO PARAOPEBA E ÁREAS ADJACENTES, MINAS GERAIS

Alex de Carvalho[(a)], Antônio Pereira Magalhães Junior [(b)] Letícia Augusta Faria de Oliveira [(C)]

[(a)] Coordenadoria do Curso de Geografia/Instituto Federal de Minas Gerais, alex.carvalho@ifmg.edu.br
[(b)] Departamento de Geografia/Universidade Federal de Minas Gerais, magalhaesufmg@yahoo.com.br
[(c)] Prog. Pós-Graduação em Geografia/Universidade Federal de Minas Gerais, leticia.afoliveira@gmail.com

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo/

Este trabalho apresenta o mapeamento das unidades de relevo da bacia do médio/baixo rio Paraopeba e áreas vizinhas e discute o papel do controle litológico e da dinâmica fluvial na configuração geomorfológica. O mapeamento geomorfológico e as discussões sobre o papel do controle litológico e da dinâmica fluvial consideraram a interpretação de bases cartográficas, mapas temáticos e trabalhos de campo. As serras correspondem aos interflúvios. Os planaltos possuem topografia elevada, elaborados sobre o embasamento cristalino, preservados pela atuação dos níveis de base locais (diques básicos e veios de quartzo) que controlam a intensidade da erosão. As depressões elaboradas sobre as rochas do Grupo Bambuí caracterizam-se pela superfície suavizada. As depressões elaboradas sobre o embasamento possuem cristas finas e alongadas sustentadas pelos diques e veios. As áreas de influência fluvial, possuem espessos depósitos sedimentares fluviais localizados principalmente na bacia do rio Paraopeba, cuja deposição é controlada pelos níveis de base locais.

Palavras chave: unidades de relevo; bacia do rio Paraopeba; controle litológico; dinâmica fluvial.

Alex de Carvalho, Antônio Pereira Magalhães Junior, Letícia Augusta Faria de Oliveira

1. Introdução

A bacia hidrográfica do rio Paraopeba, situada na porção central de Minas Gerais, é uma das mais importantes do estado. Seus cursos d'água contribuem com o abastecimento hídrico na Região Metropolitana de Belo Horizonte. A extração de areia e a mineração de ferro estão entre as principais atividades da região. Ainda que próxima a Belo Horizonte e importante do ponto de vista dos recursos hídricos e minerais, a área possui raros estudos geomorfológicos, destacando-se os de Saadi (1991), Valadão (2009), Moreira (1997) e Marques (1997).

Este trabalho apresenta o mapeamento das unidades de relevo da bacia do médio/baixo rio Paraopeba e das áreas vizinhas, pertencentes às bacias dos rios Pará e das Velhas, e discute o papel do controle litológico e da dinâmica fluvial na configuração das unidades de relevo. O mapeamento dessas unidades considerou uma área com 10.157 km², englobando partes das bacias supracitadas (Fig. 1). Grande parte da área mapeada pertence à bacia do médio/baixo rio Paraopeba. A incorporação de parte das outras bacias buscou auxiliar na compreensão das características da área e no estabelecimento de relações entre as unidades de relevo e os condicionantes litoestruturais e/ou tectônicos que podem ter influenciado na morfogênese.

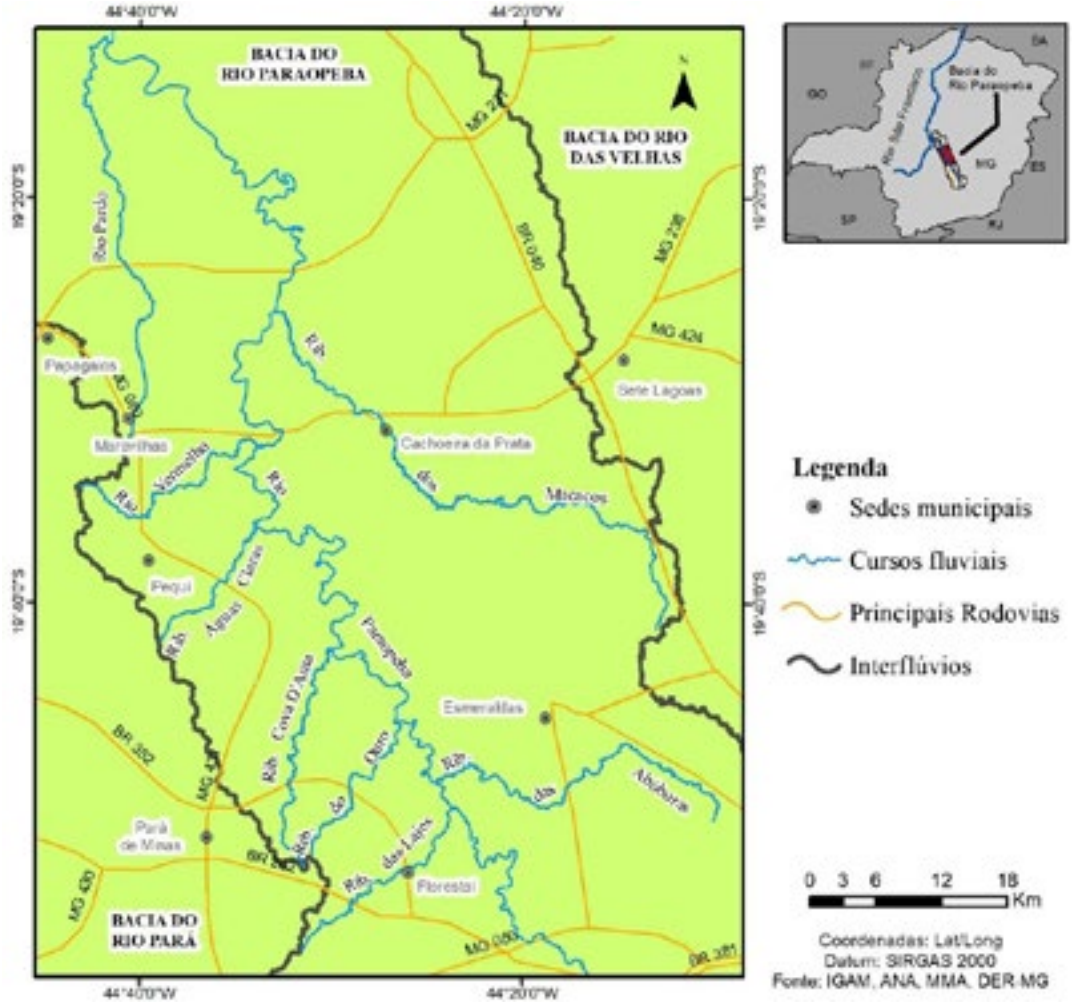


Figura 1: Localização da área investigada.

ISBN: 978-85-7282-778-2

2. Materiais e Métodos

O mapeamento das unidades de relevo ocorreu em três etapas: elaboração do mapa preliminar de unidades de relevo utilizando as bases cartográficas digitais e os mapas temáticos produzidos; trabalhos de campo para o ajuste das unidades; e delimitação final das unidades de relevo. A reunião das bases realizada no início dos trabalhos também permitiu o conhecimento das principais características regionais e a escolha de pontos estratégicos para visitar em campo.

Inicialmente, as unidades foram definidas de acordo com os mapas de declividade e de hipsometria e os perfis topográficos, elaborados a partir das curvas de nível equidistantes em 20 m, produzidas a partir das imagens SRTM. As classes de declividade foram definidas de acordo com a proposta da EMBRAPA (2005). As unidades foram adaptadas aos limites das principais litologias da área, conforme o mapa geológico. O mapa de densidade de drenagem considerou a identificação e a individualização das subbacias de quarta e terceira ordem, conforme a Strahler (1956) e realização do cálculo desse parâmetro segundo Horton (1945). As subbacias de quarta ordem foram priorizadas e as áreas associadas aos canais principais que não eram de terceira ou quarta ordem foram desconsideradas.

Foram realizados trabalhos de campo para observar e compreender melhor as unidades de relevo e promover ajustes. As campanhas de campo permitiram a identificação e o mapeamento dos depósitos sedimentares fluviais nos fundos de vales. As informações foram confrontadas com os dados obtidos em campo através da marcação de pontos com o uso de um GPS e da descrição e elaboração de perfis transversais dos depósitos sedimentares. Com a integração dessas informações, foi elaborado o mapa com a espacialização dos depósitos fluviais de fundo de vale, que correspondem às áreas de influência fluvial.

Por fim, esse conjunto de mapas foi analisado de modo integrado. A reunião dos mapas e os trabalhos de campo permitiram a elaboração do mapa final de unidades de relevo.

O mapeamento considerou as instruções do Manual Técnico de Geomorfologia do IBGE (2009) para a classificação das unidades do relevo de acordo com o terceiro táxon, no

qual as unidades geomorfológicas possuem formas semelhantes em seus tipos de modelado e de processos originários. A delimitação das unidades considerou principalmente a topografia e a geologia. Foram definidos quatro tipos de unidades de relevo com as seguintes definições básicas: (i) Planaltos – unidades com relevo plano ou dissecado, de alturas elevadas, limitadas, pelo menos em um lado, por superfície mais baixa, onde os processos erosivos superam os de sedimentação (adaptado de IBGE, 2009); (ii) Serras – unidades de topos elevados, com relevos acidentados, que formam cristas e cumeadas ou as bordas de um planalto, altimetricamente realçadas em relação aos demais planaltos (MARENT, SALGADO, 2010; IBGE, 2009); (iii) Depressões – unidades de relevo plano ou ondulado, cuja altimetria é inferior às unidades de relevo ao seu redor (adaptado de MARENT, SALGADO, 2010 e IBGE, 2009); (iv) Áreas de influência fluvial (fundo de vale) – áreas topograficamente rebaixadas e suavizadas, embutidas nos planaltos, serras e/ou depressões, cuja gênese está relacionada a processos fluviais e as formas elaboradas em material predominantemente aluvial.

3. Resultados e Discussões

3.1. Unidades de Relevo na Bacia do Médio/Baixo Rio Paraopeba e Áreas Adjacentes e Relações com Controle Litológico e Dinâmica fluvial

Neste trabalho, destacam-se o detalhamento do mapeamento, sua caracterização e a identificação das áreas de influência fluvial, que auxiliam na compreensão da importância da relação entre a dinâmica fluvial, a litoestrutura na evolução geomorfológica da área. A extensão das unidades de relevo é variada, distribuindo-se da seguinte forma: serras – 6,28%, planaltos – 15,5%, depressões – 71,57% e áreas de influência fluvial – 6,65% (Tab. 1; Fig. 2). Parte da área que corresponde às depressões coincide com a Depressão Periférica do São Francisco e parte das áreas de serras correspondem aos Planaltos Residuais do São Francisco, conforme mapeamento do IGA/SETEC (1977). Na Tabela 1 constam os nomes e siglas das unidades.

Tabela 1: Área ocupada por unidade de relvo.

Unidade do Relevo	Área (km²)	Área %
Serra Mucambinho – SM	17,314	0,18
Serra da Onça – SO	228,299	2,26
Serra de Santa Helena – SSH	143,084	1,42
Serra do Rio do Peixe – SRP	244,621	2,42
Planalto de Esmeraldas-Contagem – PEC	1.129,570	11,13
Planalto de Pará de Minas-Itaúna – PPMI	442,559	4,37
Depressão Periférica do São Francisco – DPSF	2.984,413	29,41
Depressão do Rio Pará – DRP	2.172,936	21,41
Depressão da Zona de Cristas do Paraopeba – DZCP	1.740,940	17,16
Depressão de Sete Lagoas – DSL	104,771	1,80
Depressão do Ribeirão da Mata – DRM	180,568	1,79
Fundo de Vale – FV	634,068	6,65
TOTAL	10.157,384	100

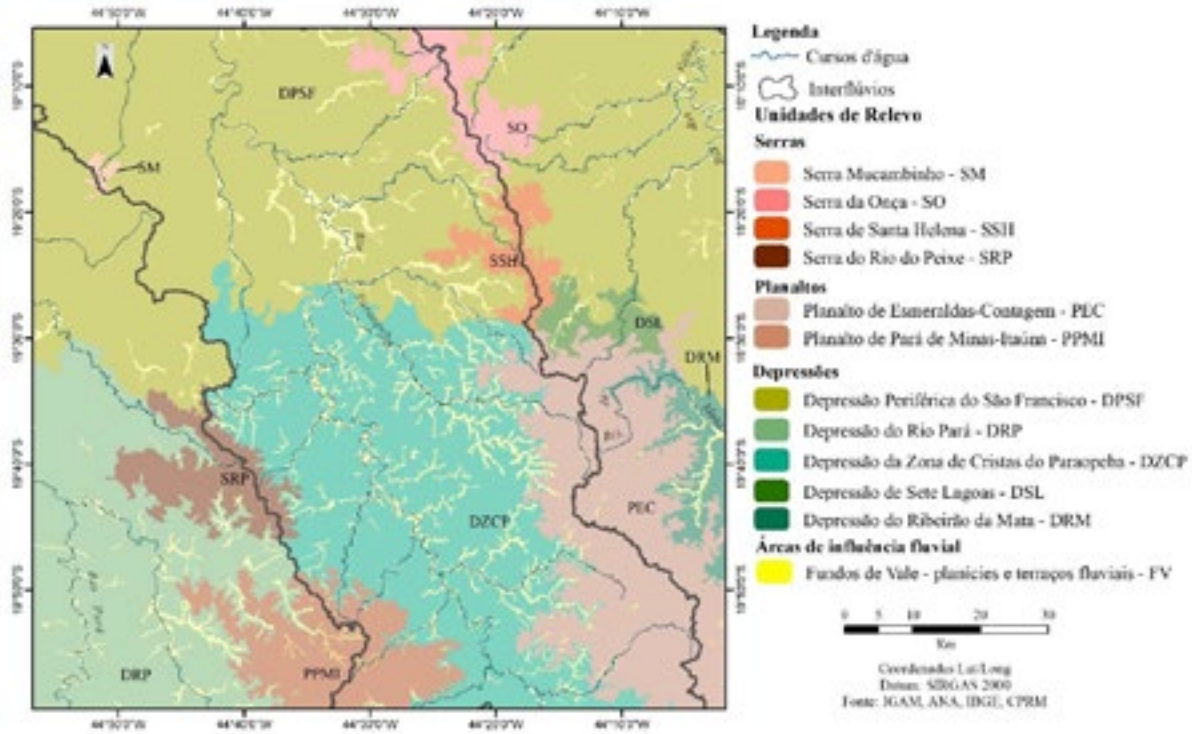


Figura 2: Mapa de unidades de relevo da bacia do médio/baixo rio Paraopeba e áreas adjacentes.

As unidades de relevo mapeadas possuem forte relação com a litologia (Fig. 3) e a hipsometria (Fig. 4 e 5). Observa-se que a litologia é composta de três compartimentos distintos: no sul, rochas meso e neoarquenas do Embasamento Cristalino (EC); em parte do sul e oeste, rochas neoarqueanas do Supergrupo Rio das Velhas (SGRV) e paleoproterozoicas do

Supergrupo Minas (SGM); em praticamente todo o norte predominam as rochas neoproterozoicas do Grupo Bambuí (GB). A altitude varia de 600 a 1260 m, com amplitude altimétrica de 660 m. As Serras (SSH, SRP, SO e SM) e os Planaltos (PPMI e PEC) são as unidades que possuem as maiores altitudes, quase sempre representando os interflúvios das principais bacias hidrográficas. Tais unidades se situam entre 820 e 1260 m. As áreas mais elevadas se concentram na porção sul da área mapeada, moldadas sobre as rochas do EC (granitos, gnaisses e migmatitos) e sobre as rochas do SGRV, e, ao norte, no interflúvio entre os rios Paraopeba e das Velhas, moldadas sobre as rochas do GB.

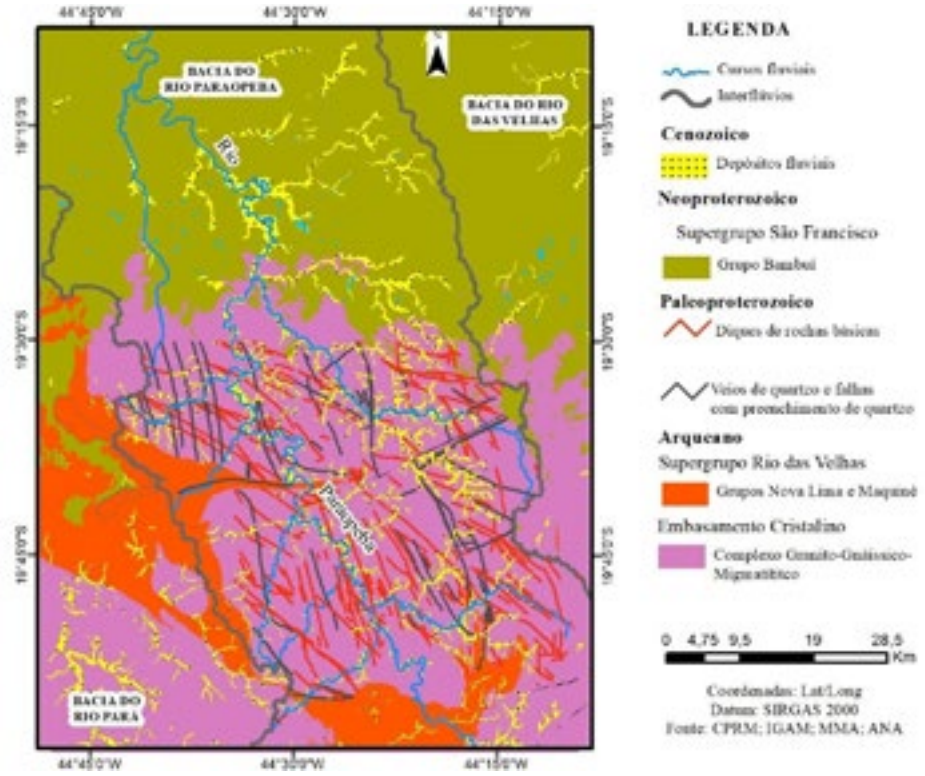


Figura 3: Mapa geológico da área investigada.

As Depressões (DRP, DZCP e DRM) situadas na parte sul da área investigada foram moldadas sobre as rochas do EC e variam de 710 a 820 m, alcançando até 930 m em alguns pontos. Ao norte, localiza-se a DPSF, moldada sobre as rochas do GB, que se situa entre 600 e 710 m de altitude. Apenas a DSL apresenta características distintas desses dois conjuntos de

depressões. Apesar de sua superfície ter sido elaborada sobre as rochas do GB, como a DPSF, sua cota altimétrica é similar à das depressões intermediárias (DRP, DZCP e DRM), moldadas sobre as rochas do EC. Por fim, os FV podem ocorrem embutidos em todas as outras unidades do relevo e, por isso, possuem altitudes que variam de 600 m nas depressões a 900 m nos planaltos. Na Figura 5 estão dispostos os perfis topográficos elaborados para a região e a identificação das unidades do relevo.

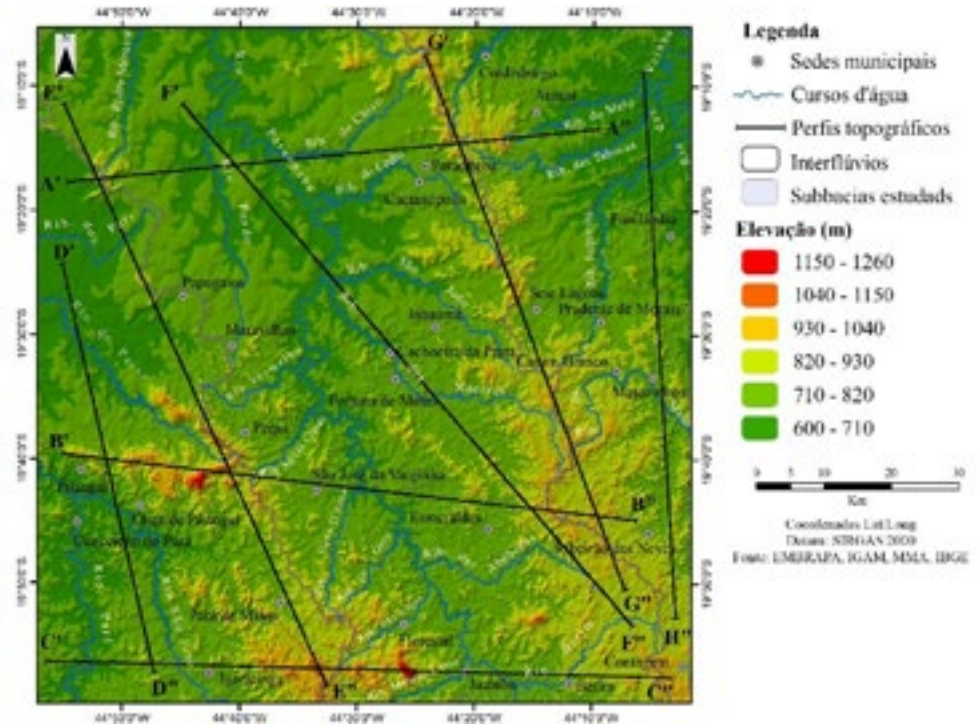


Figura 4: Mapa hipsométrico da área investigada.

As classes de relevo plano, suave ondulado e ondulado ocupam a maior parte das depressões e dos fundos de vale. Na DPSF e na DSL, elaboradas sobre as rochas do GB, e nas FV predominam segmentos de relevo plano (53,44%, 50,36% e 76,70%). Nas depressões elaboradas sobre o EC se observa o aumento da área ocupada pelos segmentos de relevo suave ondulado e ondulado em detrimento dos segmentos de relevo plano. Nas serras e nos planaltos destacam-se os percentuais mais elevados de área ocupada pelos segmentos de relevo ondulado e forte ondulado, variando entre 6,6% e 11,48% (Tabela 2).

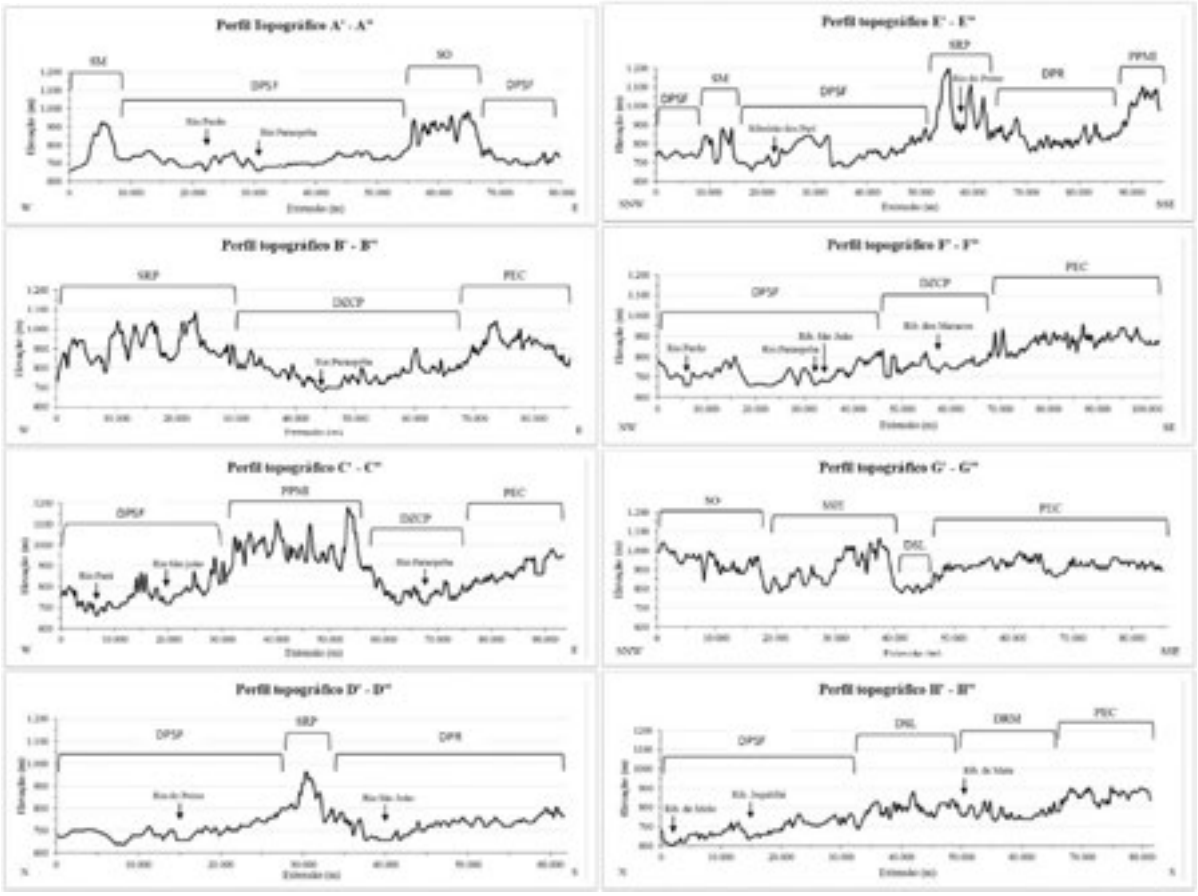


Figura 5: Perfis topográficos elaborados a partir do Modelo Digital de Elevação do Projeto Topodata – INPE.

Tabela 2: percentual da área ocupada pelas classes de declividade em cada unidade do relevo.

Unidade do relevo	Declividade (%)				
	0-3% - Plano área (%)	3-8% - Suave ondulado área (%)	8-20% - ondulado área (%)	20-45% - forte-ondulado área (%)	> 45% - montanhoso/escarpado área (%)
SM	18,11	33,98	41,31	6,60	-
SO	19,22	24,22	49,35	7,21	-
SSH	19,22	21,76	50,45	8,57	-
SRP	14,90	15,21	56,18	13,70	0,01
PEC	32,43	20,38	43,61	3,57	0,01
PPMI	19,64	13,73	55,13	11,48	0,02
DPSF	53,44	39,40	6,46	0,70	
DRP	32,19	29,45	35,50	2,85	0,01
DZCP	35,13	31,46	31,35	2,04	0,01
DSL	50,36	38,47	10,73	0,44	-
DRM	37,27	16,84	41,68	4,20	-
FV	76,70	18,88	4,01	0,41	-

Os valores da densidade de drenagem (Dd) são bastante diversificados. Na porção sudeste, a Dd alcança até 5,00 km/km² (Fig. 7), onde predominam rochas do EC e também as maiores declividades. Essa área coincide com o interflúvio dos rios Paraopeba e das Velhas. Os menores valores de Dd (mínimo de 0,36 km/km²) são observados principalmente ao norte, nas bacias dos rios Paraopeba e Pará, onde afloram as rochas do GB, com declividades menores.

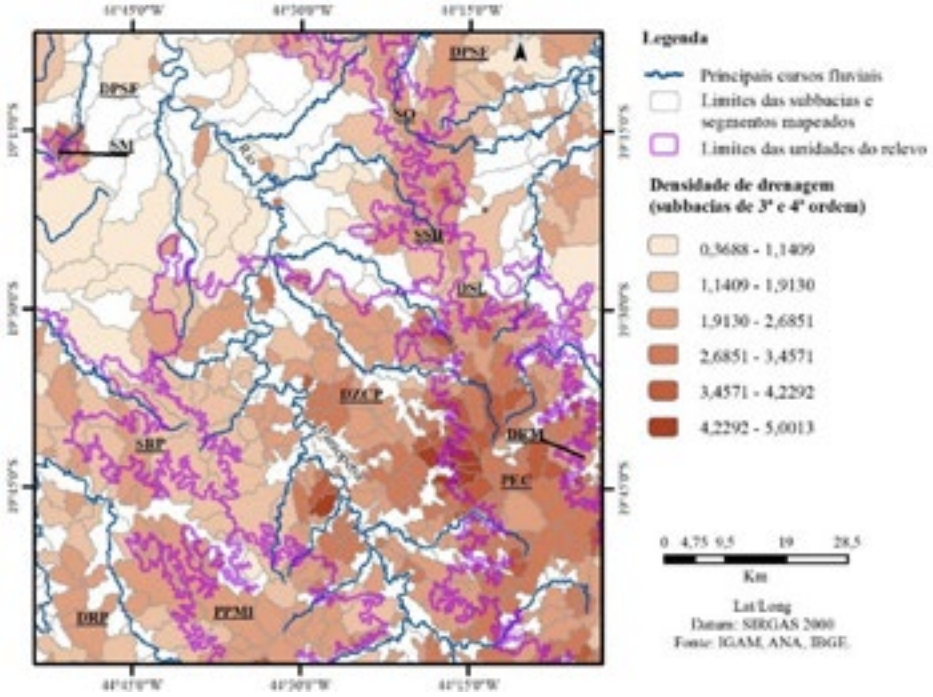


Figura 7: Mapa de densidade de drenagem da área investigada.

A Dd verificada nas serras varia de 0,73 a 3,00 km/km², apresentando-se mais elevados nas serras moldadas o GB (SM, SO e SSH) e mais baixos na SRP moldada sobre o SGRV (Fig. 8A). Entre as litologias encontradas nas serras sustentadas por rochas do GB encontram-se siltitos, arenitos, calcarenitos e calcários. Nas serras sustentadas pelas rochas do SGRV encontram-se o metaconglomerado, xistos e filitos. Nos planaltos, a Dd varia bastante. No PEC, elaborado sobre as rochas do Complexo Belo Horizonte (EC), a Dd varia de 0,96 a 5,00 km/km². No PPMI elaborado sobre as rochas do Complexo Divinópolis, Granito Pará de Minas e Granitoide de Florestal (EC) esses valores variam de 1,04 a 4,17 km/km² (Fig. 8B).

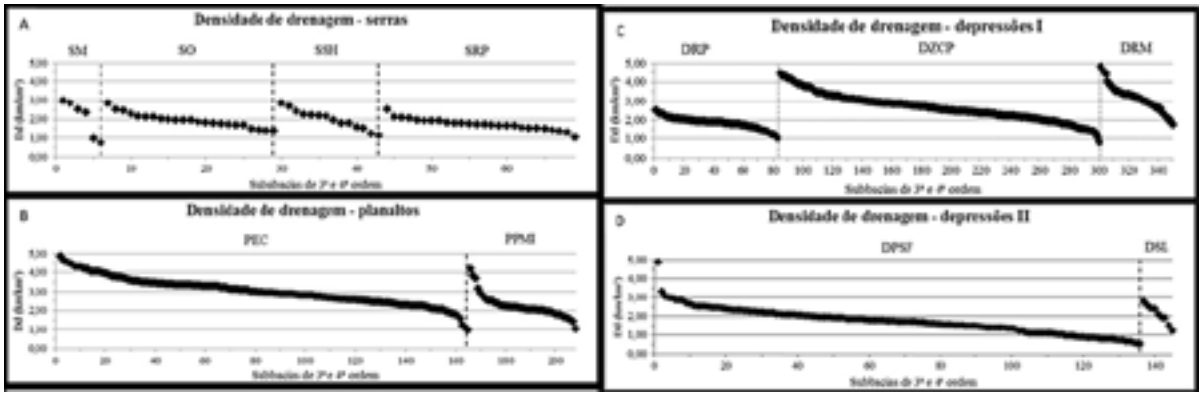


Figura 8: Gráficos com a densidade de drenagem por unidade de relevo.

As depressões elaboradas sobre as rochas do EC apresentam Dd que varia de 0,81 a 5,0 km/km² (Fig. 8C). Nesse grupo, as unidades do relevo associadas ao Complexo Belo Horizonte e ao Granitoide de Maravilhas-Cachoeira da Prata (DZCP e DRM) possuem os maiores valores de Dd, enquanto a unidade associada ao Complexo Divinópolis (DRP) possui valores mais baixos. As depressões elaboradas sobre rochas do GB possuem Dd entre 0,53 e 4,89 km/km², apresentando valores mais elevados na DSL e mais baixos na DPSF (Fig. 8D).

As FV se distribuem por praticamente todas as unidades de relevo e correspondem a pequenas áreas que margeiam os cursos d'água. Nos planaltos, as FV se concentram no PPMI, sobretudo nos afluentes do rio São João, afluente do rio Pará. Entre as depressões, os depósitos mais significativos se distribuem pela DPSF, DRM e DZCP. Na DPSF, as FV se concentram nas margens do rio Paraopeba, a jusante da DZCP. Na DRM e na DZCP, as FV devem estar condicionadas aos diques e veios, que atuam como níveis de base locais e controlam tanto a incisão fluvial como a sedimentação nos segmentos fluviais a montante de onde ocorrem. Nas bacias dos afluentes do rio Paraopeba (DZCP) encontram-se a maior parte das áreas de FV.

A litologia e a estrutura têm papel importante na evolução geomorfológica regional e na configuração das unidades de relevo. Ao apresentar resistências diferenciadas aos processos erosivos e intempéricos, as rochas definem a evolução geomorfológica e condicionam a dinâmica fluvial. Na Tabela 3 está a síntese das principais características das unidades de relevo.

Tabela 3: Síntese das principais características das unidades de relevo mapeadas.

Nome	Classe de relevo (declividade %)	Litologia	Dd km/km² (média)	Altimetria (m)
Fundos de Vale	Plano	Sedimentos fluviais	-	600-900
Depressão Periférica do São Francisco	Plano; suave ondulado	Coberturas eluvionares e Formação Serra de Santa Helena	1,73	600-710
Depressão do Rio Pará	Plano; suave ondulado; ondulado	Complexo Divinópolis e Supergrupo Rio das Velhas	1,85	710-820
Depressão de Sete Lagoas	Plano; suave ondulado	Formação Sete Lagoas	2,09	700-820
Depressão do Ribeirão da Mata	Suave ondulado; ondulado	Complexo Belo Horizonte e diques	3,17	710-820
Depressão da Zona de Cristas do Paraopeba	Plano; suave ondulado; ondulado	Complexo BH, granitoides, diques básicos e veios de quartzo	2,66	710-820
Serra Mucambinho	Ondulado	Formação Serra da Saudade	2,06	820-940
Serra da Onça	Ondulado	Formação Serra da Saudade	1,92	820-1020
Serra do Rio do Peixe	Ondulado	Supergrupo Rio das Velhas	1,72	820-1200
Serra de Santa Helena	Ondulado	Formação Serra de Santa Helena	1,98	820-1060
Planalto de Esmeraldas-Contagem	Ondulado	Complexo BH	3,01	820-1140
Planalto de Pará de Minas-Itaúna	Ondulado	Complexo Divinópolis, Granito Pará de Minas, SGRV, Granitoide Florestal	2,22	820-1260

4. Considerações Finais

A identificação das unidades de relevo e o respectivo mapeamento realizados neste trabalho auxiliam na complementação da lacuna de estudos sobre a bacia do rio Paraopeba e áreas vizinhas, uma vez que amplia o conhecimento sobre as relações existentes entre os diferentes elementos naturais envolvidos na elaboração das formas do relevo. É possível destacar o papel da litoestrutura na evolução geomorfológica, controlando a morfogênese e a dinâmica fluvial. Nota-se ainda a significativa relação entre a altimetria, a litologia e a densidade de drenagem na área, importantes para a delimitação das unidades de relevo.

É possível constatar que: (i) de modo geral, as áreas mais elevadas e com maiores valores de densidade de drenagem, correspondentes aos planaltos (PEC e PPMI) e a algumas depressões (DZCP, DRP e DSL), estão associadas às rochas do EC; (ii) as áreas mais rebaixadas estão associadas às litologias do GB (DSL e DPSF); (iii) as serras (SM, SO, SSH e SRP), embora representem as áreas mais elevadas, são formas residuais encontradas nos interflúvios, associadas a diferentes litologias, tanto do GB, quanto do SGRV; e (iv) o conjunto de diques básicos e veios de quartzo encontrados na DZCP e em parte da DRM possuem características morfológicas, litológicas e visuais que indicam seu relevante papel tanto na imposição de barreiras naturais à incisão fluvial e, consequentemente, ao rebaixamento das respectivas

unidades de relevo, como na manutenção de condições que tem permitido a acumulação de sedimentos fluviais nos afluentes dos rios Paraopeba e das Velhas em altitudes intermediárias (entre 710 e 820 m), influenciando na configuração espacial das unidades de relevo.

Referências Bibliográficas

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. Viçosa: EMBRAPA-CNPS/SBCS, 100p, 2005.

HORTON, R. E.. Erosional development of streams their drainage basins: hidrophysical approach to quantitative morphology. **Bulletin of the Geological Society of America**, Colorado, v. 56, p. 275-370, 1945.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de Geomorfologia. IBGE**, 182p., 2009.

IGA – INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS APLICADAS; SETEC – SECRETARIA DE ESTADO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA. **Projeto RADAR – Minas Gerais**. Mapa Geomorfológico. Belo Horizonte: IGA/SETEC, Folha Belo Horizonte, 1:500.000, 1977.

MARENT, B. R.; SALGADO, A. A. R. Mapeamento das unidades do relevo da porção nordeste do Quadrilátero Ferrífero – MG. **Geografias**, v. 6, n. 1, p. 118-139.

MARQUES, M.R. **Morfodinâmica fluvial cenozóica no vale do Rio Paraopeba entre o Fecho do Funil e Juatuba, Minas Gerais**. Belo Horizonte: Instituto de Geociências/UFMG, 83p. Dissertação de Mestrado. 1997.

MOREIRA, P. F.. **Depósitos cenozoicos e evolução morfodinâmica na bacia do Ribeirão Serra Azul (médio Rio Paraopeba), Minas Gerais**. Belo Horizonte: Instituto de Geociências/UFMG, 104p. Dissertação de Mestrado. 1997.

SAADI, A.. **Ensaio Sobre a Morfotectônica de Minas Gerais – tensões intra-placa, descontinuidades crustais e morfogênese**. Belo Horizonte: UFMG, 1991. 285 f. Tese (Prof. Titular) - IGC, Universidade Federal de Minas Gerais, 1991.

STRAHLER, A. N. Quantitative Slope Analysis. **Geological Society of America Bulletin**, 67, 571-596. 1956.

VALADÃO, R. C.. Geodinâmica de superfícies de aplanamento, desnudação continental e tectônica ativa como condicionantes da megageomorfologia do Brasil Oriental. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.10, n.2, p.77-90, 2009.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

CORRELAÇÃO TEMPORAL DO INDICE DE PRECIPITAÇÃO PADRONIZADA COM O VOLUME DE ÁGUA ARMAZENADA NO AÇUDE DE ORÓS, CEARÁ, BRASIL.

Fábio Vinicius Marley Santos Lima [(1)],Rodrigo Mikosz Gonçalves [(2)] ,Raquel Arcoverde Vila Nova [(3)] ,Laisa Mirelle Barreto Morais [(4)]

[(1)] Mestrando em Ciências Geodésicas e Tecnologia da Geoinformação UFPE, e-mail: fabiomarley.v@gmail.com;
[(2)] Professor do Departamento de Engenharia Cartográfica da UFPE, e-mail; rodrigo.mikosz@ufpe.br
[(3)] Mestranda em Ciências Geodésicas e Tecnologia da Geoinformação UFPE, e-mail: Raquel.vn10@gmail.com;
[(4)] Graduanda em Engenharia Cartográfica UFPE, e-mail: l.barreto94@hotmail.com.

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

O presente estudo compreende analisar a relação entre o índice de precipitação padronizada (*Standardized Precipitation Index*, SPI) com a variação do volume do reservatório de Orós localizado no estado do Ceará com uma área de drenagem de 25.000km^2 situado na sub-bacia hidrográfica do Alto Jaguaribe, a qual, por sua vez, faz parte da maior bacia hidrográfica do estado do Ceará, a do rio Jaguaribe, com uma capacidade de 1.940hm^3 de água. O objetivo é analisar o comportamento entre o SPI em diferentes escalas de tempo com a variação do volume do reservatório no período de janeiro de 2000 á dezembro de 2018. Como resultado a pesquisa identificou a aplicabilidade para cada escala temporal do índice, bem como identificou os períodos de seca ao longo do tempo de estudo, informações fundamentais para gestão de recursos hídricos.

Palavras chave: Índice de seca,Precipitação,Orós, Seca, SPI.

1. Introdução

Estudos mostram que o Brasil é vulnerável às mudanças climáticas, especialmente quanto aos extremos climáticos. Entre as áreas mais vulneráveis destacam-se como exemplo a Amazônia e o Nordeste do Brasil (AMBRIZZI et al., 2007; MARENGO et al., 2007).

A seca pode ser considerada como um fenômeno natural desastroso, que tem impacto significativo nas esferas socioeconômicas, agrícolas e ambientais. Difere de outros desastres naturais por ter seu processo lento e de difícil determinação dos períodos de início e fim. Por ser um processo vagaroso, frequentemente a seca não atrai a atenção da comunidade, persistindo seu impacto mesmo depois do término do evento. As secas normalmente atingem uma vasta extensão espacial e temporal (MOLINA e LIMA, 1999).

A maior parte dos trabalhos científicos reconhece quatro tipos de seca, entre elas: meteorológica, hidrológica, agrícola e socioeconômica (WILHITE e GLANTZ, 1987; RASUSSEM, 1993). Segundo Wilhite e Glantz (1987), todos os tipos de seca são originados por um déficit de precipitação que resulta em uma baixa disponibilidade hídrica para a atividade que a requer.

O SPI é um índice de seca meteorológica desenvolvido por Mckee, Doesken e Kleist (1993) com o objetivo de monitorar e analisar a seca, com capacidade de quantificar o déficit ou o excesso de precipitação em várias escalas de tempo.

O SPI utiliza apenas os dados mensais de precipitação, sendo estes normalizados de modo que os climas mais úmidos e secos sejam representados de uma maneira similar. O SPI pode ser aplicado a qualquer região que possua uma série histórica de dados mensais de precipitação de, no mínimo, 30 anos.

O diagnóstico das secas é um trabalho importante, em especial em uma região do semiárido como a região de Orós situado na bacia hidrográfica do Alto Jaguaribe, uma vez que tais estudos trazem informações valiosas para avaliar as magnitudes e possíveis impactos de forma a estimular os gestores públicos a investir no planejamento e mitigação das secas.

Neste trabalho são analisadas as secas ocorridas no período entre 2000 a 2018 no açude de Orós, através de dados de precipitação da estação pluviométrica n°102 próximo ao reservatório de Orós, onde as informações do SPI são correlacionadas com o volume do reservatório d'agua.

2. Materiais e Métodos

2.1. Área de Estudo

O reservatório de Orós (Figura 1) localizado no município de Orós no estado do Ceará a aproximadamente 450km de Fortaleza, o mesmo situa-se em uma das mais importantes bacias hidrográficas da região, a bacia do rio Jaguaribe, com uma área de drenagem de 25.000km^2 e capacidade volumétrica de 1.940,00hm^3 (DNOCS 2019).

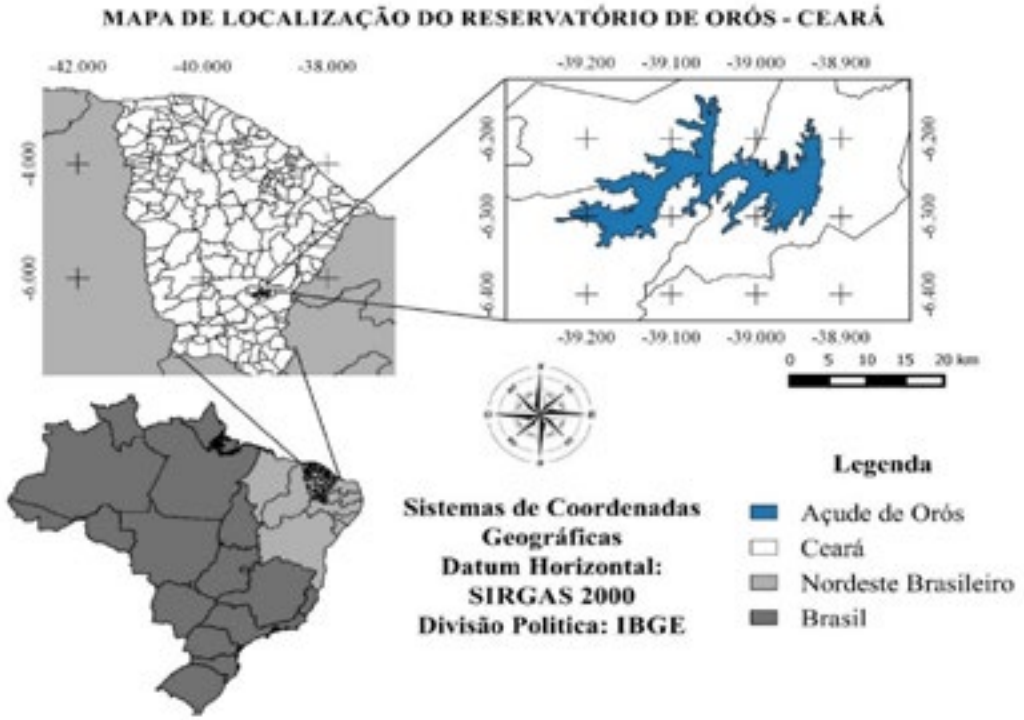


Figura 1: Mapa de localização do Reservatório de Orós. Fonte: Autores, 2019.

A bacia hidráulica do açude Orós está dividida politicamente entre três municípios, isto é, Iguatu, Quixelô e Orós. A bacia hidrográfica do reservatório corresponde a aproximadamente 96% da sub-bacia hidrográfica do Alto Jaguaribe, a qual, por sua vez, faz parte da maior bacia de drenagem do estado do Ceará, a do rio Jaguaribe (Soares et al., 2009).

O clima da região, conforme o Índice de Aridez Thornthwaite (1948), é de 0,44 classificando-se como semiárido. As precipitações das cidades que ficam ao entorno do

reservatório chegam a atingir valores médios anuais superiores a 800 mm, sendo a evapotranspiração potencial média anual em torno de 1900 mm, ou seja, apresenta valores superiores aos valores de precipitação (FUNCEME, 2019).

2.2. Materiais

Foram utilizados dados históricos de precipitação da estação pluviométrica de Orós n° 102, localizada nas coordenadas-6° 14’ 38’’ de Latitude e -38° 54’ 44’’ de Longitude, contendo informações temporais de chuva dos últimos 30 anos entre o intervalo de 1989 á 2018 da estação. Esses dados foram obtidos no banco de dados da FUNCEME. Também foi utilizado dados históricos do volume do reservatório de Orós obtido pelo banco de dados da ANA.

2.3. Métodos

A metodologia seguiu os seguintes passos:

(i) *Download* de informações de precipitação (FUNCEME), volume do reservatório (ANA);

(ii) Cálculo do Índice de Precipitação Padronizada (SPI) nas escalas de 12 e 18 meses;

(iii) Geração de gráficos da série temporal a partir das médias mensais e anuais dos dados SPI, volume do reservatório e precipitação;

(iv) Correlação e identificação de quais escalas temporais interpretam o comportamento da variação de volume do reservatório.

2.4. Cálculo do Standardized Precipitation Index (SPI)

O cálculo do SPI consiste inicialmente em ajustar a função densidade de probabilidade gama, a uma dada distribuição de frequência do total de precipitação para uma estação. Neste estudo utilizou-se a distribuição de probabilidade Gama como na Eq. (1) por ser bastante eficiente em representar precipitação (WILKS, 2006).

$$g(x) = \frac{1}{\beta\alpha\Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} e^{-\frac{x}{\beta}} \qquad \alpha = \frac{1}{4A}\left(1 + \sqrt{1 + \frac{4A}{3}}\right) \qquad \beta = \frac{\bar{X}}{\alpha} \qquad (1)$$

Onde: α > 0 é o parâmetro de forma (adimensional); β > 0 é o parâmetro de escala (mm); x > 0 é a quantidade de precipitação (mm);$\Gamma(\alpha) = \int_0^\infty y^{\alpha-1}\, e^{-y} dy$ função Gama, equação 1.

Os parâmetros α e β da função densidade de probabilidade Gama foram estimados pelo método da Máxima Verossimilhança proposto por Thom, (1966), ou seja:

Onde: $\bar{x}$, é a média aritmética da precipitação pluvial (mm); $A = Ln(x) - \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{N} Ln(x)$; Ln, logaritmo neperiano; N, número de observações de precipitação.

Os parâmetros de forma e escala foram ajustados para encontrar a distribuição de probabilidade acumulada de um evento de precipitação observada para a escala de tempo mensal assim, a probabilidade cumulativa foi representada pela Eq. $G_I(x)$, que quando integrada resulta na Eq. (2):

$$G_1(x) = \int_0^x g(x) = \frac{1}{\beta\alpha\Gamma(\alpha)} \int_0^x x^{\alpha-1} e^{-\frac{x}{\beta}} dt \qquad G(x) = \frac{1}{\beta\alpha\Gamma(\alpha)} \int_0^x t^{\alpha-1} e^{-t}\, dt \qquad (2)$$

A Eq. (2) representa a função gama incompleta e não admite valores nulos. No caso da precipitação que considera valores nulos a distribuição da probabilidade gama é determinada pela Eq. (3), sendo *q* a probabilidade de ocorrência de precipitação zero:

$$H(x) = q + (1 - q)\, G(x); \text{ para } q = \frac{m}{n+1} \qquad (3)$$

Onde: *m,* número de ordem dos valores de zero em uma série climatológica; *n,* tamanho da amostra. H(x) é então transformada em uma variável normal, valor final do SPI, utilizando-se as equações desenvolvidas por Abramowitz e Stegun, (1965).

$$Z = SPI = -(t - \frac{c_0 + c_1 t^2 + c_2 t^3}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3}); \qquad Z = SPI = +(t - \frac{c_0 + c_1 t^2 + c_2 t^3}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3}); \qquad (4)$$

$$t = \sqrt{Ln\left[\frac{1}{(H(x))^2}\right]} \qquad t = \sqrt{Ln\left[\frac{1}{1-(H(x))^2}\right]} \qquad (5)$$

para 0< H(x) ≤ 0,5 para 0,5< H(x) ≤ 1,0.

Onde: Co=2,515517; C1=0,802853; C2=0,010328; d1=1,432788; d2=0,189269; d3=0,001308.

Na Tabela I são ilustradas as categorias de seca, de acordo com o SPI, descritas por McKee et al. (1993).

Tabela I: Classificação do Índice de Precipitação Padronizada

SPI	Classificação	SPI	Classificação
≥ 2,0	Chuva Extrema	-0,50 a -0,99	Seca fraca
1, 99 a 1,50	Chuva severa	-1,00 a -1,49	Seca moderada
1,49 a 1,00	Chuva moderada	-1,50 a -1,99	Seca severa
0,99 a 0,50	Chuva fraca	≤ -2,00	Seca extrema
0,49 a-0,49	Normal		

Fonte: Mckee et al. 1993.

2.5. Volume do Reservatório de Orós

A ANA define as regras de operação dos reservatórios do país e monitora, por meio do acompanhamento do nível da água, das vazões diárias de afluentes (o volume de água que entra por dia no reservatório) e defluentes (o volume de água que sai). Mensalmente, são preparados boletins de monitoramento dos principais reservatórios do Brasil. O Sistema de Acompanhamento de Reservatórios (SAR) é outra ferramenta usada pela ANA, que permite acompanhar dados sobre a operação de alguns dos principais reservatórios do país, como os do Nordeste brasileiro.

3. Resultados e Discursões

Foram gerados gráficos em escala temporal 2000 – 2018 para melhor identificar a situação de seca a partir de dados de precipitação e volume do reservatório.

Os gráficos das figuras 2 e 3 mostram a distribui a precipitação o longo dos meses de janeiro a dezembro de 1988 a 2018 e média anual de 2000 a 2018. Foi identificado uma média de precipitação de 59mm ao logo desses 30 anos, com concentração das chuvas no primeiro semestre do ano, chovendo a cima da média mensal.

Na figura 2 pode ser observado o início da última seca que atingiu o nordeste que se iniciou em 2012 e se prolongou até 2018, também se observa em 2011 um ano com bastante chuva, tal comportamento é decorrente do fenômeno *La Niña* onde teve a configuração chamada de Modoki, mais detalhes em Martins e Vasconcelos Junior, (2017).

Figura 2: Volumes pluviométricos médios anuais da estação pluviométrica de Orós. (2000-2018). Autores, 2019.

Destacam-se os meses de janeiro, fevereiro, março, abril, e maio, que juntos representam 87% de toda chuva esperada para o ano todo, sendo o mês de março o mais chuvoso. Por outro lado, de acordo com a figura 3, o segundo semestre é bastante seco, sendo setembro o mês mais seco.

Figura 3: Volumes pluviométricos médios por mês na estação pluviométrica de Orós. (1988-2018). Autores, 2019.

A figura 4 mostra o comportamento da capacidade volumétrica do reservatório de Orós de janeiro de 2000 a dezembro de 2018. Onde é identificado um declínio de sua capacidade na transição de 2012 para 2013 e se seguiu até atualmente onde o reservatório se encontra em estrado critico de alerta abaixo dos 10% de sua capacidade.

Figura 4:Comportamento do reservatório de Orós. Fonte: Autores, 2019.

O SPI é uma ferramenta conhecida capaz de quantificar e monitorar a seca em diferentes escalas de tempo. Para Mackee et al., (1993) tais escalas ao serem relacionadas ao déficit de precipitação pluvial, tornam-se extremamente importantes caracterizando os diferentes tipos de seca.

O índice foi desenvolvido de modo a ser um indicador de seca, que reconhece a importância das escalas de tempo que afetam vários tipos de necessidades de água. Deste modo, é calculado considerando séries e períodos médios, selecionados de modo a se determinar séries de escalas de tempo de *i* meses, *i* =1, 2, 3, ..., 12, ..., 24, ...meses. O número de meses (*i*) é arbitrário, mas os valores escolhidos representam escalas de tempo de déficit de precipitação importantes.

O índice foi calculado para 2 escalas de tempo, sendo elas de 12 e 18 meses, e tais resultados foram comparados com a variação da capacidade volumétrica do reservatório para identificar qual ou quais escalas temporais o índice acusa uma seca hidrológica que se correlacione com as informações do reservatório.

A figura 5 apresenta uma comparação entre os valores do índice SPI na escala temporal de 12 meses e a capacidade volumétrica do reservatório onde é possível identificar que o SPI-12 acusa o início de uma seca hidrológica no ano de 2001 que resultou em 3 anos de volume do reservatório considerado baixo até 2003. Porém o índice só acusou o início do evento de seca e manteve os valores do índice em alta nos anos de 2002 e 2003, indicando fartura de chuva, e tal resposta é vista quando o reservatório se encontra com capacidade máxima no ano de 2005. Em 2012 foi identificada o início da seca mais recente no Nordeste do país, que é possível identificar a partir do índice SPI-12, onde o índice apresenta altos valores entre os anos de 2010 e 2011 e entra numa classificação de seca extrema em 2013, mantendo valores cujo as classificações variassem entre seca fraca a seca extrema até o final de 2018.

Figura 5: Comparação entre os valores do índice SPI-12 e o volume do reservatório. Fonte: Autores, 2019.

A figura 6 apresenta uma comparação entre os valores do índice SPI na escala temporal de 18 meses e a capacidade volumétrica do reservatório onde é possível identificar que o SPI-18 também identifica o início da seca hidrológica de 2001, diferente do SPI-12 que identificou o inicio da seca no inicio de 2001, o SPI-18 só identifica o inicio da seca no final de 2001. O índice SPI-18 só indica início da seca hidrológica no início de 2013 e segue com valores que variam a classificação da seca entre seca fraca á seca extrema até o final de 2018.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Figura 6: Comparação entre os valores do índice SPI-18 e o volume do reservatório. Fonte: Autores, 2019.

4. Considerações Finais

O reservatório de Orós é o segundo maior reservatório do Ceará ficando atrás do reservatório Castanhão, a região é semiárida onde o fenômeno da seca é bastante frequente. A baixa disponibilidade hídrica e a possível disposição de eventos climáticos extremos, vem expandindo, tornando importante o estudo de métodos que permitam quantificar eventos extremos, de maneira a facilitar a tomada de decisões pelos gestores.

As escalas temporais do SPI utilizadas nesta pesquisa detectaram as duas últimas secas nas ultimas duas décadas, porém os índices SPI-12 e SPI-18 mostraram comportamentos distintos. Enquanto o SPI-12 indica o comportamento futuro com relação ao volume do reservatório, indicando o que poderá acontecer nos próximos meses, o SPI-18 indica um comportamento igual ao volume do reservatório ao mesmo tempo.

A seca hidrológica é associada a baixa do volume do reservatório, o índice SPI é quantificada pelo ponto de vista meteorológico. Numa escala temporal a seca começa com a variabilidade climática natural e o déficit de precipitação associada a uma seca meteorológica evoluindo a partir de uma deficiência de água no solo reduzindo a afluência para os reservatórios.

Portanto o índice SPI-18 mostrou que escalas maiores retratam melhor uma seca hidrologia, e o índice SPI-12 pode nos auxiliares para identificar eventos futuros com relação ao volume útil do reservatório.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos, por disponibilizar os dados de precipitação, a Agencia Nacional de Águas pelos dados do volume do reservatório, e ao projeto CNPq/PQ-2/n.310452/2018-0.

Referências bibliográficas

ABRAMOWITZ, M.; STEGUN., I.A. **Handbook of mathematical function**, Dover, 1965.

AMBRIZZI, T.; ROCHA, R.; MARENGO, J.; PISNITCHENKO, L.; ALVES, F. **Cenários Regionalizados de Clima no Brasil para o Século XXI: Projeções de clima usando três modelos regionais**. Ministério do Meio Ambiente - MMA, Secretaria de Biodiversidade e Florestas-SBF, Diretoria de Conservação da Biodiversidade, 2007.

DNOCS – Departamento Nacional de Obras Contra as Secas. Barragem Presidente Juscelino Kubitschek de Oliveira. Disponível em: https://www.dnocs.gov.br/barragens/oros/oros.htm. Acesso em: 04 de jan. 2019.

FUNCEME – Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. **Monitoramento hidroambiental das chuvas**. Disponível em: http://www.funceme.br Acesso em: 04 jan. 2019.

MARENGO, J.A.; ALVES, L.; VALVERDE, M.; ROCHA, R.; LABORBE, R. **Eventos extremos em cenários regionalizados de clima no Brasil e América do Sul para o Século XXI: Projeções de clima futuro usando três modelos regionais**. 2007. Relatório, v. 5, p. 495-516.

MARTINS, E. P. R.; VASCONCELOS JÚNIOR, F. C. **O clima da Região Nordeste entre 2009 e 2017: monitoramento e previsão**. Parcerias Estratégicas. Brasília. 2017. v. 22, p.63-80.

MCKEE,T.B.; DOESKEN, N.J.; KLEIST,J. **The relationship of drought frequency and duration to times scale**. CONFERENCE ON APPIED CLIMATOLOGY, 8., 1993, Boston. Anais... Boston: American Meteorological Society, 1993. p.179-184.

MCKEE,T.B.; DOESKEN, N.J.; KLEIST,J. **Drought monitoring with multiple times scales.** CONFERENCE ON APPIED CLIMATOLOGY, 9., 1995, Boston. Proceedings Boston: American Meteorological Society, 1995. p.233-236.

MOLINA, P. A.; LIMA, L. C. T. M. **Estudo de secas agrícolas no Nordeste Brasileiro.** SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS. Belo Horizonte. Água em quantidade e qualidade: o desafio do próximo milênio: anais. Belo Horizonte: ABHR, 1999.

RASMUSSEN, E.M., DICKINSON, R.E., KUTZBACH, J.E., CLEAVELAND, M.K. **Climatology.** MAIDMEMT, D.R. Handbook of hydrology. New York: McGraw-Hill, 1993. cap. 2, p.1-44.

SOARES, Z. M. L.; et al**. Uso e ocupação da terra nas áreas de entorno do açude Orós com vistas ao ordenamento territorial**. In: Simpósio brasileiro de sensoriamento remoto. Natal. Anais... Natal: INPE, 2009, p. 4417-4424.

THOM, H. C. S. **Same methods of climatological analyses.** World Meteorological Organization, Geneva, 53p, 1966. (WMO, 199; TP, 103; Technical note. ,81.)

THORNTHWAITE, C. W. **An approach toward a rational classification of climate**. Geographical Review. 1948. v. 38, p. 55-94.

WILKS, D.S. **Statistical Methods in the Atmospheric Sciences**. 2ª Edition. California: Elsevier Science & Technology Books. Academic Press, 2006.

WILHITE, D. A.; GLANTZ, M.H. **Understanding the drought phenomenon: The role definitions.** In: WILHITE et al. Planning for drought toward a reduction of societal vulnerability. Colorado: Westview, 1987. cap. 2, p. 11-14.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Conexões entre usos e ocupação da terra e degradação do Ribeirão do Onça, Belo Horizonte - MG.

Antônio Pereira Magalhães Júnior [(a)], Gabriel Andrade Camilo [(b)], Gabriel Lucas Vieira Lázaro [(c)], Mariana Azevedo dos Santos [(d)] e Matheus de Oliveira Reis [(e)]

[(a)] Professor do Departamento de Geografia, Instituto de Geociências, UFMG, magalhaesufmg@yahoo.com.br

[(b)] Graduando do Departamento de Geografia, Instituto de Geociências, UFMG, gabrielcamiloufmg@gmail.com

[(c)] Graduando do Departamento de Geografia, Instituto de Geociências, UFMG, gabriel.lucas375@hotmail.com

[(d)] Graduando do Departamento de Geografia, Instituto de Geociências, UFMG, marianaazevedodsa@gmail.com

[(e)] Graduando do Departamento de Geografia, Instituto de Geociências, UFMG, matheusor95@hotmail.com

Resumo

A expansão urbana representa um grande desafio para a coexistência harmônica de uma grande cidade e os cursos d'água que ali residem. Nesse sentido, a ausência de políticas públicas de planejamento urbano tem causado a degradação de diversos cursos d'água e colocado em risco a vida de uma parcela da população que ali reside. Para ilustrar bem esse problema comum nas cidades brasileiras, será exposto o estado atual do Ribeirão do Onça, na cidade de Belo Horizonte. Logo, esse trabalho tem como objetivo relatar as conexões entre os usos e ocupação da terra de forma desordenada e a degradação do Ribeirão do Onça, que tornou-se um curso d'água muito poluído, atraidor de vetores e afetado pelas enchentes, prejudicando a qualidade de vida e colocando em risco os moradores locais. Dessa forma, faz-se necessário uma atuação mais ativa do poder público de modo a contornar essa situação deplorável.

Palavras chave: Gestão de recursos hídricos**,** planejamento urbano, degradação ambiental.

Abstract

Urban sprawl represents a major challenge for the harmonious coexistence of a large city and the watercourses that are there. In this sense, the absence of public policies of urban planning has caused the degradation of several watercourses and put at risk the life of a portion of the population that lives there. To illustrate this common problem in Brazilian cities, will be show the current conditions of Ribeirão do Onça, in the city of Belo Horizonte. Therefore, this work aims to report the connections between land uses and occupation in a disordely way and the degradation of the Ribeirão do Onça, which became a very polluted watercourse, attracting vectors and hitted by floods, affecting the quality of life and putting at risk the local residents. In this way, it requires a more active action of the public authorities in order to overcome this deplorable situation.

Keywords: Water resources management, urban planning, environmental degradation.

1. Introdução

Em termos oficiais, as políticas de gestão de recursos hídricos adotadas no Brasil, bem como em países como Alemanha e França, são baseadas nos recortes de bacias hidrográficas e seus respectivos corpos d´água (Bevilacqua e Reschilian, 2010). Esse tipo de delimitação permite o melhor entendimento dos impactos causados pelos diferentes usos do solo nos mananciais que compõem a bacia. Isso é possível devido à relação de causa e efeito, em que as ações realizadas à montante da bacia irão gerar consequências à jusante da mesma. Dessa forma, é possível afirmar que a gestão compartilhada de bacias é de suma importância para que haja o beneficiamento de todos os usuários. Nesse sentido os autores mencionam ainda "que as bacias hidrográficas devem ser adotadas como unidades geográficas de referência, estudo e gestão, a fim de facilitar a abordagem sobre os recursos naturais". Esse recorte espacial, no entanto, sobrepõe limites político-administrativos, ou seja, a autonomia dos municípios sobre um dado território pode dificultar a administração e a tomada de decisões nessa bacia, já que cada município possui objetivos e estratégias distintas na gestão de seus recursos hídricos.

No contexto temático dos impactos causados em mananciais de abastecimento público em função da falta de planejamento territorial, este artigo objetiva investigar as implicações do uso e da ocupação da terra na qualidade ambiental do Ribeirão do Onça, na cidade de Belo Horizonte. Assim, serão levantadas as causas da degradação do manancial, que sofre com a urbanização desordenada, bem como as ações realizadas para mitigar os impactos sobre os corpos d'água e sobre a população que reside em seu entorno. Ademais, será abordada a importância da cooperação dos municípios para realizar uma eficiente gestão compartilhada dos recursos hídricos, inserindo as esferas econômicas, sociais, ambientais, e políticas adotadas para a gestão territorial. Dessa forma, é possível observar a totalidade dos

fenômenos que acometem essa bacia, possibilitando a assimilação de usos bem planejados e considerando as potencialidades dessa área e as necessidades de seus usuários, o que pode resultar em uma realidade diferente da enfrentada atualmente no Ribeirão do Onça.

2.1. O Ribeirão do Onça

Composta principalmente pelo Ribeirão do Onça, Ribeirão Pampulha, Córrego da Ressaca, Córrego Sarandi, Ribeirão do Cabral, Córrego São João e Córrego da Isidora, a Unidade Territorial Estratégica (UTE) [1] Ribeirão do Onça possui uma área de 221,38 Km² com população estimada em 1,3 milhões de pessoas e localiza-se no Alto Rio das Velhas, nos municípios de Belo Horizonte e Contagem (CBH Rio das Velhas, 2018), como ilustra a figura 01.

[1] UTE: É a unidade de estudo e planejamento criada no Plano Diretor de Recursos Hídricos da bacia hidrográfica do Rio das Velhas. Cada unidade prevê a implantação de um Subcomitê, composto por membros do poder público, representantes dos usuários de água e da sociedade civil.

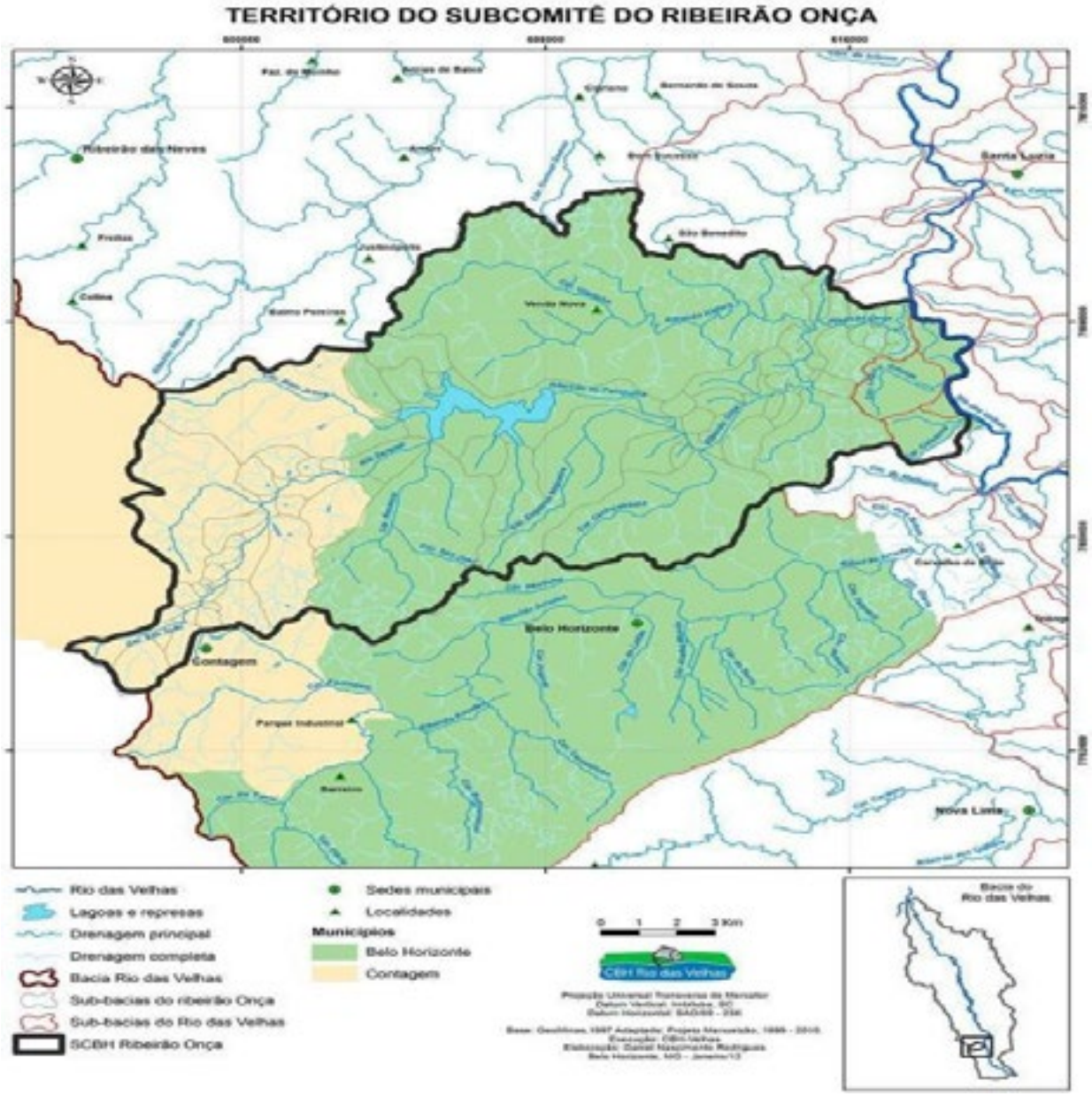


Figura 01. Fonte: Subcomitê da Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Onça.

Dentro da grande abrangência e complexidade da UTE Onça, optou-se por escolher como estudo de caso o Ribeirão do Onça, principal manancial da unidade, devido à sua relevância paisagística e implicações causadas pela falta de planejamento territorial, como

ocupação irregular em suas margens, lançamento de esgoto não tratado, alagamentos, assoreamento do canal, mau cheiro e outros diversos problemas que são agravados durante o seu percurso em uma área com elevada densidade populacional.

O Ribeirão do Onça é formado a partir do encontro do Córrego Primeiro de Maio com o Córrego Cachoeirinha e nasce canalizado e encoberto próximo à estação São Gabriel, na região nordeste de Belo Horizonte. Posteriormente, em canal aberto, ele segue margeando a Via 240. Após a Cachoeira do Novo Aarão Reis, o Onça segue percorrendo a capital mineira em seu leito natural até sua foz no Rio das Velhas no município de Santa Luzia. (CBH Rio das Velhas, 2018)

O manancial recebe poluentes lançados por indústrias do Município de Contagem e pelo esgoto não tratado de ambas as cidades. Por estar no ponto alto da bacia do Rio das Velhas, ele é de sublime importância para manutenção da bacia como é descrito pelo CBH Rio das Velhas. Além disso, a população que reside em seu entorno normalmente sofre com as inundações ocorridas no período chuvoso e com a presença de vetores que transmitem doenças, o que é amplamente noticiado em jornais de circulação regional como o Estado de Minas, Hoje e O Tempo.

Mesmo diante desse quadro ambiental delicado, o Ribeirão do Onça detém grandes potencialidades para manutenção da dinâmica hídrica e para melhorar o contexto social. Isso pode ocorrer a partir da execução de medidas que promovam a redução do lançamento de esgoto no manancial, assim como aumentar o seu tratamento juntamente com a revitalização de áreas degradadas ao longo do ribeirão, entre elas a revitalização da cachoeira do Novo Aarão Reis. Essas medidas são fundamentais para melhorar as condições do manancial e promover melhor qualidade de vida para a população.

3.1. Procedimentos Metodológicos

Para o embasamento teórico foi realizado um estudo bibliográfico alusivo à gestão territorial urbana e de recursos hídricos, assim como da legislação e do aparato normativo que

atende a Política Nacional de Recursos Hídricos, a Política Nacional de Ordenamento Territorial e os Planos Diretores Municipais de Belo Horizonte e Contagem. Além disso, foram selecionadas reportagens de meios de comunicação, que externa os problemas comumente encontrados na Bacia do Onça, como as enchentes, a poluição, a infraestrutura precária das moradias locais e também a presença de vetores transmissores de doenças. Paralelamente, foram consultados dados do IGAM (Instituto Mineiro de Gestão das Águas), fornecendo informações sobre a qualidade das águas no Ribeirão do Onça.

Com o propósito de explorar a evolução do uso e ocupação da terra na área de estudo para entender como a bacia chegou a essas condições, foram analisadas imagens de satélite disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e pelo software Google Earth Pro 7.3.2.5491, além de dados espaciais concedidos pela Prefeitura Municipal de Belo Horizonte (PBH). As bases cartográficas utilizadas para delimitar a Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Onça foram extraídas da base de dados disponibilizada pelo Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Minas Gerais (IDE - SISEMA). Os dados cartográficos foram processados no software Quantum GIS 2.18.

Considerando a complexidade da discussão e as especificidades da área de estudos, foi realizado um trabalho de campo para examinar as condições do Ribeirão do Onça e dos usos e ocupação da terra que ocorrem nele. As informações espaciais processadas foram utilizadas como referência para a organização deste campo, seguindo como parâmetros as áreas mais degradadas do manancial, as ocupações irregulares em suas margens, o lançamento de esgoto e as áreas mais preservadas.

4.1. Resultados e Discussão

A partir do trabalho de campo realizado no mês de novembro de 2018 no Ribeirão do Onça, da análise de imagens de satélite e da revisão de estudos acadêmicos, foi possível atestar que as condições do manancial são preocupantes. Foram identificados diversos pontos de lançamento de esgoto não tratado, que combinados ao descarte indevido de lixo nas

margens e no próprio manancial agravam a má qualidade da água e atraem vetores como ratos, baratas e mosquitos. Esses são propagadores de doenças tais como a cólera, disenteria, febre tifóide e leptospirose (COUTO, 2018). Consequentemente, dados do IGAM do terceiro trimestre de 2018 revelam que em decorrência desses fatores de pressão, o Índice de Qualidade das Águas (IQA) [2] no Ribeirão do Onça foi classificado com muito ruim pelo órgão. (IGAM, 2018)

As margens do Ribeirão se encontram muito degradadas, restando somente fragmentos da sua mata ciliar. Além disso, em alguns pontos às margens estão densamente compostas por ocupações irregulares como é perceptível na Figura 02. É possível observar também, a existência de grandes bancos de areia e até mesmo bota-foras. Essa situação agrava o quadro, já avançado, de assoreamento do manancial, o que prejudica a sua dinâmica e aumenta a possibilidade de enchentes. Nesse sentido, Soares, Cortês, Freitas e Vasconcelos (2016), salientam que a retirada da vegetação ciliar elimina as barreiras naturais expondo as margens à erosão, o que facilita o transporte de sedimentos e causa o assoreamento do leito do córrego.

Figura 02: À esquerda, a cachoeira do Onça em meio às ocupações do Bairro Novo Aarão Reis, em BH. À direita, Ribeirão do Onça com deposição de lixo em sua margem esquerda. Fonte: Fotografado pelos autores.

[2] IQA: Esse índice utiliza nove parâmetros com seus respectivos pesos para determinar as condições da água analisada. Dessa forma, baseado nos resultados encontrados, existe uma classificação que avalia a qualidade dessa água. Essas informações estão disponíveis no site da ANA.

O Ribeirão do Onça nasce de dois mananciais altamente degradados que, como foi destacado anteriormente, se inicia após o encontro do Córrego Cachoeirinha com o Córrego Primeiro de Maio, ambos canalizados e encobertos, voltando ao seu leito natural na Cachoeira do Aarão Reis. Fritzen e Binda 2011 destacam que a canalização aumenta o fluxo da correnteza, além de reduzir a capacidade de retenção e infiltração de água no solo. Desse modo, aumenta os efeitos das enchentes e inundações, sobretudo quando o manancial volta ao seu leito natural. Também podem causar desequilíbrios climáticos, bem como a diminuição da biodiversidade da região (fauna e flora).

Não obstante, um relatório de visita técnica elaborado pelo CBH Rio das Velhas (2011), aponta que na porção baixa da bacia do Ribeirão do Onça havia dragagens de areia clandestinas em seu leito. O apontamento do relatório pode ser confirmado a partir da análise de imagens de satélite que mostram atividades de extração de areia no período em que o documento foi elaborado. Todavia, após a realização de atividade de campo e análise de imagens de satélite recentes é possível afirmar que essas atividades foram encerradas. No entanto, não foram encontrados estudos que apontem os impactos causados pela mineração de areia na área, assim como não foram apontados os responsáveis por tais atividades.

Quando se fala a respeito das habitações no entorno do Ribeirão do Onça, é necessário destacar o perfil socioeconômico das pessoas que ali residem, para que seja possível realizar um panorama a respeito das resultantes que tal processo de ocupação impõe. A região é majoritariamente habitada por famílias com ausência ou insuficiência de rendimentos monetários e com baixos níveis de escolaridade e qualificação profissional. A intensificação do processo de industrialização em Contagem nas décadas de 1950 e 1960 ocasionou uma rápida expansão urbana desordenada, surgindo vilas e favelas com condições de infraestrutura precária (MAGALHÃES, 2014). A Bacia do Ribeirão do Onça foi uma região muito afetada por esse processo, contribuindo para a existência dos problemas urbanos atualmente verificados no local. Assim, a região apresenta diversas moradias irregulares e também precárias, sem acesso a um sistema de saneamento e sujeitas a eventos de inundação e riscos

geológicos, colocando em risco a vida da população (SMAPU, 2018). Consequentemente, têm-se uma situação de déficit habitacional, ou seja, os moradores não possuem condições dignas de habitação.

Para evidenciar o adensamento populacional que vem acontecendo ao entorno do Ribeirão do Onça, tem-se como exemplo a Figura 03, na qual retrata a região nordeste de Belo Horizonte, destacando a área entre o bairro Novo Aarão Reis e São Gabriel. Pela comparação entre as imagens de satélite, sendo a primeira de novembro de 2002 e a segunda de Março de 2018, é perceptível o aumento das habitações na área e a concentração dessas próximas ao curso d'água. É possível notar ainda pequenas mudanças no leito do rio, que provavelmente são oriundas da interferência antrópica na região. Além do adensamento populacional, a imagem ainda denota a diferença no contingente das áreas verdes da região, onde em algumas partes no entorno do curso a mata ciliar foi alterada ou até mesmo simplesmente retirada.

Figura 03: Imagens do acervo histórico do Google Earth Pro. Região que compreende aos bairros Aarão Reis e Ouro Minas. Primeira imagem de 27 de Novembro de 2002, segunda 12 de Março de 2018. Acesso em: 21/11/2018.

A falta de planejamento urbano, evidenciada pela precariedade da infraestrutura local implica em situações de risco. Os eventos de precipitação representam o maior perigo para a população que reside às margens do Ribeirão do Onça. Essa relação fica evidente pelo fluxo de notícias exibidos pela mídia local e regional que se concentram entre os meses de outubro e março, coincidindo com o período chuvoso característico do clima da capital mineira. Esses eventos estão diretamente relacionados com os episódios de enchentes e de deslizamentos, dado que quando se tem grandes índices pluviométricos, existe a presença de um grande volume de água para um curto espaço de tempo. Com isso, a água que entra em contato com a superfície tem duas opções: escoar superficialmente ou infiltrar.

A ocupação irregular próxima ao curso d'água diminuiu substancialmente o número de áreas verdes, contribuindo para a impermeabilização do solo. Consequentemente, as taxas de infiltração foram reduzidas. A infiltração e posteriormente, percolação da água, fazem parte do ciclo hidrológico, colaborando para o abastecimento do nível freático e também para os fluxos subsuperficiais. Tanto o nível freático quantos os fluxos subsuperficiais são essenciais para alimentar o curso d'água (KARMANN, 2000). Sem essa etapa, predomina o escoamento superficial pluvial, que levará um grande volume de água diretamente para o curso d'água em um período de tempo muito curto, ocasionando rápidas e intensas enchentes. Paralelamente, esse grande volume de água causa a chamada erosão hídrica linear que contribui para a ocorrência de deslizamentos nas encostas habitadas.

Dessa forma, os fenômenos de cheias e inundações, que ocorrem naturalmente, são amplificados pela má gestão do homem no que tange o uso da terra. Um curso d'água naturalmente flui pelo seu leito vazante, acompanhando a linha de talvegue e nos períodos de cheias ele aumenta a sua vazão atingindo o seu leito menor. Já em eventos de inundação, a vazão extrapola de tamanha forma que seu leito maior também é afetado. Nas ocupações irregulares, as moradias passam a ficar inseridas no leito maior e algumas vezes até mesmo no leito menor. Ademais, é comum nas grandes cidades a realização de obras que alteram os meandros dos cursos d'água, retificando-os e também o processo de canalização, fazendo com

que esses corram de forma subterrânea. Essas construções possuem o pretexto de reduzir os problemas das enchentes, mas elas acabam modificando a dinâmica natural do curso d'água, como, por exemplo, a taxa de vazão. Como dito anteriormente, os córregos Cachoeirinha e Primeiro de Maio são encobertos, ao contrário de uma parte do Ribeirão do Onça. Logo, esses dois córregos em eventos de enchentes, concentram o fluxo de água, aumentando de forma considerável a taxa de vazão por segundo, o que agrava o problema das enchentes na parte exposta do Ribeirão do Onça. Assim, existe uma combinação de fatores que tornam as enchentes uma situação crítica na região.

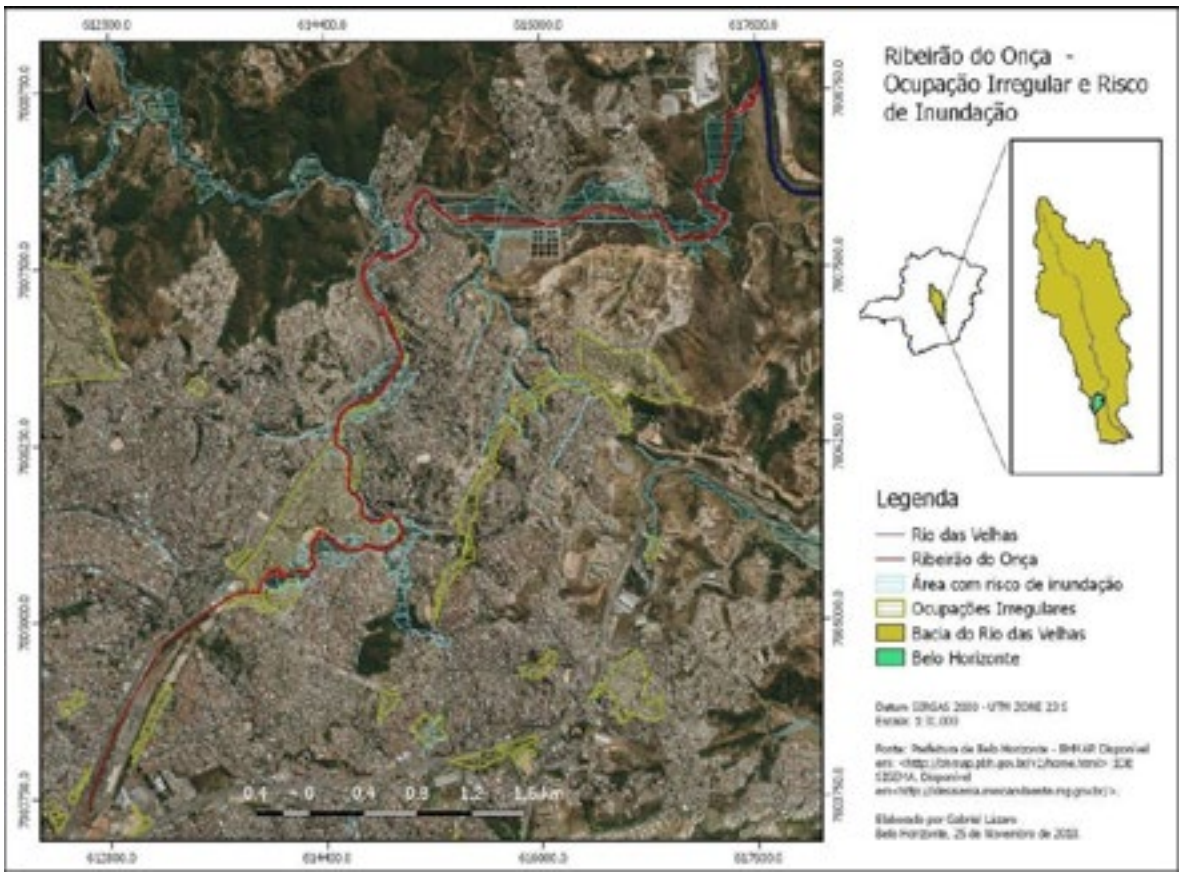


Figura 04: Mapa de Localização do Ribeirão do Onça em relação às ocupações irregulares e os riscos de inundação, de acordo com a Prefeitura de Belo Horizonte. Fonte: Mapa elaborado pelos autores.

Para contornar tais eventos, a prefeitura de Belo Horizonte propõe projetos para melhoria das condições sanitárias e ambientais por meio do Programa de Recuperação Ambiental de Belo Horizonte - DRENURBS - com a criação de parques ecológicos como o Parque Ecológico Primeiro de Maio e o Parque do Onça (DRENURBS, 2013). Dessa forma, essas iniciativas se completam, pois o DRENURBS consiste em um programa que parte de uma proposta considerada inovadora, por propor um projeto de gestão de recursos hídricos que proporciona, segundo o programa, "reintegração dos cursos d'água à paisagem e não mais se vê a canalização como única solução para a drenagem". Assim, obtém-se um diálogo com uma gestão que contempla a dinâmica do ribeirão ao meio urbano, como algo passível de convivência entre o rio, a infraestrutura urbana até a própria população que constituiria de uma parte ativa do processo.

Dentro desse viés de preservação, os parques ecológicos trariam uma dinâmica interessante já que, constituem de um corredor verde, promovendo um espaço diretamente conectado com a natureza com múltiplas funções dentre elas: ecológicas, recreativas e culturais (SMAPU, 2018). Desse modo, vale o destaque para o Parque do Onça pois, a realização dessa obra de grande porte requer um grande investimento econômico e também exigirá uma extensa desapropriação da área, ou seja, muitas famílias terão que ser realocadas. Entretanto, é um projeto de ampla importância para a região, uma vez que os problemas recorrentes relacionados às enchentes, à poluição e às moradias em situação de risco iriam reduzir drasticamente. A presença de uma extensa área verde nas margens do Ribeirão do Onça iria facilitar a infiltração da água da chuva no solo, reduzindo a escoamento superficial pluvial. Além disso, a presença da área verde contribui muito com a qualidade de vida da população, trazendo benefícios físicos e mentais. A presença da Cachoeira Aarão Reis ainda representa um grande potencial turístico para Belo Horizonte, uma vez que não é comum haver uma queda d'água desse porte dentro de uma metrópole. Contudo, em função da crise econômica atualmente presente no país, é pouco provável que essa obra saia do papel nos próximos anos, persistindo assim os problemas já relatados na região.

5.1. Considerações Finais

A partir do que foi exposto, fica nítida a fragilidade do Ribeirão do Onça resultante de um gerenciamento ineficiente de sua bacia, sendo que muito disso ocorre em razão de uma não integração no seu gerenciamento e planejamento territorial. Problemas se mostram evidentes já à montante pelas políticas de canalização e retificação adotadas durante o crescimento da cidade de Contagem e que também ocorreram na capital mineira, contribuindo para que a velocidade com que a água percorra o curso d'água seja muito maior. Desse modo, essas medidas que a priori têm por intuito o combate às inundações, contribuem ainda mais para a ocorrência de enchentes à jusante, quando o curso d'água volta ao seu leito natural.

Além disso, cabe ressaltar que os problemas como os pontos de lançamento de esgoto em seu curso, bem como o descarte indevido de lixo, apresentam-se como desafios para a melhora de tal bacia, ao passo em que as políticas públicas a serem adotadas para resolver esse quadro são de alto custo financeiro e possuem complexidade técnica em sua realização. Tais ações, são relevantes uma vez que mitigariam os riscos associados às doenças oriundas desse contexto. Sendo assim, a atual conjuntura do Ribeirão se apresenta também, como um problema de saúde pública no ambiente urbano.

Convém ponderar ainda, que grande parte da dificuldade de manejo e melhoria do Ribeirão do Onça se dá em razão da densidade de ocupações irregulares presentes às margens de tal curso d'água. Por conseguinte, essas margens continuam sendo degradadas pelas ações antrópicas. Logo, o ideal é que medidas que visem harmonizar as relações do homem com os recursos hídricos sejam tomadas de forma a contornar esse panorama. As tentativas fracassadas do projeto DRENURBS e do plano de criação do Parque do Onça, revelam que é necessário haver vontade política e mais investimento em planejamento territorial para reverter esse quadro.

6.1. Referências Bibliográficas

Agência Nacional de Águas (ANA), sobre o Índice de Qualidade das Águas (IQA). Disponível em: <http://pnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>. Acesso em: 24 de janeiro de 2019.

BEVILACQUA, Andréa Francomano; RESCHILIAN, Paulo Romano. **A Bacia Hidrográfica Como Unidade Territorial De Planejamento A Um Desenvolvimento Sustentável**. In Anais do 2º Simpósio "Experiências Em Gestão Dos Recursos Hídricos Por Bacia Hidrográfica". Atibaia, SP. 2010

CBH Rio das Velhas. **RELATÓRIO DE VISITA TÉCNICA - Porção baixa da bacia do Ribeirão do Onça.** Equipe de Mobilização do CBH Rio das Velhas. Belo Horizonte, 07 de Junho de 2011. Disponível em: <http://www.cbhvelhas.org.br/images/rel-onca-setembro.pdf>. Acesso em 9 de outubro de 2018.

CBH Rio das Velhas. **Unidade Territorial Estratégica Ribeirão do Onça**, **Contrato N° 003/IGAM/2017, prestação de contas 2018.** Disponível em: <http://cbhvelhas.org.br/onca/> Acesso em: 9 de outubro de 2018.

COUTO, J. L. V. **Riscos de Acidentes na Zona Rural**. UFRRJ. Disponível em: <http://www.ufrrj.br/institutos/it/de/acidentes/lixo1.htm>. Acesso em: 19 de novembro de 2018.

Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM). **Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais no Estado de Minas Gerais.** Disponível em: <http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/images/Relatorio_Aguas_Superficiais_3Trimestre_2018_MinasGerais.pdf>. Acesso em: 24 de janeiro de 2019.

KARMANN, I; TEIXEIRA, W; TOLEDO, M. C. M.; FAIRCHILD, T. R.; TAIOLI, F. Ciclo da água, água subterrânea e sua ação geológica. **Decifrando a terra**. São Paulo, Oficina de Textos, 2000.

MAGALHÃES, F. R. **A Cidade Industrial de Contagem: Da Produção da Metrópole Via Industrialização à Reordenação Recente das Antigas Áreas Industriais**. *Revista de Geografia* (UFPE) V. 31, No. 3, 2014.

Prefeitura de Belo Horizonte - Secretaria Municipal Adjunta de Planejamento Urbano (SMAPU). **Parque do Onça**. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/politica-urbana/2018/planejamento-urbano/parquedoonca_diagnostico.pdf>. Acesso em: 19 de novembro de 2018.

Programa Drenurbs - **Uma concepção inovadora dos rcursos hídricos no meio urbano Belo Horizonte - MG.** Disponível em: <http://www.solucoesparacidades.com.br/wp-content/uploads/2013/09/AF_DRENNURBS_WEB.pdf>. Acesso em: 25 de novembro de 2018.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

DEGRADAÇÃO AMBIENTAL DO RIO GUARIBAS NO TRECHO URBANO DO MUNICÍPIO DE PICOS-PI

Francisco Wellington de Araujo Sousa [(a)], Iracilde Maria de Moura Fe Lima [(b)]

[(a)] Programa de Pós-Graduação em Geografia/PPGGEO, Universidade Federal do Piauí, wellingtongeo88@gmail.com

[(b)] Profª. Dra. do Programa de Pós-Graduação em Geografia/UFPI, iracildemourafelima@gmail.com

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

A bacia hidrográfica do rio Guaribas, estado do Piauí, vem passando por alterações nas suas condições ambientais, principalmente na zona urbana do municipio de Picos. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo identificar os impactos ambientais no referido rio, tendo como recorte espacial a área urbana de Picos. A pesquisa foi desenvolvida com base em pesquisa bibliográfica e trabalhos de campo. Os resultados indicaram dois significativos impactos ambientais no trecho observado: o primeiro consiste na poluição das águas do rio Guaribas, tanto pela deposição inadequada de resíduos sólidos, como também pelo lançamento de efluentes provenientes das galerias pluviais e de esgotos domésticos sem tratamento, resultando na proliferação de aguapés. O segundo corresponde aos desmatamentos e queimadas das matas ciliares, o que favorece a erosão e ampliação do assoreamento do rio. Estes impactos, de forma conjunta, certamente provocam sérios danos à população local e levam à degradação do rio e de seu entorno.

Palavras chave: Impactos Ambientais. Bacia Hidrográfica Urbana. Rio Guaribas

1. Introdução

Com o avanço da tecnologia e a excessiva busca pelo desenvolvimento, ocorreram grandes interferências nas paisagens, provocando uma série de problemas que afetam o meio ambiente como um todo. Desse modo, foi com o desenvolvimento da industrialização e da urbanização que houve uma ampla exploração dos recursos naturais, trazendo prejuízos aos recursos hídricos.

Nessa conjuntura, devido a intensificação das atividades humanas sobre a natureza, as modificações na paisagem das bacias hidrográficas urbanas, também ganhou proporções maiores, o que alterou a dinâmica ambiental dos mananciais. Nesse sentido, devido ao intenso uso e ocupação, ligado principalmente a urbanização, a gestão dos recursos hídricos nas cidades tem sido um grande desafio.

Botelho e Silva (2007), corroboram ao comentar que com o crescimento da ocupação do solo urbano, ocorrem alterações na paisagem natural das bacias hidrográficas, promovendo modificações no ciclo hidrológico, devido ao aumento das áreas impermeabilizadas. Desse modo, a retirada da cobertura vegetal e sua substituição por habitações ou outras ocupações urbanas; as alterações na dinâmica fluvial e problemas relacionados a poluição e ao assoreamento, são exemplos de impactos derivados da pressão sobre os recursos hídricos (CUNHA, 2007a).

Nesse contexto, objetivou-se com essa pesquisa identificar os impactos ambientais no rio Guaribas, tendo como recorte espacial a área urbana de Picos, levando em consideração as variáveis naturais e antrópicas. O mencionado rio, localizado na mesorregião sudeste piauiense, possui uma importância histórica no processo de povoamento da região, sendo também parte essencial no desenvolvimento socioeconômico na microrregião de Picos, que é uma das cidades mais importantes do Estado do Piauí, relacionado principalmente aos aspectos sociais e econômicos (SANTOS *et. al*., 2012).

Apesar da importância, o rio Guaribas apresenta em vários pontos da zona urbana de Picos impactos que afetam diretamente o rio, como também a própria população. Não somente no município em epígrafe, mas em toda sua bacia é possível identificar um intenso uso e ocupação de sua paisagem, que se associa às atividades desenvolvidas na região (SANTOS *et. al*., 2012).

Devido essa problemática, resolveu-se estudar o Guaribas, e seu estado de degradação ambiental. Portanto, o trabalho se faz importante por objetivar compreender a dinâmica socioambiental do referido rio na área urbana do município de Picos de forma

integrada, ao considerar os aspectos naturais e sociais, além de ampliar os estudos sobre a região, servindo como base bibliográfica para pesquisas posteriores.

2. Fundamentação Teórica

A bacia hidrográfica também denominada bacia de drenagem, constitui uma unidade espacial importante para a geografia, especificamente a geografia física. Devido essa importância, muitas pesquisas vêm sendo desenvolvidas, tendo como objeto de análise as bacias, com foco no planejamento, ordenamento territorial, gestão, manejo e desenvolvimento sustentável nessas unidades territoriais (CHRISTOFOLETTI, 1980; TORRES; MACHADO, 2012).

Desse modo, define-se bacia hidrográfica como "uma área da superfície terrestre que drena água, sedimentos e materiais dissolvidos para uma saída comum, num determinado ponto de um canal fluvial" (COELHO NETO, 2007, p. 97). Conforme Cunha e Guerra (2006, p. 353), "as bacias hidrográficas integram uma visão conjunta de comportamento das condições naturais e das atividades humanas nela desenvolvidas".

No entanto devido ao crescimento urbano, os rios tem sido transformados, perdendo suas características naturais, e tendo sua paisagem modificada. Além da urbanização, outras atividades humanas tem acelerado os problemas ambientais nas bacias hidrográficas (CUNHA; GUERRA, 2006; VIEIRA; CUNHA, 2006).

Sobre esse processo Tucci (2002), aponta que a medida que os limites urbanos aumentam ou a densificação se torna intensa, os impactos relativos às bacias hidrográficas urbanas tem se ampliado, produzindo um ambiente degradado. Para o autor, nos centros urbanos ocorrem uma variedade de problemas na dinâmica dos corpos hídricos, como o aumento da produção de sedimentos, devido por exemplo, à produção de resíduos sólidos.

Além disso, ocorre o comprometimento da qualidade da água, como consequencia da lavagem das ruas, transporte de material sólido e ligações clandestinas de esgoto cloacal e pluvial. Portanto, os mananciais hídricos se transformaram em ponto de destinação final de

uma variedade de efluentes produzidos pelas atividades humanas nas cidades, oferecendo riscos à saúde das pessoas (TORRES; MACHADO, 2012; TUCCI, 2002).

Para Cunha (2007b), a problemática dos rios nas áreas urbanas também pode ser observada por meio da retirada da cobertura vegetal, principalmente das margens; na construção de prédios; pelo crescimento desordenado da urbanização, como pelo emprego de práticas agrícolas.

Complementando a discussão, Torres e Machado (2012, p. 4), salientam que a degradação ambiental dos recursos hídricos em áreas urbanas "têm se constituído num elevado custo econômico e social, gerado por um modelo de desenvolvimento geralmente descomprometido com a qualidade do ambiente". Como consequencia do desenvolvimento da sociedade, a qualidade ambiental dos diferentes mananciais vem sendo comprometida.

Portanto, diante do cenário degradacional relacionado aos rios que drenam as áreas urbanas, é necessário a realização de pesquisas, planejamento e políticas, que tenham como objeto de análise as bacias, adotando esses sistemas ambientais como unidade de gestão ambiental. Nesse contexto, os estudos possibilitam relacionar a questão do uso e disponibilidade dos recursos hídricos (BERNARDI *et. al*., 2012).

3. Materiais e Métodos

3.1 Área de Estudo

A bacia hidrográfica do rio Guaribas encontra-se localizada entre os paralelos 06º30' e 07º30'5 L. S. e 41º30' e 40º30' W. Gr. na Mesorregião Sudeste Piauiense, conforme a classificação do IBGE (1990) ou no Território de Desenvolvimento Vale do rio Guaribas utilizando a proposta de classificação do PLANAP. O Guaribas possui uma extensão de aproximadamente 160 km, e apresenta direção geral no sentido sudoeste até o limite sudoeste do município de Picos, onde desagua no rio Itaim (BRASIL, 2006; SANTOS *et.al*., 2012).

O município de Picos (Figura 1) localiza-se na mesorregião Sudeste Piauiense, inserido na microrregião de Picos, estando distante aproximadamente 306 km de Teresina. O

mesmo compreende uma área total de 803 km², ocupando um expressivo trecho no vale do rio Guaribas. Esse município se limita ao norte com os municípios de Santana do Piauí e Sussuapara; ao Sul com Itainópolis, Dom Expedito Lopes e Paquetá a oeste; e a Leste com Sussuapara e Geminiano, (BRASIL, 2006; IBGE, 2018; CEPRO, 2010).

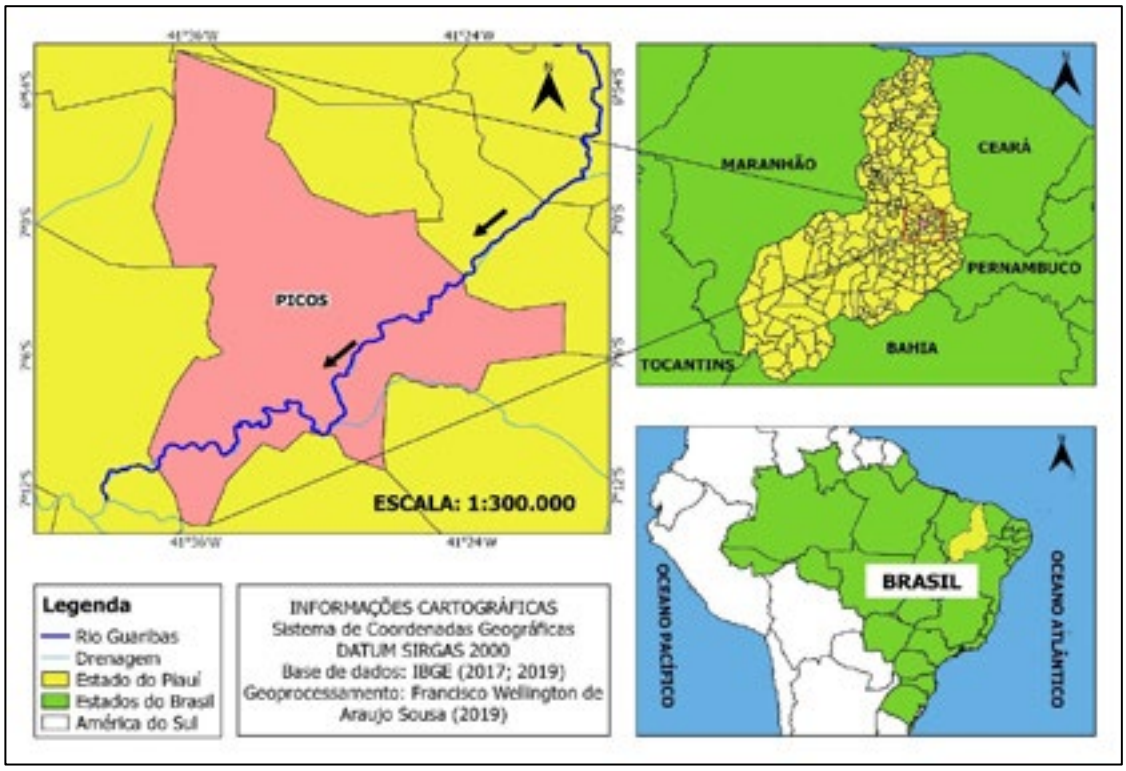


Figura 1 - Mapa de localização do Município de Picos e do rio Guaribas

3.2 Procedimentos Metodológicos

Para o desenvolvimento deste trabalho partiu-se primeiramente de uma pesquisa bibliográfica, objetivando discutir as abordagens temáticas e teóricas, dando subsídios aos objetivos propostos, a partir de consultas em livros, artigos, dissertações e teses. Também fez-se uma pesquisa documental em sites de órgãos, como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e da Fundação Centro de Pesquisas Econômicas e Sociais do Piauí (CEPRO), buscando caracterizar a área de estudo.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Após esse levantamento foi realizada a atividade de campo. A observação *in loco* permitiu analisar a paisagem da área de estudo, sendo feitas anotações e registro fotográfico. Os materiais utilizados foram câmera fotográfica, diário de campo e GPS. Ressalta-se que no campo, além das anotações, também foram espacializados pontos no GPS, para auxiliar no diagnóstico do ambiente relativo ao processo de urbanização e a localização dos impactos ambientais negativos identificados no trecho estudado.

4. Resultados e Discussão

Na área urbana do munícipio de Picos foi possível observar o estado de degradação ambiental que o rio Guaribas se encontra. Assim, os problemas identificados afetam diretamente a paisagem do mencionado rio, e refletem como as atividades associadas a urbanização desordenada têm interferido na qualidade das águas e em sua dinâmica natural. Portanto, os impactos ambientais negativos se encontram tanto em seu leito como em suas margens, como a poluição, decorrente do descarte de lixo e pelo lançamento de efluentes proveniente das galerias, como se observa na figura 1.

Figura 2 - Fotografia destacando tubulação de esgoto sem tratamento lançado no rio Guaribas
Fonte: SOUSA (dezembro de 2018)

Os esgotos domésticos lançados diretamente no rio compreendem uma problemática decorrente da ineficiencia do poder público no que concerne à políticas relacionadas ao

saneamento básico. Devido essa deficiência, os pontos de lançamentos de efluentes facilitam o escoamento de resíduos que, em períodos de precipitações pluviométricas intensas são transportados diretamente para o leito do rio (SOUSA *et. al.,* 2018)

Como consequência da poluição do Guaribas foi identificado em vários trechos no leito do referido rio a presença de aguapés (*Eichhornia crassipes*). Essas plantas aquáticas se proliferam como decorrência dos altos índices de matéria orgânica presentes nos efluentes lançados *in natura* no rio. Desse modo, o surgimento dos aguapés constitui um sinal de alerta de poluição, e sua reprodução de forma desordenada provoca um desequilíbrio no ecossistema aquático, ocasionando outros impactos, como a contaminação e posterior morte da fauna, além de riscos de comprometimento da saúde da população que tem contato direto com a água. A figura 3, destaca a presença dessas plantas no leito do Guaribas.

Figura 3 - Mosaico de fotos mostrando os aguapés no leito do Guaribas, no trecho da cidade de Picos, Piauí
Fonte: SOUSA (dezembro de 2018)

A deposição de lixo ao longo das margens e no leito do rio Guaribas constitui outro impacto identificado. Esse descarte inadequado de lixo ocasiona outros impactos diretos para o meio ambiente, que se reflete na paisagem local, além de afetar também a saúde da população citadina. Nesse sentido, o lixo localizado nas áreas próximas ao Guaribas, além de provocar de imediato uma contaminação do seu curso, ocasiona uma poluição visual e impactos para o solo, onde o mesmo encontra-se descartado.

Além disso, deve-se salientar que esse problema é decorrente de um sistema deficiente no saneamento básico, além da carência de uma educação ambiental por parte da população que descarta o lixo. Ressalta-se que o lixo descartado de forma indevida no meio ambiente também torna-se local propício para proliferação de vetores transmissores de doenças, o que irá afetar a população que vive próximo aos depósitos irregulares. A figura 4 destaca a presença de lixo depositado nas margens do Guaribas.

Figura 4 - Mosaico de fotos mostrando a presença de lixo no leito e nas margens do Guaribas, no trecho da cidade de Picos, Piauí
Fonte: SOUSA (dezembro de 2018)

Outro impacto negativo ocorre em consequência do desmatamento das margens do rio na zona urbana de Picos. Desse modo, com a retirada da vegetação ciliar, o ciclo hidrológico se altera de forma significativa, provocando muitas consequências para os cursos de água, como por exemplo, a intensificação dos processos erosivos. Este ocorre devido a aumento do escoamento superficial, além do assoreamento do rio por sedimentos provenientes do solo exposto a erosão. A Figura 5 demonstra a ausência de vegetação na margem do Guaribas.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Figura 5 - Mosaico de fotos destacando a falta de vegetação e solo exposto na margem do Guaribas, no trecho da cidade de Picos, Piauí
Fonte: SOUSA (dezembro de 2018)

Os focos de queimadas constituem outro impacto negativo identificado nas margens do Guaribas. Os indícios de queimadas próximo ao rio se apresenta como um grande problema, pois a partir da combustão de determinado material, seja natural ou artificial, ocorre a liberação de gases para a atmosfera contribuindo para a intensificação do efeito estufa, além de provocar impactos diretos ao solo, devido à perda dos nutrientes (Figura 6).

Figura 6 - Imagem destacando focos de queimadas na margem do Guaribas, no trecho da cidade de Picos, Piauí
Fonte: SOUSA (dezembro de 2018)

ISBN: 978-85-7282-778-2

5. Considerações Finais

Na área urbana de Picos, ao longo do rio Guaribas, foram identificados problemas ambientais que, pela elevada frequência de pontos observados, podem ser traduzidos como impactos ambientais negativos reduzindo a qualidade do ambiente e aspecto de degradação das paisagens, como também trazendo prejuízos à saúde da população local.

Foram dois os impactos ambientais negativos encontrados de maior significância, decorrentes do uso inadequado das margens do rio Guaribas, no trecho observado. O primeiro consiste na elevada poluição das águas do rio Guaribas, principalmente no período de águas baixas, tanto pela deposição de resíduos sólidos no leito e nas suas margens, como também pelo lançamento de efluentes domésticos sem tratamento nas águas do rio, utilizando as galerias pluviais, resultando na proliferação de aguapés e possíveis vetores de doenças. O segundo corresponde aos desmatamentos e queimadas das matas ciliares, o que favorece a erosão e ampliação do assoreamento do rio.

Estes problemas, de forma conjunta apresentam uma intensidade significativa, contribuindo de forma decisiva para levar não somente ao leito, mais todo o ambiente das margens do rio Guaribas ao estado de degradação ambiental e social, pois os impactos identificados vão certamente afetar diretamente a vida dos moradores dessa faixa marginal ao rio e, indiretamente, a população de toda a cidade.

Diante desta realidade, sugere-se que sejam promovidas campanhas de educação ambiental em toda a área urbana, além da inclusão de discussões sobre a cidade e sobre a importância do rio Guaribas nas escolas e em associações de bairros. Essas medidas poderão despertar na população e nas autoridades locais o desejo de intervir nessa realidade, a partir de um planejamento ambiental, buscando minimizar tais problemas, embelezar as paisagens e, assim, proporcionar condições para a elevação da qualidade de vida e da autoestima da população local.

ISBN: 978-85-7282-778-2

6. Agradecimentos

Quero agradecer a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior- CAPES em apoio com a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Piauí – FAPEPI, por proporcionar meios para a elaboração deste trabalho, que compreende etapa de minha pesquisa de mestrado. Agradeço também o Programa de Pós-Graduação em Geografia – PPGGEO/UFPI e o Grupo de Pesquisa: Geomorfologia, Análise Ambiental e Educação da qual faço parte

Referências Bibliográficas

BERNARDI, E. C. S; PANZIERA, A. G.; BURIOL, G. A.; SWAROWSKY, A. Bacia Hidrográfica como unidade de gestão ambiental. **Disciplinarum Scientia**. Série: Ciências Naturais e Tecnológicas, Santa Maria, v. 13, n. 2, p. 159-168, 2012.

BOTELHO, Rosangela Garrido Machado; SILVA, Antônio Soares. Bacia Hidrográfica e Qualidade Ambiental. In: VITTE, Antônio Carlos; GUERRA, Antônio José Teixeira. (Orgs.). **Reflexões sobre a geografia física no Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. p. 153-192.

BRASIL. Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba – CODEVASF. **Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado da Bacia do Parnaíba, PLANAP:** síntese executiva: Território Vale do Rio Guaribas. Brasília, DF: TDA Desenhos & Arte Ltda., 2006.

CEPRO. Fundação Centro de Pesquisas Econômicas e Sociais do Piauí. **Diagnóstico socioeconômico do município de Picos**. 2010. Disponível em: < http://www.cepro.pi.gov.br/download/201105/CEPRO03_3517d7e6c7.pdf\>. Acesso em: 25 jan. 2017.

COELHO NETTO, A. L. Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia. In: GUERRA, A. J. T; CUNHA, S. B. (Orgs.). **Geomorfologia:** uma atualização de bases e conceitos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007, p. 93-148.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edigard Blucher, 1980.

CUNHA, S. B. Canais Fluviais e a Questão Ambiental. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (orgs.). **A Questão ambiental:** diferentes abordagens. 3. ed. Rio de janeiro: Bertrand Brasil, 2007a. P. 219-237.

CUNHA, S. B. Geomorfologia Fluvial. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia:** uma atualização de bases e conceitos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007b. p. 211-252.

CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. Degradação Ambiental. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (orgs.). **Geomorfologia e meio ambiente.** 6. ed. Rio de Janeiro. Bertrand Brasil, 2006. 372p.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades.** 2018. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/> Acesso em: 16 set. 2018.

SANTOS, L. A; SOUSA, T. M.; LIMA, A. S.; LIMA, I. M. de M. F. Bacia Hidrográfica do rio Guaribas, Piauí: Aspectos da geomorfologia fluvial. In: SIMPOSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 9, Rio de Janeiro, RJ, 2012. **Anais...** Rio de Janeiro, RJ, 2012. Disponível em: http//iracildefelima.webnode.com. Acesso em: 17 mar. 2017.

Sousa, F.W.A.; ARAUJO, G. L.; LIMA, I. M. M. F. Rio Guaribas: relações entre o ambiente fluvial e o urbano, no trecho da cidade de Picos, PI. In: I. M. M. F. L.; E. M. C. B.; B. R V. S.; E. A. F.; H. K. B. N. e S. R. C. T. S. (Org.). E**-Book do Ciclo de Estudos em Geografia, Análise Ambiental e Educação:** Abordagens contemporâneas para o Estudo e Ensino da Geografia e Meio Ambiente. 1ed.Teresina: GAAE/NEZCPI, 2018, v. 1, p. 117-125.

TORRES, F. T. P.; MACHADO, P. J. de O. **Introdução à hidrogeografia**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

TUCCI, C. E. M. Água no meio urbano. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil:** capital ecológico, uso e conservação. 2. Ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2002.

VIEIRA, V. T.; CUNHA, S. B. Mudanças na rede de drenagem urbana de Teresópolis (Rio de Janeiro). In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Impactos Ambientais Urbanos no Brasil.** 4. Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

DETERMINAÇÃO DA CARGA DE MATERIAL PARTICULADO EM SUSPENSÃO (MPS) NO RIO PARAÍBA DO MEIO DURANTE UM ANO HIDROLÓGICO

Anderson Marques Araújo do Nascimento[(a)], Emyr Vinícius Santos Pereira[(b)], Paulo Ricardo Petter Medeiros[(c)]

[(a)]IGDEMA, Universidade Federal de Alagoas, andersonxlr8@gmail.com
[(b)]IGDEMA, Universidade Federal de Alagoas, v-in-i@hotmail.com
[(c)]IGDEMA, Universidade Federal de Alagoas, paulopetter_@hotmail.com

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

A carga sedimentar dos rios de médio e pequeno porte ainda é pouco conhecida, devido à falta de estudos e monitoramento locais e regionais mais consistentes, especialmente com relação aos fatores que afetam a descarga específica de sedimentos. Com ênfase nisso, visou-se estimar a carga mensal e anual de material particulado em suspensão (MPS) no Rio Paraíba do Meio entre os anos de 2016 e 2017, através de coletas mensais de amostras de águas, que foram filtradas sobre papel-filtro *Millipore* e posteriormente estimadas por intermédio de cálculos específicos. Em geral, os níveis mensais de MPS, bem como seus fluxos, são maiores nos meses de maio e junho, onde há maior registro pluviométrico. A carga anual também varia com a precipitação.

Palavras chave: Carga de sedimentos. Fluxo sedimentar. Precipitação.

Anderson Marques Araújo do Nascimento, Emyr Vinícius Santos Pereira, Paulo Ricardo Petter Medeiros

1. Introdução

Os rios são os maiores agentes de transporte de materiais, incluindo sedimentos em suspensão, matéria orgânica e nutrientes do continente para a região costeira, além de ser um dos principais atores no processo de erosão hídrica com ampla complexidade de descarga sedimentar (MEDEIROS et al., 2016).

Com relação ao estudo de bacias hidrográficas, os rios de pequeno e médio porte, à exemplo do Rio Paraíba do Meio, apresentam poucos estudos referentes à análise da

distribuição da precipitação e vazão fluvial, carga de sedimentos em suspensão e de nutrientes, bem como ao monitoramento dos processos que fazem parte do ciclo hidrológico, quando comparado aos rios de maior extensão do Nordeste Brasileiro.

Diante disso, objetivou-se no presente trabalho determinar a carga e o fluxo de material particulado em suspensão (MPS) no Rio Paraíba do Meio durante um ano hidrológico.

2. Material e métodos

2.1. Caracterização geral da área de estudo

O Rio Paraíba do Meio nasce no Estado de Pernambuco e deságua na Laguna Manguaba, em Maceió-AL. Seu curso principal tem uma extensão de 177 km, sendo 46 km no Estado de Pernambuco e o restante no Estado de Alagoas (CARREIRA et al., 2011). A área de estudo localiza-se na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Meio, especifiamente na Ponte Rodoviária situada sobre o Rio Paraíba do Meio, no município de Atalaia, Alagoas, de onde foram realizadas as coletas mensais, situada nas coordenadas geográficas 09°30'07" S e 36°01'22" W. A geologia da bacia apresenta rochas cristalinas e cristalofilianas, pertencentes ao Maciço Mediano Pernambuco-Alagoas. O clima dominante é o megatérmico úmido ou tropical chuvoso, com verão seco e chuvas de outono-inverno (GOVERNO DO ESTADO DE ALAGOAS, 2015).

2.2. Determinação do material particulado em suspensão (MPS)

No período compreendido entre agosto 2016 e junho 2017 foram realizadas coletas mensais de 4 amostras de água em garrafas do tipo Van Dorn de acrílico 2 litros em subsuperfície em torno de 30 centímetros abaixo da linha de água. As amostras foram acondicionadas em caixas de isopor com gelo e encaminhadas ao laboratório.

Em laboratório, foram aplicadas técnicas de análise para determinação de MPS conforme metodologia de Strickland & Parsons (1972). Inicialmente, preparou-se os padrões com o auxílio de papéis-filtro *Millipore*, que foram mergulhados instantaneamente em béquer

ISBN: 978-85-7282-778-2

contendo água destilada, postos sobre vidros de relógio e levados a estufa para secagem por 3 horas, a 60° C. Após isso, os padrões foram colocados em dissecador para a retirada da umidade, na presença de sílica-gel. Posteriormente, os filtros foram pesados em balança analítica para a determinação do peso seco sem a amostra, sendo envolvidos em papel-alumínio para armazenamento.

No processo de determinação de MPS das amostras de água coletadas, foram feitas filtrações sucessivas com um volume conhecido, entre 500 e 800 mL, medidos em proveta de 2.000 mL. O volume medido foi despejado e filtrado em kitassato contendo uma bomba de sucção à vácuo, de modo que os sólidos mais grosseiros ficassem aderidos no papel-filtro, que ficou posto na peneira de filtração. Após isso, os filtros foram novamente secados em estufa e pesados em balança analítica para a determinação do peso final contendo a amostra.

O cálculo mensal de material particulado em suspensão foi determinado por intermédio da equação em função do MPS = $\frac{[(P2-P1)-Br]}{V} \cdot 1000$, em que:

MPS = Material Particulado em Suspensão (mg/L);
P_1 = peso do filtro limpo/vazio (g);
P_2 = peso do filtro com material em suspensão seco (g);
V = volume da amostra filtrada (mL);
Br = correção da prova em branco;
1000 = fator conversão de g/mL para mg/L.

O fluxo de materiais em suspensão foi determinado seguindo a metodologia proposta por Medeiros et al. (2007), utilizando-se os dados de vazão do Rio Paraíba do Meio obtidos no site da Agência Nacional de Águas (www.ana.gov.br) no período agosto/2016-junho/2017.

3. Resultados e discussão

No período avaliado, constatou-se que os níveis de Material Particulado em Suspensão (MPS) no Rio Paraíba do Meio foram maiores nos meses de novembro e dezembro/2016 (43,00 e 32,82 mg/L, respectivamente), fevereiro e março/2017 (43,80 e

ISBN: 978-85-7282-778-2

42,00 mg/L, respectivamente), ambos no período de estiagem ou caracterizado por menores registros pluviométricos, e nos meses de maio e junho/2017 (45,33 e 43,00 mg/L, respectivamente), no período chuvoso, caracterizado por elevado índices pluviométricos, típicos da estação do ano (Figura 1). Medeiros et al. (2016) apontam que a regularização da vazão do rio é responsável pelo balanço hídrico e sedimentar. Segundo eles, a redução na hidrodinâmica induz maior sedimentação do MPS dentro do rio, erosão das suas margens e assoreamento, em virtude da perda do equilíbrio de energia entre o rio e o mar e da reposição de sedimentos fluviais na costa.

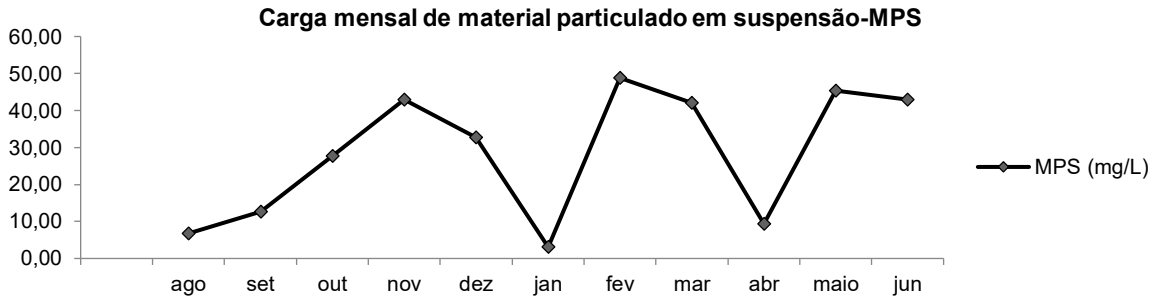


Figura 1: Níveis mensais de MPS do Rio Paraíba do Meio, no período agosto/2016 e junho/2017.

Com relação ao fluxo de MPS no Rio Paraíba do Meio, foi registrado maior carga mensal nos meses de maio e junho/2017 (Figura 2), em pleno período de chuvas regulares que ocorrem nessa época do ano, com 13.849,45 e 12.052,85 toneladas-mês, respectivamente. Nos demais meses anteriores a eles não houve grandes variações.

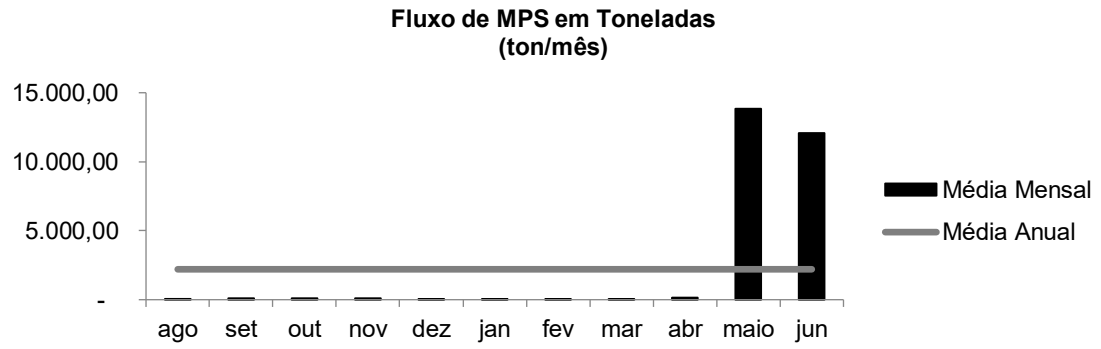


Figura 2: Níveis do fluxo de MPS do Rio Paraíba do Meio, no período agosto/2016 e junho/2017.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Macêdo et al. (2013) mencionam que os pulsos de precipitação favorecem maior dinâmica no fluxo de sedimentos, em função da vazão hídrica, que transporta maior quantidade de materiais através do escoamento superficial das áreas relativamente mais altas para as mais rebaixadas, onde se depositam e sedimentam através do aplainamento e do rebaixamento que há durante o percurso do rio à jusante até sua foz, no oceano.

4. Consideração finais

Em geral, os níveis mensais de MPS no Rio Paraíba do Meio, bem como seus fluxos, são maiores nos meses de maio e junho, onde há maior registro pluviométrico. A carga anual também varia com a precipitação.

Agradecimentos

À Universidade Federal de Alagoas, ao CNPq e ao Laboratório Integrado de Ciências do Mar e Naturais/LABMAR por dar suporte e subsídios na pesquisa.

Referências bibliográficas

CARREIRA, R. S. et al. Lipids in the sedimentar records as markers of the sources and deposition of organic matter in a Tropical Brazilian estuarine-lagoon. **Marine Chemistry,** v. 127, n. 1, p. 1-11, 2011.

GOVERNO DO ESTADO DE ALAGOAS. **Perfil Municipal:** Atalaia. 3. ed. Maceió: SEPLANDE/AL, 2015. 23 p.

MACÊDO, M. N. C. et al. Precipitação pluviométrica e vazão da bacia hidrográfica do Riozinho do Rôla, Amazônia Ocidental. **Revista Ambiente & Água,** Taubaté, v. 8, n. 1, p. 206-221, 2013.

MEDEIROS, P. R. P. et al. Interannual variability on the water quality in the Lower São Francisco River (NE-Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia,** Rio Claro, v. 28, n. 1, p. 1-11, 2016.

MEDEIROS, P. R. P. et al. Aporte fluvial e dispersão da matéria particulada em suspensão na zona costeira do estuário do Rio São Francisco (SE/AL). **Geochimica Brasiliensis,** v. 21, n. 2, p. 209-228, 2007.

STRICKLAND, J. D. H. & PARSONS, T. R. **A practical handbook of seawater analysis.** 2. ed. Ottawa: Bulletin Fisheries Research Board of Canada 1972, 167 p.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

DIAGNÓSTICO FÍSICO CONSERVACIONISTA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO NICOLAU-PIAUÍ

Cristiane Maria Cordeiro Santiago[a], Marta Celina Linhares Sales[b], Edson Vicente da Silva [c], Jorge Eduardo de Abreu Paula [d]

[a] Departamento de Geografia/ Universidade Estadual do Piauí - UESPI, E-mail: cristianesantiago21@gmail.com
[b] Departamento de Geografia/ Universidade Federal do Ceará - UFC. E-mail:mclsales@uol.com.br
[c] Departamento de Geografia/ Universidade Federal do Ceará - UFC. E-mail:cacauceara@gmail.com
[d] Departamento de Geografia/ Universidade Estadual do Piauí - UESPI. E-mail: jorgeabreupaula@yahoo.com.br

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

A Bacia hidrográfica do rio São Nicolau abrange cinco municípios do centro-norte piauiense perfazendo uma área de 5.389,8 km^2 do domínio semiárido. Como objetivo geral, propôs-se analisar o Estado Físico Conservacionista da BHSN. E, como objetivos específicos, Realizar a caracterização ambiental da bacia; Levantar as formas de uso e ocupação na área para verificar as formas de degradação aparente; Elaborar o Diagnóstico Físico Conservacionista para a bacia a fim de averiguar o estado de conservação/degradação que se encontra. Para tanto, foi realizado levantamento bibliográfico, uso de *softwares*, fez-se trabalhos de campo e registros fotográficos. Observou-se uma diminuição do índice de degradação nos setores A e B. Contudo, o Setor C apresentou aumento considerável do índice de degradação física no intervalo de tempo entre1989 e 2010. Como proposta, sugere-se a criação de um comitê para a BHSN a fim de melhorar a gestão dos recursos disponíveis e evitar futuros danos irreversíveis.

Palavras chave: Bacia hidrográfica. DFC. Degradação. Conservação.

Cristiane Maria Cordeiro Santiago, Marta Celina Linhares Sales, Edson Vicente da Silva, Jorge Eduardo de Abreu Paula

1. Introdução

O processo de ocupação e uso, associados às características ambientais peculiares da região semiárida piauiense, faz da bacia hidrográfica do rio São Nicolau (BHSN) uma área relevante para investigação das suas condições atuais em termos conservacionistas.

O Diagnostico Físico Conservacionista-DFC tem a função de determinar o potencial de conservação/degradação ambiental de uma bacia a partir de fatores naturais. Sendo um meio essencial para aplicação do planejamento e para o manejo dos recursos naturais.

A BHSN está inserida na área de drenagem do rio Sambito que integra a bacia do rio Poti, no território piauiense. Ela abrange os municípios de Aroases, Assunção do Piauí, Pimenteiras, Santa Cruz dos Milagres, São Miguel do Tapuio e São João da Serra perfazendo uma área aproximada de 5.389,8 km^2 na região de domínio semiárido piauiense (SANTIAGO, 2014).

O rio São Nicolau, sendo um dos mais significativos afluentes da bacia hidrográfica do rio Poti (que integra a bacia Parnaibana), nasce próximo ao limite dos Estados do Piauí e Ceará e cruza o território piauiense no sentido Leste-Oeste desaguando no rio Sambito nas proximidades da cidade de Prata do Piauí-PI (figura 1).

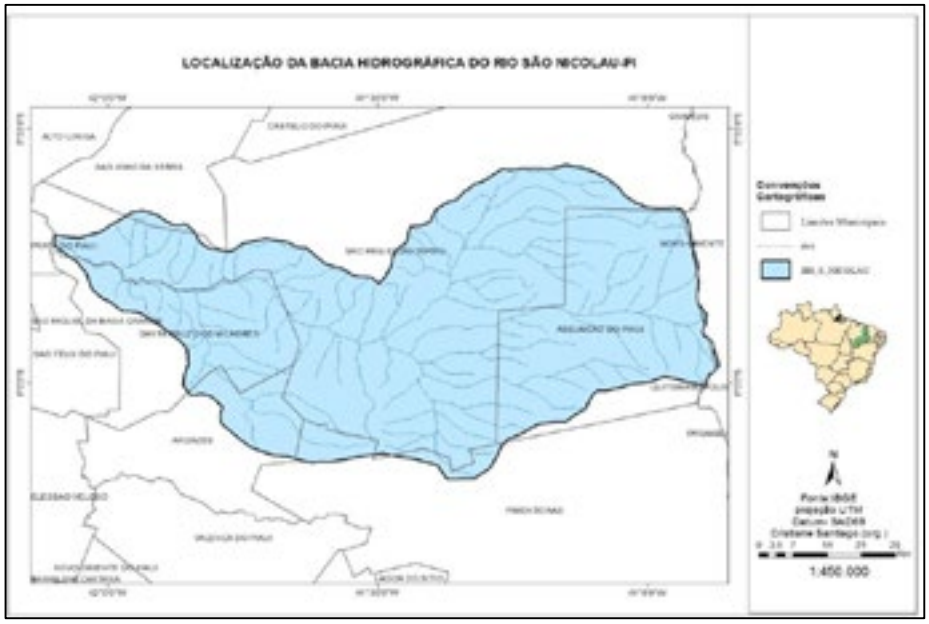


Figura 1-localização geográfica da bacia hidrográfica do rio São Nicolau-PI
Fonte: Santiago, 2014, 2016.

Com isso, este trabalho teve como objetivo geral Verificar o Estado Físico Conservacionista da BHSN. Como objetivos específicos: Realizar a caracterização ambiental da bacia; Levantar as formas de uso e ocupação na área para verificar as formas de degradação aparente; Elaborar o Diagnóstico Físico Conservacionista – DFC para a bacia a fim de averiguar o estado de conservação/degradação que se encontra.

Tendo em vista a necessidade nos dias atuais da preservação/ conservação da qualidade do ambiente, sobretudo do domínio semiárido, para a manutenção e desenvolvimento socioambiental sustentável, a pesquisa se fez de grande importância, pois espacializa informações úteis para o processo de planejamento e gestão dessa região do Piauí.

2. Materiais e Métodos

A metodologia para este estudo se baseia no Plano de Manejo de Bacias Hidrográficas, metodologia criada pelo Centro Interamericano de Desenvolvimento de Águas e Terras (CIDIAT) e, Ministério do Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (MARNR)/Venezuela visando a manutenção dos recursos hídricos, solo e vegetação em bacias hidrográficas. Ela abrange vários diagnósticos formando o DIBH - Diagnóstico

Integrado das Bacias Hidrográficas, que fornecem atributos concretos para o direcionamento racional do uso e manejo dos recursos naturais renováveis visando sua preservação (BELTRAME, 1994).

Dentre os vários diagnósticos disponíveis optou-se por utilizar como base metodológica no estudo da BHSN, o Diagnóstico Físico-Conservacionista (DFC), com adaptações necessárias às peculiaridades da área de estudo. Este faz a análise a partir de indicadores potenciais de proteção ou de degradação dos recursos naturais renováveis da bacia.

Com isso, fez-se a comparação do nível de degradação/conservação ambiental da BHSN no intervalo de tempo compreendido entre os anos 1989 e 2010, e as mudanças ocorridas nesse espaço de tempo com base no Índice de Cobertura Vegetal (ICV). O resultado dos parâmetros irão compor a fórmula descritiva final aplicada nos dois períodos de tempo indicando a variação do estado de conservação ou degradação dos recursos naturais no espaço temporal considerado. Formula descritiva final:

EFC 1989= (ICV1989) + (IC) + (R) + (K) + (DD) + (DM)

e

EFC 2010= (ICV2010) + (IC) + (R) + (K) + (DD) + (DM)

Onde,

EFC – Estado Físico Conservacionista
ICV- Índice de Cobertura Vegetal
IC- Índice de Severidade
R- Erosividade da Chuva
K- Erodibilidade do Solo
DD- Densidade de Drenagem
DM- Declividade Media

Foi realizado o levantamento bibliográfico relacionado a temática estudada em universidades e prefeituras municipais, periódicos, dentre outros. Foram coletados dados cartográficos como *shapes*, imagens *Shuttle Radar Topography Mission* - SRTM (2010), imagens de satélites *Landsat* TM das datas de 07 de agosto de 1989 e de 07 de julho de 2010, cartas temáticas, mapas etc. Foram consultados o Serviço Geológico do Brasil (CPRM), Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), Instituto de pesquisas espaciais (INPE), etc. Foram utilizadas ainda técnicas de sensoriamento remoto e fotointerpretação de imagens, e Softwares como *Arcgis 9.3* e *10.1, global mapper, Surfer 10,* conjunto de programas USUAIS, de Oliveira e Sales (2016). Além disso, realizou-se trabalhos de campo e registros fotográficos dos fatos verificados.

3- Resultados e discussões

A BHSN foi dividida em setores denominados A, B e C, respectivamente, Alto, Médio e Baixo curso, a partir da hipsometria, análise do perfil longitudinal e dos limites hidrológicos da área objetivando melhor análise do ambiente em questão (figura 02).

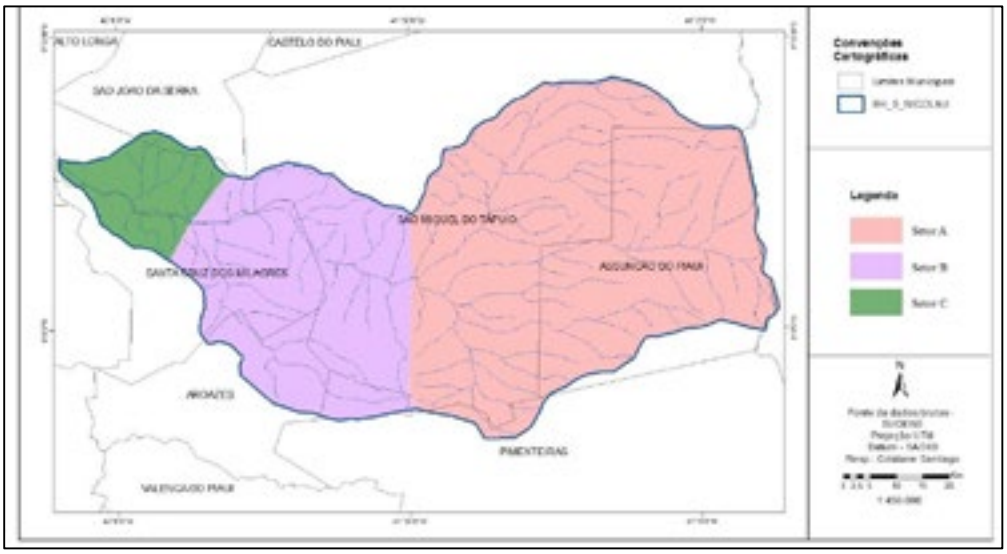


Figura 02- Setorização da Bacia Hidrográfica do Rio São Nicolau- PI
Fonte: Santiago, 2014

O setor A tem limites altimétricos entre 850m a 406m e totaliza uma área de 3.306,46 km^2; o setor B está situado entre os limites 406m a 228m correspondendo cerca de 1.660, 17 km^2; e, o setor C se encontra entre as cotas altimétricas de 228m a 50m totalizando 423,17 km^2. Os setores apresentam em sua gênese a formação Serra Grande, Pimenteiras, formação Cabeças, Poti e Longá. A geologia diversificada dá origem a solos como: Latossolos, Argissolos e Neossolos litólicos predominantes nesse ambiente. Estes solos sustentam tanto a vegetação da caatinga, em grande parte, mas também está presente vegetação predominante de áreas de transição, bem como, aquelas típicas do bioma cerrado. A hidrografia apresenta-se de regime intermitente, em maior parte, e de regime perene somente a partir do setor C, no que concerne aos cursos d'água com nascentes localizadas nesse setor.

Para obter o diagnóstico físico-conservacionista da bacia, foram analisados os sete parâmetros físicos e obtido em seguida a média ponderada que compôs a fórmula descritiva final a qual define os valores de degradação e conservação da BHSN.

3.1- Índice de Cobertura Vegetal (ICV)

O primeiro parâmetro está relacionado a proteção da vegetação. A cobertura vegetal é de fundamental importância na proteção do solo e evita a ocorrência de surgencias de áreas degradadas. Realizou-se então, a comparação da cobertura vegetal no intervalo de tempo entre os anos de 1989 e 2010. Os valores simbolizam a situação encontrada na área. Nesse caso, quanto MAIOR for o valor de ICV, MENOR será a densidade da vegetação e consequentemente, menor a proteção ao solo.

Os níveis pluviométricos da bacia denotam maior incidência de chuvas no setor B e principalmente no setor C. E, os índices de cobertura vegetal apontaram justamente para essas áreas como sendo as que apresentam maior nível de cobertura vegetal e proteção do solo. Em

contrapartida, percebe-se uma diminuição da vegetação no intervalo de tempo analisado, que foi de 21 anos, especificamente no setor A (tabelas 1 e 2).

Tabela 01- Índice de Cobertura Vegetal (ICV) dos Setores da BH de São Nicolau em 1989.

Classes de índice de Cobertura Vegetal	**Níveis**	**Setor A (Km²)**	**Setor B (Km²)**	**Setor C (Km²)**
Muito Alto	1	97,64	26,30	0,23
Alto	2	402,97	266,31	222,66
Médio	3	752,61	538,05	144,53
Baixo	4	2.049,64	821,09	54,60
Muito Baixo	5	2,07	4,90	0,35
Média Ponderada		**3,43**	**3,30**	**2,59**
Índice para a Fórmula descritiva		**ICV 3,43**	**ICV 3,30**	**ICV 2,59**

Fonte: Santiago, 2014.

Tabela 02: Índice de Cobertura Vegetal (ICV) dos Setores da BH de São Nicolau em 2010.

Classes de índice de Cobertura Vegetal	**Níveis**	**Setor A (Km²)**	**Setor B (Km²)**	**Setor C (Km²)**
Muito Alto	1	0,26	12,97	2,66
Alto	2	66,52	596,36	85,89
Médio	3	1919,79	881,71	250,51
Baixo	4	1314,45	155,83	83,08
Muito Baixo	5	3,92	9,77	0,34
Média Ponderada		**3,37**	**2,72**	**2,97**
Índice para a Fórmula descritiva		**ICV 3,37**	**ICV 2,72**	**ICV 2,97**

Fonte: Santiago, 2014.

Houve uma redução considerável dos níveis do ICV Alto nos setores A e C, e um aumento em todos os setores do nível de ICV Médio. No ano de 1989, essa classe compreendia 1435,19 Km² de extensão, e em 2010 elevou-se para 3.052,01 km², um aumento de 1.616,82 km² de extensão de terras com cobertura vegetal Mediana.

Áreas com classes de ICV Baixa tiveram uma diminuição nos setores A e B, consequentemente houve aumento da cobertura vegetal nesses setores da bacia, explicado pelo crescimento da produção agrícola na região em substituição a vegetação da caatinga que, dependendo da cultura, pode fornecer maior cobertura vegetal na área.

No setor C houve um aumento de 28,48 km² de área com índice de proteção vegetal Baixo, provavelmente essa diminuição da vegetação deveu-se a atividade extrativista, expansão urbana e aumento da produção agrícola condicionada pelo desmatamento. Destaca-se ainda, que a classificação de nível de proteção vegetal Muito Alto, referente ao ano de 1989, abrangia uma área de 124,17 km² da bacia. Esse mesmo nível no ano de 2010 diminuiu para uma área de apenas 15,89 km², uma redução considerável, especialmente no setor A onde o decréscimo da cobertura vegetal chegou a 97,38 km^2 de extensão o que denota uma piora nas condições da proteção do solo.

3.2- Índice de Severidade do clima da Bacia (IC)

O parâmetro Severidade do clima resultou da relação entre o índice efetivo de umidade e o número de meses secos e propõe espacializar a problemática da seca nessa região, então quanto maior os níveis, maior será a ausência hídrica. Com isso, observa–se que há na bacia

presença das classes de Ic desde muito baixa severidade à média severidade. No setor A, há predomínio das classes com níveis de Severidade médio e muito baixo. Assim como no setor C, no setor B prevalece a classe de severidade muito baixa, ou seja, a predominância de um clima cuja umidade é maior, isto é, há maior incidência de chuvas e temperaturas amenas. O setor C apresenta em sua totalidade 423,17 km^2 com índice de severidade muito baixo.

O setor A possui cerca de 2.888,18km^2 de área cujo Índice de Severidade é classificada como média compreendendo a maior extensão de terras deste setor da bacia. E, 418,28 km^2 de extensão com índice de severidade muito baixa. O setor B, por sua vez, apresenta grande extensão de terra com Índice de Severidade muito baixa, cerca de 1363,88 km^2.

3.3- Análise da Erosividade da Chuva

O terceiro parâmetro da formula diz respeito a Erosividade da chuva. O índice de Erosividade da Chuva (E) foi estabelecido através de correlações totais da precipitação com a perda de solo. A mesma diz respeito a capacidade da chuva em erodir o solo.

Através da espacialização dos dados foi possível observar que no setor A, a erosividade da chuva foi considerada baixa numa extensão de terras de 199,91km^2; a erosividade média se estende em grande parte da bacia; enquanto que, 883,73 km^2 aparece com índice de erosividade alta. O setor B apresentou níveis maiores de erosividade da chuva os quais se estenderam até o setor C com 327,03km^2 de terras com nível de erosividade muito alta. O fator chuva que é mais abundante na região do setor C associado a baixa severidade do clima neste mesmo setor afirmam os níveis muito alto de erosividade.

3.4 – Erodibilidade do solo (K)

A capacidade do solo em ser erodido, conforme Jacomine (1986), diz respeito ao quarto parâmetro analisado. Os níveis maiores de Erodibilidade se concentraram nos setores B e C. Também é nessa região onde se concentra o maior volume de chuvas e, consequentemente um maior número de áreas erodidas, com destaque para presença de ravinas e voçorocas, confirmando então os altos níveis de Erodibilidade do solo e Erosividade da chuva os quais atuam de maneira significativa no modelado do relevo dessa área. Nesse contexto, o nível de ICV também deve ser levado em consideração, uma vez que, num intervalo de 21 anos houve uma redução da cobertura vegetal, tanto pelo crescimento das cidades quanto pela produção agropecuária que é bastante atuante, em especial, onde há predomínio de associações de solos Plintossolos + Argissolos+ Neossolos Litólicos (PT4).

3.5- Densidade de Drenagem da Bacia (DD)

O valor da DD encontrado para toda a bacia foi de 0,27km/km², afirmando que a bacia apresenta menor escoamento superficial o que conduz a uma menor intensidade dos processos erosivos na formação dos canais. Justifica-se também pela geologia da área, uma vez que ela está basicamente sobre rochas sedimentares, de fácil permeabilidade que junto com os aspectos climáticos atuante contribuem para a presença de rios intermitentes. Este constitui o quinto parâmetro para a formula final.

3.6- Declividade Média do Terreno (DM)

O relevo é marcado por uma topografia predominantemente plana a suave ondulada com declínio constante para o oeste, sendo este o último parâmetro analisado.

O setor A apresentou níveis de declividade maior. Esse setor apresenta uma área considerável de relevo ondulado a forte ondulado por compreender parte da região da Serra Grande. O setor B apresentou o menor índice de declividade da bacia com grande área apresentando relevo suave e declive menor que 8%, que reflete relevo com amplos vales interplanálticos pedimentados e áreas muito dissecadas por retomada de erosão recente.

Já o setor C apresenta grande área com relevo do tipo suave a ondulado, contudo a média ponderada identificou que esse setor expõe o segundo maior índice de declividade da bacia, possivelmente por haver maior proporção entre o tipo de relevo forte ondulado (cerca de 9,95 km^2) e o tamanho desse setor, diferentemente dos demais.

3.7- Fórmula Final do Diagnóstico Físico-Conservacionista da Bacia do Rio São Nicolau

Os parâmetros da fórmula descritiva final permitiram uma análise do estado de conservação e de degradação da bacia hidrográfica de São Nicolau nos diferentes setores. A fórmula descritiva foi mensurada para cada setor da bacia sendo aplicada em dois períodos: no ano de 1989 e de 2010. A aplicação da fórmula considerando esse período tem como mérito verificar as transformações ocorridas nesse espaço de tempo.

Essa comparação é possível devido a variação do parâmetro Índice de Cobertura Vegetal (ICV), sendo este o fator que, ao sofrer alterações, influencia diretamente nos outros fatores já que a presença da vegetação evita perdas de solo, especialmente em terrenos com declives acentuados, e proporciona maior capacidade de retenção de água. Os resultados estão expressos na tabela 03.

Tabela 03- Resultado da Fórmula Descritiva Final por setor, com as médias obtidas em cada parâmetro analisado

PARÂMETROS	SETOR A	SETOR B	SETOR C
Índice da Cobertura Vegetal (1989)	3,43	3,30	2,59
Índice da Cobertura Vegetal (2010)	3,37	2,72	2,97
Índice Climático	2,69	1,32	0,0
Erosividade	3,21	4,05	4,78

Erodibilidade	1,44	2,22	1,72
Densidade de Drenagem	0,27	0,26	0,29
Declividade Média	1,19	1,12	1,16
Soma dos Índices de 1989	**12,23**	**12,27**	**10,54**
Soma dos Índices de 2010	**12,17**	**11,69**	**10,92**

Fonte: Santiago, 2014

A partir dessa análise, utilizou-se a fórmula descritiva da equação da reta para a obtenção do estado de conservação e degradação da BHSN nos diferentes setores (quadro 01).

Quadro 01- Equação da Reta para a Fórmula Descritiva

y = ax + b **Se: y = 0** **x = 6** **6a + b = 0**	**Se: y = 100** **x = 27** **27a + b – 100 = 0**	**27a + b – 100 = 0** **6a + b = 0 (-1)** **21a - 100 = 0** **a = 4,76 Então b = - 28,52**
Assim, a equação da reta é: y = 4,76 x – 28,52.		

Fonte: Santiago, 2014, adaptado de Beltrame (1994).

Com a substituição dos valores encontrados pela soma dos parâmetros por (x), tem-se o seguinte resultado para os três setores nas duas épocas analisadas:

Y = 4,76. x – 28,52

Para 1989

Setor A: y = 4,76. **12,23** – 28,52 = **29,69**

Setor B: y = 4,76. **12,27**– 28,52 = **29,88**

Setor C: y = 4,76. **10,54**– 28,52 = **21,65**

Para 2010

Setor A: y = 4,76. **12,17**– 28,52 = **29,40**

Setor B: y = 4,76. **11,69**– 28,52 = **27,12**

Setor C: y = 4,76. **10,92**– 28,52 = **23,45**

Os resultados da análise de conservação/degradação da bacia de São Nicolau nos anos de 1989 e 2010, apontam que o maior potencial de risco de degradação encontra-se no setor A o qual apresentou valores em 1989 de **29,69** e em 2010 de **29,40** mesmo apresentando uma redução do risco no comparativo entre os anos. Em contrapartida, o setor C foi o que apresentou potencial de risco menor. Os números estão ordenados na tabela 04.

Tabela 04- Índice de Conservação/Degradação dos Setores da BH de São Nicolau nos Anos de 1989 e 2010.

Setores	**Índice de Conservação/ Degradação Física em 1989 (0 – 100)**	**Índice de Conservação/ Degradação Física em 2010 (0 – 100)**
A	29,69	29,40
B	29,88	27,12
C	21,65	23,45

Fonte: Santiago, 2014.

Houve diminuição do índice de degradação nos setores A e B. No setor B observa-se uma redução de mais de 2,00 unidades críticas. Contudo, o Setor C apresentou aumento considerável do índice de degradação física no intervalo de tempo estudado apresentando nível de **21,65** em 1989, e em 2010 elevou-se para **23,45**.

Apesar do Estado Físico-Conservacionista dos setores A e B terem melhorado com o passar do tempo, não se pode deixar de considerar na análise dos parâmetros alguns índices relevantes. Em síntese, o parâmetro de ICV sofreu variação positiva e também negativa com o passar dos anos, tanto por meio de uma diminuição considerável da cobertura vegetal quanto pela substituição da mesma por uma variedade de culturas que atualmente predomina na região, resultante da atividade agrícola o que influenciou muito na determinação do Estado Físico-Conservacionista da bacia.

Em contrapartida, o índice de severidade do clima (IC) mostrou que o setor A é o mais vulnerável à adversidade do clima, por apresentar grande parte da área com grau de severidade do clima classificado como médio. Já nos setores B e C as condições climáticas "melhoram" de maneira expressiva, pois a maior parte da área apresenta-se com grau de severidade muito baixa. Isso se deve as condições climáticas predominante na região do setor B identificando área de transição entre caatinga e vegetação da mata Amazônica, e no setor C onde há maior predomínio de características do domínio cerrado, o qual apresenta temperaturas menos elevadas e regime de chuvas diferenciados dos da região semiárida.

Em concordância com o parâmetro do IC, a Erosividade da chuva (*R*) foi menor no setor A com um índice considerado baixo, em contrapartida eleva-se à medida que desce para os setores B e C onde fora constatado níveis de *R* alto e muito alto. Ou seja, os dados de erosividade vem confirmar os valores de severidade do clima na bacia, sendo este maior onde o índice de erosividade da chuva é menor e vice-versa. Isso explica a maior presença de voçorocas e ravinas na região dos setores B e C.

A Erodibilidade dos solos (K) apresentou-se maior no setor B, sendo a maior parte do território apresentando grau de K muito alta. Isso se deve ao predomínio de Latossolo Amarelo, Argissolos, Neossolo Quartzarênico e Neossolo Litólico, que são mais sujeitos aos processos erosivos devido as suas características naturais. Contudo, deve-se levar em consideração o grau de declividade da região e a exposição do solo condicionada pela falta de vegetação que, nesse caso, apresentou ICV mediana. Estes fatores, unindo-se ainda ao fator de Erosividade da chuva, também contribuem para acelerar a capacidade do solo em erodir. Uma comprovação disso, são as extensas áreas com elevados processos erosivos no setor B.

A Densidade de Drenagem (DD) é maior no setor C. Isso ocorre devido à conjunto das características geológicas, hipsométrica e pedológicas que associadas, determinam as características da DD nos setores.

A Declividade Média (DM), por sua vez, é pouco acentuada na bacia, tendo o domínio de um relevo suave ondulado. Parte do relevo nessa área é formada por serras como: Serra Negra, Serra Grande, Serra do Valente. As áreas com relevo forte ondulado a montanhoso estão basicamente no setor A, onde é possível verificar que a borda leste da bacia encontra-se na vertente da Serra Grande e a borda norte, se limita a chamada Cratera de São Miguel do Tapuio. Relatos e pesquisas recentes afirmam que essa cratera foi formada possivelmente pela queda de um meteoro há milhares de anos. Sua borda, de certa forma, influenciou na disposição dos rios na região norte do setor A. Já nos setores B e C, estes são expressivamente espacializados por planícies fluviais e relevo plano.

A síntese dos resultados obtidos na análise ambiental da Bacia de São Nicolau, os aspectos ambientais, as formas de uso e ocupação e os níveis de degradação estão dispostos no quadro – resumo 1.

Quadro-Resumo 1: Resultados alcançados na análise da Bacia Hidrográfica do Rio São Nicolau- PI por Setor.

PARAMETROS	**SETOR A**	**SETOR B**	**SETOR C**
ASPECTOS AMBIENTAIS			
Geologia /Geomorfologia	Formação Cabeças; Pimenteiras; e Serra Grande /Superfícies tabulares estruturais; dissecado em cristas com controle estrutural; dissecado de mesas; dissecado em ravinas e vales encaixados	Depósitos Colúvio – Eluviais; Formação Longá; Cabeças; e Pimenteiras /Superfícies tabulares estruturais; dissecado em cristas com controle estrutural; dissecado de mesas; dissecado em ravinas e vales encaixados; superfícies estruturais pediplanadas	Formação Sardinha; Poti; Longá; e Sardinha. / Superfícies estruturais pediplanadas; superfícies tabulares estruturais; dissecação em grupamento de mesas.
Solo	Neossolo Litólico, Latossolo Amarelo Neossolo Quartzarênico	Latossolo Amarelo Argissolos Neossolo Quartzarênico	Argissolos Plintossolo Neossolo Litólico
Clima/ Vegetação	Semiárido (D), Caatinga	Semiárido (D); Zona de transição	Seco Subsumido (C1); Cerrado
Hidrologia	Riachos Bambuzeiro, São Miguel, Tamboril e Vitória, rio Bambuzeiro	Riacho dos Campos e o Serra Negra	Riacho dos Campos, Serra Negra; Maneta, Bastião, da Laje, da Tábua e Salitre
INFORMAÇÕES ATUAIS			
Formas de uso e ocupação/Impactos socioambientais	Atividade agropecuária: criação de bovinos, ovinos, equinos, suínos, aves e principalmente caprinos. Cultivos de subsistência / Erosão laminar; erosão em	Atividade agropecuária: criação de caprinos, bovinos; produção de bananas; coco Castanha de caju e manga. Nas lavouras temporárias, como arroz, fava, feijão, milho, mamona, etc.; extração de cera	Atividade turística; e agropecuária: criação de caprinos, bovinos. Cultivos de subsistência; extração de cera de carnaúba e de madeira para carvão,

	sulcos; grandes extensões de terras desmatadas; deposição de lixo; lançamento de dejetos no leito e nas proximidades dos cursos fluviais nas áreas urbanizadas; falta de saneamento básico.	de carnaúba e de madeira para carvão, tora e lenha. / Erosão linear, ravinas e voçorocas; abandono de terras antes agricultáveis	tora e lenha. / Falta de saneamento básico e drenagem urbana, falta d'água e energia durante a alta temporada; aumento da poluição residual, visual e sonora; Presença de erosão linear, ravinas e voçorocas.
NÍVEIS DE DEGRADAÇÃO			
1989	29,69	29,88	21,65
2010	29,40	27,12	23,45

Elaboração: Santiago, 2014/2016.

Identificar as formas de uso e cobertura do solo na BHSN foi primordial na compreensão dos resultados dos parâmetros analisados, uma vez que, a maneira com que acontece a intervenção humana no ambiente influencia direta ou indiretamente na sua dinâmica natural, podendo causar inúmeros problemas tanto de cunho cultural e socioeconômico (crescimento acelerado das cidades) quanto de cunho ambiental. Então, constatou-se que atividades como a agropecuária em pequena e larga escala, e, a atividade turística no setor C, também contribuíram para os resultados de K e ICV terem representados os valores que maior sofreram alterações entre os anos de 1989 e 2010.

4. Considerações Finais

O estudo das condições ambientais da bacia hidrográfica do rio São Nicolau por meio do DFC possibilitou a identificação de problemas e de potencialidades existentes nessa região do semiárido piauiense. De modo geral, percebe-se que o nível de conservação ambiental é ainda bastante considerável se comparado a outras bacias da região.

Contudo, é possível reconhecer que alguns setores estão mais fragilizados ou mais suscetíveis a intervenção humana. É o caso do setor A o qual apresentou nível maior de degradação em 2010. Destaca-se ainda o setor C, que apesar de ter apresentado menor nível de degradação, este elevou o seu índice num curto espaço de tempo, 21 anos, enquanto que, nos outros setores os valores se mostraram inversos. Portanto, a atenção maior deve ser dada para este setor, merecendo prioridade na adoção de medidas conservacionistas de modo que esses números venham somente diminuir com o passar do tempo.

A metodologia do DFC usada poucas vezes em estudos de bacias no Piauí poderá abrir caminhos para novas pesquisas que busquem a sua utilização para aquisição de dados, que

gerem resultados significativos em termos quantitativos e qualitativos. Com o DFC, os parâmetros que compõem a fórmula final, tais como, índice de cobertura vegetal, índices de severidade e erosividade, podem ser trabalhados até mesmo individualmente, pois dentre tantas vantagens, permite a obtenção de várias informações de um determinado elemento do ambiente.

Por meio do levantamento de inúmeras informações aqui apontadas sobre a bacia, espera-se que a pesquisa sirva de base para a realização de outras mais especificas e, com uso de técnicas e tecnologias mais avançadas promovam resultados precisos facilitando a gestão dos recursos. Pois, o desenvolvimento sustentável de qualquer que seja a região deve estar pautado em um planejamento atuante e concreto, mas, para isso, é essencial o maior número de informações possíveis para que se possa construí-lo conforme a realidade de cada área.

Para tanto, é de grande relevância a apropriação do levantamento aqui realizado, e utilização dos dados obtidos em termos de degradação/conservação da bacia. Como proposta, sugere-se a criação de um comitê para a bacia do rio São Nicolau a fim de melhorar a gestão dos recursos disponíveis e evitar futuros danos irreversíveis.

5.Agradecimentos

À universidade Federal do Ceará- UFC

6. Referências Bibliográficas

BELTRAME, Ângela da V. **Diagnóstico do Meio Físico de Bacias Hidrográficas: modelo e aplicação.** Florianópolis: Ed. da UFSC, 1994. 112p.

JACOMINE, P.K.T. **Levantamento Exploratório-Reconhecimento de Solos do Estado do Piauí**. Rio de janeiro, EMBRAPA, SNLCS/SUDENE-DRN, 1986. 782p.

OLIVEIRA, José Gerardo Beserra; SALES, Marta Celina Linhares. **USUAIS:** programas para uso em análise ambiental. Fortaleza: [s.n.], 2016. 18 p.

SANTIAGO, C. M. C. *Análise ambiental da bacia hidrográfica do Rio São Nicolau (semiárido piauiense) a partir do Diagnóstico Físico-Conservacionista – DFC***.** 2014. 147 f.: il. dissertação de mestrado. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza- CE, 2014.

SANTIAGO, Cristiane Maria Cordeiro; SALES, Marta Celina Linhares; SILVA**,** Edson Vicente da. **Caracterização Geomorfológica da Bacia Hidrográfica do Rio São Nicolau-PI.** Revista Equador (UFPI), Vol. 6, Nº 1, 2016 p. 150 – 164. Home: http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

DINÂMICA DA COBERTURA ARBÓREA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO SÃO LOURENÇO (RS)

Gracieli Trentin [(a)], Adriano Luis Heck Simon [(b)]

[(a)] Instituto de Oceanografia, Universidade Federal do Rio Grande, gracieli.trentin@furg.br
[(b)] Instituto de Ciências Humanas, Universidade Federal de Pelotas, adriano.simon@ufpel.edu.br

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

A pesquisa tem como objetivo a análise espacial e temporal da cobertura vegetal arbórea da Bacia Hidrográfica do Arroio São Lourenço, localizada no município de São Lourenço do Sul (RS). Os procedimentos metodológicos envolveram três etapas: 1) Coleta e organização da base de dados espaciais; 2) Classificação de imagens e obtenção da cobertura vegetal arbórea para as duas datas de análise (1988 e 2016); 3) Análise quantificação dos dados a partir de álgebra de mapas e obtenção do índice de forma. Verificou-se que a área de estudo apresenta um padrão fragmentado quanto à cobertura vegetal arbórea para as duas datas de análise. Embora a área ocupada pela cobertura vegetal tenha aumentado no período recente, pode-se apontar a tendência de aumento da irregularidade das manchas, caso se mantenham as características de usos da terra.

Palavras chave: análise espaço-temporal, cobertura da terra, sistema de informação geográfica, fragmentação.

Gracieli Trentin, Adriano Luis Heck Simon

1. Introdução

A cobertura vegetal consiste em elemento do meio natural muito sensível às condições e tendências da paisagem, sendo valorizada pelos planejadores, por ser um considerada como potencial indicador ambiental (SANTOS, 2004). No que se refere aos estudos sobre cobertura vegetal, nas últimas décadas, tem se verificado no Brasil a constante supressão de matas, resultando na fragmentação florestal, o que causa um aumento significativo nos processos de erosão dos solos a partir das alterações na dinâmica hidrogeomorfológica dos sistemas naturais, bem como perdas substanciais da biodiversidade

(ELLIS et al., 2013).

A vegetação pode mudar abruptamente, em curtos períodos de tempo e em pequenas distâncias. Seu estudo e monitoramento permitem conhecer, por um lado, as condições naturais do território e, por outro, as influências antrópicas recebidas, podendo-se inferir sobre a qualidade do meio. Quanto mais próxima de seus limites de tolerância às variações dos fatores abióticos e bióticos, mais vulnerável será a vegetação. Em síntese, a análise da vegetação permite descrever o estado e, ao mesmo tempo, identificar os vetores de pressão que o produzem (SANTOS, 2004). Dessa forma, a identificação de fragmentos florestais é importante para sua conservação e monitoramento, bem como para dar suporte a ações de planejamento ambiental (MORETTI et al., 2011).

A substituição da cobertura vegetal por áreas urbanas, usos industriais e agrosilvopastoris resulta em sua redução a fragmentos com distintos tamanhos e padrões espaciais. A fragmentação é uma das causas de maior impacto para a perda de biodiversidade (COLLINGE, 1996; TABARELLI et al., 1999). Os fragmentos florestais podem ser definidos como áreas de vegetação contínua interrompidas por barreiras antrópicas, como estradas, áreas urbanas ou culturas agrícolas, ou ainda barreiras naturais, como lagos e outras formações vegetais, as quais são capazes de diminuir significativamente o fluxo de animais, pólen ou sementes (VIANA, 1990).

De acordo com Santos et al. (2017) a fragmentação florestal pode ser estudada utilizando dados espaciais para caracterizar as condições atuais, o desenvolvimento e a mudança temporal dos fragmentos florestais. Para Forman (1995) e Metzger (2001) métricas da paisagem constituem-se em índices de estrutura da paisagem que tornam possível quantificar os padrões espaciais das áreas vegetadas, especialmente, auxiliar na quantificação do padrão de uso e ocupação da terra e de facilitar a compreensão da heterogeneidade espacial. Assim, os padrões espaciais obtidos a partir de métricas podem auxiliar na análise da fragmentação florestal, pois permitem acompanhar a dinâmica e evolução das unidades de paisagem como resultado dos efeitos da fragmentação em função do uso sem planejamento do

território (SILVA; SOUZA, 2014). Exemplos de estudos desenvolvidos utilizando esta abordagem estão em Bleich e Silva (2013), Reno e novo (2013), Silva e Souza (2014), Santos et al. (2017) entre outros.

O código florestal brasileiro (Lei n°. 12.651, de 25 de maio de 2012) estabelece normas gerais sobre a proteção da vegetação, Áreas de Preservação Permanente (APP) e as áreas de Reserva Legal. Considerando ainda a importância da cobertura vegetal e sua dinâmica espacial em estudos que tratem da gestão territorial e desenvolvimento de práticas sustentáveis de uso e ocupação em uma bacia hidrográfica, o seu mapeamento é a forma mais comum encontrada no planejamento ambiental para as tomadas de decisão relativas à sua conservação. De acordo com Santos (2004) o mapeamento da vegetação expressa suas principais características, como a distribuição, seu grau de fragmentação, a forma e heterogeneidade espacial dos remanescentes. Por meio de sua distribuição espacial é possível ainda destacar os efeitos provocados e a nova situação de equilíbrio estabelecida pelas ações humanas. Ademais, os Sistemas de Informações Geográficas (GIS) e o Sensoriamento Remoto, contribuem para a descrição de padrões espaciais de fragmentação.

Neste sentido, o objetivo desta pesquisa é analisar a dinâmica da cobertura vegetal arbórea da Bacia Hidrográfica do Arroio São Lourenço, localizada integralmente no município de São Lourenço do Sul, RS, a partir de seu mapeamento temporal e análise de sua distribuição espacial.

O município de São Lourenço do Sul possui área de 2.036,10 km^2 e população total estimada de 43.111 habitantes, segundo dados do IBGE (2010), embora a maioria de sua população esteja na área urbana, ainda é significativo o contingente de população rural (44%). A bacia hidrográfica, foco desta pesquisa, tem sua foz na Laguna dos Patos onde está situada a área urbana do município (Figura 1). Abrange uma área de aproximadamente 190km^2 e dela realiza-se a captação de água para abastecimento da área urbana, fato que reforça a preocupação quanto às práticas sustentáveis em sua área de drenagem, aliado ainda a representatividade espacial de atividades agrícolas (HUBNER; TRENTIN, 2017).

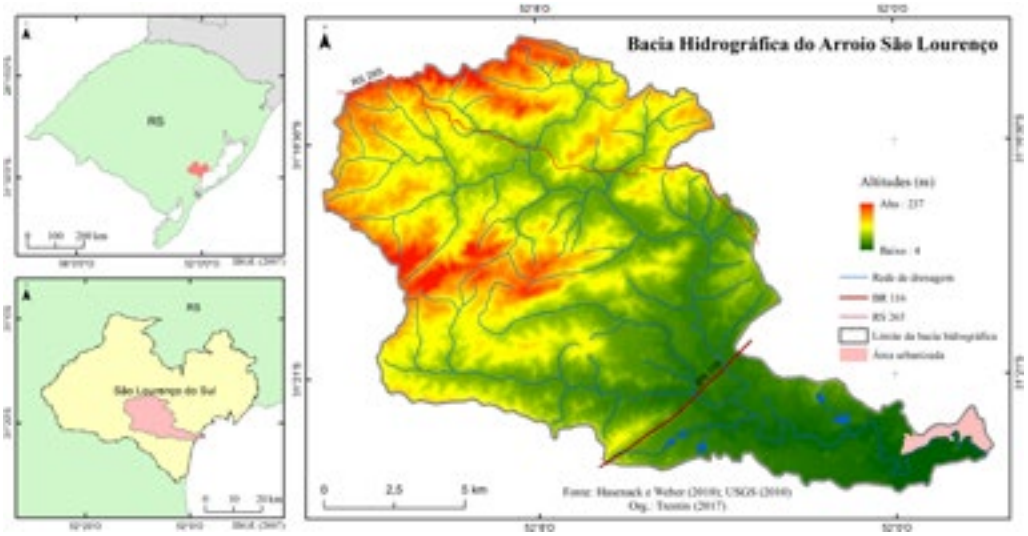


Figura 1 – Localização geográfica e características altimétricas da área de estudo considerando o Estado do Rio Grande do Sul e o município de São Lourenco do Sul. Fonte: Trentin e Simon (2017).

A escolha da bacia hidrográfica como área de estudo oferece uma visão integradora para a análise e gestão ambiental, uma vez que é reconhecida como unidade básica de planejamento. Permite concretizar conceitos de planejamento integrador e visualizar os processos e seus impactos de forma sistêmica, pelo fato de sua delimitação ser definida a partir de aspectos naturais (características de relevo) (SANTOS, 2004). Assim a importância da área de estudo para o município torna relevante reconhecer a situação espacial da cobertura vegetal em vista de seu papel na conversação dos recursos hídricos.

2. Material e Métodos

O desenvolvimento desta pesquisa ocorreu em três etapas: 1) coleta e organização da base de dados espaciais; 2) classificação de imagens e obtenção da cobertura vegetal arbórea; e 3) análise e quantificação dos dados a partir de álgebra de mapas.

Na primeira etapa foram utilizados: base cartográfica em escala 1:50.000 (HASENACK; WEBER, 2010), imagem SRTM com resolução de 30m e duas imagens de satélite, sendo selecionado o satélite Landsat devido a longa série de dados disponível. A

partir da busca na base de dados *Earth Explorer* (USGS) foram selecionadas a cena de 13/11/1988 do Landsat 5, sensor TM e a cena de 12/12/2016 do Landsat 8, sensor OLI. Ambas as cenas estavam sem cobertura de nuvens e sua seleção se relaciona com a proximidade quanto à época do ano e disponibilidade de dados para a área de estudo, resultando em um intervalo de 28 anos, com um cenário da década de 1980 e outro representando o período recente (2016). Na sequência, a partir da base de dados organizada, foi obtido o limite da bacia hidrográfica, além da realização do registro das imagens e posterior recorte, de forma a cobrir a área de estudo.

A segunda etapa correspondeu à obtenção de dados sobre a cobertura vegetal a partir de classificação supervisionada Maxver, no software ArcGIS 10.6, para cada uma das datas de análise (1988 e 2016). Nesta etapa obteve-se um mapa de uso e cobertura da terra, sendo individualizada a classe referente à cobertura vegetal arbórea, a qual foi convertida para o formato vetorial.

A terceira etapa correspondeu à quantificação e análise espacial a partir dos produtos gerados. Cabe ressaltar que a análise espacial está associada à Geografia e corresponde ao estudo da distribuição espacial de um fenômeno, em busca de padrões espaciais (ROSA, 2011). Esta etapa permite a criação e análise de novas variáveis a partir da combinação de variáveis georreferenciadas pré-existentes. Neste sentido, foi obtida a área ocupada pela cobertura vegetal arbórea, considerando cada um dos fragmentos verificados para as duas datas. Esta primeira métrica foi espacializada para cada um dos anos mapeados pelo método de representação por quebras naturais.

As novas variáveis espaciais obtidas demandaram o uso de álgebra de mapas e utilização da ferramenta *Patch Analyst* que foi utilizada no ambiente do software ArcGIS. A análise cruzada entre a cobertura vegetal arbórea de 1988 e de 2016 permitiu verificar as mudanças espaciais ocorridas e analisar sua distribuição espaço-temporal. Assim foi possível verificar áreas que permaneceram com cobertura vegetal, áreas que não apresentam mais cobertura e áreas que passaram a apresentar cobertura vegetal no período recente.

Em seguida foram obtidas métricas da paisagem com auxílio da ferramenta *Patch Analyst*, sendo utilizadas neste trabalho o número de fragmentos e o índice de forma. O índice de forma, de acordo com McGarigal e Marks (1994) indica a regularidade ou irregularidade da forma.

Os valores mais próximos de um (1) indicam formas mais circulares e à medida que os valores aumentam a forma tende a ser mais irregular. Este índice tem relação com o efeito de borda, pois, quanto mais recortada estiver a forma, mais suscetível estará o fragmento ou menos conservado poderá se apresentar, a depender de seu tamanho.

Os resultados para o índice de forma foram espacializados a partir de três classes: valores menores que 1,5 que correspondem às formas mais regulares (arredondadas); valores entre 1,5 e 4,0 que se referem a formas intermediárias; e valores maiores que 4,0 que tendem a representar formas mais alongadas.

3. Resultados e discussões

A bacia hidrográfica do Arroio São Lourenço caracteriza-se pelo predomínio de baixas altitudes (até 20m) à exceção da porção central e norte da bacia onde as elevações alcançam mais de 200m (Figura 1). Sua área apresenta intensidade de usos antrópicos relacionados com atividades agropecuárias, sobretudo agrícolas, conforme mapeamento de uso e coberturas da terra realizado por Hubner e Trentin (2017).

A cobertura vegetal arbórea da bacia hidrográfica encontra-se distribuída em toda sua extensão territorial concentrando-se na alta bacia (Figura 2). Sua concentração nesta porção está relacionada com as maiores elevações e também com as áreas de maior declividade, que acabam impedindo usos agrícolas seja pelo difícil acesso ou mesmo a fatores relacionados à legislação. Verifica-se que, espacialmente, a cobertura vegetal não apresentou grandes alterações no período analisado, embora tenha sido constatado um incremento em sua área ocupada, passando de 23,16km^2 em 1988 para 26,90km^2 em 2016. Estes totais representam 12,19% e 14,16% respectivamente, em relação à área total da bacia hidrográfica.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Os mapas (Figura 2) também evidenciam a concentração espacial da cobertura vegetal ao longo dos canais de drenagem, inclusive alguns dos maiores fragmentos mapeados, fato que se relaciona com a ocorrência de APPs, conforme o código florestal. Mesmo assim, Hubner e Trentin (2017) verificaram a existência de conflitos de uso em APPs, uma vez que a cobertura vegetal arbórea representa 46% da área total de APPs de cursos de água na bacia.

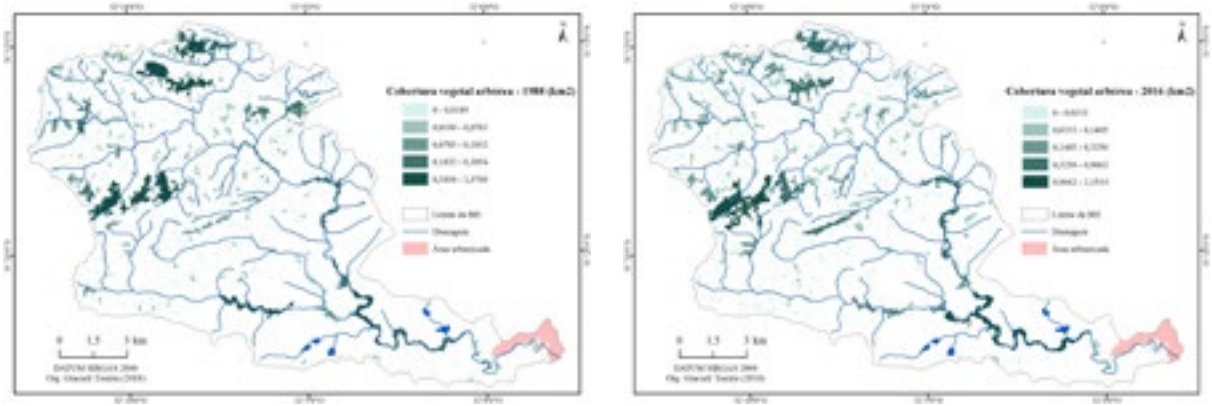


Figura 2 - Mapas da cobertura vegetal arbórea da bacia hidrográfica do Arroio São Lourenço para os anos de 1988 e 2016.

O mapa de mudanças espaciais na cobertura vegetal arbórea (Figura 3) evidencia a prevalência de áreas onde esta cobertura vegetal permaneceu durante o período analisado (14,86km^2). As mudanças ocorridas e representadas no mapa (Figura 3) indicam maior inserção de cobertura vegetal no período recente, fato que pode estar relacionado com os instrumentos de fiscalização, o novo Código Florestal (APPs e reserva legal) e mesmo a obrigatoriedade do Cadastro Ambiental Rural que ainda está em fase de preenchimento. No entanto, também deve-se destacar as características das imagens e condições atmosféricas no momento de imageamento, muito embora tenham sido selecionadas imagens próximas quanto ao período do ano.

As mudanças espaciais verificadas (Figura 3) tem relação direta com as características dos fragmentos de vegetação, relacionadas à forma e ao tamanho. Enquanto o maior fragmento em 1988 totalizava 1,37km^2, em 2016 o maior fragmento apresentou área de

ISBN: 978-85-7282-778-2

2,15km^2 (Figura 2). Isto corrobora para o aumento de cobertura vegetal verificado em 2016, indicando crescimento das manchas. Os dados da Tabela 1 apresentam o total de fragmentos e área ocupada a partir das classes que representam o índice de forma (Figura 4). Pode-se verificar uma manutenção quanto ao número de fragmentos no período e uma concentração maior de área ocupada pela cobertura vegetal em fragmentos que apresentam índice de forma intermediário.

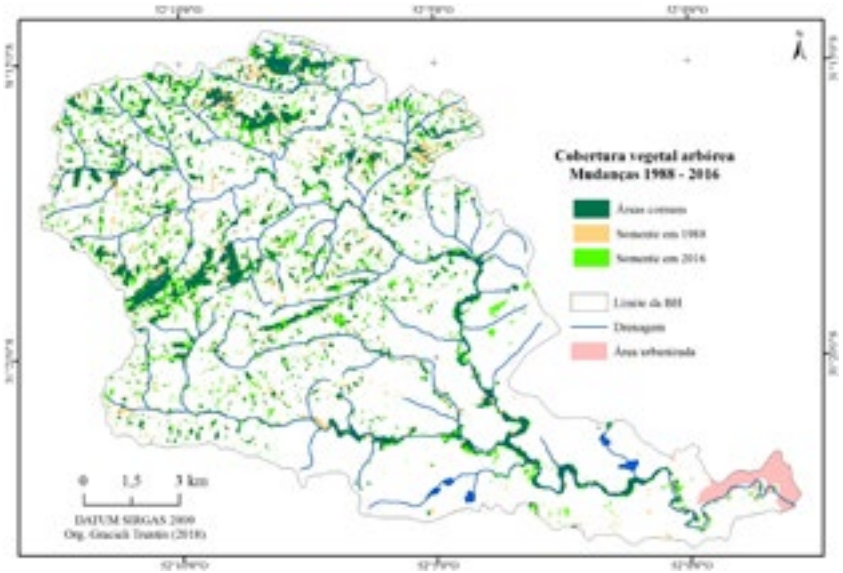


Figura 3 – Mudanças espaciais evidenciadas na cobertura vegetal arbórea da bacia hidrográfica entre os ano de 1988 e 2016.

Os valores obtidos para o índice de forma comprovam o padrão fragmentado da cobertura vegetal da bacia, a maior área de cobertura vegetal corresponde aos fragmentos com valores intermediários e mais elevados (Tabela 1). Verifica-se que os valores tendem a aumentar, considerando-se a classe com valores maiores que 4,0 nas duas datas, representando maior irregularidade das manchas em 2016 (mapas da Figura 4).

Fragmentos alongados, com maiores valores de índice de forma, podem ter maior interferência das bordas, ou seja, dos usos da terra adjacentes (BLEICH; SILVA, 2013). Áreas circulares teriam menores impactos a partir da borda, no entanto, se forem áreas pequenas

também há interferência. Silva e Souza (2014) ressaltam que a tendência é que o recorte da paisagem a partir do isolamento de manchas de cobertura vegetal tenha continuidade em decorrência das demandas de espaços para atividades diversas, entre elas a agricultura. A intensidade de usos antrópicos na área de estudo destacada por Hubner e Trentin (2017) parece comprovar esta tendência aliada às ocorrências de enchentes e processos erosivos que levam ao assoreamento do curso principal.

Tabela 1 – Características dos fragmentos de cobertura vegetal a partir das classes do Índice de Forma (IF)

Classes do IF	**N° de fragmentos**		**Área km²**	
	1988	**2016**	**1988**	**2016**
< 1,5	1.856	1.789	4,102	4,179
1,5 – 4,0	499	498	14,217	15,573
> 4,0	7	8	4,842	7,145
Total	*2.362*	*2.295*	*23,16*	*26,897*

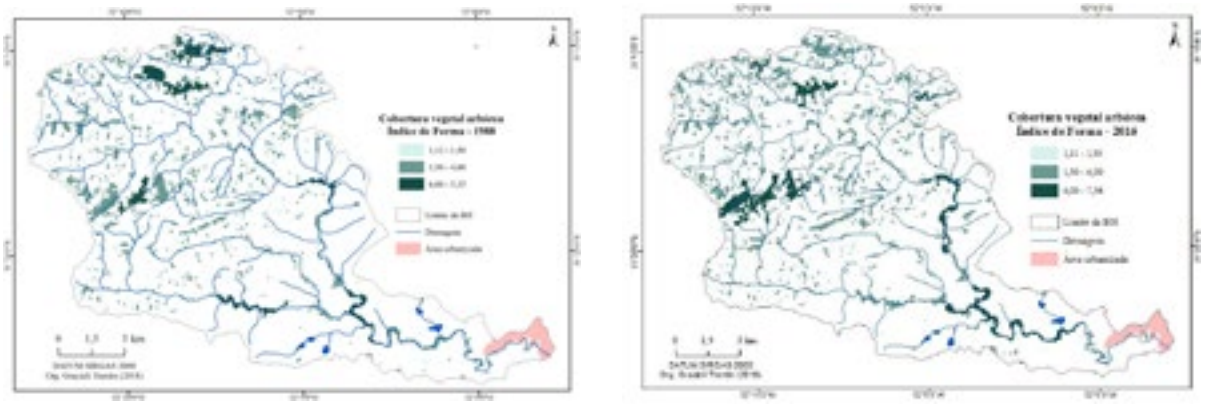


Figura 4 - Valores do índice de forma da cobertura vegeral arbórea da bacia hidrográfica para os anos de 1988 e 2016.

Na área de estudo há predomínio de pequenos fragmentos, que tendem a apresentar valores de índice de forma menores que 1,5 e então tenderiam à circularidade, porém seu pequeno tamanho e área ocupada evidenciam a não manutenção das condições naturais que caracterizariam o ambiente. Porém, de acordo com Bleich e Silva (2013) e Silva e Souza (2014) os pequenos fragmentos podem ser importantes catalisadores para uma regeneração da

cobertura vegetal, quando conectados por corredores florestais, facilitando o manejo integrado dessas áreas a fim de melhorar a estrutura e o funcionamento do sistema.

Estes resultados mostram a necessidade de pensar estratégias para recuperação da cobertura vegetal da bacia hidrográfica a fim de minimizar problemáticas relacionadas com os constantes eventos de enchentes que impactam a área urbana e então, a população que reside nas margens do curso principal, além de minizar o processo de assoreamento que é intensificado pelos processos erosivos que ocorrem à montante. As enchentes assim como o assoreamento são consequências do manejo inadequado dos usos da terra na bacia. Silva e Souza (2014) destacam que o desenvolvimento de atividades sem planejamento tem implicado em maior fragmentação da paisagem, comprometendo os aspectos biofísicos, com destaque para a supressão da vegetação (elemento que condiciona a conservação de outros fatores).

Em pesquisa sobre elementos da geodiversidade da bacia hidrográfica em estudo, Trentin e Simon (2017) verificaram que a mesma possui baixo potencial de patrimônio hídrico e geomorfológico. No entanto, os autores apontam o valor econômico do patrimônio hídrico da bacia, que deve ser preservado dos processos de uso da terra e retirada das coberturas vegetais, sobretudo em áreas de preservação permanente, pois no mesmo estudo apontam que as condições de conservação das coberturas vegetais estão abaixo do mínimo adequado pela legislação ambiental.

4. Considerações Finais

O mapeamento da cobertura vegetal arbórea da bacia hidrográfica do Arroio São Lourenço evidenciou um padrão espacial fragmentado nas duas datas de análise que tem relação com os usos da terra. Mudanças espaciais significativas na configuração da cobertura vegetal não foram verificadas, porém há incremento de área ocupada pela cobertura vegetal no período recente, perceptível sobretudo nas bordas dos fragmentos. Isto é positivo em vista da importância da área estudo para o município (área de captação para abastecimento urbano).

ISBN: 978-85-7282-778-2

Os valores do índice de forma reforçam o predomínio de manchas pequenas dispersas pela área da bacia, as quais tendem à circularidade, porém a maior área de cobertura vegetal arbórea apresenta índices de forma intermediários ou altos que se relacionam com manchas alongadas, indicativas de retalhamento da paisagem. Os resultados obtidos reforçam a necessidade de pensar estratégias de conservação da cobertura vegetal arbórea a fim de minizar eventos de enchentes, assoreamento e possíveis impactos na qualidade da água.

Trabalhos futuros em escala de maior detalhe poderão fornecer maiores subsídios para planos de recuperação de áreas degradadas quanto à cobertura vegetal da bacia hidrográfica. Considera-se ainda a importância de utilizar outras métricas da paisagem para compreender de forma mais específica a estrutura da paisagem e seu funcionamento.

Referências Bibliográficas

BLEICH, M. E.; SILVA, C. J. da. Caracterização dos fragmentos florestais amazônicos remanescentes na microbacia hidrográfica do rio Taxidermista I em Alta Floresta, MT. **Biotemas**, v. 26, n. 4, p. 45-51, 2013.

BRASIL. **Código Florestal Brasileiro.** Lei no 12.651, de 25 de maio de 2012**.** Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/L12651compilado.htm>. Acesso em: 20 de janeiro de 2019.

COLLINGE, S. K. Ecological consequences of habitat fragmentation: implications for landscape architecture and planning. **Landscape and Urban Planning**, v. 36, n. 1, p. 59-77, 1996.

ELLIS, E. C. et al. Used planet: A global history. **PNAS**, v. 110, n. 20, p. 7978 – 7985, 2013.

FORMAN, R. T. T. **Land Mosaics**: the ecology of landscapes and regions. Cambridge: Cambridge University Press, 1995.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. **Censo Demográfico**. 2010. Disponível em <http://www.sidra.ibge.gov.br/>. Acesso em 05 de dezembro de 2014.

HASENACK, H.; WEBER, E. (org.). **Base cartográfica vetorial contínua do Rio Grande do Sul - escala 1:50.000**. Porto Alegre, UFRGS-IB-Centro de Ecologia, 2010.

HUBNER, J.; TRENTIN, G. Identificação e análise dos conflitos de uso nas áreas de preservação permanente (APPs) da Bacia Hidrográfica do Arroio São Lourenço. In: SEMINÁRIO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS, 4. 2017, Pelotas. **Anais...** Pelotas: PPGEO/ICHI/UFPel, 2017. p. 110-115.

McGARIGAL, K.; MARKS, B. J. **Fragstats**: Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. Dolores: Forest Service Department, Oregon State University, 1994.

METZGER, J. P. 2001. O que é ecologia de paisagens? **Biota Neotropica**. V. 1. N., 1, p. 1-9, 2001. Disponível em < http://www.biotaneotropica.org.br/v1n12/pt/abstract?thematic-review+BN00701122001>.

MORETTI, A. I. P.; FERREIRA, M. C.; MATTOS, E. C. A. de; TRENTIN, G. Avaliação de métodos de classificação supervisionada para o mapeamento da cobertura vegetal nativa da Área de Proteção Ambiental Fernão Dias a partir de imagem Landsat. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15. (SBSR), 2011, Curitiba. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2011. p. 7279-7285.

RENO, V. F.; NOVO, E.M. L. de M. Alterações da paisagem de várzea do Baixo Amazonas entre 1970 e 2008. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16. (SBSR), 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2013. p. 7778-7785.

ROSA, R. Análise espacial em geografia. Revista da ANPEGE, v. 7, n. 1, número especial, p. 275-289, 2011.

SANTOS, J. F. C. dos; Mendonça, B. A. F. de, Araújo, E. J. G. de, Andrade, c. f. de. Fragmentação florestal na Mata Atlântica: o caso do município de Paraíba do Sul, RJ, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 15, n.3, p. 151-158, 2017.

SILVA, M. S. F.; SOUZA, R. M. Padrões espaciais de fragmentação florestal na FLONA do Ibura – Sergipe. **Mercator**, Fortaleza, v. 13, n. 3, p. 121-137, 2014.

SANTOS, R. F. dos. **Planejamento ambiental**: teoria e prática. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

TABARELLI, M.; MANTOVANI, W.; PERES, C. A. Effects of habitat fragmentation on plant guild structure in the montane Atlantic forest of southeastern Brazil. **Biological Conservation**, v. 91, n. 2-3, p. 119-127, 1999.

TRENTIN, G; SIMON, A.L.H. Identificação das Áreas com Potencial Patrimônio Hídrico e Geomorfológico da Bacia Hidrográfica do Arroio São Lourenço (RS/Brasil). In: PONTES, H. S.; MOCHIUTTI, N. F. B.; MASSUQUETO, L. L.; GUIMARÃES, G. B. (Org.). **IV Simpósio Brasileiro de Patrimônio Geológico - II Encontro Luso-Brasileiro de Patrimônio Geomorfológico e Geoconservação**. Ponta Grossa: GUPE, 2017, v. Único, p. 581-585.

VIANA, V. M. Biologia e manejo de fragmentos florestais naturais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990, Campos do Jordão. **Anais...** Campos do Jordão: SBS/SBEF, 1990. p.113-118.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

DRENAGEM ÁCIDA DE ROCHAS EM AMBIENTE PERIGLACIAL DA ANTÁRTICA MARÍTIMA

Daví do Vale Lopes [(a)], José João Lelis Leal de Souza [(b)], Fábio Soares de Oliveira [(c)], Carlos Ernesto G.R. Schaefer [(d)], Jonas de Almeida Pernes [(e)]

[(a)] Departamento de Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais, davivlopes@hotmail.com
[(b)] Departamento de Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, jjlelis@gmail.com
[(c)] Departamento de Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais, fabiosolos@gmail.com
[(d)] Departamento de Solos, Universidade Federal de Viçosa, carlos.schaefer@ufv.br
[(e)] Departamento de Geografia, Universidade Federal de Viçosa, jonaspernes@gmail.com

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas.

Resumo

Na Antártica o intemperismo químico ocorre em taxas lentas. Áreas com rochas sulfetadas revelam potencial de geração de acidez e maior alteração química. O objetivo deste trabalho foi analisar a ocorrência da Drenagem Ácida de Rochas (ARD) em ambiente periglacial da Antártica e suas implicações para as bacias hidrográficas em que se inserem. Coletou-se 24 amostras de águas em duas bacias na Península Barton, Ilha Rei George. Determinou-se Al, Ca, K, Mg, Na, P, Si, S, Mo, Pb e Fe em ICP-OES (segundo a USEPA), sulfato, nitrato e cloreto por Cromatógrafo de Troca Iônica. A partir dos valores de pH inferiores a 4, elevada concentração de sulfato, S e íons metálicos registrou-se ocorrência de ARD. Esta bacia é singular com dinâmicas hidrogeoquímicas únicas, que funcionam como catalisadores dos processos de intemperismo químico. Na Antártica a ARD tem potencial de ser intensificado como consequência das mudanças climáticas.

Daví do Vale Lopes, José João Lelis Leal de Souza, Fábio Soares de Oliveira, Carlos Ernesto G.R. Schaefer, Jonas de Almeida Pernes

Palavras chave: sulfurização; sulfetos; hidrogeoquímica; metais; intemperismo químico.

1. Introdução

Nos ecossistemas antárticos o intemperismo químico ocorre em taxas muito lentas, devido as condições climáticas extremas (frio e baixa disponibilidade de água em estado líquido) (CAMPBELL; CLARIDGE, 1987). A Antártica Marítima representa uma zona de transição climática entre a Zona Temperada e o Círculo Polar Antártico, sendo uma de suas características a presença de água em estado líquido durante um curto período do ano, que favorece a pedogênese (SIMAS et al., 2006). A Ilha Rei George, localizada na Antártica Marítima apresenta rochas como basaltos, basaltos-andesíticos e andesitos, destaca-se os dois últimos por apresentarem sulfetos em sua composição, revelando potencial natural de geração de drenagem ácida.

A Drenagem Ácida consiste num processo de aumento acentuado da atividade hidrogenionica em solução, rebaixando o pH do ambiente (BIGHAM; NORDSTROM, 2000; DOLD et al., 2013). Essa acidificação é produto da exposição de minerais sulfetados ao ar ou à água e, conseqüentemente, sua oxidação (BIGHAM; NORDSTROM, 2000). Por sua vez, a produção de soluções ácidas favorece a desestabilização de outros minerais, solubilizando seus componentes químicos em taxas aceleradas. O ambiente químico formado torna-se propício a uma elevada mobilidade do enxofre e íons metálicos.

A drenagem ácida normalmente é associada a atividades antrópicas em áreas de mineração, denominada de Drenagem Ácida de Minas (AMD). Este é um fenômeno global, relatado anteriormente em ambientes tropicais, temperados, boreais e de alta latitude (DOLD et al., 2013). Sua ocorrência natural é denominada de Drenagem Ácida de Rochas (ARD), sendo responsável por significativas transformações na paisagem. Este fenômeno é resultante do processo de oxidação de minerais sulfetados, tais como a pirita (FeS_2), quando a produção de acidez excede capacidade tampão da rocha ou solo. Na existência de rochas carbonáticas existe maior tendência de neutralização da acidez (BIGHAM; NORDSTROM, 2000).

Poucos estudos abordam sobre ARD na Antártica e sua influência no intemperismo em condições periglaciais. Dold et al. (2013) analisaram os processos bioquímicos que levam a geração de ARD e como estes são importantes como fonte de Fe para o Oceano Antártico. Em estudo hidrogeoquímco na Península Keller, Souza et al. (2012) identificaram maior concentração iônica em áreas afetadas por sulfetos, o que demonstra a importância deste processo para a gênese de solos sulfatados na Antártica.

Os canais retratam as dinâmicas hidrogeoquímicas ocorrentes dentro das bacias hidrográficas. Na Antártica, estes cursos hídricos do verão transportam nutrientes, metais tóxicos e elementos de importância trófica e ambiental (SOUZA et al., 2012). Este trabalho teve como objetivo principal analisar a ocorrência da Drenagem Ácida de Rochas em ambiente periglacial da Antártica Marítima e suas implicações para as bacias hidrográficas em que se inserem.

2. Material e Métodos

2.1. Área de estudo

O Arquipélago das Shetlands do Sul localiza-se na Antártica Marítima, sendo a Ilha Rei George de maior extensão. A formação geológica da Ilha consiste principalmente de rochas do Terciário, destaca-se basalto, andesito-basáltico, andesito e granodiorito (KIM; CHO; LEE, 2002). A Península Barton (62º14'S 58º46'W) possui área aproximada de 12 Km^2, localizase a sudoeste da Ilha Rei George, na Baía de Maxwell (FIGURA 1). Um dos principais pontos de referência da área é a estação de pesquisa sul coreana King Sejong, instalada no local desde 1988. Na Península, assim como na Ilha Rei George como um todo são encontrados veios e disseminações sulfetadas, principalmente em andesitos, os quais revelam um potencial natural de geração de acidez.

A geologia dominante na área é de terrenos basalto-andesíticos, Paleoceno-Eoceno (KIM; CHO; LEE, 2002) (FIGURA 1). Armstrong, (1995) registrou que os andesitos piritizados da Península estão associados a um ambiente hidrotermal magmático, possivelmente com um componente magmático de vapor, sua gênese relaciona-se a volumes de fluidos ácidos gerados em rasas profundidades. Yeo et al. (2004) registraram importante distinção dos terrenos basalto-andesíticos. No centro da Península Barton as rochas apresentam composição máfica, sendo caracterizadas como basalto para basalto andesítico. Ao norte da península as rochas apresentam composição intermediária, basalto andesítico para andesito (YEO et al., 2004).

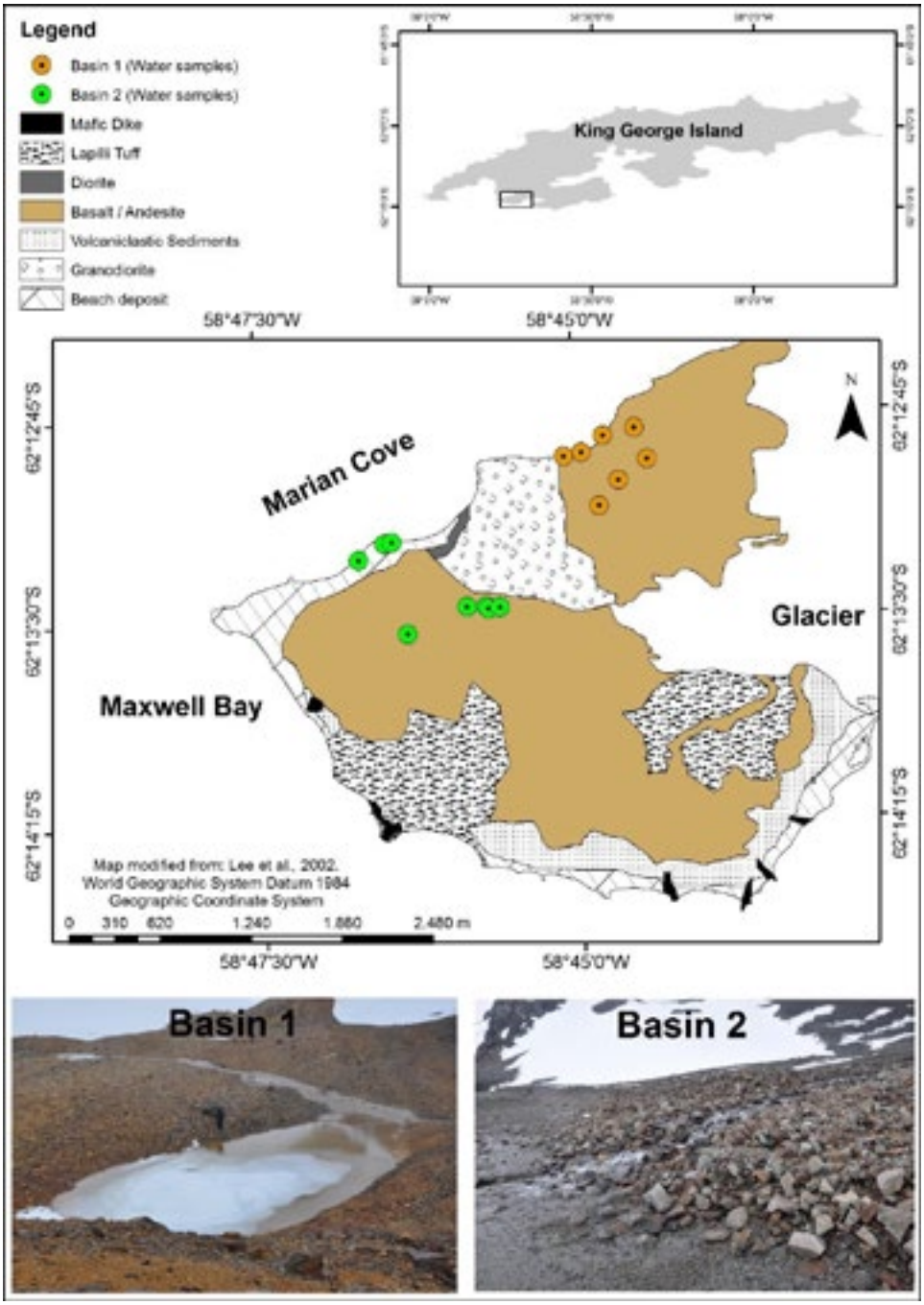


Figura 1: Mapa de localização da Península Barton na Ilha Rei George com a litologia e pontos amostrados na bacia em que ocorre drenagem ácida (bacia 1) e outra bacia não sulfatada (bacia 2).

2.2. Amostragem e análises de água

Os pontos amostrados foram georreferenciados com auxílio de GPS ("*Global Position System*"). Coletram-se 24 amostras simples de canais de degelo considerando a distribuição espacial dos canais de degelo, utilizou-se frascos de polietileno para evitar a interferência de compostos orgânicos fotodegradáveis. Previamente os frascos foram ambientados com a água do próprio local por três vezes. Armazenou-se em ambiente refrigerado com o objetivo de retardar a ação biológica e alteração dos compostos químicos.

Em campo mensurou-se valores de pH e Eh no momento da coleta. Foram feitas análises da composição química com mensuração das formas naturais e formas dissolvidas em pH ácido de 11 elementos químicos: Al, Ca, K, Mg, Na, P, Si, S, Mo, Pb e Fe. A dosagem foi realizada em Espectrofotômetro de Emissão Ótica Acoplado a Plasma Induzido (ICP-OES). A extração das formas químicas naturais foi feita através da filtragem da amostra de água à vácuo utilizando membrana de éster de celulose com porosidade de 0,45 μm.

As formas dissolvidas em pH ácido, também seguiram o procedimento de filtragem, porém submetidas a uma prévia acidificação com HNO_3 redestilado. Os procedimentos seguiram o método 200.7 da *United States Environmental Protection Agency* (USEPA, 2009). Os parâmetros analíticos foram feitos para avaliar o grau de confiabilidade do aparelho e identificar os limites de detecção e quantificação. A alcalinidade foi medida em amostras de água não filtradas (CLESCERL; GREENBERG; EATON, 1999). Sulfato, nitrato e cloreto foram determinados em amostras não acidificadas por Cromatógrafo de Troca Iônica Dionex DX-600.

3. Resultados

3.1. pH, alcalinidade e ânions

A bacia 1 apresenta valores de pH extremamente ácido (média de 3,9), alta concentração de sulfatos (67,8 $mg.L^{-1}$) e baixa alcalinidade (112,1 $mg.L^{-1}$) (TABELA 1). Por sua vez a bacia 2 apresenta valores de pH proximos a neutro (média de 6,9), baixa concentração de sulfato (35,3 $mg.L^{-1}$) e alcalinidade mais elevada (423,7 $mg.L^{-1}$) (TABELA 1).

A sequência molar de ânios na bacia 1 segue a ordem: sulfato > cloreto > nitrato. Na bacia 2 a ordem foi: cloreto > sulfato > nitrato (TABELA 1). Cloreto e nitrato estão presentes em maiores

concentrações na bacia 2 (valores médios respectivamente 121,6 e 6,7 mg.L^{-1}). A bacia 1 apresenta concentração de sulfato quase duas vezes maior que a bacia 2 (valores médios respectivamente 67,8 e 35,3 mg.L^{-1}) (TABELA 1).

Tabela 1: Valores de pH, alcalinidade e concentração aniônica.

Bacia	Amostra	pH	Alcalinidade	Cloreto	Nitrato	Sulfato
	-	-	mg/L			
Bacia 1	**3**	4,10	169,47	13,89	0,56	43,56
	4	3,74	112,98	10,67	0,68	31,03
	5	3,90	112,98	14,68	0,77	10,26
	14	4,33	56,49	13,29	0,52	13,37
	15	4,42	225,96	19,77	0,72	10,28
	16	4,35	112,98	28,91	1,18	12,59
	17	4,18	338,94	92,29	0,92	21,28
	18	3,62	56,49	22,19	0,99	48,07
	19	4,35	112,98	24,96	0,88	13,86
	20	4,13	56,49	15,87	0,50	23,37
	21	4,41	100,13	27,39	0,31	32,35
	22	3,50	56,49	76,44	0,70	160,02
	23	3,75	56,49	66,49	1,06	53,77
	24	3,72	56,49	22,63	0,66	156,62
	25	3,52	56,49	26,04	0,72	77,30
	26	3,76	112,98	137,84	72,00	378,39
	Média	3,99	112,18	38,33	5,20	67,88
	SD	0,32	74,80	34,91	17,25	92,33
Bacia 2	**9**	6,93	508,42	33,17	1,15	66,50
	10	5,30	338,94	8,55	0,72	10,57
	11	5,60	395,44	18,58	1,58	14,56
	48	7,66	508,42	29,72	1,17	6,08
	49	7,64	400,23	30,48	1,96	8,22
	50	7,08	398,00	147,91	2,55	58,05
	51	7,48	452,33	168,58	38,00	52,00
	52	7,51	387,89	536,33	nd	66,44
	Média	6,90	423,71	121,67	6,73	35,30
	SD	0,93	60,53	178,43	13,80	27,69

3.2. Concentração elementar

As maiores concentrações de metais e metaloides foram registradas na bacia 1, exceto para Mo e Pb. Esta bacia registrou concentração média de enxofre três vezes maior que a bacia 2, a qual por sua vez, apresentou concetrações tão baixas que muitas amostras ficaram abaixo do limite de detecção (< IDL) (TABELA 2).

A sequência molar dos cátions mais abundantes na bacia 1 foram: Na > Ca > Mg > Al > Fe > K (TABELA 2). Na bacia 2 a sequência foi: Na > Ca > Fe > K > Mg, os valores de Al deram abaixo do limite de detecção (TABELA 2).

Tabela 2: Concentração de metais e metalóides

Bacia	Amostra	Al	Ca	K	Mg	Na	P	S	Si	Fe	Mo	Pb
	-	mg/L									ug/L	
Bacia 1	3	1,75	4,91	0,86	<IDL	6,91	0,04	35,97	1,34	6,53	8,58	<IDL
	4	0,41	3,38	0,72	<IDL	4,42	0,40	23,85	2,15	1,18	6,23	<IDL
	5	<IDL	<IDL	0,71	<IDL	5,75	0,53	6,69	0,58	0,69	7,39	<IDL
	14	<IDL	<IDL	0,44	<IDL	4,78	0,31	7,65	0,99	0,19	5,81	<IDL
	15	<IDL	<IDL	0,55	<IDL	6,53	0,76	5,71	1,17	0,10	7,28	<IDL
	16	<IDL	<IDL	0,39	<IDL	3,72	0,71	3,89	0,90	0,21	7,40	<IDL
	17	<IDL	0,38	2,10	2,63	29,85	0,68	9,90	1,26	0,03	6,11	0,11
	18	0,51	3,44	0,55	<IDL	5,76	0,33	33,81	0,76	0,68	7,46	<IDL
	19	<IDL	<IDL	0,52	<IDL	6,75	0,30	6,47	0,09	0,40	9,76	<IDL
	20	0,16	0,32	0,59	<IDL	5,45	0,15	14,34	0,75	0,17	8,72	<IDL
	21	<IDL	1,44	0,44	<IDL	5,71	0,53	8,66	0,05	<IDL	10,64	<IDL
	22	2,64	24,71	1,88	3,45	26,11	<IDL	105,59	3,76	3,95	8,17	<IDL
	23	1,02	2,11	0,82	<IDL	11,27	0,44	27,76	0,56	3,13	5,05	<IDL
	24	2,12	31,70	1,06	2,76	6,73	<IDL	126,17	1,20	0,69	10,90	<IDL
	25	5,74	2,46	0,35	<IDL	4,41	0,35	61,90	1,69	0,10	6,76	<IDL
	26	7,50	11,00	5,31	10,78	66,18	<IDL	94,25	3,59	0,41	5,71	<IDL
	Média	2,43	7,80	1,08	4,91	12,52	0,43	35,79	1,30	1,23	7,62	0,11
	SD	2,41	10,12	1,20	3,41	15,73	0,21	38,44	1,04	1,80	1,69	0,00
Bacia 2	9	<IDL	11,89	1,10	0,80	9,02	0,42	43,20	4,34	1,80	8,97	<IDL
	10	<IDL	1,96	0,52	<IDL	2,96	0,26	10,61	1,31	0,15	7,36	<IDL

11	<IDL	1,77	0,81	<IDL	6,29	0,47	11,46	1,71	0,36	5,91	<IDL
48	<IDL	<IDL	0,94	<IDL	6,25	<IDL	2,47	0,08	0,57	13,67	7,77
49	<IDL	<IDL	0,99	<IDL	5,96	<IDL	2,36	0,04	0,78	14,82	7,71
50	<IDL	3,27	1,00	<IDL	5,01	<IDL	21,75	2,60	0,99	16,32	6,42
51	<IDL	<IDL	0,90	<IDL	5,55	<IDL	1,83	0,14	2,98	15,51	3,29
52	<IDL	<IDL	0,90	<IDL	5,16	<IDL	1,20	0,05	<IDL	13,51	4,96
Média	-	4,72	0,89	0,80	5,78	0,39	11,86	1,28	1,09	12,01	6,03
SD	-	4,82	0,17	0,00	1,69	0,11	14,51	1,56	0,99	4,00	1,91

4. Discussão

4.1. Caracterização Hidrogeoquímica

A partir dos valores de pH inferiores a 4, elevada concentração de sulfato, S e íons metálicos identificou-se que a bacia hidrográfica 1 apresenta ocorrência do fenômeno natural de drenagem ácida de rochas. Esta bacia possui valores de pH que podem chegar a 3,5. Dold et al. (2013) registraram valores de pH entre 3,2 e 4,5 e apresentaram que a formação de ARD na Antártica foi catalisada por microrganismos de Drenagem Ácida de Minas encontrados em climas frios (*Acidithiobacillus ferrivorans* e *Thiobacillus plumbophilus*).

A bacia 2 apresenta pH próximo a neutralidade e maiores valores de alcalinidade (média de 423,7 $mg.L^{-1}$) (TABELA 1). Darmody et al., (2000) registraram neutralização da acidez por carbonatos em áreas de oxidação de sulfeto no Ártico. Carbonatos são os principais minerais capazes de produzir alcalinidade, influenciando diretamente a qualidade da drenagem. A quantidade potencial de alcalinidade depende da quantidade de materiais calcários presentes. Na Península Barton não foi registrada influencia de carbonatos, estas informações vão de acordo com Souza et al. (2012), em estudo na Península Keller, Ilha Rei George, onde também não registraram influencia carbonática.

A área de ocorrência de ARD apresenta maiores valores de sulfato, chegando a 378,8 $mg.L^{-1}$ (TABELA 1). Krauskopf, (1979) relata que a mudança de sulfeto para sulfato acarreta no aumento do Eh, geração de acidez e formação de minerais secundários sulfatados. A quantidade potencial de geração de acidez depende da quantidade total e dos tipos de sulfetos. Sulfetos são estáveis so condições anaeróbicas, mas quando o oxigênio é introduzido no sistema ocorre oxidação e geração de ácido sulfúrico (DENT, 1986).

As maiores concentrações de metais e metaloides (Al, Ca, Fe, K, Mg, Na, P, S e Si) foram registradas na bacia com drenagem ácida (TABELA 2). A hidrogeoquímica das áreas afetadas por sulfeto em regiões subpolares é importante por seu papel no aumento da concentração iônica em solução (SOUZA et al., 2012). Bigham e Nordstrom (2000) abordam que a formação de ácido sulfúrico nestas áreas acarreta na mobilização e liberação de acidez e metais nas águas. Os baixos valores de P (média $< 0{,}5$ mg.L^{-1} em ambas as bacias) são justificados pela limitada presença da fauna Antártica nas áreas analisadas.

Em muitas áreas a concentração de metais ao longo do curso d'água tende a decrescer, devido a diluição por outros canais tributários. Hudson-Edwards et al. (1996) demonstraram que concomitantemente com a elevação do pH e favorecimento da precipitação de óxidos de Fe e Mn, ocorre uma diminuição da mobilidade de metais em solução, uma vez que essas são alocados em formas minerais mais estáveis. Nesses ambientes, a partir da dissolução dos sulfetos, diversos óxidos, oxihidróxidos e oxihidróxidos-sulfatos precipitam e incorporam metais em sua estrutura, bem como também adsorvem em sua superfície e, servem como transportadoras desses metais ao longo dos cursos d'água.

A exportação de metais e metalóides para as águas marinhas (TABELA 2) é de extrema importância para a vida aquática (tanto para a produção primária, quanto de organismos maiores), uma vez que o Oceano Polar é o mais pobre em nutrientes. Dold et al. (2013) apresentam que este aporte nutricional está correlacionado com o aumento da produção de fitoplâncton e este quadro tende a ser maximizado por um cenário de aquecimento global.

4.2. Intemperismo químico

Geomorfólogos vinham dando pouca atenção aos processos químicos em ambientes periglaciais (DARMODY et al., 2000). Isto se deve a rigorosa aceitação de duas premissas básicas, acreditava-se que regiões frias eram dominadas por processos mecânicos e que processos químicos eram considerados mínimos porque as baixas temperaturas inibem as reações químicas (DARMODY et al., 2000).

O ambiente ácido das bacias com ARD favorece a desestabilização de minerais primários e a maior alteração química. A acidez favorece o aumento da concentração de metais como Fe, Al, Mg entre outros (TABELA 2). A fonte primária de Al solúvel em águas ácidas sulfatadas é através do intemperismo químico dos aluminossilicatos que estão sujeitos ao ataque por dissolução, como por

exemplo, os feldspatos (Bigham e Nordstrom, 2000). Observa-se na Tabela 2 que a bacia não sulfetada, com pH próximo a neutralidade (TABELA 1) apresentou concetrações de Al abaixo do limite de detecção.

Este processo de intemperismo mineral desempenha um papel fundamental na alteração supergênica, formação de solos sulfatados e mobilização/liberação de acidez e metais para águas superficiais e subterrâneas (BIGHAM; NORDSTROM, 2000). A elevada presença de sulfatos (TABELA 1) favorece reações de gênese de minerais secundários sulfatados. Dold et al. (2013) identificaram presença de schwertmannita em áreas de ARD na Antártica. Lopes et al. (2017) e Simas et al., (2006) relataram presença de solos ácidos, horizontes sulfúricos, minerais como jarosita, ferridrita e caulinita indicando intemperismo químico mais avançado e desestabilização de minerais primários em áreas de oxidação de sulfetos na Ilha Rei George. Souza et al., (2014) identificaram que os solos ácidos sulfatados eram os mais intemperizados da Ilha Seymour. Na Península Barton observou-se que estes solos eram os mais desenvolvidos e com presença de óxidos de Fe (LOPES et al., 2017). Destaca-se que estes solos mais desenvolvidos, com maiores teores de partículas finas, possuem maior capacidade de retenção de água e calor, consequentemente são limitantes a formação do *permafrost*.

5. Conclusões

A partir dos valores de pH inferiores a 4, elevada concentração de sulfato, S e íons metálicos conclui-se que a bacia hidrográfica 1 apresenta ocorrência do fenômeno de Drenagem Ácida de Rochas.

Estas bacias são singulares com dinâmicas hidrogeoquímicas únicas, que funcionam como catalisadores dos processos de intemperismo químico em ambientes periglaciais. As transformações dos solos e relevos são intensificadas nestes ambientes acarretando em importantes modificações na paisagem.

Ressalta-se que o fenômeno de Drenagem Ácida ocorre de modo natural na Antártica Marítima, porém tem potencial de ser intensificado e expandido para outras áreas do continente como consequência das mudanças climáticas, que podem favorecer o derretimento de glaciares e a consequente exposição de substratos sulfetados.

A partir das características hidrogeoquímicas da bacia analisada permitiu-se ter um avanço no conhecimento sobre Drenagem Ácida de Rochas em ambientes periglaciares e ainda sobre processos de intemperismo químico, os quais muitas vezes são tidos como incipientes nestes domínios.

Agradecimentos

Agradecemos o apoio do TERRANTAR, INCT da Criosfera, Marinha do Brasil, PPG em Geografia IGC/UFMG e ao financiamento da FAPEMIG, CAPES e CNPq. Agradecemos também os revisores e editores pelas sugestões e melhorias no trabalho.

Referências

ARMSTRONG, D. C. Acid Sulphate Alteration in a Magmatic Hydrothermal Environment, Barton Peninsula, King George Island, Antarctica. **Mineralogical Magazine**, v. 59, n. 396, p. 429–441, 1995.

BIGHAM, J. M.; NORDSTROM, D. K. Iron and aluminum hydroxysulfates from acid sulfate waters. In: ALPERS, C. N.; JAMBOR, J. L.; NORDSTROM, D. K. (Eds.). . **Sulfate Minerals – Crystallography, Geochemistry, and Environmental Significance**. Washington, DC: Mineral. Soc. Amer. 40, 2000. p. 351–403.

CAMPBELL, I. B.; CLARIDGE, G. G. C. Antarctica: soils, weathering processes and environment. p. 368pp, 1987.

CLESCERL, L. S.; GREENBERG, A. E.; EATON, A. D. (EDS.). Standard Methods for Examination of Water & Wastewater. p. 2671pp, 1999.

DARMODY, R. G. et al. Weathering implications of water chemistry in an arctic – alpine environment , northern Sweden. **Geomorphology**, v. 34, p. 89–100, 2000.

DENT, D. Acid sulphate soils: a baseline for research and development. **ILRI Publications**, p. 204pp, 1986.

DOLD, B. et al. Sources for Iron Cycling in the Southern Ocean. **Environmental science & technology**, v. 47, p. 6129–6136, 2013.

HUDSON-EDWARDS, K. A.; MACKLIN, M.G.; CURTIS, C. D.; VAUGHAN, D. J. Processes of formation and distribution of Pb-, Zn-, Cd-, and Cu-bearing minerals in the Tyne basin, NE England: implications for metal-contaminated river systems. **Environmental Science and Technology**, v.30, n.1, p.72-80. 1996.

KIM, H.; CHO, M.; LEE, J.-I. Thermal metamorphism of volcanic rocks on Barton Peninsula, King George Island, Antarctica. **Geosciences Journal**, v. 6, n. 4, p. 303–317, 2002.

KRAUSKOPF, K. B. Introduction to geochemistry. p. 617pp, 1979.

LOPES, D. D. V. et al. Solos e Evolução da Paisagem em Ambiente Periglacial na Península Barton, Antártica Marítima. **Revista do Departamento de Geografia USP**, v. 0, n. spe, p. 259, 27 jun. 2017.

SIMAS, F. N. B. et al. Clay-sized minerals in permafrost-affected soils (Cryosols) from King George Island, Antarctica. **Clays and Clay Minerals**, v. 54, n. 6, p. 721–736, 2006.

SOUZA, J. J. L. L. et al. Hydrogeochemistry of sulfate-affected landscapes in Keller Peninsula, Maritime Antarctica. **Geomorphology**, v. 155–156, p. 55–61, 2012.

SOUZA, K. K. D. et al. Soil formation in Seymour Island, Weddell Sea, Antarctica. **Geomorphology**, p. 1–13, 2014.

USEPA. Method 200.7: Trace Elements in Water, Solids, and Biosolids by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry. **U.S. Environmental Protection Agency**, p. 68pp, 2001.

YEO, J. P. et al. Geochemistry of volcanic rocks in Barton and Weaver peninsulas, King George Island, Antarctica: Implications for arc maturity and correlation with fossilized volcanic centers. **Geosciences Journal**, v. 8, n. 1, p. 11–25, 2004.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Distribuição espacial das taxas de infiltração e sua complexa relação com a granulometria dos solos.

Estêvão Botura Stefanuto [(a)], Cenira Maria Lipinacci [(b)]

[(a)] Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual Paulista – UNESP Rio Claro, estevao1508@hotmail.com

[(b)] Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento - DEPLAN, Universidade Estadual Paulista – UNESP Rio Claro, cenira.lupinacci@unesp.br

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo/

A granulometria pode afetar o comportamento da infiltração de um solo, sendo tal processo hidráulico fundamental para o entendimento da dinâmica erosiva em bacias hidrográficas. Com isso, objetiva-se com este artigo analisar as interações entre dados de infiltração e granulometria, buscando compreender a distribuição espacial da infiltração durante o período úmido e seco em uma bacia hidrográfica marcada pela presença frequente de feições erosivas lineares. Para tal, pautou-se em técnicas de campo, laboratório e geoestatística, as quais permitiram compreender, durante o período úmido, uma clara relação entre altas taxas de infiltração e solos com textura arenosa. Durante o período seco, constatou-se uma espacialização pontual das altas taxas de infiltração e uma relação com a presença de gretas de ressecamento.

Palavras chave: Solos arenosos; solos argilosos, granulometria; taxa de infiltração.

Estêvão Botura Stefanuto, Cenira Maria Lipinacci

1. Introdução

Há aproximadamente 10.000 anos o ser humano passou a desempenhar práticas de cultivo e criação de animais, fator que lhe concedeu maior dependência em relação a alguns recursos naturais, em especial, os solos (MAZOYER; ROUDART, 2010). O relatório da *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO) de 2015 aponta que 98,2%

dos produtos voltados para a alimentação humana e animal são produzidos em áreas continentais, ou seja, a relação intrínseca entre seres humanos e solos ainda persiste. Assim, compreender os fenômenos atuantes sobre o estrato pedológico é elemento de suma importância para manutenção de tal recurso.

Mediante um vasto número de atributos a serem analisados quando o assunto é conservação dos solos, Dexter (2004) chama a atenção para as variáveis físicas, as quais, se modificadas, interferem diretamente no conjunto pedológico, ou seja, afetam também as condições químicas e biológicas dos materiais. O autor ainda afirma que a qualidade física dos solos poderá ser obtida através de alguns indicadores de análise, sendo estes: a capacidade de infiltração de água, o escoamento superficial, a aeração, o sistema radicular e a dificuldade/facilidade de mecanização. Ainda em relação às variáveis físicas do solo, Mafra (1999), destaca as características e propriedades granulométricas e a capacidade de infiltração, variáveis que, se integradas, podem apresentar algumas respostas em relação à ocorrência de processos geomorfológicos de superfície como o *splash,*o fluxo laminar, o fluxo concentrado e a erosão.

A granulometria de um solo é uma propriedade física fundamental, que afeta o comportamento hidráulico e produtivo, podendo facilitar o desenvolvimento de feições erosivas (BITTELLI *et al*., 1999). Ainda, a granulometria determina a porosidade dos solos, atributo que garantirá maior ou menor entrada e percolação de sólidos, líquidos e gases (SILVA, 1999).

Em relação aos elementos líquidos, à capacidade de infiltração de um solo apresenta importante relação com as propriedades do material em superfície, assim como com a capacidade de repelência do solo, o aprisionamento de ar e a variações de temperatura (NIMMO, 2009). Para Fraser e Stone (2016), em estudo aplicado ao norte da Austrália, os materiais ganham relevância, uma vez que solos com teor de areia superficial acima de 60% apresentam uma porosidade marcante e são associados a taxas de infiltração classificadas

como muito altas. Já Li *et al.* (2018), em análise de solos com forte repelência à água, identificou um potencial 50% maior de infiltração em solos com teor de areia elevado se comparados a solos com fração granulométrica dominantemente argilo-siltosa.

A infiltração constitui-se em um fenômeno com grande variabilidade espacial (BABAEI *et al*., 2018; ROSSI *et al*., 2018), sendo que, de acordo com Bonta (2005), a não linearidade de dados hidráulicos pode estar associada à altas variabilidades nas características do material pedológico. Desta forma, compreender a interação entre a taxa de infiltração e os materiais granulométricos dos solos permite aclarar algumas questões referentes à dinâmica hidráulica dos materiais e a potencialidade erosiva destes.

Diante destas questões, objetiva-se com este artigo analisar, através de técnicas geoestatísticas, a distribuição espacial dos dados de granulometria e infiltração, buscando compreender o comportamento desta interação durante os períodos úmido e seco em uma bacia hidrográfica com frequentes feições erosivas. Para tal, utilizou-se de uma malha de pontos amostrais irregular, a qual permitiu a realização de experimentos em campo e a coleta de amostras para análise em laboratório.

A área de estudo constitui-se em uma bacia hidrográfica de 2 km² localizada no compartimento central do relevo de *cuestas* presente no município de Analândia, posicionado no setor centro-leste do estado de São Paulo. Segundo Oliveira e Prado (1984), a bacia possui uma variedade de material significativa, sendo composta por solos com texturas que variam de arenosa a muito argilosa e com espessuras variáveis. A área ainda apresentada uma expressiva densidade erosiva, marcada por feições lineares como sulcos, ravinas e voçorocas (STEFANUTO; LUPINACCI, 2017).

2. Materiais e técnicas

Os dados foram obtidos a partir de técnicas de campo e laboratório, sendo tratados e processados através de métodos geoestatísticos. Para coleta das informações, utilizou-se de

uma malhada de pontos amostrais irregular, composta por 48 pontos bem distribuídos pelos diferentes setores topográficos da bacia hidrográfica estudada.

2.1. Técnicas desenvolvidas em campo

Primeiramente, foram coletadas as amostras de material utilizando-se um trado. Definiu-se uma profundidade de coleta entre 40 e 60 cm, uma vez que os perfis em campo mostraram-se homogêneos. As amostras obtidas foram armazenadas em laboratório.

Ainda, mensuraram-se os dados brutos para a obtenção da taxa de infiltração. Para tal, utilizaram-se as orientações de Guerra (2002) e Mathias (2016), realizando ensaios com um infiltrômetro de Hills, conforme especificações técnicas descritas por Guerra (2002).

2.2. Técnicas em laboratório

Com as amostras de campo armazenadas, dentro de período de até três dias, realizou-se a rotina de secagem conforme a ABNT NBR 6457:AGO/1986, realizando, posteriormente as análises granulométricas de acordo com método do densímetro, conforme orientações da ABNT NBR 7181:2016.

2.2. Cálculo da taxa de infiltração média

Através *software* Excel 2007 aplicou-se um conjunto de fórmulas aos dados de infiltração, buscando chegar a uma taxa de infiltração média por ponto. Para tal, pautou-se em algumas orientações de Guerra (2002).

Primeiramente obteve-se a Taxa de infiltração para cada instante de tempo registrado.

$$\boldsymbol{I = \pi r^2 . h}$$

I é a *Taxa de Infiltração* em mm/s; πr^2 é a área de seção do tubo; e *h* a quantidade da coluna de água infiltrada no solo.

Posteriormente a Taxa de Infiltração média, visando representar as características de infiltração para cada ponto amostral.

$$\boldsymbol{TI = VOL/t}$$

TI é a Taxa de Infiltração Média em cm³/min; *Vol* é o Volume total infiltrado durante o experimento e *t* é a duração do experimento (30 minutos).

2.2. Técnicas geoestatísticas

Para a análise da distribuição espacial dos dados, foram formulados produtos cartográficos utilizando-se o método geoestístico *Kriging/CoKriging,* disponível na ferramenta do ArcMap 10.6, *Geostatistical Analyst.* Para tal, utilizaram-se, com algumas adaptações, os parâmetros para aplicação da referida técnica definidos por Carvalho e Schulte (2013) e Carvalho (2014).

Desta forma, a aplicação da técnica de *krigagem* se deu através da malha de pontos amostrais, adicionando as informações da Taxa de Infiltração média e granulometria (areia final, areia grossa, areia total, silte e argila) à tabela de atributos do *layer*. Através do processo de espacialização foram gerados sete produtos cartográficos como resultado.

3. Resultados e Discussão

A partir da espacialização dos dados granulométricos identificaram-se setores de concentração de algumas frações específicas dos materiais (Figura 1).

As areias finas concentraram-se nos setores sul e sudeste da área de estudo, possuindo ainda uma área de destaque no centro da bacia hidrográfica. Já as areias grossas se concentraram nos setores centro-sul e leste, possuindo um ponto de destaque no flanco norte. Assim, ao especializar o dado de areia total, corresponde à soma das frações areia fina e grossa, identificou-se uma nítida concentração de solos mais arenosos no centro-sul da bacia hidrográfica. De acordo com o mapa pedológico elaborado por Koffler *et al*. (1992), no setor sul são identificados LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELO Álico da Unidade Coqueiro

e uma classe associada de NEOSSOLOS LITÓLICOS EUTROFICOS e NITOSSOLOS EUTRÓFICOS OU DISTRÓFICOS da Unidade Estruturada.

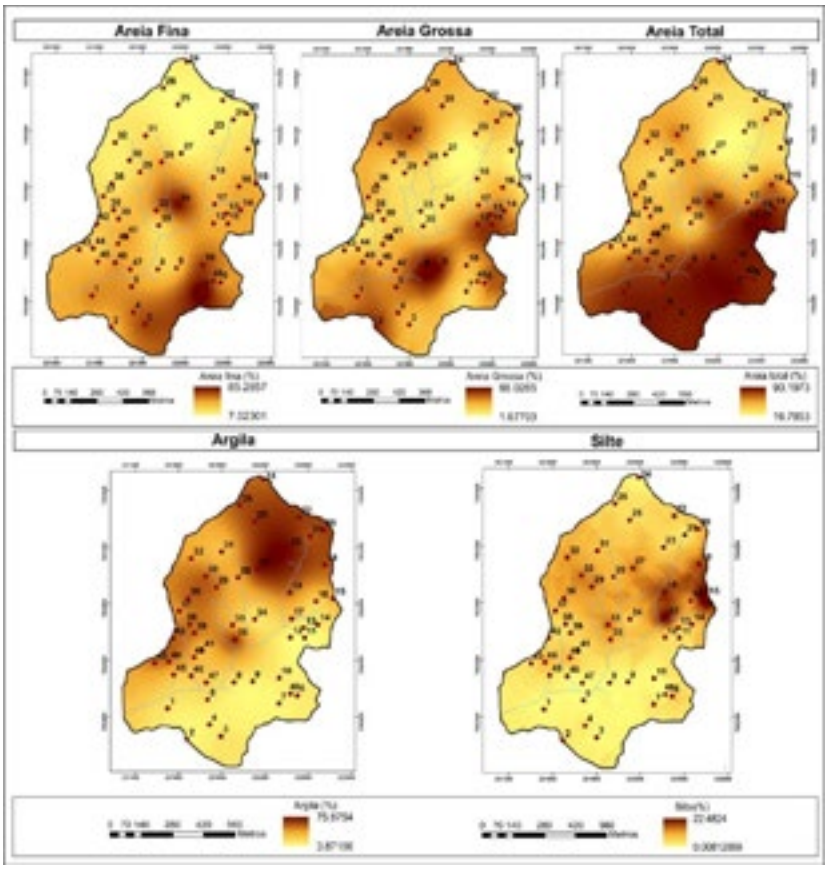


Figura 1 – Espacialização granulométrica por ponto de amostragem.

Os LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELO Álico da Unidade Coqueiro são classificados por Oliveira e Prado (1984) com textura média, horizonte B apédico ou com estrutura subangular fraca e com teor de argila inferior a 20%. Os NEOSSOLOS LITÓLICOS EUTROFICO são classificados com baixo teor de argila (3% a 7%) e composição granulométrica predominante de areia fina (57% a 61%) e areia grossa (34% a 37%) (OLIVEIRA; PRADO, 1984). Já, os NITOSSOLOS EUTRÓFICOS OU DISTRÓFICOS, apresentam textura argilosa ou muito argilosa; grande homogeneidade vertical em cor; e espessura do *solum* superior a 120 cm (OLIVEIRA; PRADO, 1984). Assim, pode-se afirmar

que o setor centro-sul da área de estudo apresenta um domínio de solos com granulometria arenosa, podendo ser identificados como LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELO Álico da Unidade Coqueiro e NEOSSOLOS LITÓLICOS EUTROFICOS.

A fração silte apresentou-se mais dispersa, uma vez que no próprio modelo geoespacial observam-se dificuldades de associações coerentes através dos critérios de valor atribuído ao ponto e a distância entre os pontos, utilizados pela *krigagen*. De acordo com a Figura 1, identificou-se um setor de concentração de silte a leste, estando o mesmo, de acordo com a carta de pedológico de Koffler *et al*. (1992), em uma área de domínio da classe associada NEOSSOLOS LITÓLICOS EUTROFICOS e NITOSSOLOS EUTRÓFICOS OU DISTRÓFICOS da Unidade Estruturada. No entanto, tais solos não apresentam relevância na fração granulométrica silte (OLIVEIRA; PRADO, 1984). Assim, ao analisar os pontos amostrais que se localizam no referido setor, identifica-se que as porcentagens de silte não são relevantes se compradas às outras frações granulométricas. Os pontos amostrais localizados (15A, 16A, 17A, 18A e 19A) no setor leste apresentam, respectivamente, porcentagens de silte de 22,5%; 7,5%; 19%; 15%; 12,5%.

Por fim, as argilas apresentam-se concentradas no setor norte e nordeste, região a qual apresenta predominância de ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELO DISTRÓFICOS da Unidade Santa Clara, LATOSSOLOS VERMELHO AMARELO Álico da Unidade Itororó, PLINTOSSOLOS PÉTRICOS CONCECIONÁRIOS e da classe associada formada por NEOSSOLOS LITÓLICOS EUTROFICOS e NITOSSOLOS EUTRÓFICOS OU DISTRÓFICOS da Unidade Estruturada. O primeiro solo, segundo Oliveira e Prado (1984), apresenta abundância de cascalhos e calhaus no horizonte A e B; elevado teor de minerais primários facilmente intemperizáveis; estrutura e cerosidade bem desenvolvidas no horizonte B2; e material de origem vinculado as fáceis conglomeráticas da formação Itaqueri. O segundo tipo de solo possui horizonte A proeminente; textura do horizonte B argilosa ou muito argilosa em função do material de origem ser suprabasáltico. Já o último, é composto por material mineral no qual se identifica horizontes litoplínticos ou concrecionários, com

mais de 30% de terra fina argilosa ou muito argilosa (OLIVEIRA; PRADO, 1984). Por fim, em relação à classe associada, entende-se que os solos presentes na área constituem-se, provavelmente, nos NITOSSOLOS EUTRÓFICO OU DISTRÓFICOS da Unidade Estruturada, os quais de acordo com a bibliografia (OLIVEIRA; PRADO, 1984) apresentam argila em quantidade suficiente para serem classificados como solos argilosos.

Desta forma, as frações granulométricas identificadas neste estudo apresentam boa correspondência com os solos mapeados na carta pedológica da área de estudo (KOFFLER *et al.,* 1992), havendo um destaque para os materiais arenosos e argilosos, os quais apresentaram maior ocorrência no setor analisado.

No que se refere à Taxa Média de Infiltração, identifica-se uma nítida variação de comportamento durante o período úmido e seco (Figura 2). Durante o período úmido, o setor sul da área apresenta as maiores taxas de infiltração, havendo uma significativa redução para o setor central e norte. Já durante o período seco, ocorre uma concentração marcante das maiores taxas no setor noroeste e alguns pontos de destaque nos setores leste e nordeste. Ao comparar os dois períodos identificam-se taxas de infiltração cinco vezes maiores no período seco.

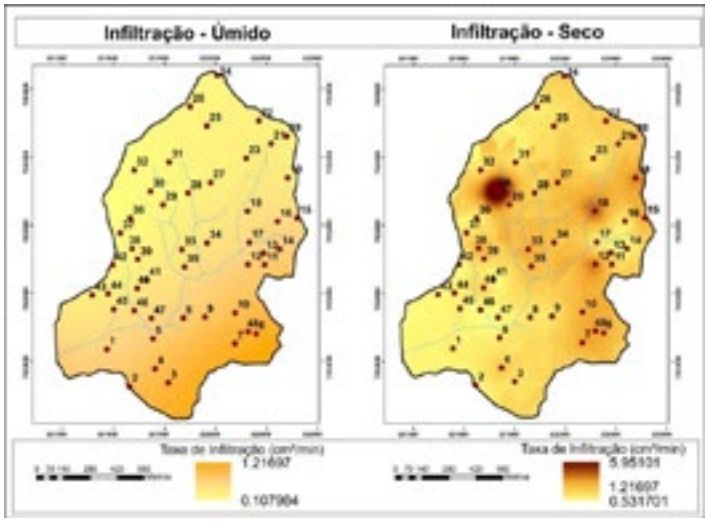


Figura 2 - Taxa Média de Infiltração por ponto de amostragem.

Assim, durante o período úmido identifica-se uma associação entre os setores com maior taxa de infiltração e os solos com granulometria arenosa, questão amplamente apresentada e constatada por diferentes estudos (SILVA, 1999; NIMMO, 2009; FRASER; STONE, 2016; LI *et al*., 2018). De acordo com Koffler *et al.* (1992) e Oliveira e Prado (1984), tais setores são constituídos por LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELO Álico da Unidade Coqueiro e NEOSSOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS.

Já, durante o período seco, tal associação não ocorre e registra-se uma concentração da infiltração em setores mais específicos. O ponto 12 caracteriza-se pelo domínio de areia grossa, a qual propicia maiores taxas de infiltração. Já, ao analisar os demais pontos (18, 19 e 30), verifica-se que os mesmos são majoritariamente compostos por argilas, apresentando, respectivamente, porcentagens da referida fração de 54,5%; 59,5% e 58,5%, podendo ser identificados como NITOSSOLOS EUTRÓFICOS OU DISTRÓFICOS da Unidade Estruturada. Desta forma, através de análises em campo, verificou-se que tais pontos estão locados em áreas com formação de gretas em superfície e subsuperfície (Figura 3), sendo estas feições características de setores com a presença de argilas expansivas.

Figura 3 – Gretas de ressecamento identificadas no setor nordeste da bacia hidrográfica.

As argilas expansivas ocorrem através de diferentes fatores, sendo um desses o elemento mecânico, o qual é ocasionado por forças de descompressão elástica, as quais

podem ser associadas ao regime de chuvas, ações humanas, movimentos tectônicos e erosão (TAYLOR; SMITH, 1986). Tais fatores podem provocar uma diminuição na pressão do solo, gerando, inversamente, pressão negativa ou sucção responsável por captar a água dos poros e fende-los (GOMES, 1986). A partir da formação de tais gretas ou fendas, caminhos preferenciais se formam, facilitando os processos de infiltração e percolação a água. Com isso, pode-se compreender a associação entre altas taxas de infiltração e as argilas possivelmente expansivas identificada em alguns setores.

Portanto, identificam-se durante o período úmido as maiores taxas de infiltração em solos arenosos. No entanto, durante o período seco, ganham relevância na análise de infiltração os solos argilosos, apresentando em alguns setores, taxa de infiltração até cinco vezes maior que no período úmido. Assim, constata-se que durante o período úmido os solos da área apresentam uma resposta similar ao descrito por parte da bibliografia (SILVA, 1999; NIMMO, 2009; FRASER; STONE, 2016; LI *et al.,* 2018), no entanto, por conta da presença de argilas expansivas (TAYLOR; SMITH, 1986; GOMES, 1986), no período seco tais respostas são alteradas, havendo uma associação entre solos argilosos e altas taxas de infiltração.

4. Considerações Finais

Através das análises descritas, identifica-se, durante o período úmido, uma associação geoespacial mais nítida entre altas taxas de infiltração e solos arenosos localizados no setor sul da bacia hidrográfica. A partir dos mapeamentos pedológicos (Koffler, *et al*., 1992; Oliveira; Prado, 1984), identifica-se que os referidos solos constituem-se em LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELO Álico da Unidade Coqueiro e NEOSSOLOS LITÓLICOS EUTROFICO.

Já no período seco, uma associação com um setor específico não ocorre, uma vez que os pontos com altas taxas de infiltração são mais específicos e estão relecionados a áreas com expressiva presença de gretas, as quais foram identificadas em campo e possivelmente estão

associadas a argilas expansivas. Tais pontos amostrais estão localizados em áreas de NITOSSOLOS EUTRÓFICOS OU DISTRÓFICOS da Unidade Estruturada. Assim, durante o período seco, os solos arenosos apresentam taxas muito inferiores àquelas registradas em pontos amostrais com a presença de gretas de ressecamento. Desta forma, no processo de interpolação dos dados, estes solos arenosos já não se destacam como ocorre no período úmido, demonstrando a complexidade da relação entre infiltração e granulometria.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo financiamento. Processos 2016/25399-1 e 2018/09746-9.

Referências Bibliográficas

ABNT. **NBR 6457**: Amostras de solo – Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização. Rio de Janeiro: ABNT, 1986.

ABNT. **NBR 7181**: Solo - Análise Granulométrica. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

BABAEI, F.; ZOLFAGHARI, A. A.; YAZDANI, M. R.; SADEGHIPOUR, A. Spatial analysis of infiltration in agricultural lands in arid areas of Iran. **Catena.** v.170, p. 25-35, 2018.

BITTELLI, M.; CAMPBELL, G.S.; FLURY, M. Characterization of particle-size distribution in soils with a fragmentation model. **Soil Science Society of America Journal.** v. 63, p. 782–788, 1999.

BONTA, J. V. Precipitation, Watershed Analysis. In: Hillel, D. (Org.). **Encyclopedia of Soils in the Environment.** Academic Press, 2005. p. 314-322.

CARVALHO, F.; SCHULTE, L. Morphological control on sedimentation rates and patterns of delta floodplains in the Swiss Alps. **Geomophology.** v.198, p.163-176, 2013.

CARVALHO, R. F. F de. **Análisis multi-proxy paleoambiental y modelización de registros sedimentarios fluviales en los Alpes Suizos.** 2014. 259 f. Tese (Doutorado em Geografía, Planificación Territorial y Gestión ambiental) - Facultat de Geografia i Història, Universitat de Barcelona, Barcelona, 2014.

DEXTER, A. R. Soil physical quality. Part I. Theory, effects of soil texture, density, and organic matter, and effects on root growth. **Geoderma**. v.120, p.201-214, 2004.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. **Status of the Word's Soil Resources.** Roma, 2015.

FRASER, G. W.; STONE, G. S. The effect of soil and pasture attributes on rangeland infiltration rates in northern Australia. **The Rangeland Journal**. n.38, v.3, p. 245-259, 2016

GOMES, C. F. **Argilas: O que são e para que servem.** Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1986.

GUERRA, A. J. T. Processos Erosivos nas Encostas. In: CUNHA, S. B. da.; GUERRA, A. J. T. (Org.). **Geomorfologia: Exercícios, Técnicas e Aplicações.** 2 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002. p. 139-155.

KOFFLER, N. F., MACHADO, M. L. de B.; DAROS, E.; PROCHNOW, E. A. **Solos da bacia do Rio Corumbataí. Rio Claro: Departamento de Cartografia e Análise da Informação Geográfica** - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, 1992. Escala: 1:50.000

LI, Y.; REN, X.; HILL, R.; MALONE, R.; ZHAO, Y. Characteristics of Water Infltration in Layered Water-Repellent Soils. **Pedosphere.** v.28, p. 775–792, 2018.

MAFRA, N. M. C. Erosão e Planificação de Uso do Solo. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. da.; BOTELHO, R. G. M. (Org.). **Erosão e Conservação dos Solos: Conceitos, Temas e Aplicações.** 6. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. p. 301-322.

MATHIAS, D. T. **Contribuição Metodológica para o Diagnóstico da Dinâmica Erosiva Linear e seu Prognóstico Evolutivo visando subsidiar Projetos de Recuperação.** 2016. 178 f. Tese (Doutorado em Geografia). Faculdade de Ciências e Tecnologias, Universidade Estadual Paulista – UNESP, Presidente Prudente, 2016.

MAZOYER, M.; ROUDART, L. **História das agriculturas no mundo: do neolítico à crise contemporânea.** Tradução de Cláudia F. Falluh Balduino Ferreira. São Paulo: Editora UNESP, 2010.

NIMMO, J. R.; Vadose Water. In: LIKENS, G. E. (Org.). **Encyclopedia of Inland Waters.** Academic Press, 2009. p. 766-777.

OLIVEIRA, J. B. de; PRADO, H. do. Levantamento Pedológico Semidetalhado do Estado de São Paulo: Quadrícula de São Carlos – II Memorial Descritivo. **Boletim Técnico Nº 98.** Campinas: Instituto Agronômico, 1984.

ROSSI, M. J.; ARES, J.O.; JOBBÁGY, E. G.; VIVONI, E. R.; VERVOORT, R. W.; SCHREINER-MCGRAW, A. P.; SACO, P. M. Vegetation and terrain drivers of infiltration depth along a semiarid hillslope. **Science of the Total Environment**. v.644, p.1399–1408, 2018.

SILVA, A. S. da. Análise Morfológica dos Solos e Erosão. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. da. BOTELHO, R. G. M. **Erosão e Conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

STEFANUTO, E. B.; LUPINACCI, C. M. Análise da dinâmica erosiva presente no setor cuestiforme de Analândia (SP). In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPEGE. 12. 2017, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 2017. p. 11625-11636.

TAYLOR, R. K.; SMITH, J. The Engineering Geology of Clay mineral: swelling shrinking and mudrock breakdown. **Clay Minerals.** v. 21, p. 235-260, 1986.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ESCOAMENTO SUPERFICIAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO AÇUDE FORQUILHA – CE PELO MÉTODO SCS-CN

Nazaré Suziane Soares [(a)], Juliana Alcântara Costa [(a)], Carlos Alexandre Gomes Costa[(b)]

[(a)] Discente do Programa de Pós Graduação do Departamento de Engenharia Agricola, Universidade Federal do Ceará, soaresns@alu.ufc.br, juliana-alcantara-costa@hotmail.com.
[(b)] Departamento de Engenharia Agricola, Universidade Federal do Ceará, costacag@gmail.com.

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

Estimativas de escoamento superficial, através de modelagem hidrológica, são necessárias para ações de manejo adequado de bacias hidrográficas. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivos estimar a vazão em bacias hidrográficas do semiárido brasileiro, por meio do método SCS-CN, comparando-o com dados fluviométricos observados, bem como, estudar a garantia da vazão de uso no reservatório Forquilha, Ceará. Os resultados obtidos pelo método CN foram comparados com valores de vazão medidos (1984-2004) e com valores previstos como vazão afluente média anual no reservatório Forquilha. Os dados de precipitação foram obtidos para os anos de 1983 a 2017. Foi realizado a classificação de uso e ocupação do solo para a obtenção dos valores de CN. A vazão foi superestimada pelo método SCS-CN em relação a vazão observada. A probabilidade de permanência das vazões observadas no período chuvoso é maior do que a das vazões estimadas pelo método SCS-CN.

Palavras chave: vazão; garantia de uso; semiárido; modelagem hidrológica.

Nazaré Suziane Soares, Juliana Alcântara Costa, Carlos Alexandre Gomes Costa

1. Introdução

A gestão de bacias hidrográficas depende de inúmeros fatores. Entre eles estão os valores de escoamento superficial, os quais são essenciais no planejamento do uso da água e do gerenciamento da bacia hidrográfica como um todo. A estimativa do escoamento superficial pode ser feita através de modelagem hidrológica, que consiste em técnicas de estudos de sistemas hidrológicos utilizada por hidrólogos e engenheiros no planejamento e desenvolvimentos de uma abordagem integrada no gerenciamento de recursos hídricos (NAGARAJAN; POONGOTHAI, 2011)

No entanto, limitações como a complexidade e o número de parâmetros impedem a utilização de modelos mais sofisticado (ARAÚJO NETO et al., 2012). Entre os modelos mais simples para a determinação do escoamento superficial está o método do Número de Curva (CN). O método CN foi desenvolvido pelo Serviço de Conservação de Solos (SCS), nos Estados Unidos, com o propósito de calcular as abstrações de um evento de precipitação (ALMEIDA, 2011).

Nesta estimativa de escoamento superficial considera-se o uso e ocupação do solo. Isso ocorre porque mudanças nesses padrões pode gerar uma série de consequência em uma bacia hidrográfica, principalmente no escoamento superficial (MENEZES, 2010). Em áreas florestadas, por exemplo, ocorre uma diminuição na vazão do escoamento superficial em decorrência do aumento da evapotranspiração (BALBINOT et al., 2009).

O presente estudo teve como objetivos estimar a vazão em bacias hidrográficas do semiárido brasileiro, por meio do método SCS-CN, comparando-o com dados fluviométricos observados, bem como, estudar a garantia da vazão de uso no reservatório Forquilha, Ceará.

2. Materiais e Métodos

Este estudo foi realizado na bacia hidrográfica do açude Forquilha (Figura 1), o qual barra os riachos Oficina e Conceição no município de Forquilha (CEARÁ, 2015). A unidade fitoecológia predominante na área da bacia é caatinga arbustiva aberta (IPECE, 2007). Segundo a classificação de Köppen, o clima da região estudada é BSw'h', clima quente e semiárido, onde a precipitação média anual é de 747,4 mm (FUNCEME, 2018).

Além da bacia hidrográfica principal, que teve o açude Forquilha como exutório, outra sub-bacia, com exutório no posto fluviométrico Fazenda Bela Vista, foi analisada (Figura 1).

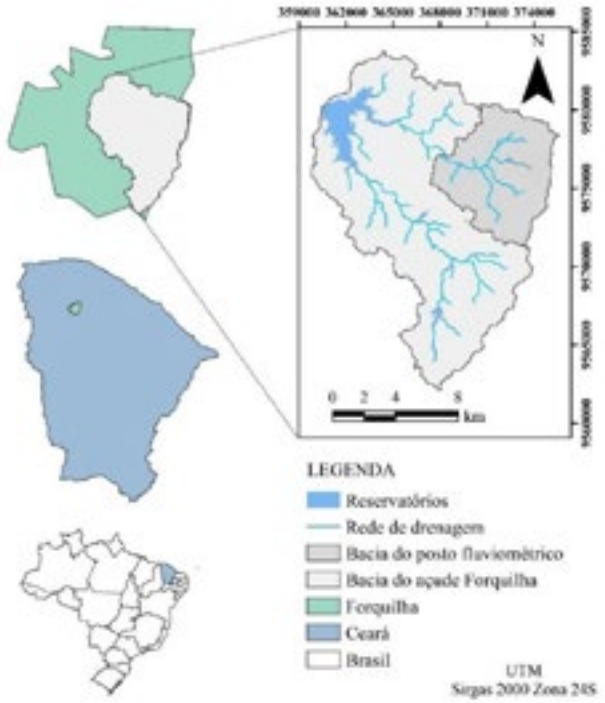


Figura 1 – Localização da bacia e sub-bacias hidrográficas delimitadas.

Fonte: elaborada pelos autores.

2.1. Escoamento superficial

Na bacia hidrográfica menor foi feita a comparação dos resultados obtidos pelo método CN com os valores de vazão do posto fluviométrico. Já na bacia do açude Forquilha, os resultados obtidos pela estimativa foram comparados com aqueles valores previstos como vazão afluente média anual no reservatório.

As vazões do posto fluviométrico da Fazenda Bela Vista foram obtidas através do portal HidroWeb da Agência Nacional de Águas (ANA). A série histórica de vazões estava disponível para o período de 1984 a 2004. O método de medição das vazões foi pela curva de descarga e os resultados foram disponibilizados em $m^3\ s^{-1}$. Escolheram-se para o cálculo, as estações chuvosas dos anos de 1985, por ter sido o mais chuvoso de toda a série histórica e os anos de 2002 e 2004, por ter ocorrido chuva um pouco abaixo e um pouco acima da média,

respectivamente. Por ser tratar de um rio intermitente, considerou-se como a primeira vazão observada em cada ano como início do período de avaliação.

Pelo método do número de curva (SCS-CN) pode-se estimar a lâmina (volume por unidade de área da bacia) de escoamento superficial a partir de dados de precipitação e outros parâmetros da bacia, como mostrado nas Equações 1, 2 e 3.

$$E = \frac{(P - 0{,}2S)^2}{(P + 0{,}8S)} \quad (1)$$

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad (2)$$

$$Q_p = \frac{0{,}0028 \times A \times E}{Tc} \quad (3)$$

Em que E é o escoamento (mm); P é a altura pluviométrica (mm); S é a capacidade máxima de retenção de água pela camada superior do solo no momento em que a chuva se inicia; CN é o número de curva dependente do tipo e uso do solo (adimensional); Qp é a vazão de pico ($m^3\ s^{-1}$); A é a área da bacia (ha); Tc é o tempo de concentração (h). Assim, destaca-se ainda que se $P \leq 0{,}2S$, a vazão será igual a zero, pois não a chuva não será suficiente para vencer a capacidade de retenção de água pela camada superior do solo.

Para a determinação da altura pluviométrica, utilizou-se uma série histórica de volume acumulado de precipitações diárias compreendida entre os anos de 1983 a 2017 da estação do município de Forquilha (FUNCEME, 2018). Além disso, com os dados das precipitações, foi elaborada uma série histórica anual com dados de precipitações diárias máximas de cada ano e obtida a média ($\overline{H}$) e desvio padrão (SH) dos dados. Em seguida, criou-se uma série sintética de 100 valores utilizando a distribuição normal de Gauss pelo software Excel, a fim de representar melhor as probabilidades de ocorrência das precipitações. Essa série foi utilizada para a estimativa da vazão na bacia do açude Forquilha, sendo gerada, então uma faixa de vazões associadas a certa probabilidade.

O CN foi calculado como uma média ponderada de acordo com o uso e ocupação da bacia hidrográfica. Como o método do número de curva considera diferentes grupos hidrológicos de solos para a obtenção do CN, utilizou-se a classificação hidrológica de solos brasileiros feita por Sartori, Lombardi Neto e Genovez (2005), que foi elaborada comparando as características dos solos brasileiros com aquelas dos solos agrupados pelo SCS. Foram utilizadas as informações pedológicas fornecidas pela Embrapa (1973) para a área da bacia hidrográfica do açude Forquilha.

O cálculo do Tc foi feito utilizando a Equação 4 de Johnstone, desenvolvida com base em dados de bacias com áreas de 65 a 4200 km² (ALMEIDA et al., 2013).

$$T_c = 20{,}17 . \left(\frac{L}{\sqrt{S}}\right)^{0,5} \quad (4)$$

Em que: Tc é tempo de concentração em (min); S é a declividade do talvegue (m m-1); e L é comprimento do talvegue (km).

A fim de estimar a correlação entre os dados medidos e estimados, o índice de concordância foi determinado. Curvas de permanência foram também elaboradas, tanto para os dados medidos como para os valores estimados de vazão.

2.2. Uso e ocupação do solo

Para a determinação do uso e ocupação do solo, utilizou-se uma imagem do sensor OLI do satélite LANDSAT 8, obtida de forma gratuita na plataforma do catálogo de imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). A data da passagem do satélite foi 01 de agosto de 2016 às 9h53 no horário local. A imagem não apresentava cobertura de nuvens.

Após obtidas às imagens, foi feita a correção atmosférica utilizando o recurso FLAASH no software ENVI classic segundo a rotina adaptada de Nascimento e Sano (2010). Posteriormente à correção atmosférica, ainda com o software ENVI Classic, criou-se regiões de interesse para a determinação de classes de uso e ocupação do solo. A partir dessas classes foi elaborado o mapa de uso e ocupação para as três bacias delimitadas.

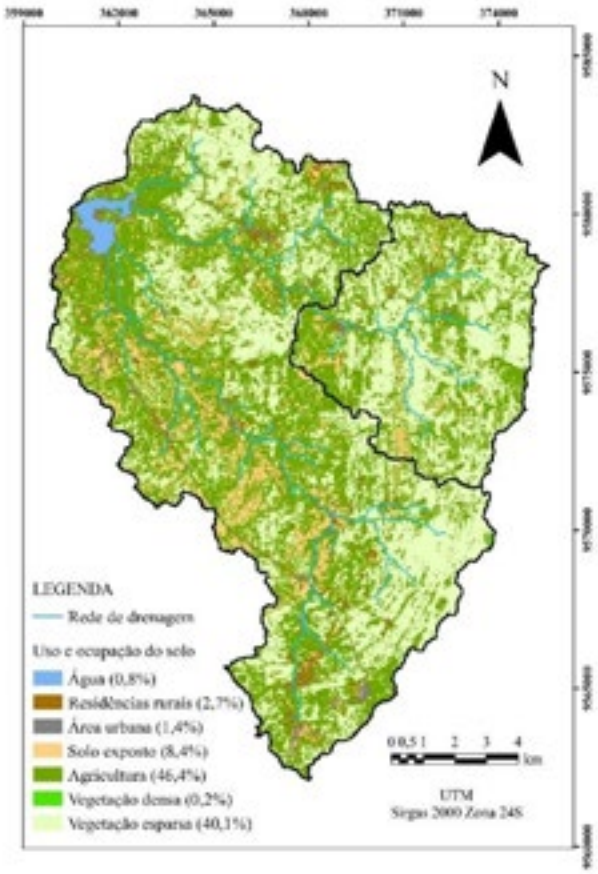


Figura 2 – Mapa de uso e ocupação do solo para as três bacias analisadas nesse estudo. Valores em porcentagem relacionados à bacia principal.

Fonte: elaborada pelos autores.

Em seguida, correlacionou-se as classes criadas com aquelas propostas por Soares et al. (2017) e Araújo Neto et al. (2012) para valores de CN, ponderando os valores para adquirir valores médios para cada uma das bacias (Tabelas I).

Tabela I – Valores de CN ponderados de acordo com as classes de uso e ocupação para a bacia do açude Forquilha e para a bacia com o posto fluviométrico como exutório.

	Bacia do açude Forquilha			Bacia com o posto fluviométrico como exutório		
Classes de uso	Área (km²)	CN	CN médio	Área (km²)	CN	CN médio
Agricultura	88,3044	81		18,8343	81	
Água	1,5228	100	80,34	0,0036	100	79,10
Urbano	2,5956	92		0,2016	92	

Rural	5,2146	89	0,6246	89
Vegetação Densa	0,3546	76	0,0864	76
Vegetação Esparsa	76,3767	76	23,3514	76
Solo Exposto	15,9507	91	2,3688	91
Área total	190,3194		47,47	

Fonte: elaborada pelos autores.

3. Resultados e discussões

A média histórica da precipitação anual para o município de Forquilha entre os anos de 19784 e 2017 é de 751 ± 309 mm (Figura 3). O ano mais chuvoso do período foi 1985 com uma precipitação de 1578 mm, já o ano mais seco foi 1993, com uma precipitação de 345 mm. Costa e Da Silva (2017), também observaram esses anos estando entre os de eventos de precipitação mais extremos no estado do Ceará. Os autores op. cit. comentam que no ano de 1985 houve uma interação positiva entre La Niña e Dipolo negativo no oceano Atlântico, eventos de anomalia na temperatura da superfície do mar (ATSM) que favorecem a ocorrência de chuvas no Nordeste brasileiro. Já o ano de 1993 estava sob efeito de El Niño, responsável por secas na região.

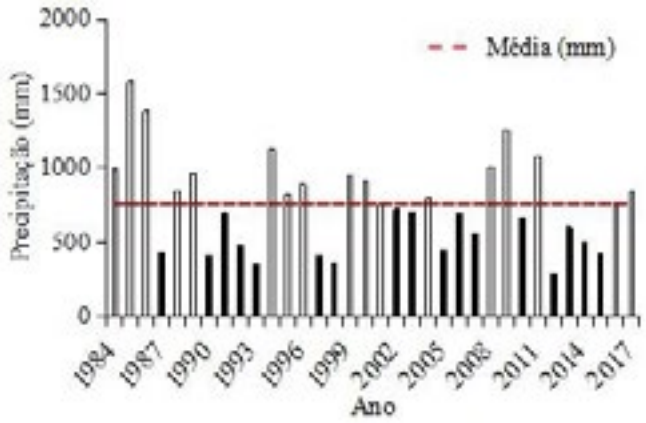


Figura 3 – Precipitação anual em Forquilha no período de 1984 a 2017.

3.1. Bacia do posto fluviométrico

As Figuras 4 a 7 comparam a vazão observada na estação fluviométrica com a vazão calculada pelo método SCS-CN para a bacia que contribui com a drenagem que passa pela estação. Como não existe recarga de base, o riacho Conceição apresenta escoamento apenas

no período chuvoso. Observa-se uma grande diferença entre esses valores observados e os estimados (Figuras 5, 6b e 7b). Essa diferença é maior em ordem de grandeza do que em distribuição, posto que os maiores valores de vazão estimados e observados se concentram nos mesmos períodos (Figura 4, 6a e 7a). No entanto, percebe-se que existe um certo atraso nos dados de vazão medidos em relação aos calculados, pois o tempo de concentração retarda a chegada da vazão de pico no exutório. Além disso, o método SCS-CN, da forma como foi utilizado, não considera a condição de umidade inicial do solo antes da precipitação, fator que influencia o tempo para o início do escoamento (abstração inicial).

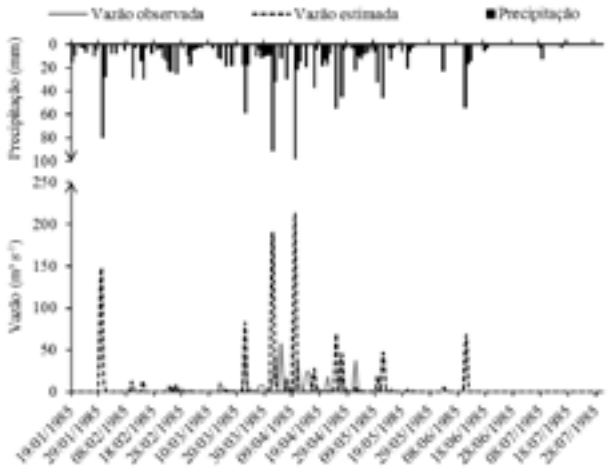


Figura 4 – Comparação entre a vazão observada na estação fluviométrica e a vazão calculada pelo método SCS-CN no período chuvoso de 1985, para a bacia do posto fluviométrico.

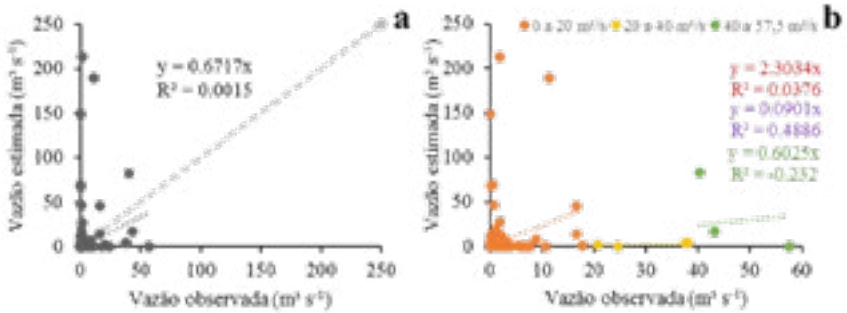


Figura 5 – Índice de concordância entre as vazões observadas e estimadas na bacia do posto fluviométrico para o ano de 1985.

Nos anos de 2002 e 2004 as vazões observadas foram bem menores do que as calculadas e esses foram anos de precipitação bem próximos da média (Figuras 6 e 7). Em ambos os anos, percebe-se que em alguns dias mesmo na ocorrência de grande evento de precipitação o escoamento medido foi muito pequeno, como entre os dias 04 e 09/03/2002 e no dia 29/02/2004. Isso pode ser explicado pelo período de veranico que precedeu os eventos chuvosos, chegando a superar um mês sem chuvas em 2002. Todo esse tempo sem precipitação pode ter ocasionado o secamento do solo e aumentado o tempo de abstração inicial.

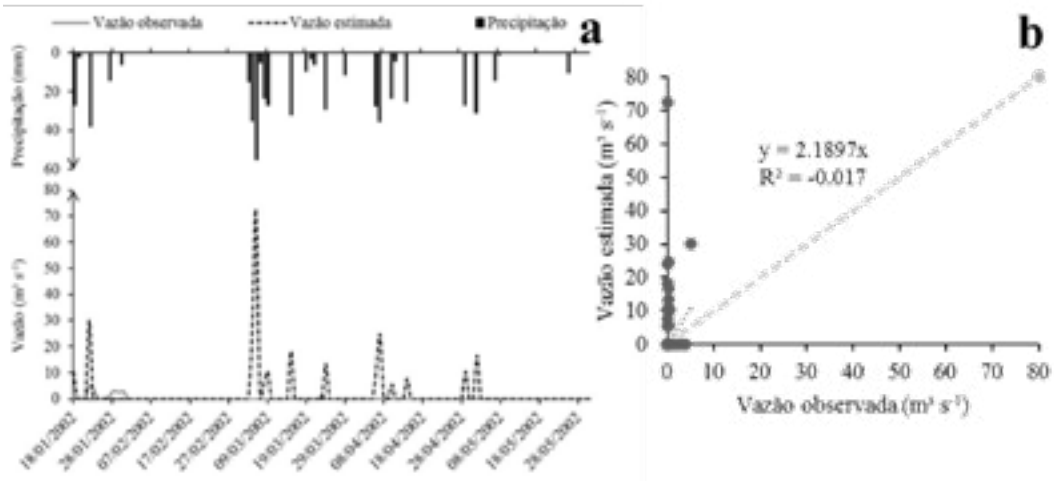


Figura 6 – Em **a**, comparação entre a vazão observadas na estação fluviométrica e a vazão calculada pelo método SCS-CN no período chuvoso de 2002, para a bacia do posto fluviométrico; em **b**, índice de concordância entre as vazões observadas e estimadas na bacia do posto fluviométrico para o ano de 2002.

Mesmo no período chuvoso a probabilidade de ocorrência de eventos de escoamento é mínima, até mesmo no ano de 1985 (Figura 8), em que se observa que a menor vazão estimada 0,01 $m^3 s^{-1}$ apresenta a probabilidade de excedência de apenas 18%, enquanto que a menor vazão observada, 0,04 $m^3 s^{-1}$ possui uma probabilidade de excedência de 97%. Ou seja, embora o escoamento medido seja em média menor, sua probabilidade de permanência é bem maior do que o calculado, visto que este último existe apenas na ocorrência simultânea de precipitação.

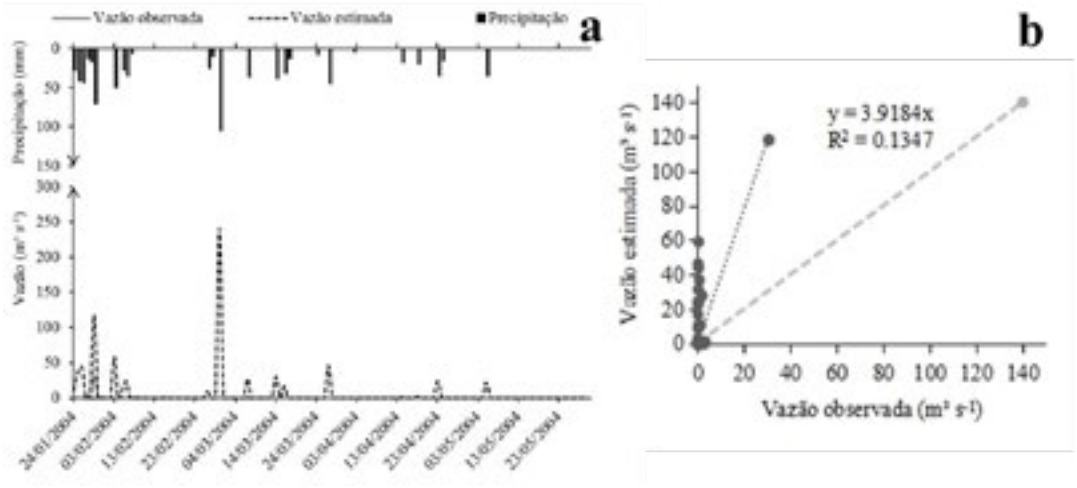


Figura 7 – Em **a**, comparação entre a vazão observada na estação fluviométrica e a vazão calculada pelo método SCS-CN no período chuvoso de 2004, para a bacia do posto fluviométrico; em **b**, índice de concordância entre as vazões observadas e estimadas na bacia do posto fluviométrico para o ano de 2004.

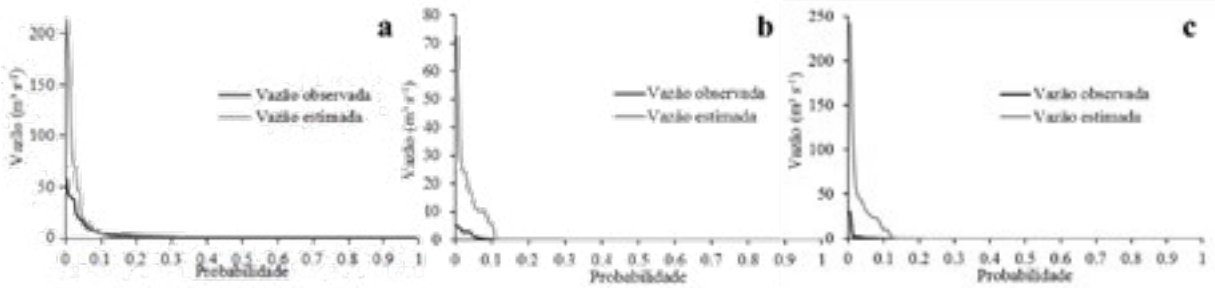


Figura 8 – **a**: Gráfico probabilístico das vazões observadas e estimadas na bacia do posto fluviométrico para o ano de 1985; **b**: Gráfico probabilístico das vazões observadas e estimadas na bacia do posto fluviométrico para o ano de 2002; e **c**: Gráfico probabilístico das vazões observadas e estimadas na bacia do posto fluviométrico para o ano de 2004.

Para os anos de 2002 e 2004, a situação é semelhante a 1985, a permanecia de escoamento no exutório é muito maior para os dados observados, com probabilidades de 99% para vazão de 0,01 $m^3\ s^{-1}$ em 2002 e 2004, enquanto que a probabilidade para os dados calculados foi de 12% para 0,02 $m^3\ s^{-1}$ em 2002 e 14% para 0,23 $m^3\ s^{-1}$ em 2004. Lembrando-se que esses dados de vazão exemplificados são os menores dados da série diferentes de zero.

3.2. Bacia do açude Forquilha

A faixa para vazão estimada para a bacia do açude Forquilha pelo método SCS-CN foi de $2615 \leq Q$ (hm^3 ano^{-1}) ≤ 18160 com probabilidade de 87,4 %. Quando comparada com a vazão afluente média anual no reservatório de 24,95 hm^3 ano^{-1}, a vazão estimada foi muito superior. Diversos motivos podem ter influenciado a superestimava da vazão também nessa bacia, assim como na bacia que teve o posto fluviométrico como exutório. Entre eles está a superestimativa do próprio CN ou a subestimativa do tempo de concentração.

4. Considerações finais

1. Nas bacias do açude Forquilha e do posto fluviométrico a vazão estimada pelo método SCS-CN foi superestimada em relação a vazão observada.
2. A probabilidade de permanência das vazões observadas no período chuvoso é maior do que a das vazões estimadas pelo método SCS-CN.

Referências Bibliográficas

ALMEIDA, C. L. **Impacto da recuperação de áreas degradadas sobre as repostas hidrológicas e sedimentológicas em ambiente semiárido**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil. 2011.

ALMEIDA, I. *et al.* **Estimativa de Tempo de Concentração em Bacia Hidrográfica**. XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. **Anais...** Bento Gonçalves - RS, p. 1 - 8, 2013.

ARAÚJO NETO, J. R. de et al. Otimização do Número de Curva (CN-SCS) para Diferentes Manejos na Região Semiárida, Ceará, Brasil. **Irriga**. Botucatu, Edição Especial, p. 264 - 279, 2012.

BALBINOT, R.et al. O papel da floresta no ciclo hidrológico em bacias hidrográficas. **Ambiência**, v. 4, n. 1, p. 131-149, 2009.

CEARÁ. Secretaria dos Recursos Hídricos (SRH). **Atlas Eletrônico dos Recursos Hídricos do Ceará.** Fortaleza, SRH, 2015. Disponível em <http://atlas.srh.ce.gov.br/infra-estrutura/acudes/detalhaCaracteristicasTecnicas.php?cd_acude=7&status=1>. Acesso em: 01.mai.2018.

COSTA, J. A.; DA SILVA, D. F. Distribuição espaço-temporal do Índice de anomalia de chuva para o Estado do Ceará. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.10, n.4, p.1002-1013, 2017.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA**.** **Levantamento exploratório**: Reconhecimento de solos do Estado do Ceara. Recife, PE: 1973. 301p.

FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS - FUNCEME. **Calendário das chuvas no estado do Ceará**. Disponível em <http://www.funceme.br/app/calendario/produto/municipios/media/anual?data=2018-1-1> Acesso em: 01.05.2018.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ - IPECE. Mapas temáticos – **Unidades Fitoecológicas.** 2007. Disponível em < http://www2.ipece.ce.gov.br/atlas/capitulo1/12/125.htm:> Acesso em: 01.05.2018

MENEZES, P. H. B. J. Processo de Escoamento Superficial e Assoreamento na Bacia do Lago Paranoá. Dissertação (Mestrado Geociências). Universidade de Brasília, Brasília, 2010. p. 40-50

NAGARAJAN, N.; POONGOTHAI, S. Spatial mapping of runoff from a watershed using SCS-CN method with remote sensing and GIS. **Journal of Hydrologic Engineering**, v. 17, n. 11, p. 1268-1277, 2011.

NASCIMENTO, E. R. P.; SANO, E. E. Identificação de Cerrado Rupestre por meio de imagens multitemporais do Landsat: proposta metodológica. **Sociedade & Natureza**, v. 22, n. 1, 2010.

SARTORI, A.; LOMBARDI NETO, F.; GENOVEZ, A. M. Classificação hidrológica de solos brasileiros para a estimativa da chuva excedente com o método do Serviço de Conservação do Solo dos Estados Unidos Parte 1: Classificação. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 10, n. 4, p. 05-18, 2005.

SOARES, M. R. G. de J. et al. Eficiência do método Curve Number de retenção de águas pluviais. **Mercator**, Fortaleza, v. 16, 2017.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ESPACIALIZAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESERVATÓRIOS DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO JACUÍ/RS

Patrícia Ziani [(a)], Eliane Maria Foleto [(b)]

[(a)] Doutoranda bolsista CAPES do Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Maria, Email:pathyziani@gmail.com
[(b)] Professora do Departamento de Geociências e do Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Maria, Email: efoleto@gmail.com

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas.

Patrícia Ziani, Eliane Maria Foleto

Resumo

Este trabalho tem como objetivo espacializar e discutir a presença dos reservatórios de geração de energia elétrica na bacia hidrográfica do Alto Jacuí. Para tanto, realizou-se a identificação e espacialização dos mesmos na área de estudo, trabalhos de campo no intuito de verificar a influência desses reservatórios nesse território e a discussão destes resultados. Deste modo, realizaram-se pesquisas bibliográficas, trabalhos de campo e elaboração de um mapa sintese com a espacialização dos reservatórios de geração de energia elétrica na área de estudo, principais cursos d'água e trajeto percorrido nos trabalhos de campo. Entre os resultados obtidos destaca-se a presença de 10 empreendimentos hidroelétricos na bacia hidrográfica do Alto Jacuí, sendo 4 Usinas Hidrelétricas e 6 Pequenas Centrais Hidrelétricas, indicando a presença dos mesmos como um elementos marcante na paisagem. Diante disso, espera-se que este trabalho possa instigar discussões e trabalhos futuros nessa perspectiva, a qual carece de estudos mais aprofundados.

Palavras chave: Recursos hídricos; Bacia Hidrográfica; Trabalho de Campo.

1. Introdução

Entre os elementos estruturadores do território e da paisagem destacam-se os recursos hídricos. Contudo, o crescente uso e exploração desses recursos, por ações antrópicas no

decorrer da história, tem causado constantes degradações que comprometem a sua qualidade e quantidade rompendo assim, muitas vezes, a sua dinâmica natural e capacidade de resiliência.

Neste sentido, Cavalcanti (2010) pontua que o território precisa ter a resiliência necessária para processar a magnitude das trocas e fluxos de matéria e energia desencadeados, a partir dos processos socioambientais, para que não se rompam os limites de estabilidade. Entre esses processos, pode-se destacar a construção de reservatórios para a geração de energia elétrica, no qual se tem a apropriação dos cursos d'água e a alteração de ambientes lóticos para ambientes lênticos. Tais alterações tem influência direta na quali-quantidade dos cursos d'água, bem como na dinâmica, estrutura e funcionalidade deste território e da sua paisagem.

Entre essas alterações oriundas da instalação desses reservatórios, nos cursos d'água pode-se destacar: a modificação na flora e na fauna circunvizinha, visto que se formam barreiras ecológicas frente ao alagamento do leito do rio e área inundada; mudanças na qualidade física e química das águas à jusante da barragem, refletindo, consequentemente, na biota aquática e, em longo prazo, na alteração químicas dos solos das áreas alagáveis, entre outros (ESTEVES, 1998; TUNDISI, et al., 2006).

Sob essa perspectiva, Figueiró (2017) salienta que o impacto dessas obras não se restringe apenas às mudanças nos ciclos fluviais, mas também no impacto social de elevadas dimensões. Tais mudanças e impactos são apresentadas, por esse autor, no mapa conceitual, elaborado pelo mesmo, que apresenta os principais impactos que envolvem a construção de grandes represas, tanto no que se refere às alterações na dinâmica natural, quanto nas dinâmicas sócio-territoriais envolvidas (Figura 1).

ISBN: 978-85-7282-778-2

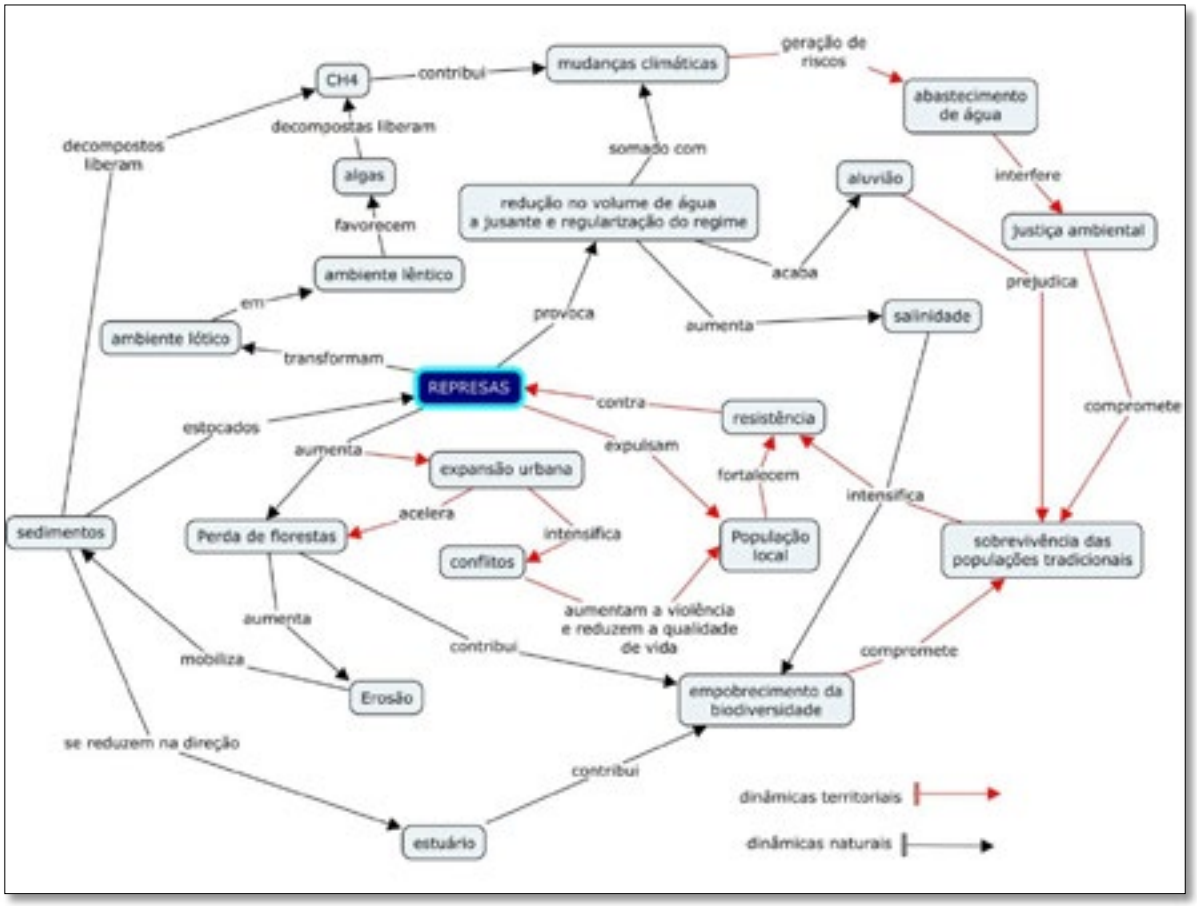


Figura 1 – Modelo conceitual dos principais impactos produzidos pela construção de grandes represas sobre as dinâmicas naturais e territoriais dos lugares envolvidos. Fonte: FIGUEIRÓ (2017).

Diante desse mapa (Figura 1), salienta-se que a construção dessas represas significa uma reconfiguração do espaço geográfico e do território através da alteração das dinâmicas naturais e territoriais dos lugares envolvidos e, consequentemente na paisagem.

Nesse sentido, e buscando identificar e compreender os impactos dessas obras, o presente trabalho em por objetivo espacializar e discutir a presença dos reservatórios de geração de energia elétrica na bacia hidrográfica do Alto Jacuí/RS. Para tanto, realizar-se-á a

ISBN: 978-85-7282-778-2

identificação e espacialização dos mesmos na área de estudo, trabalhos de campo no intuito de verificar a influência desses reservatórios nesse território e a discussão destes resultados.

A escolha desta área de estudo justifica-se, principalmente, em razão da mesma abranger o maior reservatório artificial de hidrelétricas do Estado do Rio Grande do Sul (RS) e envolver o rio Jacuí, que é o principal rio de domínio estadual. Além disso, a bacia hidrográfica do Alto Jacuí é a área escolhida para estudos do projeto Programa Nacional de Cooperação Acadêmica (PROCAD), edital CAPES 071/2013, do qual as autoras fazem parte.

Outro aspecto importante que corrobora para a utilização deste recorte espacial de análise é o fato de que as bacias hidrográficas permitem uma visão integradora da paisagem. A utilização dessas áreas como unidade de gestão ambiental tem sido utilizada, cada vez mais, por diversas instituições governamentais, exigindo assim uma abordagem mais abrangente em estudos, nos quais a complexidade e a análise sistêmica surgem, como necessidades epistemológicas no momento de estruturar as bacias hidrográficas (RODRIGUEZ e SILVA, 2013).

Christofoletti (1981) aponta que a bacia hidrográfica constitui “uma área drenada por um determinado rio ou por um sistema fluvial, funcionando como um sistema aberto, em que ocorre a entrada e saída de energia e matéria”. Rodriguez e Silva (2013) complementam que as bacias hidrográficas são: “um tipo especial de sistema ambiental, em particular de geossistema, que pode ser definido como um espaço físico organizado de acordo com o escoamento de determinado fluxo hídrico”.

Sob essa perspectiva, espera-se que os resultados deste trabalho possam corroborar no desenvolvimento desta temática, a qual carece de estudos mais aprofundados, que possam contribuir no processo de planejamento e gestão ambiental e territorial desta área de estudo.

ISBN: 978-85-7282-778-2

2. Materiais e Métodos

A realização deste trabalho esteve pautada, basicamente, em três etapas: pesquisas bibliográficas sobre os temas abordados e discutidos; realização de trabalhos de campo na área de estudo; e elaboração de um mapa sintese da espacialização dos reservatórios de geração de energia elétrica na área de estudo, principais cursos d'água e trajeto percorrido nos trabalhos de campo.

Entre os temas buscados e desenvolvidos nas pesquisas bibliográficas estão: recursos hídricos, bacias hidrográficas e reservatórios de geração de energia elétrica. Para tanto, buscou-se contemplar distintas fontes de pesquisas como, por exemplo, livros, dissertações, teses, revistas e artigos de periódicos que discutissem essa perscpectiva.

Já, para a elaboração dos mapas, utilizou-se o software ArcGIS 10.5 e o programa Google Earth Pro. Deste modo, utilizam-se: o limite da bacia hidrográficas do Alto Jacuí disponibilizado pela Secretaria do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMA) do Estado do RS para o recorte da área de estudo; os principais cursos d'água da área de estudo teve como base a rede de drenagem da base cartográfica vetorial contínua do RS, feita a partir das cartas da Diretoria de Serviço Geográfico do Exército, na escala 1:50.000, disponibiliza pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS); a localização das Usinas Hidrelétricas (UHEs) e Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) esteve pautada as coordenadas geográficas disponibilizadas no Banco de Informações de Geração (BIG) da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL); e, para salientar o trajeto percorrido durante os trabalhos de campo, fez-se uso da ferramenta caminho. Além disso, traçou-se um perfil de elevação para o rio Jacuí, a fim de destacar a sua abrangência e relevância ao longo da bacia hidrográfica em questão, bem como a variação altimétrica.

A realização de trabalhos de campo, nesta área de estudo, vem ocorrendo nos últimos 4 anos, com diferentes focos de análise, no âmbito geográfico, em parceria com os demais colegas e pesquisadores do PROCAD. Nestas oportunidades, um dos elementos marcante na

paisagem é a presença dos reservatórios de geração de energia elétrica na bacia hidrográfica do Alto Jacuí, que é o foco de análise desta pesquisa. Diante disso, e buscando atender os objetivos do presente trabalho, nos dias 08 e 09 de novembro de 2018, percorreu-se, aproximadamente, 700 km na área de estudo. Partiu-se da cidade de Santa Maria, região central do Estado do RS, em direção a Candelária, e, em seguida, ao município de Passa Sete, onde se adentrou na área de estudo. Posteriormente, seguiu-se pelo municipios de Sobradinho, Arroio do Tigre, Estrela Velha, Espumoso, Tapera, Ernestina e Passo Fundo onde fomos até a divisa de Mato Castelhano onde fica a nascente do rio Jacuí. Já, no dia 09/11/2018 percorreu-se para a região centro-oeste da área de estudo, seguindo para Carazinho, Não-me-toque, Lagoa dos Três Cantos, Selbach, Ibirubá, Cruz Alta, Júlio de Castilhos até Santa Maria, possibilindo assim um panorama geral da área de estudo e da influência dos reservatórios de geração de energia elétrica na bacia hidrográfica do Alto Jacuí/RS.

3. Resultados e discussões

A bacia hidrográfica do Alto Jacuí, foco de análise deste trabalho, faz parte da bacia hidrográfica do rio Jacuí, que compõem o principal rio de domínio do Estado do RS, isto é, o rio Jacuí, fazendo parte da região hidrográfica do Guaíba. Em razão da sua extensão e complexidade, a bacia hidrográfica do rio Jacuí foi dividida em bacia hidrográfica do Alto Jacuí e bacia hidrográfica do Baixo Jacuí, a fim de garantir maior eficiência e gestão de seus corpos hídricos.

Com uma área de aproximadamente 13.072,683 Km², na região centro-norte do Estado do RS, a bacia hidrográfica do Alto Jacuí (Figura 2) abrange, total ou parcialmente, 42 municípios da região do Planalto Meridional Brasileiro, que é formado por rochas basálticas decorrentes de um grande derrame de lavas ocorrido na era Mesozóica (SEPLAN, 2008). Suas características geológicas e geomorfológicas, associadas à amplitude altimétrica da área

ISBN: 978-85-7282-778-2

de estudo, que é próxima aos 700 metros, e as condições climáticas desta região, isto é, subtropical úmido com variação longitudinal com precipitações de 1700 - 1800 mm ao ano, conforme Rossato (2011), proporcionam aos rios da bacia hidrográfica do Alto Jacuí, grande potencial hidrelétrico.

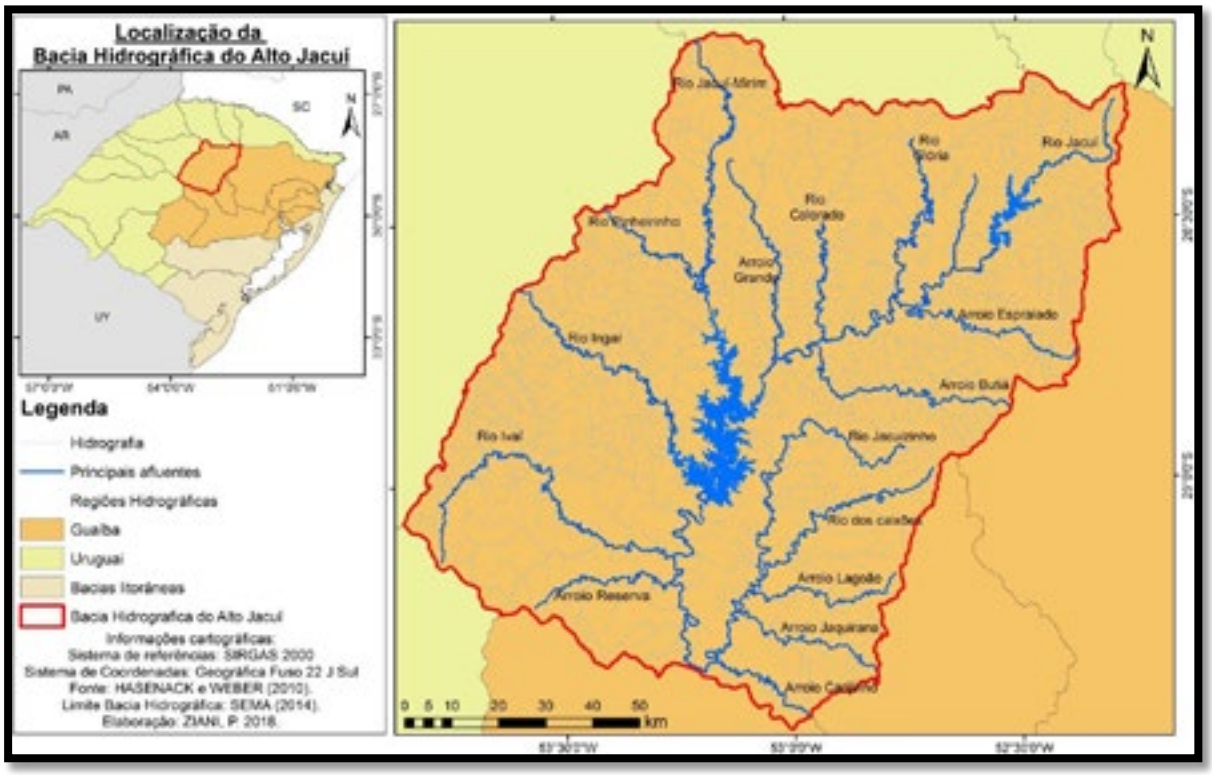


Figura 2 – Localização da bacia hidrográfica do Alto Jacuí.

Além do rio Jacuí, como já destacado, entre os principais cursos d'água da estão: o rio Jacuí-Mirim, o rio Glória, o rio Colorado, o rio Ingaí, o rio Ivaí, o rio Itapevi, o rio Jacuizinho, o rio dos Caixões, Rio Carijinho, o arroio Espraiado, o arroio Butiá, o arroio Grande, o arroio Lagoão, o arroio Jaquirana, e o arroio da Reserva, conforme se observa na figura 2.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Já, com base nos dados obtidos em laboratório e nos trabalhos de campo, identificou-se um total de 10 reservatórios de geração de energia elétrica na área de estudo, isto é, 4 UHEs e 6 PCHs (Figura 3).

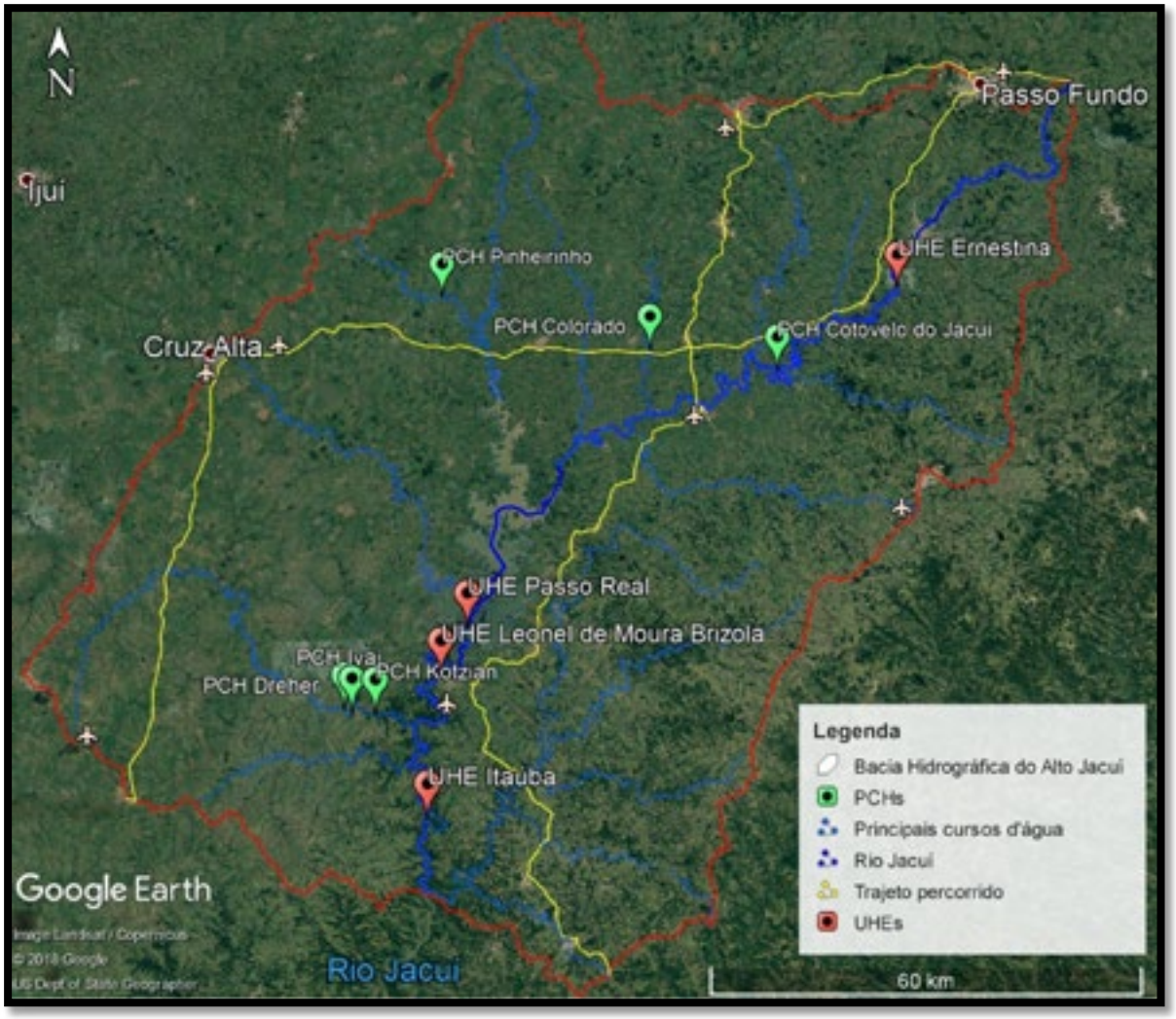


Figura 3 – Espacialização dos reservatórios de geração de energia elétrica na área de estudo, principais cursos d'água e trajeto percorrido nos trabalhos de campo.

Nota-se (Figura 3) que as 4 UHEs da área de estudo, isto é, a UHE de Ernestina, a UHE Passo Real, a UHE Leonel de Moura Brizola e a UHE Itaúba, localizam-se, sequencialmente, no rio Jacuí. Somadas a essas 4 UHEs, tem-se ainda, no rio Jacuí, a PCH Cotovelo do Jacuí, ratificando o expressivo potencial hidrelétrico deste curso d'água. As outras 5 PCHs localizam-se no rio Colorado (PCH Colorado), rio Pinheirinho (PCH Pinheirinho), ambos os rios na região centro-norte da bacia hidrográfica, e rio Ivaí (PCH Dreher, PCH Ivaí e PCH Kotzian) na parte sudoeste da bacia hidrográfica do Alto Jacuí.

Quanto a UHE Passo Real, rassalta-se que o mesmo abrange o reservatório/lago artificial de maior abrangência do Estado do RS com 230 Km² de área inundada, 610 km de orla e 3,85 km de extensão a barragem (MELO, 2018). A construção desse reservatório envolveu o represamento do rio Jacuí e entre as suas principais funções está não somente a produção de energia dessa UHE, mas também de assegurar a vazão do mesmo em períodos extremos, seja de precipitação controlando as cheias, seja de seca mantendo o fluxo e a regularização para os aproveitamentos à jusante desta barragem. Além disso, conforme se observa nas figuras 2 e 3, a sua massa d'água, localizada na região central da bacia hidrográfica do alto Jacuí, ganha destaque na paisagem. Sobre a UHE Passo Real, destaca-se ainda que, atualmente, obras desta magnitude são vistas como inviáveis, tanto em virtude dos significativos impactos ambientais e socias, quanto dos elevados custos econômicos.

Desde a origem da construção estes reservatórios têm-se gerado influências diretas e indiretas no ordenamento deste território e na sua paisagem, contudo não foram encontrados trabalhos que envolvam essa discussão ou que apontem as transformações e reconfiguração do espaço geográfico frente à contrução dos mesmos. Tal situação alerta sobre a necessidade e importância de estudos como estes a fim de que os mesmos possam auxiliar no processo de planejamento e gestão desta área de estudo.

No que tange os trabalhos de campo salienta-se que a realização dos mesmos foi fundamental para o desenvolvimento e enriquecimento deste trabalho, pois viabilizou

observar e interpretar a paisagem do trajeto percorrido (linha amarela da figura 2), possibilitando assim um panorama geral da área de estudo e, principalmente, compreender a influência dos reservatórios de geração de energia elétrica na bacia hidrográfica do Alto Jacuí.

Por fim, em razão da imponência que o rio Jacuí na área de estudo, elaborou-se o um perfil de elevação do mesmo (Figura 4), no qual é possível perceber os diferentes processos e formas ao longo deste curso d'água na bacia hidrográfica do Alto Jacuí.

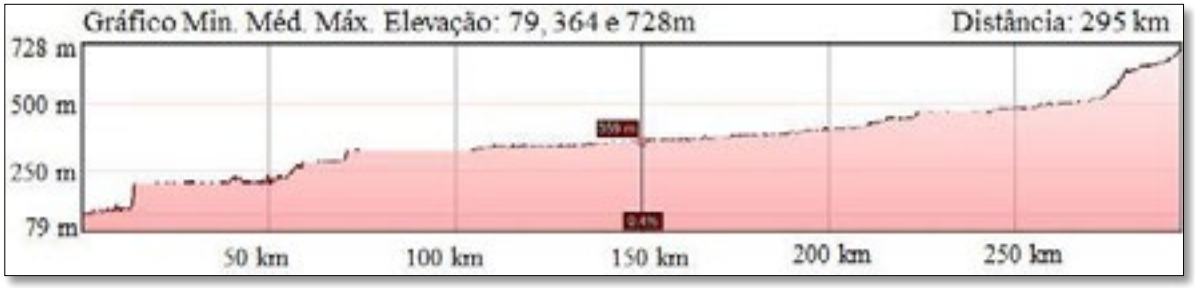


Figura 4 – Perfil de elevação do rio Jacuí.

Diante deste perfil de elevação (Figura 4) percebe-se que na área de estudo o rio Jacuí abranger 295 km, variando de 79 a 728 metros de altitude corroboram para a instalação de empreendimentos hidrelétricos.

4. Considerações finais

Diante deste trabalho, salienta-se a forte presença de reservatórios de geração de energia elétrica na bacia hidrográfica do Alto Jacuí com 10 barragens, sendo 4 UHEs e 6 PCHs, destacando-se assim como uma das principais regiões do Estado do RS em termos de geração de energia.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Compreende-se que a identificação e espacialização destes empreendimentos foram de suma importância, a fim de demonstrar o grande potencial hidrelétrico desta bacia hidrográfica, bem como a concentração dos mesmos nesta área. Contudo, ratifica-se a necessidade de dar continuidade e aprofundar tais discussões, principalmante, em virtude da relevância que esta área de estudo tem, tanto em termos de recursos hídricos, quanto de geração de energia elétrica, no Estado do RS. Tal situação se justifica ainda em razão de não terem sido encontrados trabalhos que discutem tais questões, ratificando a necessidade e importância dos mesmos.

Assim, espera-se que este artigo já possa contribuir e instigar discussões e trabalhos futuros nesse sentido, a fim de corroborar planejamento e gestão ambiental e territorial da bacia hidrográfica do Alto Jacuí.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio do Programa Nacional de Cooperação Acadêmica (PROCAD) da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES/Brasil – Edital CAPES 071/2013 – Processo número 88881.068465/2014-01. Agradecemos também a CAPES pela concessão de bolsa de estudo.

Referências Bibliográficas

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL, 2018. **Banco de Informações de Geração (BIG)**. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/energiaassegurada.asp>. Acesso em 23 nov. 2018.

CAVALCANTI, C. Concepções da economia ecológica: suas relações com a economia dominante e a economia ambiental. **Estudos Avançados**, vol. 24, n.68, p.53-67, 2010.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. 2 ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

FIGUEIRÓ, A. S.. Impactos socioambientais de grandes projetos hidroelétricos: o caso do complexo garabi na fronteira Brasil – Argentina. In: PALHETA, J. M..; NASCIMENTO, F. R. do (Org.). **Grandes empreendimentos e impactos territoriais no Brasil**. 1. ed. Belém: GAPTA/UFPA, 2017. p. 43-77.

HASENACK, H.; WEBER, E.(org.) **Base cartográfica vetorial contínua do Rio Grande do Sul - escala 1:50.000**. Porto Alegre: UFRGS Centro de Ecologia. 2010. 1 DVD-ROM. (Série Geoprocessamento n.3). ISBN 978-85-63483-00-5 (livreto) e ISBN 978-85-63843-01-2 (DVD).

MELO, I. Gaúcha ZH. Ambiente. **Nas entranhas do Passo Real: há 50 anos, uma obra mudava a história e a geografia do RS**. 17/08/2018. Disponível em: <https://gauchazh.clicrbs.com.br/ambiente/noticia/2018/08/nas-entranhas-do-passo-real-ha-50-anos-uma-obra-mudava-a-historia-e-a-geografia-do-rs-cjkwyfstl024r01qksvr2488k.html>. Acesso em: 26 nov. 2018.

ROSSATO. M. S. **Os climas do Rio Grande do Sul: variabilidade, tendências e tipologia**. 2011. 253 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Coordenação e Planejamento. **Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul.** Unidades geomorfológicas. Disponível em: <http://www.atlassocioeconomico.rs.gov.br/conteudo.asp?cod_menu_filho=791&cod_menu=790&tipo_menu=APRESENTACAO&cod_conteudo=1330>. Acesso em: 31 de jan. 2016.

TUNDISI, J. G. et al. Ecossistemas de águas interiores. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Orgs.). **Águas Doces no Brasil:** capital ecológico, uso e conservação. 3 ed. São Paulo: Escrituras, 2006-a, p. 161-202.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ESTILOS FLUVIAIS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO SISTEMA CAMPELO

Leidiana Alonso Alves [(a)], Sandra Baptista da Cunha [(b)]

[(a)] Educação Ambiental/Instituto Federal Fluminense – Campos dos Goytacazes/RJ
Geografia/Universidade Federal Fluminense – Niterói/RJ, leididialves@hotmail.com

[(b)] Geografia/Universidade Federal Fluminense – Niterói/RJ, sandracunha@openlink.com.br

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

A identificação e caracterização dos estilos fluviais na bacia hidrográfica do Sistema Campelo é o tema central deste trabalho. O referido recorte espacial está situado entre os municípios de Campos dos Goytacazes e São Francisco de Itabapoana (RJ). Em sua paisagem encontram-se lagoas, canais e áreas embrejadas. Este estudo teve como objetivo identificar e caracterizar os estilos fluviais considerando a interferência das obras hidráulicas construídas na bacia. O embasamento teórico pautou-se na Análise Ambiental, método adequado para o desenvolvimento de estudos integrados em bacias hidrográficas. As etapas metodológicas que visam identificar os estilos fluviais basearam-se na metodologia *River Styles*®. Os resultados mostraram a existência de cinco estilos fluviais distribuídos no relevo dos Tabuleiros e da Planície Fluviomarinha. Ao mapear o Sistema Campelo, concluiu-se que ele foi "domesticado" após a construção das obras hidráulicas que passaram a controlar suas águas superficiais. Isso ficou evidente através do Estilo Fluvial *Canal permanente canalizado*.

Palavras chave: Geomorfologia Fluvial; Bacia Hidrográfica; Classificação de Rios; Análise Ambiental.

Leidiana Alonso Alves, Sandra Baptista da Cunha

1. Introdução

A Geomorfologia é a ciência especializada em estudar as formas impressas no relevo, nela, estão contidas informações sobre a gênese, a idade e as tendências de sua evolução. Suas diferentes feições configuram distintas paisagens morfológicas que se expressam espacialmente na superfície do terreno, materializando-se como modelo geomorfológico de uma área (CHORLEY et al., 1984; SUMMERFIELD, 1991; HUGGETT, 2007). De acordo com os autores, as formas de revelo são esculpidas através de processos endógenos, exógenos

e antrópicos, que constitui um sistema geomorfológico aberto, cujas características são a troca de matéria e energia entre os elementos que o compõe.

A abordagem geomorfológica foi aqui definida como a mais adequada para o desenvolvimento deste trabalho. Por meio dela será possível identificar e caracterizar os estilos fluviais dos corpos lóticos da bacia hidrográfica do Sistema Campelo, considerando a interferência da construção dos canais de drenagem no relevo da Planície Fluviomarinha.

Os princípios da Geomorfologia Fluvial são considerados como elementos essenciais ao definir os estilos fluviais. De acordo com Brierley e Fryirs, 2000 e Cunha, 2009, entender os processos geomorfológicos que ocorrem no recorte espacial de uma bacia hidrográfica podem ser determinantes para compreender a estrutura do sistema fluvial, entendido como a rede de canais que drena uma área capaz de formar um todo complexo, considerando as conexões, inter-relações e a troca de matéria e energia entre suas partes.

Os Estilos Fluviais (*River Styles*®) consistem em um método de classificação geomorfológica de rios. De acordo com Brierley et al. (2002), ele utiliza a paisagem geomorfológica como fonte de avaliação do caráter, comportamento, evolução e o estado de conservação do rio ao longo de toda a sua bacia. Este método integrador possibilita caracterizar diferentes tipos de rios, após dividi-los em trechos e analisá-los através de um conjunto de atributos geomorfológicos que inclui a geometria do canal e sua forma em planta.

Brierley et al. (2002) partem do princípio que identificar e caracterizar os estilos fluviais não se trata somente de uma averiguação visual da paisagem, mas sim, de tentar compreender o comportamento do rio a partir do entendimento de sua morfologia. Para isso, deve-se eleger uma escala de análise adequada. Portanto, ao definir os estilos fluviais, torna-se possível entender as relações de interdependência que se estabelecem na bacia hidrográfica.

Dessa forma, a leitura da paisagem abarca um conjunto de informações em que se necessita observar, medir e interpretar os elementos naturais e antrópicos dispostos no espaço.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Neste sentido, a paisagem pode ser entendida como um instrumento de pesquisa que possibilita analisar as complexidades contidas no espaço geográfico.

Com uma área total de aproximadamente 750 km², o Sistema Campelo consiste numa bacia hidrográfica formada por canais naturais e artificias, lagoas e áreas embrejadas. Este recorte espacial está localizado, politicamente, na porção norte do estado do Rio de Janeiro, entre os municípios de Campos dos Goytacazes e São Francisco de Itabapoana (Figura 1). Geomorfologicamente o Sistema Campelo está situado no Baixo Curso do rio Paraíba do Sul e seus limites estão em contato com as bacias hidrográficas dos rios Guaxindiba ao norte, Muriaé a oeste, com os suaves divisores da bacia do canal Cacimbas a leste e a sul com o rio Paraíba (ALVES, 2018).

Figura 1 – Localização da área de estudo

ISBN: 978-85-7282-778-2

Por ser considerada uma região importante para a produção de alimentos, abastecimento de água e geração de trabalho e renda, através de atividades tradicionais, como a pesca e as práticas agropecuárias de pequeno e grande porte, os distintos corpos hídricos nela contidos são vistos como objetos geográficos de grande relevância. Desta forma, estudos que os abordem são justificados, pois as modificações ocorridas na área ocasionaram alterações em seus estilos fluviais. Além disso, o nível de detalhamento (escala local) das informações contidas neste trabalho contribui para o planejamento ambiental e a tomada de decisões por parte dos órgãos gestores dos corpos hídricos.

Este artigo é fruto da dissertação de mestrado intitulada *Papel das obras hidráulicas na definição dos Estilos Fluviais na bacia hidrográfica do Sistema Campelo, Norte Fluminense (RJ)*. O objetivo central deste estudo consistiu em identificar e caracterizar os estilos fluviais considerando a interferência da construção das obras fluviais no recorte espacial estudado.

2. Materiais e Métodos

O embasamento teórico-metodológico aplicado no desenvolvimento deste estudo foi guiado pelo método da Análise Ambiental, entendendo que ele busca compreender a totalidade, funcionalidade e as relações sistêmicas que ocorrem no espaço através da articulação de escalas, o que possibilita revelar detalhes sobre o objeto analisado.

Através da Análise Ambiental, é possível afirmar que os fenômenos possuem *localização* (posicionam-se no tempo e no espaço); *extensão* (ocupam determinada porção no espaço geográfico); *evolução* (modificam-se com o passar do tempo, por isso, não são estáticos na natureza) e; *correlação* (podem ser comparados a outros fenômenos), o que os tornam visíveis nas paisagens (SILVA; SOUZA, 1988). Após definir estes princípios geográficos, os fenômenos observados podem ser logicamente estudados. Além disso, faz com que eles sejam identificados e classificados, tomando por base, suas diferenças, semelhanças e

ISBN: 978-85-7282-778-2

afinidades. Isso possibilita analisá-los e categorizá-los através de seus atributos físicos, relações funcionais, espaciais e temporais (ALVES, 2018).

O método da Análise Ambiental foi escolhido para auxiliar no desenvolvimento deste trabalho, por considerar que ele possui um conjunto de técnicas e procedimentos adequados às discussões de cunho ambiental, tais como às abordagens hidrológica e geomorfológica. Sua utilização facilita obter informações, formular hipóteses e responder aos questionamentos geoambientais. Além disso, permite agrupar uma massa de dados georreferenciados, que corresponde às características reais do recorte espacial investigado, utilizando para isso, distintas escalas de análise, o que possibilita elevar o nível de detalhamento das informações que representam os fenômenos geográficos no espaço.

2.1. Procedimentos Operacionais

As etapas metodológicas que visam identificar e caracterizar os Estilos Fluviais dos corpos lóticos na bacia hidrográfica do Sistema Campelo foram pautadas na metodologia *River Styles*®.

Esta ferramenta é composta por quatro estágios de análise, sendo que o *primeiro* está relacionado ao mapeamento das características gerais da área selecionada, o que permite identificar, interpretar e classificar os estilos fluviais, tornando possível observar o caráter e o comportamento do rio; o *segundo* estágio tem a propriedade de avaliar a condição geomorfológica de cada estilo fluvial para então determinar a capacidade de ajuste, e assim, analisar a evolução do rio; o *terceiro* estágio possibilita prever a trajetória das possíveis mudanças em cada trecho monitorado, o que permite averiguar o potencial de recuperação; e no *quarto* estágio as informações geradas nas fases anteriores têm por finalidade identificar o estado de conservação do rio, visando sua reabilitação e conservação através do planejamento e da gestão integrada (BRIERLEY et al., 2002; BRIERLEY; FRYIRS, 2005).

ISBN: 978-85-7282-778-2

Neste contexto, Brierley e Fryirs (2005) e Marçal et al. (2017) apontam a importância de observar e interpretar as paisagens, ao invés de apenas fazer abordagens quantitativas sobre as formas do relevo e os processos atuantes no interior das bacias hidrográficas.

Para a identificação dos estilos fluviais dos córregos (Sucupira, Floresta e Estreito) situados no relevo da Formação Barreiras, dos canais naturais (Cataia e Valão da Ponte) e dos canais artificiais (Vigário e Engenheiro Antônio Resende) situados no relevo da Planície Fluviomarinha, utilizou-se o primeiro estágio da metodologia *River Styles*, proposta por (BRIERLEY; FRYIRS, 2005).

Na etapa final, a definição dos estilos fluviais foi realizada tomando por base a observação dos diferentes compartimentos do relevo, das características dos vales, da Planície Fluviomarinha, onde os corpos hídricos encontram-se localizados e das unidades geomorfológicas que formam a bacia. Esta etapa contou, ainda, com a análise das formas em planta observadas em imagens de satélite disponibilizadas pelo Google Earth Pro (versão 7.3). O trabalho teve continuidade com a elaboração dos perfis longitudinais dos canais e as seções transversais dos vales, ambos criados a partir de uma imagem de satélite SRTM, com resolução espacial de 90 metros, disponibilizada gratuitamente pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais e tratada com o auxílio do *Software* ArcGIS. Ressalta-se, que as informações foram validadas através de incursões ao campo.

3. Resultados e discussões

Os Estilos Fluviais da bacia hidrográfica do Sistema Campelo foram definidos levando em conta os ajustes naturais e aqueles promovidos pelas obras hidráulicas realizadas na área a partir da década de 1970. Para isso, foi necessário analisar de forma detalhada as feições geomorfológicas no relevo da bacia, a configuração dos vales, a forma em planta dos canais, os perfis transversais dos vales e os perfis longitudinais dos cursos d'água.

No Sistema Campelo foram identificados cinco estilos fluviais: *Cabeceira com regime temporário; Canalizado com baixa sinuosidade na planície; Canal natural de baixa sinuosidade; Canal permanente canalizado e Canal descontínuo em vale preenchido*, conforme consta na Figura 2. Destaca-se que neste estudo foram analisados os estilos fluviais dos córregos Sucupira, Floresta e Estreito (localizados no domínio da Formação Barreiras); os canais de origem natural Cataia e Valão da Ponte (localizados no domínio da Planície Fluviomarinha) e os canais artificiais do Vigário e Engenheiro Antônio Resende (construídos no limite dos domínios da Formação Barreiras e da Planície Fluviomarinha).

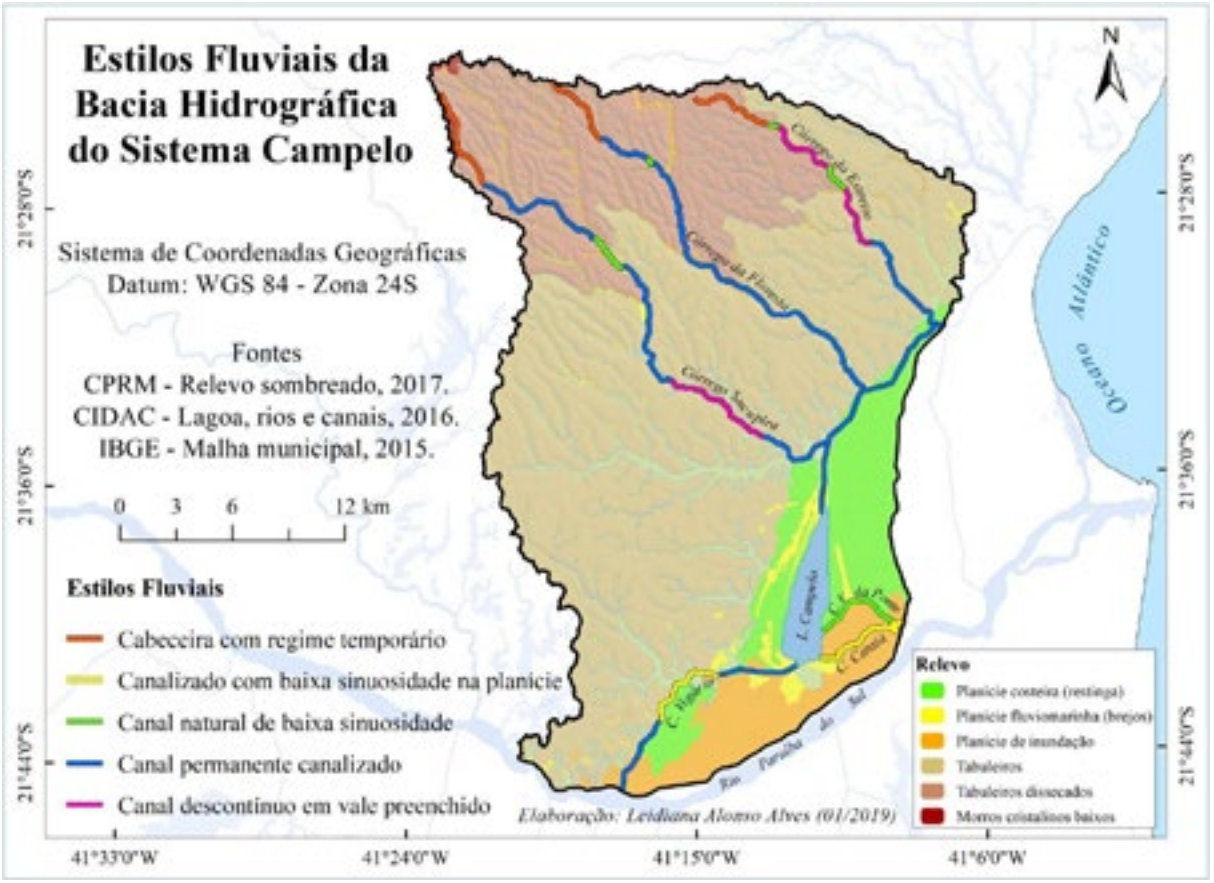


Figura 2 – Mapa síntese dos Estilos Fluviais na bacia hidrográfica do Sistema Campelo

Fonte: Adaptado de Alves, 2018.

ISBN: 978-85-7282-778-2

A Figura 2 retrata, ainda, o contexto geomorfológico em escala regional de análise. Nesta ilustração é possível observar que o relevo é formado por duas unidades bem definidas: a Planície Quaternária Holocênica (21%) e os Tabuleiros Neógenos da Formação Barreiras (79%). A primeira distingue-se por sua topografia pouco rugosa, onde os depósitos fluviomarinhos encontram-se acomodados entre o rio Paraíba do Sul e a lagoa do Campelo. Predominante na área, a segunda unidade apresenta topografia rugosa devido às ondulações dos tabuleiros. As unidades descritas subdividem-se em: Planícies de Inundação, Fluviomarinha e Costeira, quando se trata do relevo Quaternário e Tabuleiros, Tabuleiros Dissecados e Morros Colinosos Baixos, quando se trata do relevo Neógeno. Vale ressaltar que a distribuição dos compartimentos geomorfológicos no Sistema Campelo demonstra um controle inicial capaz de definir distintas feições ao longo dos trechos dos cursos d'água, o que possibilita determinar o comportamento preferencial de cada estilo fluvial.

3.1. Os Estilos Fluviais na bacia hidrográfica do Sistema Campelo

Devido à flexibilidade da metodologia empregada, a nomenclatura atribuída a cada trecho mapeado foi adotada em função das características observadas na paisagem, de modo que cada trecho fosse descrito e representado de forma clara, visando resumir as principais informações capturadas. Assim, os distintos estilos fluviais distribuídos sobre o relevo dos Tabuleiros Neógenos, da Planície Quaternária Holocênica e no limite destes dois comportamentos, apresentam as seguintes características:

1) *Cabeceira com regime temporário*: os trechos que correspondem ao referido estilo fluvial encontram-se localizados nas áreas mais elevadas da bacia (cerca de 160 m), onde o relevo é formado por Morros Baixos e Tabuleiros Dissecados no domínio Formação Barreiras. Estilos fluviais desta natureza formaram-se no fundo dos vales, os quais não possuem controle litológico e seu desenvolvimento ocorre entre planícies de inundações ocasionais. Ao analisar as formas em planta, observou-se que os cursos d'água são compostos por um único canal, de baixa sinuosidade e declives acentuados entre os vales não confinados. Além destas

características, notou-se que nas proximidades das nascentes dos córregos situados nos Tabuleiros Neógenos há presença de solo exposto e ausência de vegetação ciliar, o que possibilita acelerar o processo de assoreamento dos corpos hídricos.

2) *Canalizado com baixa sinuosidade na planície*: este Estilo Fluvial possui trechos situados na Planície Holocênica, os quais perpassam o relevo aplainado, formado por sedimentos Fluviais e Marinhos recentes nas proximidades da lagoa do Campelo. A nomenclatura proposta foi atribuída em virtude das intervenções antropogênicas que o canal vem recebendo ao longo do tempo. Conforme observado na forma em planta, os trechos apresentam canal único, com calha retificada, canal com alta instabilidade, margens ativas evidenciando processos de erosão e leito obstruído por vegetação.

3) *Canal natural de baixa sinuosidade*: é encontrado no relevo das Planícies de Inundação do rio Paraíba do Sul e Fluviomarinha, onde predominam os processos de deposição dos sedimentos carreados de montante (Tabuleiros Neógenos) para jusante (Planície Quaternária). Este Estilo Fluvial foi identificado no canal Valão da Ponte, que possui canal único, de baixa sinuosidade e com instabilidade alta em suas margens. Ao analisar sua forma em planta foi possível perceber que ele encontra-se obstruído por vegetação. Cabe destacar, que ao longo do trecho há bolsões de água e marcas de paleocanais no relevo do entorno.

4) *Canal permanente canalizado*: este Estilo Fluvial ocorre nos domínios Formação Barreiras e Planície Fluviomarinha. Os trechos classificados com esta nomenclatura apresentam alterações de origem antropogênicas, mais especificamente, aquelas promovidas pelo Departamento Nacional de Obras de Saneamento (DNOS) a partir da década de 1970. As alterações atribuídas a este órgão, na bacia do Sistema Campelo, consistiram na construção de canais de drenagem (canais do Vigário e Engenheiro Antônio Resende), dique-estrada, vertedouros, diques de contenção, comportas manejáveis e obras de retificação nos córregos Sucupira, Floresta e Estreito. Uma das características marcantes desse estilo é que ele apresenta canal retificado no relevo da planície e em vales com fundo achatados em formato

ISBN: 978-85-7282-778-2

de "U". Conforme exposto por Fidalgo et al. (2005), nesta região os vales são mais abertos e recobertos por sedimentação fluviolacustre recente. A retificação dos trechos resultou no encurtamento do comprimento dos canais, favorecendo a remoção de feições geomorfológicas que ocasionassem obstáculos ao escoamento das águas. Além disso, possuem margens ativas evidenciando processos de erosão ao aproximar-se da foz.

5) *Canal descontínuo em vale preenchido*: o referido Estilo Fluvial está presente entre os vales não confinados, situados no relevo dos Tabuleiros e Tabuleiros Dissecados. Ao examinar as formas em planta, notou-se que os trechos inseridos nos vales preenchidos não apresentam canal visível e, sim, uma Planície de Inundação contínua, com zonas úmidas onde prevalece à acumulação de sedimentos. De acordo com Brierley et al. (2002), os vales com estas particularidades apresentam áreas embrejadas, relativamente planas, o canal se mostra descontínuo e a umidade existente na rasa depressão permite o crescimento de vegetação no interior e nas margens do corpo hídrico. Isso faz com que a área seja rica em material orgânico.

Cabe enfatizar que após o mapeamento detalhado da bacia hidrográfica do Sistema Campelo, foi possível quantificar a frequência dos estilos fluviais identificados e suas respectivas extensões, conforme se vê na Tabela 1.

Tabela 1 – Frequência e extensão dos Estilos Fluviais na bacia hidrográfica do Sistema Campelo

	Estilo Fluvial	Frequência	Extensão (km)
1	Canal permanente canalizado	9	71,98
2	Cabeceira com regime temporário	3	15,16
3	Canal descontínuo em vale preenchido	3	14,76
4	Canalizado com baixa sinuosidade na planície	2	12,85
5	Canal natural de baixa sinuosidade	1	11,5

ISBN: 978-85-7282-778-2

4. Considerações finais

A identificação dos estilos fluviais se deu a partir de observações da configuração dos vales não confinados, do relevo de planície e das unidades geomorfológicas que formam a bacia hidrográfica do Sistema Campelo. Neste contexto, a aplicação da metodologia *River Styles* possibilitou identificar cinco (5) estilos fluviais distintos em cursos d'água localizados nos domínios Formação Barreiras, Planície Fluviomarinha e no domínio Limite Formação Barreiras e Planície Fluviomarinha, sendo eles: *Cabeceira com regime temporário, Canalizado com baixa sinuosidade na planície, Canal natural de baixa sinuosidade, Canal permanente canalizado* e *Canal descontínuo em vale preenchido.*

A classificação dos estilos fluviais, associado à Análise Ambiental resultou numa importante ferramenta de organização das informações coletadas, o que permitiu realizar uma análise integrada da paisagem em toda a bacia hidrográfica. Desta maneira, foi possível compreender melhor os principais processos atuantes.

Os vales dos córregos Sucupira, Floresta e Estreito, situados no relevo da Formação Barreiras apresentaram características semelhantes, quando considerados o formato, a largura e a profundidade dos vales. Ao aproximar-se do baixo curso destes córregos seus vales tornam-se mais largos, menos profundos, com fundos achatados e, por vezes, irregulares. Salienta-se, que nesta porção da bacia prevalecem as planícies de inundações contínuas, compostas por zonas úmidas e acúmulo de sedimentos carreados das áreas mais elevadas.

Cabe aqui enfatizar que a aplicação da metodologia *River Styles* permitiu mensurar e avaliar quanto o Sistema Campelo foi modificado pelas ações antrópicas ao longo do tempo. Isso se tornou evidente após observar a frequência e o comprimento do Estilo Fluvial *Canal permanente canalizado*, que possui a maior extensão na bacia (71,98 km). De um modo geral, pode-se dizer que a bacia hidrográfica do Sistema Campelo foi "domesticada" a partir da construção das obras fluviais que controlam a dinâmica de suas águas superficiais.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Referências Bibliográficas

ALVES, Leidiana Alonso. *Papel das obras hidráulicas na definição dos Estilos Fluviais na bacia hidrográfica do Sistema Campelo, Norte Fluminense (RJ)*. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal Fluminense. Niterói-RJ, 2018.

BRIERLEY, Gary Jhon; FRYIRS, Kirstie Anne. River Styles, a Geomorphic Approach to Catchment Characterization: Implications for River Rehabilitation in Bega Catchment, New South Wales, Australia. *Environmental Management*, v. 25, n. 6, p. 661-679, 2000.

BRIERLEY, Gary Jhon et al. Application of the River Styles framework as a basis for river management in New South Wales, Australia. *Applied Geography*, v. 22, p. 91-122, 2002.

BRIERLEY, Gary Jhon; FRYIRS, Kirstie Anne. *Geomorphology and river management*: applications of the river styles framework. Oxford: Blackwell Publishing, 2005.

CHORLEY, Richard John; SCHUMM, Stanley Alfred; SUGDEN, David E. *Geomorphology*. London: Methuen, 1984.

CUNHA, Sandra Baptista da. Geomorfologia Fluvial. In: GUERRA, Antonio José Teixeira; _____. (Org.). *Geomorfologia*: uma atualização de bases e conceitos. 9. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009.

FIDALGO, Elaine Cristina Cardoso et al. *Diagnóstico do Meio Físico das Bacias Hidrográficas do Entorno da Mata do Carvão (BHMC), Noroeste do Estado do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2005.

HUGGETT, Richard John. *Fundamentals of geomorphology*. London: Routledge, 2007.

MARÇAL, Mônica dos Santos; BRIERLEY, Gary Jhon; LIMA, Raphael Nunes de Souza. Using geomorphic understanding of catchment-scale process relationships to support the management of river futures: Macaé Basin, Brazil. *Applied Geography*, 84 (2017) 23-41, jul./2017. http://dx.doi.org/10.1016/j.apgeog.2017.04.008.

SILVA, Jorge Xavier da; SOUZA, Marcelo José Lopes de. *Análise Ambiental*. Rio de Janeiro: UFRJ, 1988.

SUMMERFIELD, Michael A. *Global Geomorphology*: an introduction to the study of landforms. Essex: Prentice Hall, 1991.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ESTRADA NA SERRA DA CANASTRA E SEUS IMPACTOS EM NASCENTE

Giliander Allan da Silva [(a)], Silvio Carlos Rodrigues [(b)]

[(a)] Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, gili.franca@hotmail.com

[(b)] Prof. Dr. do Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, silgel@ufu.br

Eixo: 6 - Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Giliander Allan da Silva, Silvio Carlos Rodrigues

Resumo

O estudo analisa os impactos gerados pela estrada e suas manutenções frente a cenários sazonais em uma nascente. A pesquisa se desenvolve no Chapadão Diamante, porção oeste do Parque Nacional da Serra da Canastra (PNSC), sudoeste do estado de Minas Gerais. Além de grande exuberância geológica-geomorfológica, a estrutura local confere singular importância para a dinâmica hídrica e hidrogeomorfológica da região sudeste do Brasil. Então, fez-se a observação da vazão de uma nascente com fins a obter cenários sazonais, juntamente com avaliação em campo sob as condições de intervenção para compreender os impactos provocados pelas estradas e manutenção delas na cabeceira de drenagem que compoem a vazão dos primeiros quilômetros do rio São Francisco. Observou-se que, embora seja necessária a manutenção da estrada para locomoção dos visitantes e habitantes circunvizinhos ao PNSC, é possível ordenar as intervenções de forma a reduzir os impactos negativos nas nascentes.

Palavras chave: nascente; hidrogeomorfologia; canais de primeira ordem.

1. Introdução

Constantemente o homem tem se apropriado do meio e dos recursos naturais para seu sustento e/ou acúmulo material. Importante lembrar que, embora vários recursos naturais sejam classificados como renováveis, ainda sim, é necessária consciência sobre o uso exacerbado. Enquadra-se neste perfil a água. Embora o Brasil seja um país com um sistema de drenagem exuberante, a poluição e uso desordenado deste recurso mineral têm acometido populações.

Destaca-se a importância das nascentes, sendo elas o princípio dos canais de drenagem. Corrobora-se com Felippe (2009) pois, o conceito de nascente tem inúmeras interpretações e carece de pesquisas mais aprofundadas. A partir de análise sobre diversos conceitos de nascente na bibliografia internacional, o autor conceituou nascente como "um sistema ambiental marcado por uma feição geomorfológica ou estrutura geológica em que ocorre a exfltração da água de modo temporário ou perene, formando canais de drenagem a jusante" (FELIPPE; MAGALHÃES JÚNIOR, 2013, p. 75).

Frente à complexidade do conceito, analisa ser de grande importância o planejamento em conjunto com a elaboração e execução de leis que priorizem resguardar este recurso cujo homem é totalmente dependente. Cita Ibama/MMA (2005) que, por uma grande seca e desmatamento desordenado do Cerrado incentivados por politicas publicas de expansão da fronteira agrícola, em 03 de abril de 1972, criaram-se o Parque Nacional da Serra da Canastra (PNSC), a sudoeste do estado de Minas Gerais, com o escopo de preservação desta área.

Dentre inúmeros patrimônios resguardados por este parque, destacam-se o sistema de nascentes do Rio São Francisco, as quais se distribuem por mais de 70 quilômetros quadrados no Chapadão da Canastra. Este chapadão é seccionado por uma estrada (MG 341) entre a cidade de São Roque de Minas e Sacramento também ligando ao distrito de São João Batista da Serra da Canastra. Desta forma, torna-se o único meio de ligação viária entre estas cidades.

Neste contexto, que envolve uma unidade de conservação, nascentes de uma bacia hidrográfica de singular importância para o Brasil e as estradas que margeiam estas cabeceiras de drenagem, busca-se avaliar os impactos gerados pela manutenção destas vias no sistema de drenagem, sobretudo, em nascentes que compõem os quilômetros iniciais do Rio São Francisco.

Desta forma, observa-se uma grande necessidade de monitoramento e compreensão dos processos decorrentes das estradas e das necessárias manutenções. Como resultados deste estudo, espera-se apresentar informações que podem ser uteis ao ordenamento das manutenções de forma a reduzir os impactos negativos nas nascentes.

1.1. Objetivos

O estudo tem como escopo mapear, caracterizar e avaliar os impactos gerados em uma nascente-modelo por conta das intervenções geradas pela manutenção das estradas no parque.

1.2. Área de estudo

A área de pesquisa delimita as cabeceiras do rio São Francisco, no Chapadão Diamante, inserido na porção leste do Parque Nacional da Serra da Canastra. Todo o recorte se extende por 77 quilômetros quadrados e abriga mais de 200 nascentes. Por questões de viabilidade e acessibilidade, desenvolve-se uma pesquisa mais vertical sobre 7 nascentes, e, para este manuscrito, uma nascente foi proposta para discussão, chamada de GP2.

O PNSC situa-se a sudoeste do estado de Minas Gerais cuja área abrange 2000 quilometros quadrados, distribuindo-se em parte dos municípios de Sacramento, São Roque de Minas, Vargem Bonita, Delfinópolis, São João Batista do Glória e Capitólio (Figura 1). Da área supramencionada, quase 720 km² estão sob posse e domínio do Ibama e o restante, são propriedades ainda não desapropriadas e regularizadas, conforme cita Ibama (2005).

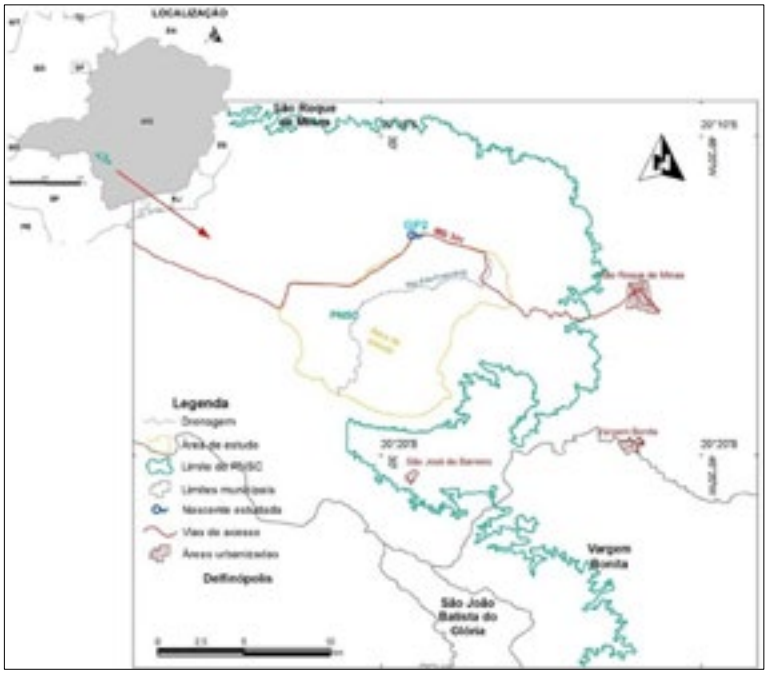


Figura 1 – Cabeceiras do rio São Francisco no PNSC: localização da nascente GP2.

2. Materiais e Métodos

Foi definida para discussão neste estudo, uma dentre sete nascentes analisadas ao longo de três anos na pesquisa de doutorado. Como critérios para a escolha, foram considerados: distribuição espacial, representatividade amostral e viabilidade no acesso, este último, sendo preponderante. Além disso, o deslocamento dentro do parque é demorado, seja pela distância a ser percorrida entre as nascentes e pela dificuldade de se trafegar nas estradas que são bastante afetadas pelo escoamento superficial pluvial, comuns na Serra da Canastra.

Por considerar complexo o funcionamento das nascentes, uma série técnicas e métodos foram necessários. Assim, procedimentos de cunho geográfico, geomorfológico, hidrogeomorfológico, geotécnico, geotecnológico e topográfico foram utilizados para auxiliar na interpretação dos elementos naturais e antrópicos impactantes nas nascentes. Para tanto, foram gerados dados primários, resultante dos trabalhos de campo e utilizados dados secundários no que diz respeito à pluviosidade na área de estudo.

Vazão

A vazão é um parâmetro muito importante de análise nas nascentes. Pela medição e quantificação do volume de água que escoa a partir de um sistema de exfiltração, torna-se possível diferenciar as nascentes e classificá-las conforme a sua magnitude. Ademais, o volume de água produzida está diretamente relacionado à oferta de água por todo o sistema de drenagem.

As medidas de vazão seguiram a metodologia adotada por Pinto et al., (2004) e Felippe (2009). O volume de água foi quantificado de forma direta e o local sempre foi à jusante, mais próximo possível da zona de exfiltração onde há um fluxo concentrado e há possibilidade de coleta por conta de ausência ou pouca vegetação e o canal é mais encaixado. Havendo fluxo, sempre se coletou nos mesmos pontos em todas as campanhas de campo. Para isso, adicionalmente aos procedimentos já preconizados por Felippe (2009), elaborou-se calhas metálicas cujo objetivo principal foi de direcionar o fluxo de forma que encaixasse na proveta graduada (1.000ml), utilizada para medir o volume de água. Utilizou-se o tempo de 10 segundos para cada coleta de água, em que, foram realizadas 5 repetições em cada nascente, sendo a vazão definida pela média aritmética dos eventos.

Observação e anotação

Anotações empíricas sobre as condições gerais e específicas da nascente e suas adjacências são realizadas na Ficha de Campo. Este momento consiste na tomada de informações organizadas por pontos de análise e facilita a da nascente, uma vez que favorece a especialização pelas descrições das condições da cobertura vegetal, do tipo de rocha presente, características do relevo e da profundidade e textura relativa dos materiais superficiais. Ademais, se obtém fotos sob vários ângulos, seja em solo (máquina convencional do celular) ou aéreas obliquas com VANT, para caracterização da área.

Fotos aéreas

Foram realizados voos com VANT para obter fotos aéreas sob vários ângulos e escalas para a caracterização das nascentes e área circunvizinha. O VANT ou Sistema VANT, é o grupo de equipamentos que dispõe, ao menos, de uma aeronave e uma estação de controle, tornando o equipamento remotamente pilotado.

Precipitação

No estudo foram utilizados dados sobre a pluviosidade da região. O PNSC dispõe de uma estação analógica localizada na Portaria 1 (latitude 20º15’39.1”S e longitude 46º24’36.7”W) e de uma estação automática da CEMIG (código 2046033, latitude 20°11'42.4"S e longitude 46°34'17.9"W). Os dados da primeira estação são tomados pelos responsáveis pela Portaria 1, na segunda estação as informações são armazenadas em um *data logger*, sendo, posteriormente descarregadas em um computador por funcionários da CEMIG.

Outras fontes de dados também foram consultadas a título de informação. Uma delas foi trabalho de Novais (2011) que fez uma caracterização climática do Triângulo Mineiro e adjacências com dados de 1980 a 2009 e o Plano de Manejo elaborado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA/IBAMA, 2005) que também cita dados climatológicos, os quais nos serviram de parâmetro.

3. Resultados e discussões

A nascente GP2 encontra-se próxima a um ponto de visitação bastante acessado pelos turistas, o “Curral de Pedras”. Suas coordenadas são Latitude 20°13'06.23"S e Longitude 46°28'54.71"O. Está a 11,5 quilômetros da portaria principal (Portaria 1 – São Roque de Minas), a 1433 metros de altitude, conforme a Tabela I.

Tabela I – Características básicas da nascente GP2.

Latitude	Longitude	Altitude(m)	Morfologia	Exfiltração	Mobilidade	Sazonalidade
20°13'06.23"S	46°28'54.71"O	1433	cabeceira em dígitos	difusa	móvel	intermitente

Esta é uma nascente do tipo móvel, ou seja, desloca-se ao longo da vertente conforme as oscilações sazonais. Também apresenta uma forma bastante peculiar. As primeiras águas fluem a partir de um contorno erosivo que configura uma cabeceira de drenagem com retração das paredes (2 metros no máximo) em desenho de dígitos (Figura 2). Desta feição, em meio à vegetação, surgem vários princípios de canais configurando uma exfiltração difusa, que logo conforma um caminho preferencial, pelo qual foram tomados os valores de vazão, com necessária confecção de um degrau para encaixe da calha e proveta graduada.

Figura 2 – Caracterização da nascente GP2 por diferentes ângulos, escalas e datas.

O referido curso d'água gerado por esta nascente é nomeado de Córrego Retiro das Posses (IBGE, 1970) e é afluente da margem direita do rio São Francisco. Desagua nele depois de drenar por 5,5 quilômetros, com maiores contribuições para sua vazão oriunda da margem direita, coincidindo com a estrada MG-341, a qual se situa paralela ao córrego ao longo de 500 metros.

Em uma das campanhas de campo foi possível acompanhar a ocorrência de chuva na nascente em questão. A Figura 3 reporta o momento da aproximação da precipitação na área de amostragem, em que foi possível, no dia 18 de março de 2018, quantificar a vazão antes e depois do evento chuvoso. O episódio perdurou por aproximadamente 30 minutos, porém, na estação meteorológica não foi registrado valores de chuva. Dentre os motivos, pode ter ocorrido algum problema de ordem técnica, ou então, pela distância entre as nascentes e a estação, cerca de 10 quilômetros, pode não ter chovido onde a estação está instalada, contudo, na estação lotada na Portaria 1, o evento chuvoso foi notado com 2mm, valor também diferente da realidade vivenciada durante o episódio.

Figura 3 – a) Disposição da valeta para escoamento pluvial em relação à nascente com a aproximação da precipitação; b) valeta de escoamento com fluxo direcionando-se para a nascente.

Desta maneira, é possível observar o momento que antecede e que sucede o episódio chuvoso. Pelas imagens nota-se que as características da valeta de escoamento são favoráveis a desencadear uma série de impactos negativos na nascente. Dentre os fatores: a valeta não é vegetada, o que resulta na incapacidade de retenção dos sedimentos e converge diretamente para a área da nascente. A foto também mostra uma representativa quantidade de sedimentos acumulados ao longo

da vala, logo, trata-se de um material disponível para transporte rumo à nascente na ocorrência de chuvas intensas, podendo soterrá-la. A segunda imagem foi capturada após a chuva, em que é visível o escoamento superficial na estrada e na valeta, sendo esta, um canal preferencial criado por ação antrópica. Nesta ocasião, a intensidade da chuva não teve energia suficiente para carrear os sedimentos de forma mais efetiva, contudo, foi suficiente para aumentar significativamente a vazão na nascente.

Por conta do episódio chuvoso distinguem-se dois cenários na nascente GP2, sobretudo, em relação ao fluxo de água no canal. No primeiro, antes da chuva, a nascente mostrou uma vazão baixa (43,2 ml/s) e com água clara, ou seja, com poucos sedimentos em carreamento. No segundo momento, 5 minutos após a chuva, a vazão tinha aumentado em mais de cinco vezes (230 ml/s), e manteve-se com baixa quantidade de sedimentos na água, quase igual à primeira situação.

Embora a água da nascente após a chuva estivesse clara, não demonstrando grande transporte de sedimentos, o aumento da vazão foi significativo. Os fatores intervenientes na limpidez da água podem estar vinculados a uma contribuição com o fluxo de base (subsuperficial para este caso) e escoamento superficial com barreiras aos sedimentos devido ao bom estado da vegetação na área da nascente. Também a baixa intensidade da chuva pode não ter sido capaz de gerar um fluxo com energia suficiente para transportar as partículas para a nascente. A Figura 4 exibe os dois momentos de medida de vazão.

Figura 4 – a) Coleta de vazão antes do episódio chuvoso com reduzido volume de fluxo; b) Coleta de vazão após a chuva, com volume de escoamento bem maior.

Ainda considerando os dados de vazão constantes na Tabela II, verifica-se que nos anos de 2017 e 2018, junho e agosto, respectivamente, a nascente não apresentou fluxo no ponto adotado de análise, caracterizando-se como uma nascente móvel, pois, ao longo dos regimes pluviométricos se desloca na vertente (Figura 5). Na época de maiores índices de chuva movimenta-se à montante, e fica a apenas 25 metros da estrada (ponto comum de visitação e análise). Já nos períodos mais secos, a nascente movimenta-se por aproximadamente 150 metros à jusante, e, neste trecho, apresenta maior espessura do material de cobertura e, portanto, sustenta uma exuberância da sua vegetação e maior número de indivíduos, já que, possui relativa umidade durante todo o ano no material aluvial. Em suma, esta nascente se move conforme a pluviosidade e consequentemente, à oscilação do nível hidrostático na vertente.

Tabela II – Dados de vazão da nascente GP2.

Vazão Janeiro 2017 (ml/s)	Vazão Junho 2017 (ml/s)	Vazão Dezembro 2017 (ml/s)	Vazão Março 2018 (ml/s)	Vazão Março 2018 (ml/s)*	Vazão Agosto 2018 (ml/s)
55,3	0	67,5	43,2	230	0

* medida realizada após o episódio de chuva.

Ainda observando as vazões em épocas de chuvas, nota-se que a nascente produz uma quantidade significativa de água para contribuir com a rede de drenagem dos primeiros quilômetros do Rio São Francisco. Além disso, os números apresentam uma variação relativamente baixa na produção de água.

Desconsiderando a medição realizada logo após o evento chuvoso, e equacionando os valores medidos, pode-se considerar que, em épocas chuvosas a nascente GP2 produz, em média, 5 mil litros de água por dia. Se este valor for generalizado para cada uma das 200 nascentes que compõem a cabeceira mapeada, estima-se uma produção de 1milhão de litros de água por dia.

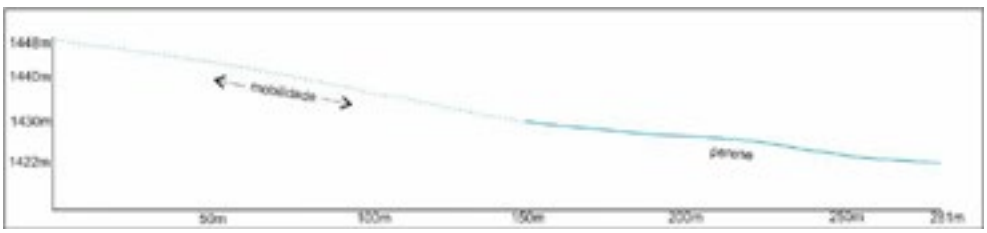


Figura 5 – Perfil longitudinal do curso d'água representando a faixa de mobilidade. Adaptado de (FARIA, 1997)

A Figura 6 ilustra a nascente sob diferentes ângulos e escalas. A fotografia maior dá uma visão mais abrangente da nascente e mostra que, ao longo de 335 metros foram feitas sete valas de escoamento pluvial. Em algumas delas, nota-se uma caixa de contenção, porém, em outras não há nenhum tipo tentativa de barragem ao fluxo de água. Logo, são criados os caminhos preferenciais para escoamento da água e não se cria contenções ou dissipadores do fluxo. Desta maneira, pela própria ação da água, potencializada pelas valas, os sedimentos carreados são direcionados da estrada, que se localiza no interflúvio, para a alta e média vertente, local em que, geralmente encontram-se as nascentes. Desta forma, é possível o assoreamento do canal e o soterramento da nascente.

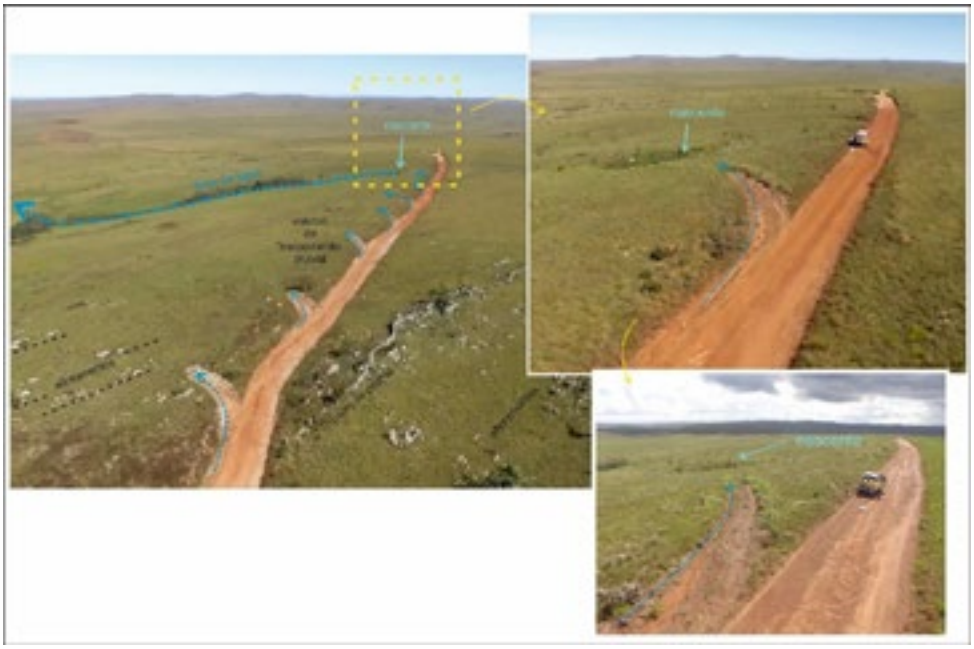


Figura 6 – Fotos aéreas como meio para caracterizar a nascente estudada e as intervenções na estrada

Frente às características apresentadas é possível observar uma sucessão de processos que impactam na existência da nascente. As estradas tem o solo muito compactado, quase impossivel de infiltrar. A água superficial é direcionada para as valetas não vegetadas e sem barragens de contenção. Estas por sua vez, potencializam o deslocamento da água, inclusive dando maior energia de transporte de sedimentos rumo às vertentes, e por vezes, rumo à cabeceira de drenagem. Como resultado, diante de um episódio de chuva, ao chegar ao solo, a água ganha dinamicidade rumo ao exultório, aumenta o risco de trombas d'água e dificultando o processo de infiltração, o qual sustenta o fluxo de base. Logo,

se considerarmos que o fluxo de base é o que garante a sobrevida das nascentes, sobretudo em época de baixa precipitação, o ato de acelerar a passagem de água pela area de recarga é totalmente contrário ao processo de manutenção das nascentes.

Como alternativas primordiais à reversão destes processos impactantes podem-se citar: avaliação por imagens aéreas dos locais que podem ser criadas as valetas de drenagem pluvial não direcionando para as nascentes; vegetação das valetas para auxiliar a contenção do fluxo e de sedimentos e criar poços de retenção de água para facilitar a infiltração e barrar a energia da água.

4. Considerações finais

Em muitas situações os impactos são gerados e não são percebidos. Por isso destaca-se a importância das pesquisas, sobretudo, em unidades de conservação, as quais possuem grande riqueza biológica, geomorfológica e geopatrimonial. Desta maneira, se torna possível a execução de tarefas fundamentais, como de infraestrutura, de forma a impactar da menor forma possível nos recursos naturais.

Para o desenvolvimento de pesquisas é importante que haja uma infraestrutura mínima para subsidiar as analises. Neste âmbito, cita-se a necessidade da instalação de equipamentos de monitoramento climatológico de forma a se obter uma maior cobertura na área do PNSC.

É importante gerenciar intervenções na infraestrutura do PNSC de forma a prevenir o desencadeamento de processos erosivos devido às valetas de drenagem das estradas. Além disso, medidas para reduzir a velocidade de deslocamento da água pluvial são benéficas para a sobrevida das nascentes locais, as quais são fundamentais para a vazão do rio São Francisco.

Agradecimentos

Os autores agradecem à FAPEMIG pelo apoio à realização da pesquisa por meio do Projeto CRA APQ-00231-16 e a CAPES pela bolsa de doutorado.

Referências Bibliográficas

FARIA, A. P. A dinâmica de nascentes e a influência sobre os fluxos nos canais. **A Água em Revista (CPRM)**, v. 8, p. 74–80, 1997.

FELIPPE, M. F. **Caracterização e tipologia de nascentes em unidades de conservação de Belo Horizonte-MG com base em variáveis geomorfológicas, hidrológicas e ambientais.** Dissertção (mestrado em Geografia e Análise Ambiental)—Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2009.

FELIPPE, M. F.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. Conflitos conceituais sobre nascentes de cursos d'água e propostas de especialistas. **Revista Geografias**, v. 9, n. 1, p. 70–81, 1 jun. 2013.

IBGE. **Carta Topográfica Serra da Canastra. Folha SF-23-V-A-III-2**, 1970.

MMA/IBAMA. Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Canastra. Resumo Executivo. p. 104–104, 2005.

MMA/IBAMA - INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. **Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Canastra**. Ministério do Meio ambiente: Brasília: [s.n.].

NOVAIS, G. T. **Caracterização climática da mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba e do entorno da Serra da Canastra (MG)**. Dissertação (mestrado em Geografia)—Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2011.

PINTO, L. V. A. et al. Estudo das nascentes da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG. **Scientia Forestalis**, v. 65, p. 197–206, jun. 2004.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ANÁLISE AMBIENTAL DA BACIA DO RIO MAMPITUBA – SC

[a] Heloisa de Campos Lalane [b] Graziela Maziero Pinheiro Bini

(b) Mestre em Geografia, Bióloga e estudante de licenciatura em Geografia, Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC); e-mail: heloisalalane@hotmail.com

(a) Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade de Santa Catarina (UFSC) e professora do Instituto Federal de Educação de Santa Catarina (IFSC); e-mail: grazielabini@gmail.com

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

O presente trabalho traz uma abordagem dos conceitos e temas ligados ao estudo de ambientes fluviais. Mediante trabalhos de campo foram realizadas observações que possibilitaram estruturar várias interpretações acerca dos elementos que compõem a paisagem da bacia hidrográfica do rio Mampituba. O objetivo do trabalho é descrever as principais características de fragilidade ambiental dentro dos limites da bacia do referido rio, posto que o estudo de bacias hidrográficas é um método eficiente para trabalhos que visam a gestão e gerenciamento de recursos naturais e uso e ocupação dos solos. Deve anteceder qualquer planejamento de espaço modificado pela ação humana, pois só tendo a compreensão de como são o comportamento, mecanismos e processos do meio natural é que a população poderá fazer uso mais racional do que a natureza oferece.

Heloisa de Campos Lalane
Graziela Maziero Pinheiro Bini

Palavras-chave: fragilidade ambiental; bacia hidrográfica; geomorfologia fluvial; ambientes fluviais

1. Introdução

A unidade bacia hidrográfica é entendida como a área da superfície terrestre drenada por um rio principal e seus tributários, sendo limitada pelos divisores de água. É, portanto, uma unidade de investigação delimitada a partir de critérios geomorfológicos. Botelho (1999), define bacia hidrográfica como uma unidade natural onde é possível reconhecer e estudar as interrelações existentes entre os diversos componentes da paisagem e os processos que atuam em sua modificação. A bacia é uma unidade física, mas também é um conceito socialmente construído, pois passa a ser o campo de ação, de partilha de responsabilidade e de tomada de

decisões (CUNHA E GUERRA, 2003). Neste contexto, a bacia passa a representar uma unidade ideal de planejamento.

A fim de facilitar e execução de uma atividade de planejamento, é possível desenvolver projetos em bacias hidrográficas de menor tamanho, ou seja, em microbacias. Existe a concepção de microbacia como uma "unidade espacial mínima", ou seja, a menor porção possível de uma bacia de drenagem (Bertoni e Lombardi Neto, 1993 *apud* Botelho, 1999, p. 273). Contudo, o tamanho da microbacia não é fixado, pois depende do objetivo do trabalho a se realizar. Sendo assim, a microbacia deve abranger uma área suficiente para que se possam identificar as interrelações e estar compatível com os recursos disponíveis para a implantação de uma atividade de planejamento.

A bacia hidrográfica definida como área de estudo, deve, portanto, ser representativa das condições físicas, sociais e econômicas locais. Neste trabalho, a utilização do conceito de bacia hidrográfica é adotada como via metodológica. Este artigo tem como objetivo abordar conceitos da geomorfologia fluvial, buscando assim considerar alguns aspectos da fragilidade ambiental da bacia do Mampituba, rio situado no litoral sul de Santa Catarina.

2. Ambientes Fluviais: termos e conceitos associados

Ambientes fluviais apresentam-se como uma categoria de analise que permite conhecer as características e relações de elementos que compõe a paisagem dentro de um sistema que é definido por limites dados pela geomorfologia do ambiente (TUCCI, 2004) Tucci (2004) também faz referência à utilização de análise das bacias hidrográficas como categoria sistêmica:

> A bacia hidrográfica pode ser considerada um sistema físico onde a entrada é o volume de água precipitado e a saída é o volume de água escoado pelo exutório, considerando-se como perdas intermediarias os volumes evaporados e também os infiltrados profundamente. (TUCCI, 2004, p. 41).

Com muitas especificidades, esses ambientes apresentam-se como sistemas já definidos para utilização como unidade de estudo. Conhecer as características como clima, geologia, processos erosivos e de sedimentação, relevo, pedologia, padrões de canais, de drenagem, morfologia da foz, vegetação e, uso e ocupação do solo é o ponto de partida para perceber como é a atuação dos mecanismos que geram determinações para esse segmento de paisagem.

Os rios têm papel fundamental na construção e modificação de morfologias. As condições de gradiente, vazão, capacidade de transporte, carga e deposição funcionam de forma integrada.

Para Suguio e Bigarella (1998), pode-se agrupar os modos de transporte dos sedimentos pelas correntes fluviais em três categorias: *por tração*, que está relacionado com as tensões tangenciais ao longo do fundo da corrente roocadas pela água em movimento - tal efeito é reforçado pelas forças ascencionais devidas ao fluxo turbulento; *por saltação,* que é o processo pelo qual as partículas avançam ao longo do leito fluvial através de uma série de saltos curtos com avanços sucessivos; e *por suspensão*, processo no qual as partículas são carregadas de forma independente do leito fluvial. É propiciado quando a intensidade da turbulência supera a velocidade de deposição das partículas movimentadas pelas tensões tangenciais.

Os processos de deposição surgem quando ocorre a diminuição de energia e o abandono da carga. Para definição dos tipos de processos deposicionais ainda são utilizados os mesmos autores citados acima. Segundo eles a evolução dos sistemas deposicionais é caracterizada pela migração dos ambientes de sedimentação, tais como migração dos canais meandrantes sobre uma planície de inundação e progradação de uma planície de maré ou de cordões litorâneos sobre uma planície costeira. Os principais *depósitos residuais de canal* são compostos de sedimentos grossos conglomeráticos, formados em rio de canal meandrante, selecionados e deixados como acumulação residual nas partes mais profundas dos leitos dos rios. São frequentemente formados em ambiente submetido a regime de fluxo superior. Os

depósitos de corridas de detritos têm lugar em períodos de chuvas concentradas onde o material inconsolidado contém bastante argila, os declives são íngremes para induzir erosão rápida e a cobertura vegetal é insuficiente e os depósitos de transbordamento são originados por processos sedimentares atuantes fora dos canais incluem os sedimentos mais finos do sistema, acumulados por acréscimo vertical (SUGUIO, BIGARELLA; 1999).

O ambiente fluvial é caracterizado pela dinâmica dos processos de fluxos de água no canal, ou seja, a energia do rio dada pelo volume mais a velocidade das águas, dependendo de sua capacidade, pode provocar cheias de grandes proporções, deslizamentos de massa, inundações e outros fenômenos perigosos da dinâmica do meio natural. Como Bigarella (1979) propõe, a *drenagem fluvial* é formada por um conjunto de canais de escoamento interligados formando a bacia de drenagem, que pode ser definida como uma área de contribuição de água a um canal ou a um conjunto de canais. Quanto ao padrão do canal, Suguio e Bigarella, (1998) classificam nos seguintes modelos: *canais retilíneos,* são canais que apresentam sinuosidade desprezível em relação a sua largura com talvegue sinuoso devido ao desenvolvimento de barras laterais dispostas alternadamente em cada margem. Já os rios de *canais anastomosados* caracterizam-se por sucessivas ramificações e posteriores reencontros de seus cursos, separando ilhas assimétricas de barras arenosas, podendo ficar submersas em períodos de enchentes e os rios de *canais meandrantes,* típicos de régios mais planas são canais sinuosos, assimétricos, bastante profundo e abrupto na margem côncava, ascendendo suavemente na margem convexa (SUGUIO, BIGARELLA; 1999).

Nas áreas estudadas, encontra-se morfologias de *terraços* que são entendidos basicamente como produtos da erosão fluvial e do encaixamento do talvegue. Leopold e Miller (1964) consideram o terraço como uma planície de inundação abandonada. Os terraços são bem característicos as margens do rio Mampituba. Os *léques aluviais* como parte da Bacia do Mampituba apresentam a forma de um segmento de cone. São constituídos por sedimentos detríticos grosseiros, mal selecionados, formados nos sopés de áreas montanhosas, por correntes de lá procedentes. Outros autores os consideram com morfologia distinta, têm sido

reconhecidos como componentes descontínuos de qualquer sistema aluvial. Muito da sedimentação que tem lugar nos leques aluviais é efetuada pela atividade de correntes entrelaçadas (não diferenciando face de leque de face de rio). Os componentes mais distintivos de ambientes de leques aluviais são depósitos de fluxo de detritos, embora nem todos os leques necessariamente tenham essa fácie. O estudo inicial dos leques aluviais foi realizado por TOLMAN (1928) e TROWBRIDGE (1911).

Já as planícies de inundação podem caracterizar uma área onde o maior pico de cheias já conseguiu avançar. Essas morfologias podem apresentar-se mais instáveis, devendo ser reconhecidas e estudadas para que possam ser utilizadas acerca de qualquer fim.

A interferência antrópica no sistema fluvial afeta as condições de fluxo natural dos rios de várias maneiras. A mineração, as construções de barragens nos rios maiores, por exemplo, afetam o sistema como um todo, tanto nas taxas de agradação ou degradação de determinados trechos, como na alteração do ecossistema devido as mudanças no suprimento de nutrientes e as profundas alterações, nos pulsos de cheia e vazante, e outro impacto preocupante é a dimensão política da bacia de drenagem que afeta os procedimentos de gerenciamento (LATRUBESSE, STEVAUX, SINHA, 2005)

3. Material e Métodos

A utilização do conceito de bacia hidrográfica como unidade de estudo é adotada como via metodológica à aplicabilidade de conceitos da análise ambiental, uma vez que, permite a interpolação entre as variáveis socioambientais. O ponto de partida para o estudo da bacia hidrográfica do Mampituba ocorreu a partir de consulta bibliográfica e trabalhos de campo realizados entre 2009 e 2016.

4. Resultados e Discussão

A bacia hidrográfica do Mampituba (**Figura 1**) está localizada no extremo Sul de Santa Catarina na divisa com o estado do Rio Grande do Sul. Em terras catarinenses, a

Bacia do Mampituba compreende oito municípios: Passo de Torres, São João do Sul, Praia Grande, Santa Rosa do Sul, Sombrio, Jacinto Machado, Balneário Gaivota e uma pequena parte de Araranguá. Esta bacia possui em sua extensão depósitos fluviais, praiais, lagunares, estuarinos, marinhos, eólicos e lacustres. No local onde desemboca o afluente Rio da Lage temos a Lagoa de Sombrio. Em seu lado Norte a Lagoa do Sombrio apresenta turfas e ao Sul apresenta depósitos lagunares como lama e matéria orgânica, bem como conchas de ambientes de água salgada.

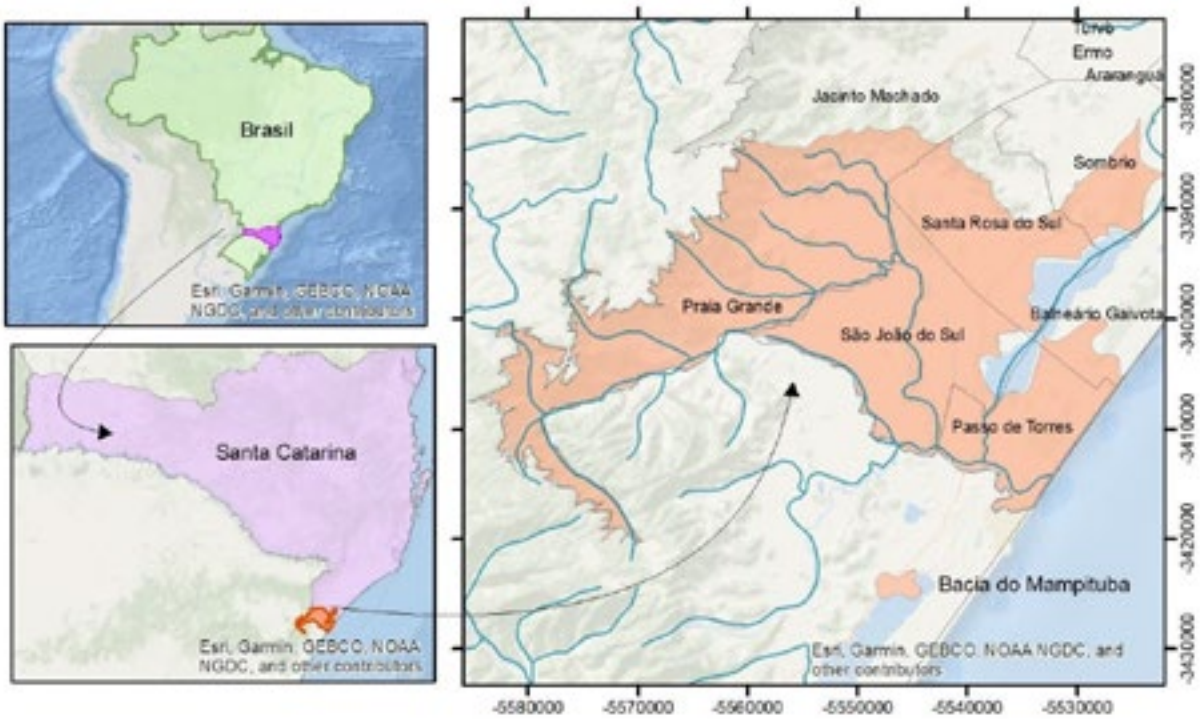


Figura 1 - Mapa de localização da bacia do rio Mampituba. Heloisa Lalane, 2019

O rio Mampituba ao desembocar no oceano forma um ambiente estuarino situado como marco divisor entre Santa Catarina e Rio Grande do Sul. O rio não apresenta uma foz permanente, migrando cada vez mais na direção esquerda, e, por esta razão, foi construído um

molhe (enrrocamento) para manter a foz, o desvio para o sentido Norte foi cortado, formando uma lagoa com odor na área do antigo canal do baixo curso do Mampituba. **Figura 2.**

Figura 2 - Na primeira foto é possível observar a foz do Rio Mambituba e o molhe. Na segunda, observa-se quantidade significativa de galhos e troncos transportados pelo rio. Foto: Graziela Bini, 2016.

Na beira do mar junto à foz do Mampituba é observado o acúmulo de troncos de árvores transportadas pelo trabalho do Rio. Seguindo da foz a montante, no município de São João do Sul observou-se o curso do Rio do Sertão com depósitos praiais Pleistocênicos seguidos de rochas do Grupo Passa Dois. No afluente do rio dos Bugres, afluente do Mampituba, há residências localizadas sobre antigas barras horizontais de canal. Toda a planície do Mampituba apresenta-se em leques aluviais. Esses leques diferenciam-se em solo, porém na região plana da Bacia do Mampituba foi observado um solo pouco espesso sobre uma base de seixos bem significativa. Nesse curso, o rio apresenta padrão meandrante, e entrelaçado. Quanto à cor, o rio se mostra em tom verde escuro que pode ser indicativo de pocilgas. **Figura 3.**

Figura 3 - Na primeira foto o rio do Sertão, onde a água do mar adentra até um trecho bem distante do mar. Na segunda foto uma visão das barras laterais de seixos e da planície formada por uma cobertura de solo raso e um horizonte significativo de seixos – o padrão do rio é meandrante. Foto: Graziela Bini, 2016.

A energia do rio é definida pelo volume, velocidade e queda. Quanto mais energia, maior a capacidade de transporte, gerando muita carga sedimentar que consequentemente atua de maneira predominante para que o rio se apresente o padrão entrelaçado, (muito comum em ambientes de leques). As soleiras são bem características dos rios dessa bacia, que apresentam corredeirinhas, o leito é mais alto e forma a sequência de soleira-pulo. O rio do Boi (outro afluente do Mampituba) apresenta grande capacidade de energia e gradiente elevado, a cor da água ainda é um pouco esverdeada. Seu curso apresenta leito mole com passagem de alguns leitos duros. A vegetação está ainda bem conservada e a ocupação se dá mais nas regiões planas. As características de energia e gradiente foram deduzidas pela proximidade do rio com as Serras nesse trecho e pela observação do canal do Rio dos Bugres, no qual temos o transporte de areia que é levantada junto com os seixos, entrando por cima e saindo por baixo no processo de transporte por saltação. **Figura 4.**

Figura 4 - Rio do Boi (ou Bugres) - fotos mostram o padrão de rio entrelaçado não tem um canal definido por muito tempo, pois a deposição contínua forma novos cursos de drenagem. Foto: Graziela Bini, 2009.

No ano de 1974 houve um registro de uma grande enchente que atingiu o estado catarinense. Na região do município de Praia Grande, localizado nas proximidades das Serras e Cânions, esse desastre ocorreu entrando como uma onda, inundando a região. Foi uma catástrofe muito violenta, causando vários danos matérias e perdas humanas, no acontecimento a notícia ganhou noticiário internacional. Ainda é possível observar blocos de matacão transportados nesse episódio (por rolamento ou saltação) que ocasionaram mudança do curso do rio. **Figura 5.**

Figura 5- A primeira foto apresenta o curso do rio quando transportados os seixos, matacões e blocos certamente da catástrofe ocorrida em 1974. A segunda foto apresenta a estrutura destruída sobre o Rio do Boi, o transporte de sedimentos, por saltação contribuiu bastante para danificar a base, (pé da ponte), pela força do atrito. Fonte: Graziela Bini, 2009.

A dinâmica do meio físico natural apresenta perigos relacionados a movimentos de massa tais como deslizamentos, corridas, rolamentos e quedas de blocos. Nos trabalhos de campo foram feitos registros tanto de antigas cicatrizes de movimentos de massa, como

movimentos recentes conduzidos pelas chuvas continuas ou intensas dos anos de 2008 e 2009. **Figura 6.**

Figura 6 - Na primeira foto pode-se observar o movimento de massa, porém não apresenta um risco (nesta situação) porque não há perdas e danos materiais. Na segunda foto pode-se ter uma dimensão da capacidade de transporte dos rios desta bacia, suficiente para cobrir um canal. O fluxo de água é subsuperficial, ressurgindo em alguns pontos. Fonte: Graziela Bini, 2009

Comumente, a água retorna nas margens por causa do atrito, esse processo gera correntes distintas dentro do canal. Ao longo de seu curso, o rio dos Bugres apresenta pequenas drenagens subterrâneas perpendiculares que devem ser oriundas de canais cobertos por depósitos. Nas paredes dos cortes das encostas que seguem a estrada foi possível ver depósitos de detritos e também identificar que os seixos depositados estavam no processo de intemperização agregando mais sedimentos ao solo. **Figura 7.**

Figura - Na parte superior da foto, entre as rochas há uma saída de água subterrânea (perpendicular ao Rio dos Bugres), também mostra o movimento das águas na margem do rio (ocasionando a força de atrito). Foto: Graziela Bini, 2016.

Na Bacia do Mampituba, predomina-se o cultivo de milho nas porções mais inclinadas e arroz nas regiões mais planas. A rizicultura é observada sobre morfologias de leques aluviais, diquens marginal, terraços e em planícies de inundação. O Rio Leão marca o limite entre os municípios de Praia Grande e Jacinto Machado, nele foi construída a Barragem Rio Bonito pela SUDESU – Superintendência dos Municípios da Região Sul. A barragem funciona para a irrigação das lavouras. Até mesmo ambientes de turfeiras são utilizados para produção agrícola, por essa razão, abrem-se tantas valas no meio em terrenos de turfas. Enquanto que no Brasil perdemos 80 cm de turfas num ano, na Ucrânia perde-se 5 cm em 45 anos. A barragem limitou a drenagem das águas drenadas para a turfeira, indo do Canoas Sertão para o Mampituba.

Os leques aluviais possuem natureza permeável, são área de recarga de aquíferos. Portanto, apresentam alta fragilidade natural, acentuada pelo intenso uso do solo, que na área de estudo é basicamente agrícola. A fragilidade é acentuada pelas cargas difusas vindas dos pesticidas do cultivo do arroz irrigado. O levantamento realizado em campo permitiu verificar-se que dentro do domínio dos leques aluviais, as comunidades rurais utilizam água subterrânea. Além disso, por se tratarem de sedimentos recentes, inconsolidados, esses depósitos são de natureza instável, o que pode constituir um obstáculo ao uso pleno, e deste modo, requerer o uso de técnicas adequadas a cada tipo específico de utilização da terra (LALANE, 2011).

Considerações finais

Em razão de todas as determinantes envolvidas na criação e transformação de um ambiente fluvial, o estudo através da delimitação de bacias é um método recomendável para conhecer e estabelecer as relações entre os elementos que formam essa paisagem.

As medidas adotadas para qualquer gestão pública deve ser tomada a partir do conhecimento, entendimento e compreensão das fragilidades e potencialidades de cada ambiente. Aliado ao conhecimento técnico adquirido, o estudo de campo realizado como

ponto de partida para a elaboração deste trabalho, enfatizou ainda mais o quanto é necessário e urgente que a gestão do espaço seja efetuada de maneira interdisciplinar.

Referências bibliográficas

BIGARELLA,João J. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. Florianópolis: Editora da UFSC,2003.v.3 (p877-1436)

BIGARELLA, J. J.; SUGUIO, K.; BECKER, R. D. (1979) **Ambiente fluvial:** ambientes de sedimentação, sua interpretação e importância. Associação de Defesa e Educação Ambiental. Editora da UFPR, Curitiba:. 183p.

LALANE, H. C. **Fragilidade Ambiental do Complexo Lagunar Extremo Sul Catarinense**. 2011. 123f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Geografia, UDESC, Florianópolis, 2011.

LATRUBESSE,E.M.;STEVAUX.J.C. e SINHA, R. **Grandes ambientes fluviais tropicais:** uma visão geral. Revista Brasileira de Geomorfologia, Ano 6 Nº19(2005) (p01-18)

SUGUIO K. & BIGARELLA, João J. **Ambientes fluviais.** Florianópolis: Editora da UFSC,1990.183p

TUCCI,Carlos E.M. **Hidrologia.** Porto Alegre:Editora da UFRGS,2004.943p

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

EVOLUÇÃO DAS FEIÇÕES MORFOLÓGICAS E BALANÇO EROSIVO DO RIO ARAGUAIA ENTRE 2010 a 2018, NA REGIÃO DE ARUANÃ/GO: ANÁLISES PRELIMINARES.

Chrystiano Alves de Souza [(a)], Helci Ferreira Ramos[(b)], Maximiliano Bayer [(c)]

[(a)] Laboratório de Geomorfologia, Pedologia e Geografia Física - LABOGEF, Universidade Federal de Goiás - UFG, chfetgeo@gmail.com
[(b)] Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento, Universidade Federal de Goiás - UFG, helcifg@gmail.com
[(c)] Laboratório de Geomorfologia, Pedologia e Geografia Física - LABOGEF, Universidade Federal de Goiás - UFG, maxbayer@ufg.br

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

Pesquisa realizada em um trecho do rio araguaia, compreendendo a região de Aruanã, com o objetivo de analisar as mudanças morfológicas do canal em um período de oito anos, a partir de dados de sensoriamento remoto de acordo com a metodologia de Moraes (2002), de forma a quantificar os componentes da dinâmica fluvial bem como estabelecer relações entre o balanço erosivo/sedimentar no trecho selecionado.

Palavras chave: Morfologia Fluvial, Rio Araguaia, Balanço Erosivo/Sedimentação

Chrystiano Alves de Souza, Helci Ferreira Ramos, Maximiliano Bayer

1. Introdução

O monitoramento de recursos hídricos é uma atividade complicada e onerosa, visto que as variáveis e os componentes que constituem o sistema integrando uma unidade hidrológica é única para cada sistema fluvial (Moraes, 2002), devido a estes fatores, ainda nos deparamos com uma deficiência de dados e informações a respeito das condições ambientais em praticamente todas as bacias hidrográficas no Brasil e a situação se torna mais crítica

quando se aborda pequenas bacias hidrográficas como descrito por Fioreze (2008), que diz que a rede hidrometereológica brasileira é insuficiente e somente abrange de forma superficial as grandes bacias hidrográficas e este problema gera uma grande incerteza na avaliação e na gestão dos recursos hídricos.

Estes componentes integrantes da bacia hidrográfica definem a dinâmica e os processos internos da bacia, cada alteração nessas variáveis ou nos componentes, influem e alteram os processos erosivos, o transporte e a sedimentação, alterando a morfologia do canal principalmente em sistemas muito dinâmicos como o rio araguaia, desta forma, a pesquisa tem como objetivo mapear aspectos morfológicos no quesito morfologia fluvial de um trecho do rio araguaia, na região da cidade de Aruanã, como se pode ver na figura 1 abaixo, onde a dinâmica fluvial é muito intensa afetando de forma expressiva o balanço erosão/sedimentação do canal.

O uso de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto para mapeamento de corpos hídricos é muito importante, pois é mais uma ferramenta para auxiliar no monitoramento deste recurso tão importante para a sociedade, além de trazer diversas vantagens como por exemplo no aspecto econômico, visto que um levantamento topográfico do curso do canal resultaria em custos muito elevados tanto em deslocamento como de tempo, pela relativa facilidade que se pode obter imagens de satélite em diversas resoluções espaciais, por possibilitar monitorar a dinâmica temporal de um longo trecho do canal e levantar dados quantitativos e qualitativos como: área, volume, distâncias, turbidez, sedimentos em suspensão, profundidade, classificação de plantas aquáticas, além da morfologia e morfodinâmica fluvial. Mafra, et al (2015)

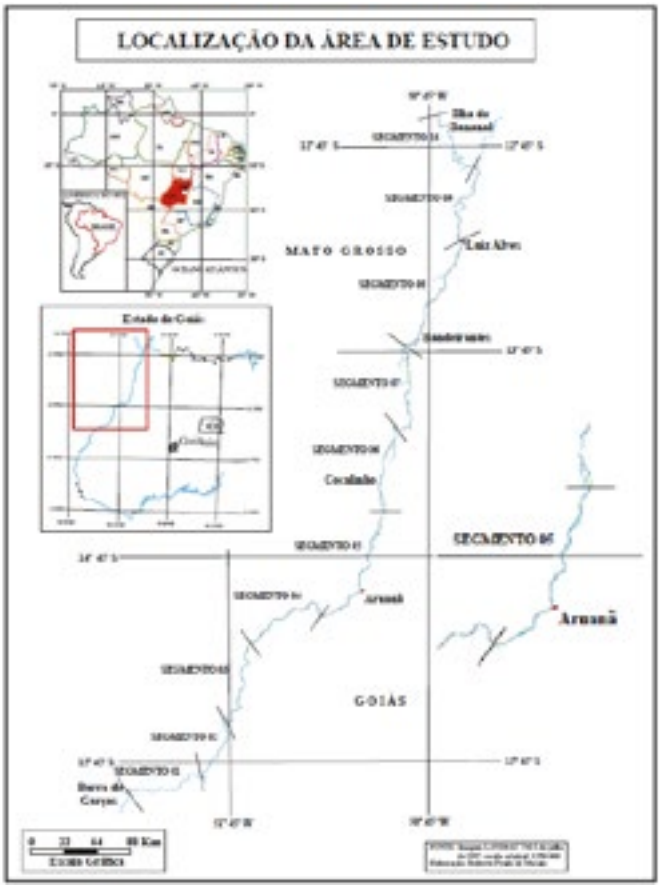


Figura 1: Área de estudo correspondente ao segmento 5 em Aruanã. Fonte: Modificado de Moraes (2002).

2. Materiais e Métodos

O rio Araguaia é objeto de estudo pelo LABOGEF por diversos pesquisadores, durante várias décadas, utilizando para isto diferentes métodos de análise, desde pesquisas em campo, bem como em laboratório a partir de análises de imagens de satélite, aerolevantamentos, interpretação de dados de estações de monitoramento entre outros. A técnica mais utilizada e que atualmente tem custos bem acessíveis é a interpretação de imagens de satélite, principalmente satélites de baixa e média resolução espacial, como a

série Landsat. Desta forma para a realização desta pesquisa foram utilizadas imagens do satélite Landsat 5 e 8, todas referentes ao mês de setembro, de acordo com a resolução espacial das imagens foi definida a escala de 1:100.000, sendo possível a representação das alterações do canal com um bom grau de detalhamento e tendo em vista a continuação dos padrões utilizados em pesquisas anteriores pelos pesquisadores do laboratório.

Dentro do contexto do rio Araguaia e sua dinâmica, seria interessante o monitoramento anual destas observáveis, mas devido à diversos fatores foi determinado uma escala temporal de oito anos, porém as análises foram realizadas em três momentos 2010, 2015 e 2018, da região de aruanã compreendendo a cena 223/70, com o menor cobertura de nuvens possível. Assim, o período do ano estabelecido para realizar o mapeamento foi definido em setembro, pois neste, o rio encontra-se na sua menor vazão, facilitando o trabalho de mapeamento, principalmente dos bancos de areia ao longo do canal e a atmosfera encontra-se com a menor quantidade de nuvens devido ao período do ano.

Dentre as imagens de satélite as bandas foram escolhidas de acordo com o método de Meneses et al (1995) apud Moraes (2002), que definiu as bandas 3, 4 e 5 do satélite Landsat 5, com referência a banda 4 por ser a que melhor distingue corpos hídricos na imagem e a banda 3 por permitir caracterizar sedimentos em suspensão, como se pode ver na tabela 1 abaixo:

Banda	Intervalo Espectral	Aplicação nos alvos de interesse
3	0,63 – 0,69	Identificação de bancos submersos e material em suspensão na água.
4	0,76 – 0,90	Delineação de corpos d'água. Identificação de ilhas e bancos emersos.
5	1,55 – 1,75	Detecção de estresse hídrico em vegetação. Identificação do uso do solo e condições hídricas de plantas.

Tabela 1: Características das bandas espectrais do LANDSAT 5 TM. Fonte: Moraes (2002);

Desta forma, foram realizados a composição falsa cor das imagens de satélite sendo que para o Landsat 8, foram utilizadas as bandas 6,5 e 4, nas cores R,G,B respectivamente e

para o Landsat 5 as bandas foram compostas na sequência 5,4 e 3, nas cores R,G,B respectivamente, como se pode ver na figura 2 abaixo:

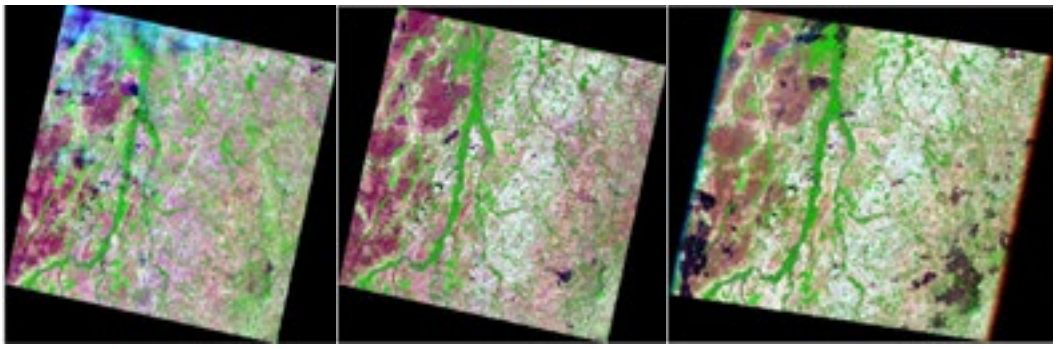


Figura 2: Composição falsa cor das imagens de satélite Landsat 8, bandas (6R,5G,3B) (esquerda - 2018 e central - 2015) e Landsat 5, bandas (5R,4G,3B) (direita - 2010).

Para o cálculo do balanço erosão/sedimentação foi utilizado o método proposto por Moraes (2002), onde se utiliza elementos morfológicos identificados no canal para calcular o balanço entre perdas e ganhos no processo, a equação é representada por valores de área de bancos de areia, ilhas, perdas por erosão e ganhos por sedimentação e do corpo hídrico em dois instantes de tempo, como se pode ver na figura abaixo:

$$Cy = Cx - Asl + Ae - (Aiy - Aix) - (Aby - Abx)$$

x = registro temporal mais antigo;
y = registro temporal mais moderno;
Cy = área do corpo d'água do canal no tempo y;
Cx = área do corpo d' água do canal no tempo x;

Asl = área de sedimentação lateral;
Ae = área de erosão;
Aix = área de ilhas no tempo x;
Aiy = área de ilhas no tempo y;
Abx = área de bancos de areia no tempo x;
Aby = área de bancos de areia no tempo y.

Figura 3: Equação de balanço erosão/sedimentação.

Esta equação fornece informações através da interpretação de mapas onde a partir do levantamento dos componentes do rio, se torne possível estabelecer um grau de intensidade do processo, assim com o monitoramento contínuo, pode-se melhor gerenciar o recurso e estabelecer planos de controle e mitigação dos problemas que estes processos possam vir a causar, além de possibilitar a avaliação das modificações e auxiliar na previsão de cenários futuros. Moraes (2002)

3. Resultados e discussões

A partir das imagens de satélites georreferenciadas e tratadas, foi realizado o mapeamento manual para a quantificação das variáveis morfométricas e morfológicas anteriormente descritas de acordo com as metodologias de Moraes (2002 e 2006).

Segundo Moraes (2002 e 2006), as principais variáveis observadas nas alterações do canal fluvial são: 1. Erosão lateral; 2. Sedimentação lateral; 3. Erosão em ilhas residuais; 4. Sedimentação em ilhas residuais; 5. Ilhas erodidas; 6. Ilhas ou parte de ilhas residuais anexadas à planície de inundação; 7. Ilhas residuais anexadas por sedimentação para formação de novas ilhas; 8. Erosão em ilhas anexadas à planície de inundação; 9. Sedimentação em ilhas residuais em setores erosionados; 10. Núcleo de ilhas residuais; 11. Ilha nova em setor erosionado; 12. Ilha nova no canal; 13. Sedimentação lateral em setor erosionado. Mas para esta pesquisa somente foram analisados as variáveis diretamentes ligadas ao canal principal do rio Araguaia analisando as modificações fluviais que ocorreram ao longo dos oito anos,

como se pode observar nas figuras 4, 5 e 6, correspondentes aos anos 2010, 2015 e 2018 respectivamente:

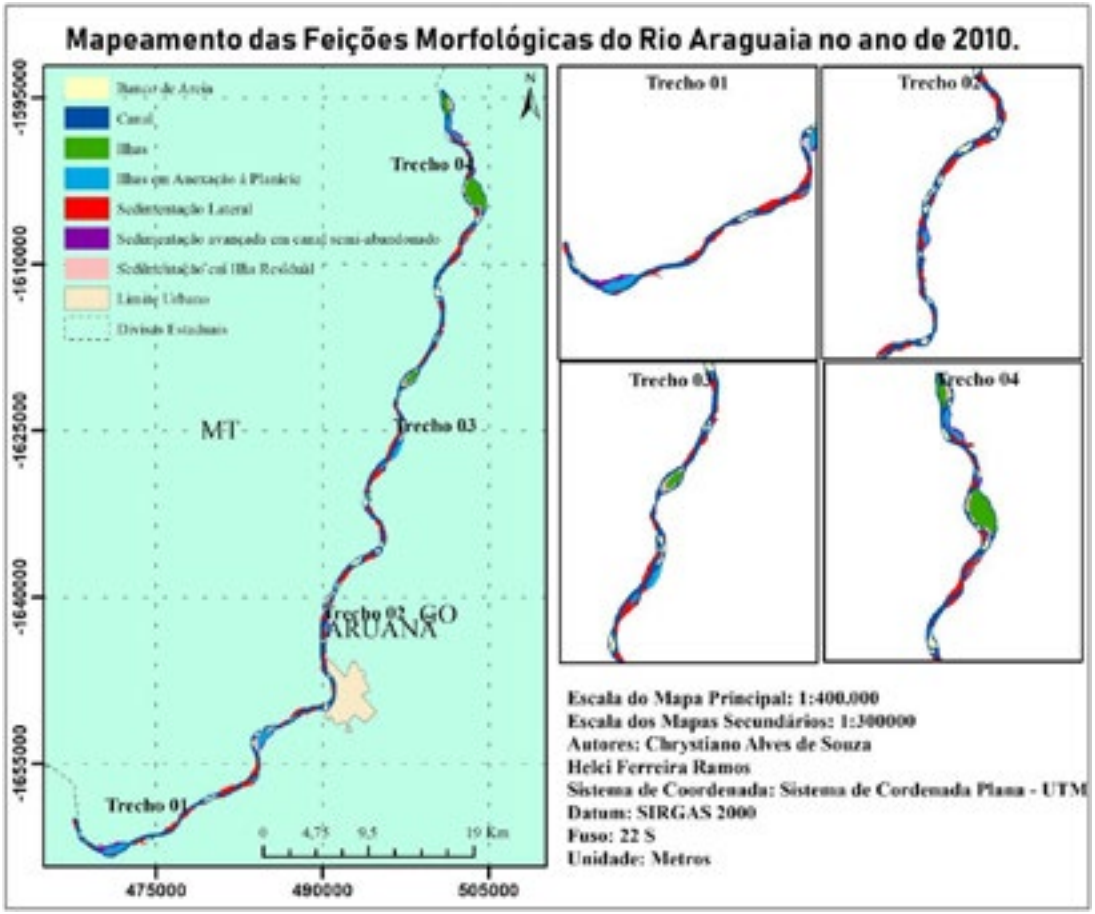


Figura 4: Feições Morfológicas do Rio Araguaia 2010;

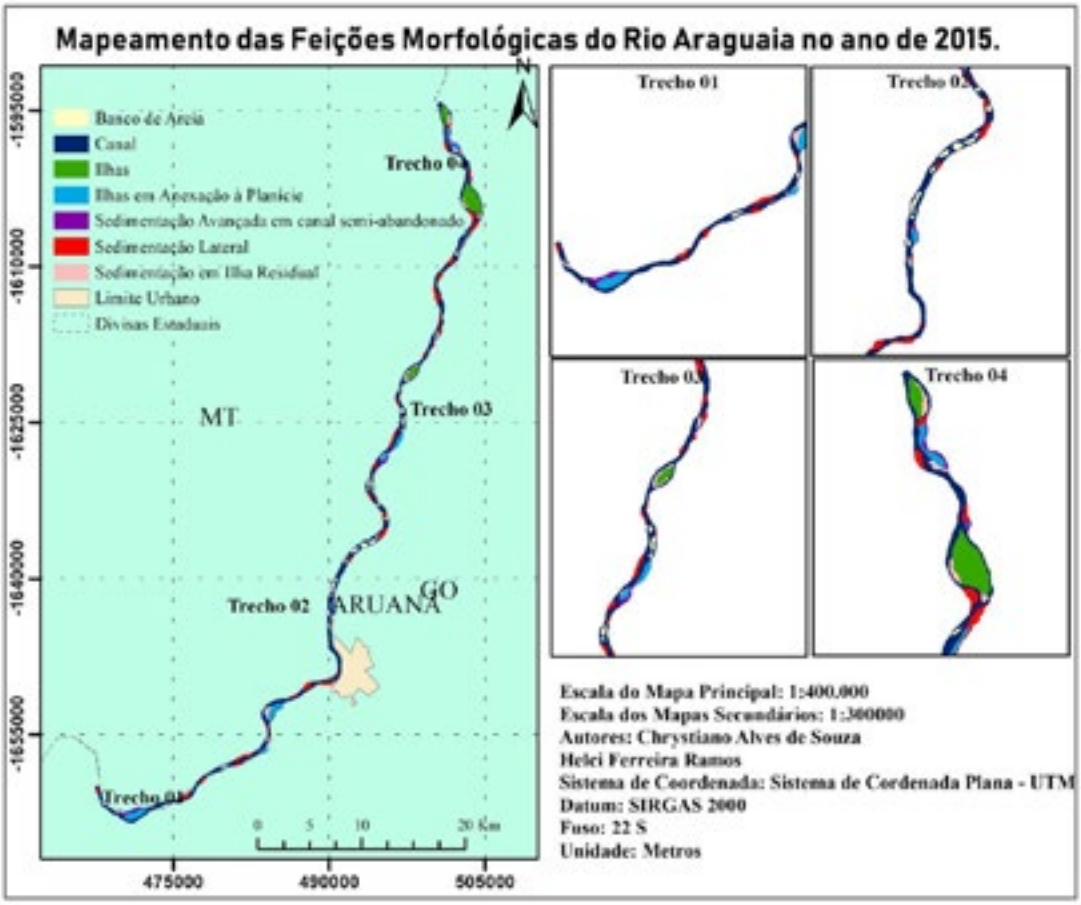


Figura 5: Feições Morfológicas do Rio Araguaia 2015;

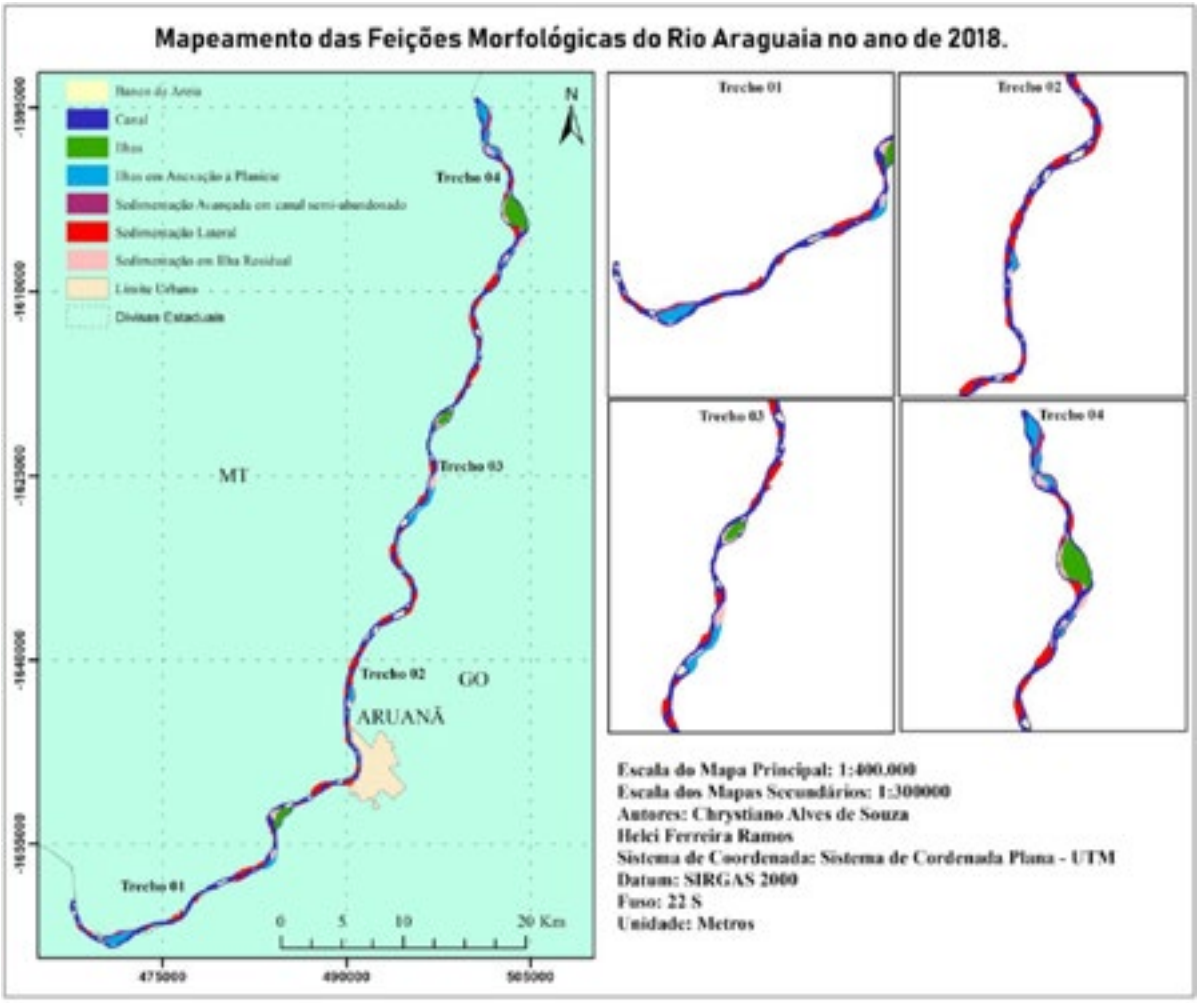


Figura 6: Feições Morfológicas do Rio Araguaia 2018;

Em seguida, foi realizada a quantificação das informações, para que assim, seja possível estabelecer relações de quais são os processos dominantes e de qual forma estão alterando a morfologia e a dinâmica do canal.

Tabela 2: Quantitativo de elementos para cada categoria analisada.

Categoria	Quantidade de elementos		
	2010	2015	2018
Banco de Areia	32	27	32
Canal	1	1	1
Ilhas	3	3	3
Ilhas em Anexação à Planície	11	9	7
Sedieminação Avançada em canal semi-abandonado	5	5	5
Sedimentação Lateral	47	35	43
Sedimentação em Ilha residual	8	12	14

Tabela 3: Área representativa de cada categoria

Categoria	Área (m²)		
	2010	2015	2018
Banco de Areia	3882370	2880740	2401252
Canal	28173198	31458266	26945067
Ilhas	4778173	4883338	5143149
Ilhas em Anexação à Planície	4715974	4817940	5275347
Sedimentação Avançada em canal semi-abandonado	1521328	1622870	1722898
Sedimentação Lateral	11476068	7896993	10531429
Sedimentação em Ilha residual	1819190	2272680	3571721

Analisando os dados acima, pode-se perceber um decréscimo na quantidade de bancos de areia ao longo do canal entre os anos de 2010 e 2015, este fato também é percebido quando se analisa a área de abrangência, fenômeno que também ocorre nas faixa de sedimentação lateral, fato que se deve ao aumento da área do canal no período.

Quando analisado os mesmos parâmetros no período de 2018 há um aumento em praticamente todas as categorias, com exceção da área relativa ao canal e dos bancos de areia havendo um decréscimo em seus valores. Isto é bastante evidente pois se percebe que o rio está depositando uma maior quantidade de sedimentos nas bordas e em trechos de canais semi-abandonados, consequentemente assoreando estes canais e cortando a conectividade destes trechos com o canal principal, como se pode observar na figura 7 abaixo:

Figura 7: (Foto superior) Entrada de uma ilha em estágio de anexação à Planície Fluvial, (Foto Inferior) Sedimentação avançada em canal semi-abandonado logo após à entrada, nota-se o rápido crescimento vegetativo no leito do canal.

Outro aspecto importante da morfologia a ser analisado é de que forma o rio araguaia é o saldo da superfície do canal, ou seja, a quantidade de área que o canal ganhou e perdeu em determinado espaço de tempo, no caso entre 2018 e 2010 como se pode observar na figura 7 abaixo:

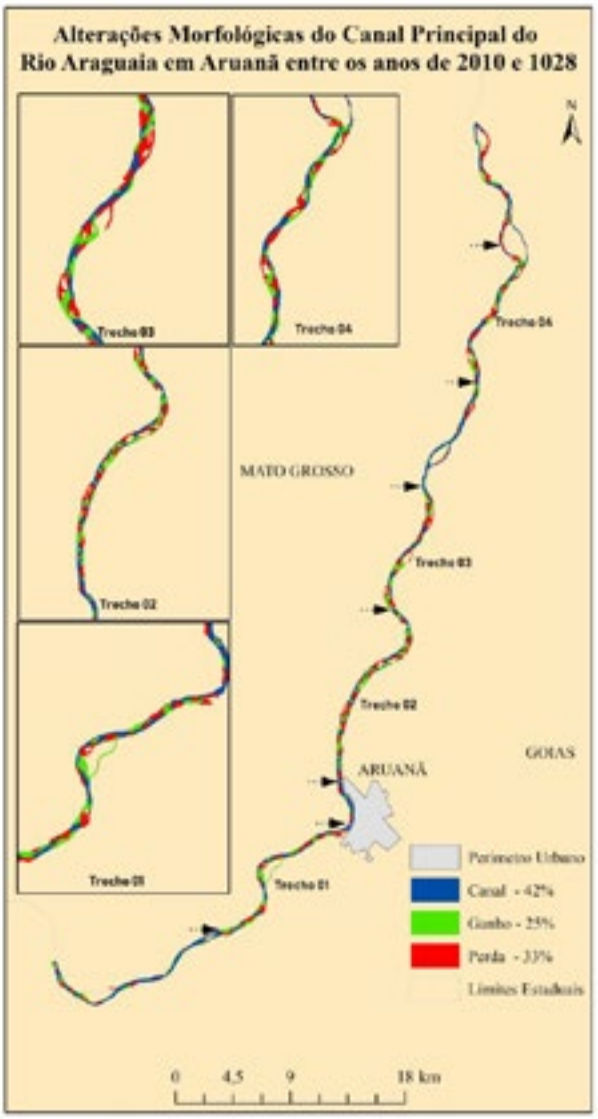


Figura: 7: Alterações Morfológicas do Canal Principal do Rio Araguaia entre os anos de 2010 e 2018.

Como se pode perceber na figura , o curso do canal principal do rio araguaia neste trecho analisado é bastante dinâmico, sendo que ao longo de oito anos teve sua superfície bastante alterada em aproximadamente 58% da sua extensão, mantendo seu percurso em aproximadamente 42% da superfície neste mesmo período, como se pode ver na figura acima,

grande parte desta superfície mantida situa-se próximo ao talvegue do rio, justamente onde o rio possui maior capacidade de transporte de sedimentos.

Em relação a sua superfície, o rio araguaia está perdendo área superficial neste trecho, com um déficit 8% de 2018 a 2010, o rio avançou sobre às suas margens em aproximadamente 25% e perdeu área superficial em aproximadamente 33%, diante deste cenário pode-se perceber o quão dinâmico é este rio e além de identificar as áreas no canal onde os processos ativos atuantes estão ocorrendo ao longo do eixo do canal principal neste trecho, estes processos que consistem em remoção, transporte e sedimentação.

4. Considerações finais

Como podemos perceber, o processo que mais atua neste trecho do rio araguaia é a sedimentação, visto que o canal principal ao longo dos oito anos, perdeu área superficial devido ao intenso processo de deposição sedimentar ao longo do curso evidenciando este processo, nota-se que esta análise somente foi realizada para o mês em que o nível do rio está na sua menos cota para o período, assim deve-se avaliar estes dados com dados de outros períodos para se estabelecer quais processos atuam.

O dominio dos processos de deposição sobre os processos erosivos ocorrem neste trecho do canal devido às caractarísticas naturais e aos fatores ambientais, diversos fatores influenciam as análises, mas a cota em que se encontra o rio é provavelmente o principal fator permitindo ou não a análise das feições, assim a escolha das imagens de satélite no momento em que as cotas do canal são similares é fundamental para a garantia da qualidade dos resultados.

5. Agradecimentos

Os autores agradecem à Universidade Federal de Goiás pelo apoio e suporte à pesquisa e no campo e a Capes pelo financiamento da pesquisa através de bolsa de estudos

referente ao programa de pós-graduação e ao Laboratório de Geomorfologia, Pedologia e Geografia Física - LABOGEF, pelo suporte em laboratório e fornecimento de equipamentos necessários para a pesquisa em campo.

6. Referências Bibliográficas

FIOREZE. Ana Paula. Et al. AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE EQUAÇÕES DE REGIONALIZAÇÃO DE VAZÕES NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO SANTA BARBARA, GOIÁS, BRASIL. AMBI-AGUA, Taubaté, V. 3, N.2, P. 62-76, 2008.

MANFRA, Joyce Bueno. et al. MAPEAMENTO DE CORPOS HÍDRICOS UTILIZANDO IMAGENS DE SATÉLITE DE ALTA RESOLUÇÃO. Congresso Brasileiro de Ciências e Tecnologias Ambientais, At Toledo - PR, 2015

MENEZES. Paulo Roberto. et al. MAPEAMENTO TEMÁTICO DO RIO TOCANTINS POR SENSORIAMENTO REMOTO PARA IMPLANTAÇÃO DA HIDROVIA NO TRECHO PALMAS (TO) E A HIDRELÉTRICA DE TUCURUÍ (PA). In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 6., 1995, Goiânia. Anais… Goiânia: Universidade Federal de Goiás, 1995. p. 208-214. In (MORAIS, Roberto prado de. MUDANÇAS HISTÓRICAS NA MORFOLOGIA DO CANAL DO RIO ARAGUAIA NO TRECHO ENTRE A CIDADE DE BARRA DO GARÇAS (MT) E A FOZ DO RIO CRISTALINO NA ILHA DO BANANAL NO PERÍODO ENTRE AS DÉCADAS DE 60 E 90. UFG, Goiânia 2002);

MORAIS, Roberto prado de. MUDANÇAS HISTÓRICAS NA MORFOLOGIA DO CANAL DO RIO ARAGUAIA NO TRECHO ENTRE A CIDADE DE BARRA DO GARÇAS (MT) E A FOZ DO RIO CRISTALINO NA ILHA DO BANANAL NO PERÍODO ENTRE AS DÉCADAS DE 60 E 90. UFG, Goiânia 2002;

MORAIS, Roberto prado de. A PLANÍCIE ALUVIAL DO MÉDIO ARAGUAIA: PROCESSOS GEOMORFOLÓGICOS E SUAS IMPLICAÇÕES AMBIENTAIS. Ufg, Goiânia/go. 2006;

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

EVOLUÇÃO TEMPORAL DAS "TERRAS-CAÍDAS" NO PARANÁ DO CAREIRO DA VÁRZEA-AM.

Jônatas de Araújo Matos [(a)]

[(a)] Instituto Federal do Amazonas (*Campus* Avançado Manacapuru); Faculdade FUCAPI.
E-mail: jmatos.araujo@gmail.com

Eixo: Dinâmica e Gestão de Bacias Hidrográficas.

Jônatas de Araújo Matos

Resumo

"Terras-caídas" é uma atribuição regional para os eventos de migração das faixas marginais dos rios amazônicos. A erosão fluvial também é conhecida como erosão acelerada e envolve processos complexos, uma vez que sua ocorrência depende de um conjunto de fatores. Esse fenômeno, que decorre da dinâmica geomorfológica, causa impactos para os moradores das comunidades próximas das faixas marginais dos rios. O presente trabalho apresenta como objetivo identificar os locais de ocorrência de "terras-caídas" e descrever os impactos na comunidade. Nesse sentido, procurou-se saber como a dinâmica fluvial influenciava no modo de organização dos agricultores da comunidade. A metodologia empregada na pesquisa inclui a revisão bibliográfica, bem como pesquisa exploratória com visitas *in loco*, o que nos permitiu realizar registros fotográficos para estabelecer um estudo comparativo. Na pesquisa identificamos que as áreas de maior recorrência de "terras-caídas" estão localizadas na margem côncava, ocasionando um amplo processo de sedimentação.

Palavras chave: Canais Fluviais; Dinâmica Geomorfológica; Erosão Fluvial; Sedimentação.

1. INTRODUÇÃO

O Amazonas apresenta dois ambientes que se distinguem de forma significativa, entretanto, ambos são complementares. Um representa o ambiente da várzea e o outro corresponde ao ambiente de terra-firme, cuja formação é mais antiga. De acordo com Sternberg (1998, p.1) "a planície amazônica contém duas ordens de paisagens inteiramente diferentes: as várzeas e as terras-firmes", todavia, a abordagem nesse trabalho será apenas acerca do ambiente de várzea.

Esta pesquisa foi realizada a partir de observações realizadas em campo, onde identificou-se na comunidade Miracauera a ocorrência de um processo de remoção de sedimentos da margem côncava e surgimento de uma formação resultante de deposições sedimentares na margem convexa, onde o fluxo de correnteza é mais lento, permitindo a acumulação sedimentar.

Guerra (1993) define as terras caídas como sendo uma denominação dada na Região Amazônica ao escavamento produzido pelas águas dos rios, fazendo com que os barrancos sejam solapados intensamente, assumindo por vezes aspecto assustador. Diz inclusive que, em alguns casos, podem-se ver pedaços grandes de terra sofrerem deslocamentos como se fossem ilhas flutuantes. Portanto, o termo "terras-caídas" é uma designação regional atribuída aos eventos de erosão na modalidade fluvial, que ocorre nas faixas marginais dos rios amazônicos, especificamente aqueles que transportam grande carga de sedimentos em suspensão, a exemplo do rio Solimões.

Esse fenômeno de erosão fluvial também é conhecido como erosão acelerada e envolve processos complexos, uma vez que sua ocorrência depende de diversos fatores como destaca Carvalho (2006):

> Englobando indiferenciadamente escorregamento, deslizamento, desmoronamento e desabamento que acontece às vezes em escala quase que imperceptível, pontual, recorrente e não raro, catastrófico, afetando em muitos casos distâncias quilométricas. É um fenômeno predominantemente complexo, inter-relacionado causado por fatores hidrodinâmico, hidrostático, litológico, climático, neotectônico e ainda que em pequena escala antropogênico (CARVALHO, 2006, p.55).

Vale ressaltar que, além de ser um fenômeno que decorre da dinâmica geomorfológica, originam impactos para os moradores das faixas marginais dos rios amazônicos, tendo em vista que suas residências são construídas nas restingas fluviais e as utilizam também para a prática da agricultura.

O presente trabalho apresenta como objetivo identificar e mapear os locais de ocorrência desse fenômeno e descrever as principais implicações para os moradores da comunidade Miracauera, abordando de que forma os impactos eram percebidos e descritos pelos moradores e procurou-se saber como a dinâmica fluvial influenciava no modo de organização da comunidade, pretende-se descrever também o processo de erosão e deposição que ocorrem na seção do canal fluvial da comunidade Miracauera.

Na várzea amazônica a cada vez que acontece esse fenômeno, a comunidade depara-se com mudanças significativas na configuração da paisagem fazendo com que ocorram mudanças no modo de vida dos moradores das comunidades, refletindo também nas atividades econômicas desenvolvidas, haja vista o risco que pode ser gerado a partir da atuação do fenômeno.

As principais mudanças foram relatadas pelos moradores, que afirmaram que antes os terrenos eram maiores, e foram perdendo parte de suas propriedades com o avanço das "terras-caídas", conforme narrativa de um morador, "o rio leva e traz, é a natureza".

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia empregada na pesquisa incluiu inicialmente a revisão bibliográfica. A segunda etapa se deu a partir de observações direta com visitas *in loco*, sendo de natureza exploratória, o que permitiu concomitante realizar registros fotográficos na comunidade para estabelecer um estudo comparativo em relação às alterações provocadas pela ação geomórfica, a qual é descrita por Sternberg (1998).

Partindo do pressuposto de que os fenômenos "devem primeiro ser vividos para serem compreendidos como eles realmente são" (RELPH, 1979), fez-se necessário estar com a

população local durante a pesquisa, considerando a abordagem fenomenológica como método de abordagem para vivenciar os fenômenos, sendo fundamental entender as experiências concretas para descrever e compreender as relações sociais estabelecidas na comunidade, entendendo a representação do lugar no cotidiano do morador da várzea.

A partir das visitas frequentes na comunidade Miracauera foi possível perceber uma evolução no que tange ao processo de erosão fluvial, fenômeno denominado localmente de "terras-caídas".

Devido aos sucessivos depósitos sedimentares bem como o surgimento de uma praia na margem convexa, o fluxo da correnteza muda seu percurso, atingindo com maior intensidade a margem côncava, essas observações foram percebidas em campo, e para fundamentar essa abordagem, buscou-se em imagens de satélite um comparativo em relação à configuração de ambas as margens no paraná do Careiro.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Amazônia é composta por dois ecossistemas que apresentam características peculiares e distinguem-se uma da outra de forma significativa, conforme Cruz (2009, p.143) "ambas são complementares: a várzea e a terra firme". Segundo o Novo Dicionário geológico-geomorfológico (GUERRA & GUERRA, 2011, p.633) as várzeas são "terrenos baixos e mais ou menos planos que se encontram juntos às margens dos rios".

Na linguagem geomorfológica é o leito maior dos rios, e recebe constantemente depósitos sedimentares, portanto, sendo utilizados para a agricultura em razão da fertilidade do solo de várzea e teores elevados de matéria orgânica que acompanha os sedimentos.

Essa formação geomorfológica é comum nos rios que margeiam o rio Solimões, dessa forma constituindo uma das maiores porções de terras férteis na região Amazônica, favorecendo o uso e ocupação do solo e o desenvolvimento de formas de vida e modos de vida particulares à nossa região.

Dessa forma, a planície de inundação fluvial de deposição Holocênica que margeia os rios de águas brancas da Amazônia e que está sujeita a inundações periódicas é regionalmente denominada de várzea por se tratar de uma faixa marginal sujeita às inundações fluviais periódicas.

O ambiente de várzea resulta da ação dos produtos dos rios, principalmente daqueles que transportam grandes cargas sedimentares em suspensão. Estes rios inicialmente escavaram seus leitos e posteriormente depositaram seus sedimentos nos vales que deram origem à pedogênese.

A várzea é resultado do acúmulo de aluviões holocênicos recentemente depositados, essa planície constantemente é recoberta pelas águas dos rios barrentos que compõem o complexo Solimões-Amazonas.

Esses rios depositam grande quantidade de sedimentos em suspensão nos diques marginais, dessa forma, constituindo a formação de novas terras mudando a configuração da paisagem de várzea.

De acordo com Palmieri & Larach (2011, p.109):

> Estas paisagens compreendem extensos domínios das planícies fluviais e fluviolacustres e distribuem-se por todo o Brasil, [...], a vegetação natural pode ser constituída por florestas e/ou campos de várzea com espécies tolerantes a excesso de água (hidrófilas e higrófilas) e com fitofisionomia de aspecto perenifólio (PALMIERI & LARACH, 2011, p.109).

Esse ambiente apresenta características peculiares na região amazônica, sendo, portanto, fruto da atividade fluvial no âmbito da migração das laterais e acreção lateral. No processo de acreção nas laterais o mesmo ocorre devido à deposição sedimentar no leito do rio, constituindo também áreas com depósitos sedimentares durante as inundações periódicas.

Estes sedimentos têm origens diversas, desde o solapamento de base, remoção de sedimentos e transporte da montante para a jusante, dependendo da competência do rio.

De acordo com as observações em campo foi verificado que a margem côncava, afetada pelo processo de erosão acelerada, contribui por meio da atividade fluvial para o

surgimento de novas terras, as denominadas terras acrescidas, que resultam do processo de deposição sedimentar.

Notou-se que há uma desagregação constante dessa margem em relação à margem convexa, que recebe parte da carga de sedimentos em suspensão transportada pela ação da água, originando novas formações aluviais.

Na pesquisa identificou-se que as áreas de maior recorrência de "terras-caídas" estão localizadas na margem côncava, devido a uma série de fatores, os quais na concepção de Carvalho (2006, p.55) envolvem "desde os processos mais simples a altamente complexos" abrangendo também a pressão da hidrodinâmica, a velocidade da descarga fluvial, o impacto da força da água nas margens do rio.

Sternberg (1998, p. 62), no entanto destaca o entendimento dos ribeirinhos sobre o fenômeno, enfatizando que "atribui-se a terra caída ao embate direto da correnteza [...]". Para Carvalho (2006) o processo de erosão lateral "consiste no solapamento da parte inferior da margem, retirando o suporte do pacote, desestabilizando-o, retirando o material basilar".

Trata-se, portanto de um amplo processo deposicional denominado de sedimentação ou deposição aluvial. Tricart (1977) atribui erosão lateral acelerada "às fortes amplitudes das oscilações de descarga durante a subida das águas que favorece o solapamento".

As faixas de terreno mais elevado são conhecidas como restingas fluviais, sendo utilizadas pelos moradores da várzea para o cultivo agrícola. Esses eventos provocam a alteração da paisagem da várzea, além de causar impactos no aspecto socioeconômico, tendo em vista que as áreas de cultivo de hortaliças são localizadas na restinga que resulta de sucessivos depósitos aluvionares, que por sua vez, com a ação das "terras-caídas" essas áreas são levadas pala ação do rio.

Conforme Cunha & Guerra (2011, p.361-362) "o rio, com seu talvegue, controla os processos de formação do vale, embora sua influência direta seja restrita à calha e à planície de inundação", dessa forma o canal fluvial possui uma dinâmica constante em busca de um equilibrado balanço entre erosão, transporte e deposição de sedimentos.

Cunha & Guerra (2011, p. 363) destacam que "uma das formas que o rio encontra para retornar ao equilíbrio anterior refere-se à intensa erosão das margens assim como a mudança de topografia do fundo do leito".

Uma das consequências desse processo é o aumento de sedimentos no fundo da calha fluvial. Conforme Cunha & Guerra (2011, p.355) ocorre "um decréscimo da profundidade e a maneira encontrada pelo rio, para ajustar seu equilíbrio, foi aumentar a largura do canal através da erosão das margens", que muitas vezes são de grandes dimensões (figura 1), levando uma extensão considerável de terras.

Figura 1: Evento de "terras-caídas" na margem côncava (Trabalho de campo em 30/10/2015).
Autor: MATOS, J.A (2015).

O hidromorfismo dos solos de várzea, o volume de descarga fluvial, gradiente e velocidade da correnteza contribuem para a ocorrência das "terras-caídas". A ocorrência desse fenômeno varia conforme a sinuosidade e geometria do canal, influenciando em taxas maiores de erosão e deposição dos sedimentos mais grosseiros.

A margem côncava pela configuração do canal fluvial é sujeita à ação do fluxo da correnteza que é mais intenso nessa margem devido a uma série de fatores, dentre os quais destacamos a declividade pouco acentuada na topografia do leito e a pressão hidráulica exercida pelo fluxo corrente em atrito com a margem côncava do rio (figura 2).

Figura 2: Margem côncava antes do evento de "terras-caídas" (Trabalho de campo em 10/10/2015).
Autor: MATOS, J.A (2015).

As mudanças que ocorrem por meio da dinâmica geomorfológica estão associadas à baixa compactação e coesão do material sedimentar que compõe os solos de várzea, sujeitos à remoção de material basilar conforme embate da água na margem instável devido ao fluxo de energia dentro do canal.

De acordo com Suguio & Bigarella (1990) e Chistofoletti (1981) o trabalho de um rio é medido pela quantidade de material que o mesmo é capaz de erodir, transportar e depositar, englobando os processos de retirada de detritos do fundo do leito e das margens fazendo com que possam se integrar à carga sedimentar.

Na concepção de Cunha & Guerra (2011, p. 363) "uma das formas que o rio encontra para retornar ao equilíbrio anterior refere-se à intensa erosão das margens, assim como a mudança de topografia do fundo do leito".

Na várzea amazônica nos deparamos com mudanças na configuração da paisagem refletindo também no modo de vida e nas atividades desenvolvidas na comunidade, haja vista o risco causado a partir da ocorrência do fenômeno das "terras-caídas", como o caso ocorrido em outubro de 2015, onde fissuras no barranco denunciavam que haveria queda de barranco, e dias depois aconteceu o desabamento de grandes porções de terras (figura 3) de extensão de aproximadamente 40 metros de frente e 150 metros de largura em dois terrenos.

Figura 3: Margem côncava depois do evento de "terras-caídas" (Trabalho de campo em 31/10/2015).
Autor: MATOS, J.A (2015).

A partir do transporte de sedimentos dessa margem, ocorrem sucessivos depósitos sedimentares aluvionares na margem convexa, onde essas formações aluviais são utilizadas pelos moradores para a prática agrícola, uma vez que houve a consolidação dos sedimentos.

Antes do surgimento da formação aluvial, durante o período da vazante do rio, havia o aparecimento de uma praia, que foi aos poucos recebendo sedimentos e estes foram compactando, dessa maneira houve intensidade maior da ação erosiva devido ao aumento da deposição aluvial na margem convexa, causando pressão na margem côncava.

Para Matos (2014)

> A ocorrência de "terras-caídas" é um fator natural provocado pela ação da água do rio em contato com as margens do rio, entretanto, essa dinâmica promove mudanças na paisagem que só são compreendidas por quem mora no lugar, pois as experiências que as pessoas têm do lugar as levam a ter um cuidado com possíveis riscos da natureza (MATOS, 2014, p.77).

Buscou-se um diálogo com os moradores da comunidade para verificar quais os impactos desse fenômeno para a comunidade. Diante dos questionamentos os moradores da comunidade Miracauera descreveram suas relações com o ambiente de várzea.

Notou-se nos relatos que eles estabelecem um modo de vida integrado às mudanças que ocorrem na várzea, aproveitando o movimento gerado pela natureza produzindo seus cultivos a partir da percepção do período que inicia a subida ou descida do nível da água.

Tocantins (2000) enfatiza que:

> As comunidades, as barracas, os barracões se desenvolvem à beira dos rios, junto aos barrancos, equilibrados nos esteios, prontos para locomoverem-se à ré se as terras caídas ameaçarem as palafitas, mas sempre junto da água, na atração máxima do caudal que é a vereda das energias vitais (TOCANTINS, 2000, p.233).

Os moradores da comunidade convivem com esses eventos e têm nesse ambiente experiências concretas, as quais são feitas, conforme Claval (2010, p.39) "de práticas e habilidades".

Paul Claval (2010, p.39) destaca que "as pessoas têm uma reação emotiva diante dos lugares em que vivem", e apesar dos fenômenos que atingem a comunidade os moradores mantém suas formas de produção de acordo com as mudanças na paisagem de várzea.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Devido aos sucessivos depósitos sedimentares e o surgimento de uma praia na margem convexa, o fluxo da correnteza muda seu percurso, atingindo com maior intensidade a margem côncava, alterando a fisionomia da margem do rio, que está sujeita às mudanças na geomorfologia fluvial e que afeta também os moradores da comunidade.

Constatou-se nessa pesquisa que o leito do rio está passando por mudanças constantes, seja na subida ou descida do nível do rio. A existência de erosao fluvial constante é notada por meio da migração das laterais, a qual está evoluindo a cada ano, e considerando o recorte temporal estudado, nota-se um cenário evolutivo constante de erosão na margem instável.

A prática da agricultura na comunidade é condicionada pelo nível da água. Tendo em vista a questão da dinâmica das águas, os ribeirinhos nesse ambiente criam técnicas próprias de acordo com as características do local. Os moradores utilizam as experiências anteriores nesse ambiente que é modificado pela dinâmica fluvial, e nessa relação de perdas e ganhos o morador percebe a necessidade de utilizar diversas estratégias, tendo em vista que durante a ocorrência de "terras-caídas" essa dinâmica afeta a sua economia, seja na agricultura ou na pecuária por conta da perda de terrenos que são levados pela erosão ativa na margem do rio.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARVALHO, José Alberto Lima de. **Terras caídas e consequências sociais: Costa do Miracauera – Paraná da Trindade, Município de Itacoatiara – AM, Brasil.** Manaus, 2006. Dissertação de mestrado (Pós-Graduação em Sociedade e Cultura na Amazônia) – Universidade Federal do Amazonas.

CUNHA, Sandra Baptista da; GUERRA, Antônio Teixeira (org.). **Geomorfologia - uma atualização de bases e conceitos.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994.

CUNHA, Sandra Baptista da; GUERRA, Antônio Teixeira. **Degradação ambiental.** In: **Geomorfologia e meio ambiente.** GUERRA, Antônio Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da (org.). 10ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. **Geomorfologia Fluvial.** São Paulo: Edgard Blücher, 1981. vol. 1. 313 p.

CLAVAL, Paul. **Terra dos homens: a geografia.** Tradução Domitila Madureira. São Paulo: Contexto, 2010.

CRUZ, Manuel de Jesus Masulo da. **Caboclos-ribeirinhos da Amazônia: um estudo da organização da produção camponesa no município do Careiro da Várzea-AM.** Dissertação de mestrado, USP, 1999.

FERNANDES, Nelson Ferreira; AMARAL, Cláudio Palmeiro do. **Movimentos de massa: uma abordagem Geológico-Geomorfológica.** *In:* **Geomorfologia e meio ambiente.** GUERRA, Antônio Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da (org.). 10ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

GUERRA, Antônio Teixeira; GUERRA, Antônio José Teixeira. **Novo dicionário geológico-geomorfológico.** 9ª edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

MATOS, Jônatas de Araújo; CURSINO, Alcirene Maria da Silva. **Caracterização geomorfológica das "terras-caídas" em área de várzea na comunidade Miracauera, Careiro da Várzea-AM.** In: REVISTA GEONORTE, Edição Especial, V.1, Nº 4, p. 515 – 525, 2012.

PALMIERI, Francesco; LARACH, Jorge Olmos Iturri. **Pedologia e Geomorfologia.** *In:* **Geomorfologia e meio ambiente.** GUERRA, Antônio Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da (org.). 10ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

SIOLI, Harald. **The Amazon and its mains affluents: Hydrography, morphology of the river courses, and river types.** *In:* **The Amazon: Limnology and Landscape ecology of a Mighty Tropical River and its Basin.** Ed. Dadrecht: W. Junk, Cap. 05. p. 127-165.

SUGUIO, Kenitiro; BIGARELLA, J. J. **Ambientes fluviais.** Florianópolis, EDUFSC, 1990.

STERNBERG, Hilgard O'Reilly. **A água e o homem na várzea do Careiro.** 2.ª ed. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1998. 330 p.

TOCANTINS, Leandro. **O rio comanda a vida. – uma interpretação da Amazônia.** 9ª Ed. – Manaus: Editora Valer/Edições Governo do Estado, 2000.

TRICART, Jean. **Tipos de planícies aluviais e de leitos fluviais na Amazônia brasileira.** Rio de Janeiro, 1977.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

FEIÇÕES EROSIVAS LINEARES DA ALTA BACIA DO RIO PASSA CINCO (SP)

Cenira Maria Lupinacci[(a)], Karen Rieti Litholdo[(b)]

[(a)]Departamento de Planejamento territorial e Geoprocessamento/Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", cenira.lupinacci@unesp.br

[(b)] Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento/ Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho, kah_litholdo@hotmail.com

Eixo:6 -Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Cenira Maria Lupinacci, Karen Rieti Litholdo

Resumo

A erosão do solo é um dos maiores problemas da sociedade, pois pode acarretar em grandes perdas econômicas e consequentes problemas sociais. Uma das formas de erosão mais recorrentes é a linear, frequente em áreas de clima tropical. Dessa forma, o objetivo do trabalho foi compreender os processos que dão origem as feições erosivas lineares, na alta bacia do rio Passa Cinco (SP). As técnicas de pesquisa utilizadas envolveram a elaboração de mapa das feições erosivas lineares e de ocupação da terra para o ano de 2010, bem como a utilização de dados litológicos e pedológicos já existentes para área. Como resultado, constatou-se que a análise de tais dados foi uma boa ferramenta para a compreensão da dinâmica local da área de estudo, bem como das características físicas, as quais, quando atreladas ao uso antrópico,constituem-se em importantes influenciadores para a instalação dos processos denudativos.

Palavras chave: Processos Erosivos Lineares; Uso da Terra; Pedologia e Litologia.

1. Introdução

O ser humano, desde seu primórdio utiliza-se do solo como fonte de sua sobrevivência, e devido a isso uma maior atenção é atribuída aos processos que nesse ocorrem. Segundo Bertoni e Lombardi Neto (2012), as terras se tornam menos produtivas por algumas razões específicas, como a perda da sua estrutura, da matéria orgânica, dos elementos nutritivos e do próprio solo, ocasionados principalmente pela erosão.

Assim, deve-se considerar a erosão como fator importante a ser analisado, sendo essa "[...] um processo de desprendimento e arraste acelerado das partículas do solo causado pela água e pelo vento. A erosão do solo constitui, sem dúvida, a principal causa de depauperamento acelerado das terras" (BERTONI E LOMBARDI NETO, 2012, p.68). Ainda, não ocorre de forma homogênea no ambiente, apresentando-se em intensidades diferentes conforme suas propriedades físicas, bem como estrutura, textura, permeabilidade e densidade, além das características químicas e biológicas do solo (BERTONI E LOMBARDI NETO, 2012).

No que concerne aos tipos de erosão existentes, a hídrica, relacionada à ação das águas pluviais sobre o solo, demonstra-se como de suma importância, "pois o processo erosivo causado pela água das chuvas temabrangência em quase toda a superfície terrestre, emespecial nas áreas com clima tropical, onde os totaispluviométricos são bem mais elevados do que em outrasregiões do planeta" (GUERRA, 2005).

Assim, uma das formas de erosão hídrica mais comumente encontradas em tais áreas é a linear, que segundo Pinton e Cunha (2008, p. 330) "[...] ocorre quando há uma concentração das linhasde fluxo das águas de escoamento superficial devidoalguma irregularidade do terreno por seus atributosnaturais ou por modificações ocorridas nestes pela açãoantrópica". Um aspecto importante de ser enfatizado acerca de tais feições, é o fato de se apresentarem em estágios diferenciados, conforme a intensidade da erosão, sendo entendidos nesse trabalho como sulco erosivo, ravina e voçoroca.

O primeiro estágio da feição erosiva linear, denominada de sulco erosivo, caracteriza-se por se dispor no relevo através de pequenos canais superficiais, resultantes da concentração de linhas de fluxo de água (PINTON e CUNHA, 2008). O segundo estágio, o qual se apresenta como intermediário denominado de ravina caracteriza-se por possuir maior profundidade nos canais superficiais, e "[...] ocorre quando há uma maiorconcentração no

ISBN: 978-85-7282-778-2

volume de água na superfície doterreno, promovendo um solapamento ou escavaçãodescendente dos sulcos erosivos devido a uma maiorprofundidade dos mesmos", o qual não pode mais ser obliterado na preparação para o uso do solo (CERRI, 1999 apud PINTON e CUNHA, 2008). Já o último estágio da feição erosiva linear, denominada de voçoroca, segundo Bertoni e Lombardi Neto (2012), são ocasionadas por grandes concentrações de enxurradas que se concentram no mesmo local, as quais se ampliam consideravelmente devido ao deslocamento de massas de solo, formando grandes incisões no relevo em extensão e profundidade.

Ressalta-se ainda que as características físicas do ambiente podem contribuir para o surgimento de tais feições, como dito anteriormente, dependendo de sua textura, estrutura, permeabilidade, etc., bem como o uso e ocupação da terra local, isto é, o uso antrópico pode alterar a dinâmica erosiva do ambiente, promovendo seu aceleramento.

Diante das considerações apresentadas, o objetivo deste trabalho é o de avaliar as feições erosivas lineares existentes na alta bacia do rio Passa Cinco (SP), a partir de uma análise conjunta entre o mapeamento dessas feições, de uso e ocupação da terra e dados litológicos e pedológicos da área. Para melhor entendimento das características da área e dos dados obtidos com os mapeamentos, foram selecionados recortes de alguns setores, no intuito de fornecer uma análise detalhada dos aspectos salientados.

A alta bacia do rio Passa Cinco está localizada na região centro-leste do estado de São Paulo, mais especificamente entre as cidades de Ipeúna e Itirapina, sendo a maior sub-bacia pertencente à bacia do rio Corumbataí, que por sua vez compõe a bacia do rio Piracicaba. Ainda, localiza-se na transição entre duas províncias geomorfológicas, a Depressão Periférica e as *Cuestas* Basálticas, as quais se situam sobre a Bacia Sedimentar do Paraná.

ISBN: 978-85-7282-778-2

2. Materiais e Métodos

Os mapeamentos das feições erosivas e do uso e ocupação da terra foram elaborados por meio do uso do *software ArcGis 9.2*, na escala original de 1:50.000. Foram utilizados oslevantamentos aerofotogramétricosdisponibilizados pela Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano (EMPLASA), referente ao projeto Mapeia São Paulo, na escala de 1:10.000, datados de 2010, georreferenciados e ortoretificados.

Para a elaboração do mapeamento das feições erosivas foram adaptados os conceitos propostos por Tricart (1965) para a criação de cartas geomorfológicas. Quanto às simbologias criadas para a representação das feições encontradas na área de estudo, salienta-se que estas foram adaptadas da proposta técnica desenvolvida por Paschoal, Conceição e Cunha (2010) e Stefanuto e Lupinacci (2017), de forma que se tornassem condizentes com a escala deste trabalho.

Já para a elaboração do mapeamento de uso e ocupação da terra foram consideradas as orientações do IBGE (2013), as quais afirmam que tal mapeamento é fruto de um conjunto de operações utilizadas na confecção de mapas temáticos, que indicam a distribuição geográfica da tipologia do uso da terra, identificada por padrões homogêneos de cobertura terrestre, que devem envolver pesquisas de escritório e de campo.

Assim, de acordo com o Manual Técnico do IBGE (2013), para o desenvolvimento de um mapeamento algumas etapas devem ser seguidas, sendo essas: a interpretação; as edições temáticas; a legenda dos padrões; o mapa final; a edição cartográfica e a edição de complementos.

Ainda, foram utilizadas as sugestões técnicas de análise de imagens proposta por Diniz e Ceron (1966), as quais afirmam que a identificação das culturas manejadas no local é composta por vários elementos, dependendo da época do ano em que as fotografias foram tiradas e do tipo de técnica agrícola empregada; esses elementos são: cor; textura; forma da

parcela; dimensão da área cultivada; dimensão dos campos de cultivo; altura; espaçamento; restos de colheita e arranjo espacial.

Quanto ao mapeamento litológico este foi obtido a partir de Cunha (2001), adaptado do Instituto Geográfico e Geológico (1966) e Bacci (1994). Já o mapeamento pedológico foi compilado e adaptado por Cunha (2001) do Instituto Agronômico de Campinas (1981; 2014).

3. Resultados e Discussões

A alta bacia do rio Passa Cinco corresponde a aproximadamente 290 km² e encontra-se distribuída sobre relevos típicos da Depressão Periférica e das *Cuestas* Basálticas, conferindo a área de estudo um considerável desnível altimétrico. De forma geral, apresentou em sua área um total de aproximadamente 746 sulcos erosivos; 363 ravinas e 22 voçorocas, evidenciando sua intensa dinâmica erosiva.

Com base no mapeamento de uso e ocupação da terra, constatou-se a presença predominante da classe pastagem, a qual melhor se adapta as altas declividades do ambiente, sendo seguida em ordem de grandeza pelas classes vegetação arbórea, cana de açúcar,silvicultura, vegetação herbácea, área urbanizada, área construída, mineração, cerrado, corpos d'água continental, citricultura e lavoura temporária (Figura 1).

ISBN: 978-85-7282-778-2

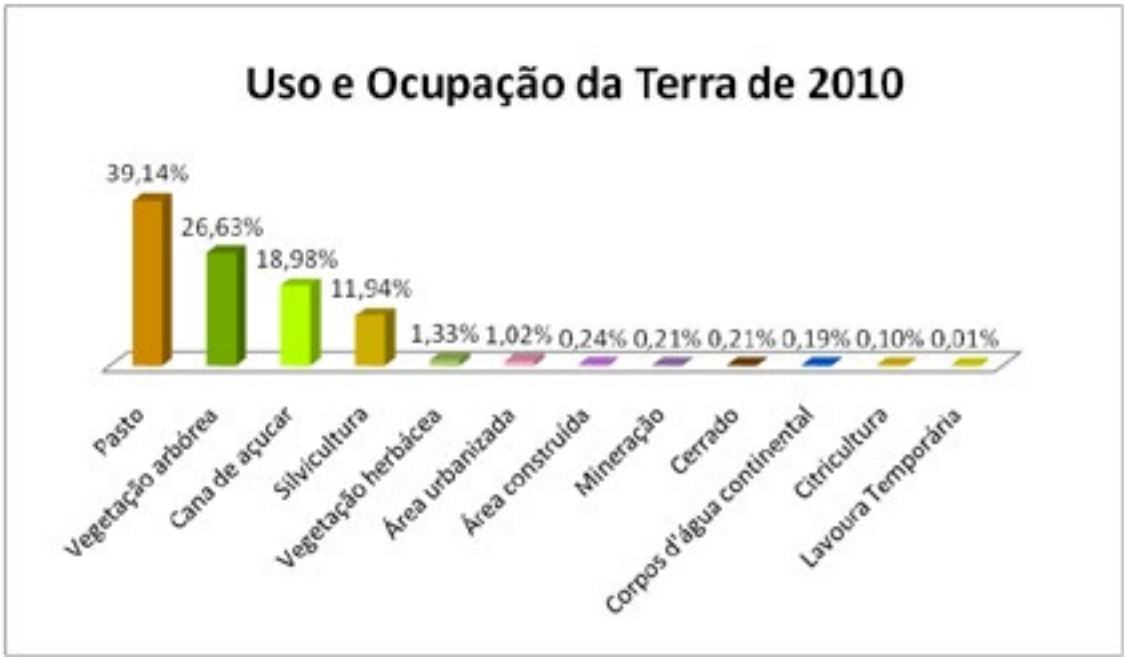


Figura 1 - Área ocupada por cada classe de uso da terra de 2010, em porcentagem (%).

Fonte: LITHOLDO, K. R (2018).

Dessa forma, diante do gráfico apresentado é possível constatar o uso de diversas culturas e atividades empregadas na área, que somado as informações adquiridas a partir dos outros mapeamentos permitiram o levantamento de hipóteses sobre a evolução das feições erosivas lineares.

Assim, destaca-se que os sulcos erosivos estão presentes por toda a área de pesquisa, bem como sobre as mais diversificadas litologias. No entanto, destaca-se que a Formação Pirambóia se constitui como a mais predominante e consequentemente a que possui maior número da feição em questão. Dessa maneira, encontram-se dispostas prioritariamente na área central da Depressão Periférica, isto é, em áreas localizadas no centro-norte da alta bacia (Figura 2).

ISBN: 978-85-7282-778-2

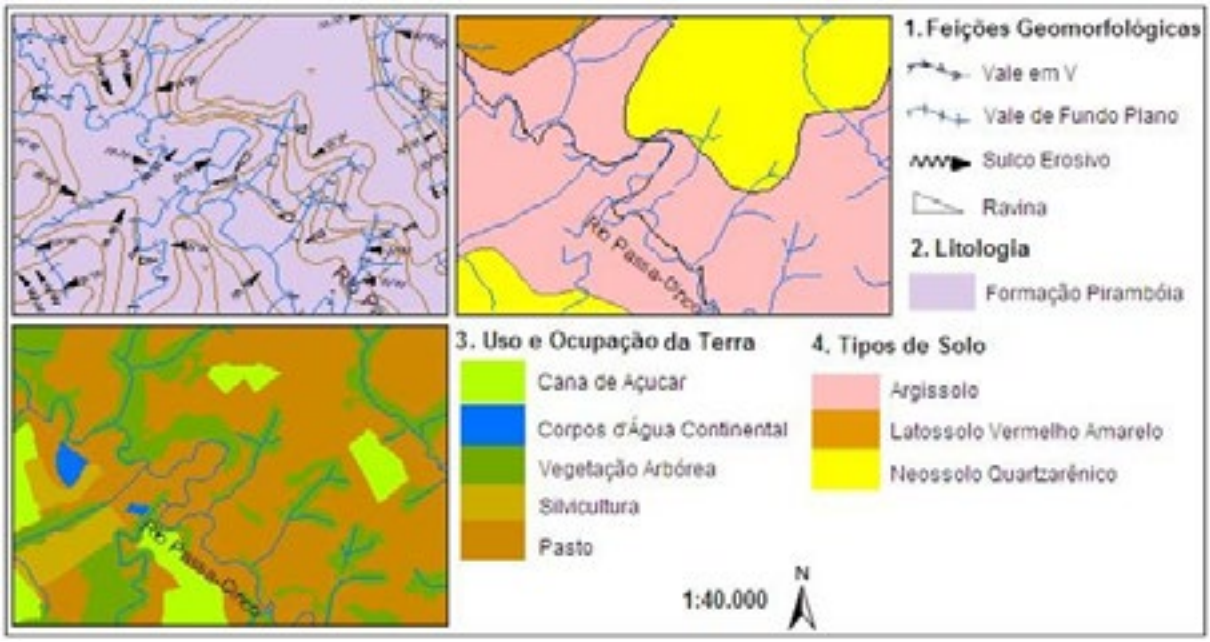


Figura 2 – Sulcos erosivos no centro-norte da alta bacia do rio Passa Cinco (SP)

Por sua vez, encontram-se sobrepostos a Latossolo Vermelho Amarelo, que segundo o IAC (2014), são solos "[...] desenvolvidos de arenito, localizados em posições com relevo suavizado (declividade de 0 a 20%) [...]" com elevada permeabilidade, baixa retenção d'água e coesão, sensíveis a degradação sob manejo agrícola e propenso ao estresse hídrico nos períodos chuvosos. Ainda, estão sobrepostos a Neossolos Quartzarênicos, de baixa coesão e retenção d'água, com elevada fragilidade, bem como a Argissolos, também de baixa coesão e permeabilidade (IAC, 2014).

Em relação ao uso e ocupação da terra, observada na figura 2, predomina aclasse pastagem, isso devido à alta declividade de algumas áreas em específico, como alguns morros testemunhos.Assim, destaca-se que os sulcos erosivos encontram-se prioritariamente sobre esta classe de uso, quesegundo Bertoni e Lombardi Neto (2012), embora a vegetação forneça

ISBN: 978-85-7282-778-2

proteção ao solo,o gado pode fazer com que se torne rarefeita, além de que o "[...] pisoteio constante do gado acelera os processos erosivos mediante a compactação do solo" (ZANATTA, 2014, p. 119).

Quanto às classes cana de açúcar e silvicultura da área, é possível aferir que a menor presença dos sulcos erosivos nesses cultivos deve-se a obliteração dos mesmos, a partir da utilização de máquinas para a manutenção do uso e ocupação da terra, fazendo com que sua evolução seja retardada. Conciliando as características citadas, observa-se uma pré-disposição a instalação dos sulcos erosivos na litologia pertencente à Formação Pirambóia, nos solos compostos por Latossolo Vermelho Amarelo, Neossolos Quartzarênico e Argissolos, que sofrem influência direta do uso e ocupação da terra.

No que concernem as ravinas, estágio intermediário de desenvolvimento das feições erosivas lineares, estas se apresentam distribuídas ao longo da alta bacia, estando concentradas em sua maior parte em setores de transição e/ou mudança de formação litológica (Figura 3),aspecto potencializador do escoamento superficial e subsuperficial. Assim, observa-se sua presença na transição da *cuesta* com a Depressão Periférica, bem como em setores próximos aos morros testemunhos, nomeados de Morro Pelado; do Baú; Guarita e Bizigueli, que corresponde as Formações Pirambóia, já mencionada, a Botucatu, que dá origem a Neossolos Quartzarênicos, de alta fragilidade, e a Formação Serra Geral, sobreposta por Neossolos Litólicos, de "[...] pequena profundidade e pedregosidade que dificultam a penetração e a exploração de água e nutrientes pelas raízes de plantas" (IAC, 2014).

ISBN: 978-85-7282-778-2

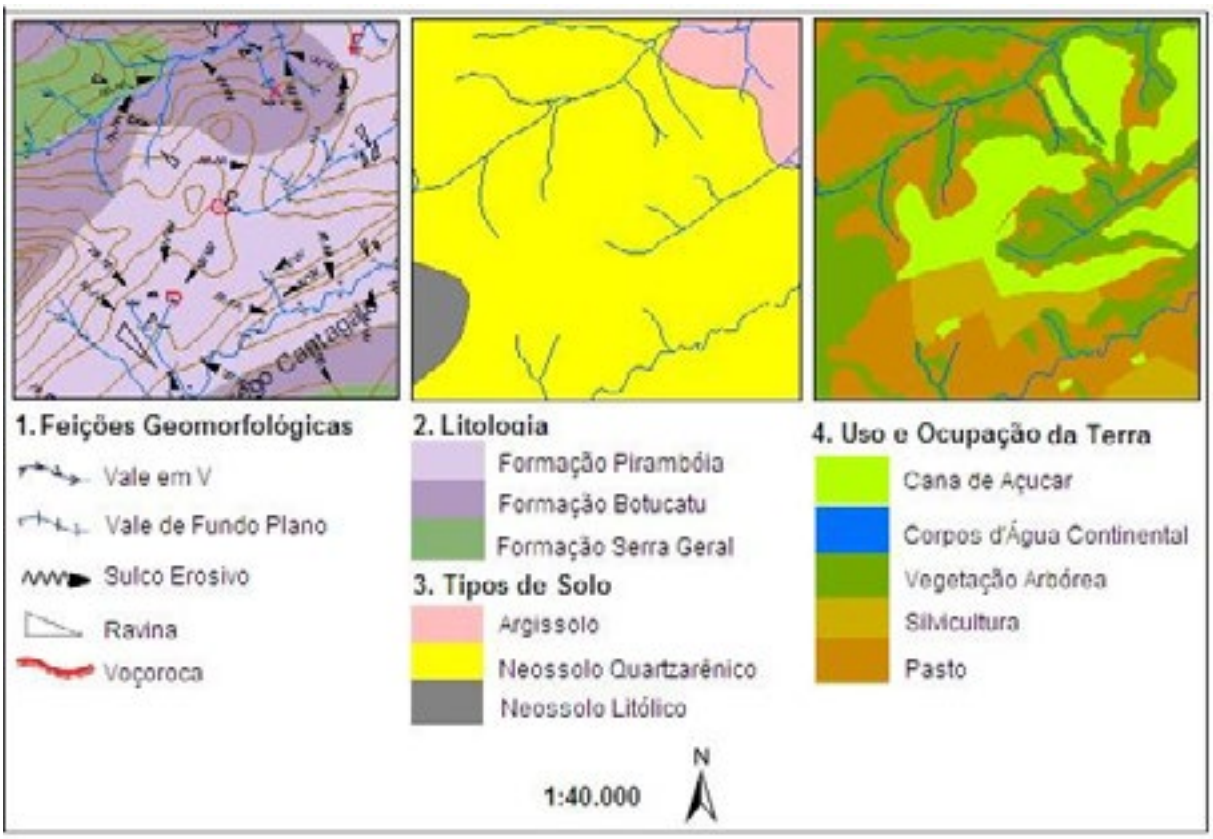


Figura 3 – Ravinas próximas a *cuesta* da alta bacia do rio Passa Cinco (SP)

O uso e ocupação da terra atribuída a essas áreas são as classes de pastagem e vegetação arbórea, ainda que apresentem o avanço da cana de açúcar e silvicultura, como observado na figura 3, novamente por estarem atreladas a setores de maior declividade, que acabam por contribuir com o surgimento de tais feições e dificultar o avanço de outros tipos de atividades agrícolas, bem como a fragilidade apresentada devido ao pisoteio do gado.

Por fim, destaca-se a presença das voçorocas, com tendência a se formarem sobre os arenitosdas Formações Botucatu e Pirambóia, que estão recobertos por Neossolos Quartzarênicos, de elevada suscetibilidade. Assim como as ravinas, encontram-se em sua

maioria sobre as classes pastagens e vegetação arbórea, isso por se situarem também próximas ao front da *cuesta* e dos morros testemunhos(Figura 4).

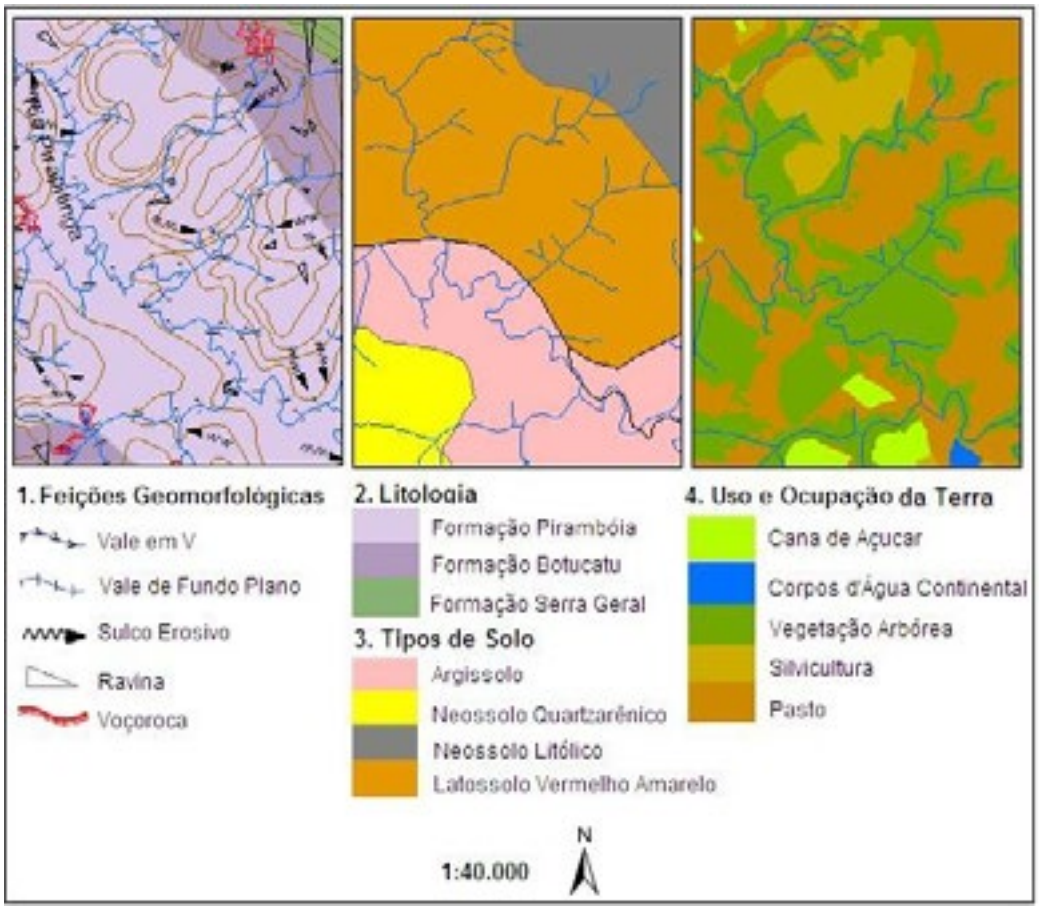


Figura 4 – Voçorocas próximas ao Morro do Bizigueli na alta bacia do rio Passa Cinco (SP)

Dessa forma, pode-se afirmar que as voçorocas, estágio mais avançado das feições erosivas lineares, assim como as ravinas, encontram-se localizadas em setores onde ocorrem declividade e erosão desigual pelo contato de litologias diferentes, conciliado ao uso e ocupação antrópica, que colaboram com o seu surgimento.

ISBN: 978-85-7282-778-2

4. Considerações Finais

O mapeamento dos processos erosivos lineares, bem como o de uso e ocupação da terra junto aos dados litológicos e pedológicos obtidos da bibliografia, permitiu averiguar a dimensão dos processos erosivos lineares da alta bacia do rio Passa Cinco (SP), no ano de 2010, apresentando-se como uma boa ferramenta para análise e compreensão de sua dinâmica local.

Assim, contatou-se uma clara relação dos processos erosivos lineares, nos seus diferentes estágios (sulco erosivo; ravina e voçoroca), com os aspectos físicos do ambiente, estando seu surgimento e evolução em áreas propícias a erosão. Dessa forma, os sulcos erosivos estão propensos a se formarem em solos classificados segundo o IAC (2014) como Latosssolos Vermelho Amarelo, com elevada permeabilidade e baixa retenção d'água; Argissolos, com baixa permeabilidade em subsuperfície, e Neosssolos Quartzarênicos, correspondentes a Formação Pirambóia. As ravinas têm por tendência o surgimento nas formações Pirambóia e Botucatu, de mesma composição de solo mencionada, diferenciando-se por também estarem localizadassobre a Formação Serra Geral, sobreposta por Neossolos Litólicos,de alta pedregosidade e baixa profundidade. Já as voçorocas encontram-se sobre as formações Botucatu e Pirambóia, e assim como as ravinas estão em áreas de transição e/ou modificação litológica.

Quanto ao uso e ocupação da terra, observou-se a concentração de tais feições em áreas ocupadas pela classe pastagem, a qual se encontra em locais de maior declividade, transição e/ou mudança litológica, bem como pelo fato do gado favorecer a compactação do solo e retirada da vegetação, levando ao aceleramento do processo denudativo.

Por fim, ressalta-se que a alta bacia do rio Passa Cinco (SP), no ano de 2010 já apresentava considerável avanço dos processos erosivos lineares, favorecidos tanto pelos aspectos físicos como antrópicos do ambiente.

ISBN: 978-85-7282-778-2

5. Agradecimentos

As autoras agradecem a Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo apoio financeiro, processos: 2017/22257-4e 2016/25231-3.

6. Referências Bibliográficas

BERTONI, J. ; LOMBARDI NETO, F. Conservação do solo. 8 ed. São Paulo: Ícone, 2012.

CERON, A. O. DINIZ, J. A. F. O uso das fotografias aéreas na identificação das formas de utilização agrícola da terra. Revista Brasileira de Geografia. n. 2, v. 28, p. 161-173, 1966.

CUNHA, C. M. L. A cartografia do relevo no contexto da gestão ambiental. 2001, 128f. Tese de Doutorado – Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Rio Claro. 2001.

GUERRA, A.J.T. O início do processo erosivo. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. DA; BOTELHO, R.G.M. (Orgs.), Erosão e Conservação dos Solos. Conceitos, temas e aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2a. ed., p. 17-56, 2005.

INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS – IAC. Solos do Estado de São Paulo. 2014. Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/solossp/>. Acesso em: 17 dez. 2018.

INTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Manual Técnico de Uso da Terra. Rio de Janeiro, 2013.

LITHOLDO, K.R. Análise das alterações geomorfológicas derivadas do uso e ocupação da terra na alta bacia do rio Passa Cinco (SP). Relatório de Iniciação Científica (FAPESP), 2018.

PASCHOAL, L. G.; CONCEIÇÃO, F. T.; CUNHA, C. M. L. Utilização do ArcGis 9.3 na elaboração de simbologias para mapeamentos geomorfológicos: Uma aplicação na área do Complexo Argileiro de Santa Gertrudes/SP. Simpósio Nacional de Geomorfologia. 8, 2010, Recife. Anais. p. 1-13.

PINTON, L. G; CUNHA, C. M. L. Avaliação da dinâmica dos processos erosivos lineares e sua relação com a evolução do uso da terra. Geociências, São Paulo, v. 27, n. 3, p. 329-343. São Paulo, 2008.

STEFANUTO, E. B.; LUPINACCI, C. M. A simbologia geomorfológica adaptada para mapeamentos de feições do relevo desenvolvidos em ambiente SIG. Sociedade brasileira de

Cartografia, Geodésia, Fotogrametria e Sensoriamento Remoto , Rio de Janeiro, p. 1289-1293, nov. 2017.

TRICART, J. Príncipes et méthodes de lagéomorphologie. Paris: Masson, 1965.

ZANNATA, F.A.S. Diagnóstico visando planejamento ambiental da alta bacia do Ribeirão Areia Dourada, Marabá Paulista (SP). 2014. 139f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2014.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

GEOTECNOLOGIAS NA CARACTERIZAÇÃO DO USO COBERTURA VEGETAL DA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO IGARAPÉ AMBÉ - BAIXO RIO XINGU

Alexandre Augusto Cardoso Lobato [(a)], Eder Mileno Silva De Paula [(b)]

[(a)] Mestrando pelo Programa Pós-Graduação em Geografia (PPGEO), Universidade Federal do Pará, alexandrelobato.ufpa@gmail
[(b)] Docente da Faculdade de Geografia na UFPA - Campus Universitário de Altamira, edermileno@ufpa.br

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

Nas últimas décadas os olhares mundiais se voltaram para o Bioma Amazônia, principalmente, pelas políticas de ordenamento territorial instituídas pelo Estado brasileiro, de forma mais significativa a partir 1964. A microbacia do igarapé Ambé, área de estudo desta pesquisa está dentro do contexto de uso e ocupação da terra provenientes das políticas do Estado Brasileiro, em um primeiro momento devido a abertura da rodovia Transamazônica e atualmente devido a construção Usina Hidrelétrica de Belo Monte. Para analisar as mudanças de uso e cobertura vegetal utilizou-se cenas do satélite Landsat 8-Sensor OLI (Operational Land Imager) que foram classificadas para obtenção das classes de uso e cobertura vegetal. Identificou-se que a microbacia do igarapé Ambé tem como uso predominante as pastagens, com cerca de 57,6% da área total da microbacia, e por ocupar o maior percentual de área, evidencia-se o contexto de uso e ocupação da terra, predominantemente voltado para pecuária extensiva, sendo resultado de vários ciclos de apropriação da paisagem Amazônica, o que torna a paisagem vulnerável, necessitando de políticas de gestão dos recursos naturais.

Alexandre Augusto Cardoso Lobato, Eder Mileno Silva De Paula

Palavras chaves: Geoprocessamento, Sensoriamento Remoto, Usina Hidrelétrica de Belo Monte

1. Introdução

A partir da década de 70, no período do regime militar, a Amazônia passou a sofrer uma intensa ocupação, degradando sua paisagem florestal, através de projetos de colonização e reforma agrária. Sobre isso, Silva (2001) discorre que a densidade dos processos de uso e ocupação, atrelado com aperfeiçoamento tecnológico para exploração dos recursos e serviços ambientais e o adensamento populacional tem acarretado sérios problemas ambientais em múltiplas escalas.

Costa e Bordalo (2010) colocam as bacias hidrográficas como unidade físico-territorial, voltada à gestão dos recursos naturais, e como um importante instrumento de

desenvolvimento metodológico e prático para a relação sociedade-natureza. Desta forma, buscando o desenvolvimento de forma sustentável, o uso do geoprocessamento vem ganhando espaço nas análises e diagnósticos ambientais por permitir suporte as tomadas de decisões na análise das evoluções espaço-temporais dos fenômenos socioambientais e suas das interrelações (SILVA, 2001).

Segundo Ribeiro e Kux (2009), a classificação do uso da terra surge como ferramenta para diferenciação de uso do espaço geográfico, assim como, para suas descrições, sendo que essa pesquisa tem como objetivo elaborar análise do uso da terra e cobertura vegetal na microbacia do Igarapé Ambé – Baixo Rio Xingu, estabelecendo quais os usos predominantes, contribuindo com a gestão físico-territorial dessa microbacia.

2. Materiais e métodos

A microbacia hidrográfica do igarapé Ambé está localizada a montante da UHE Belo Monte, n margem esquerda do Baixo Rio Xingu, e faz parte do perímetro urbano municipal de Altamira (Figura 01).

No que tange as etapas da pesquisa, em um primeiro momento foi realizado a leitura do referencial bibliográfico e, posteriormente, construção do banco de dados geográfico, onde foram inseridas as cenas do satélite Landsat 8-Sensor OLI (Operational Land Imager) da órbita/ponto 226/062, referente ao ano de 2017, disponibilizadas pelo Sistema Geológico Americanos - USGS (http://earthexplorer.usgs.gov/). Posteriormente, para a sistematização dos dados e análise dos resultados utilizou-se o software ARCGIS 10.2.2 e o software de processamento de imagens Envi 5.3

ISBN: 978-85-7282-778-2

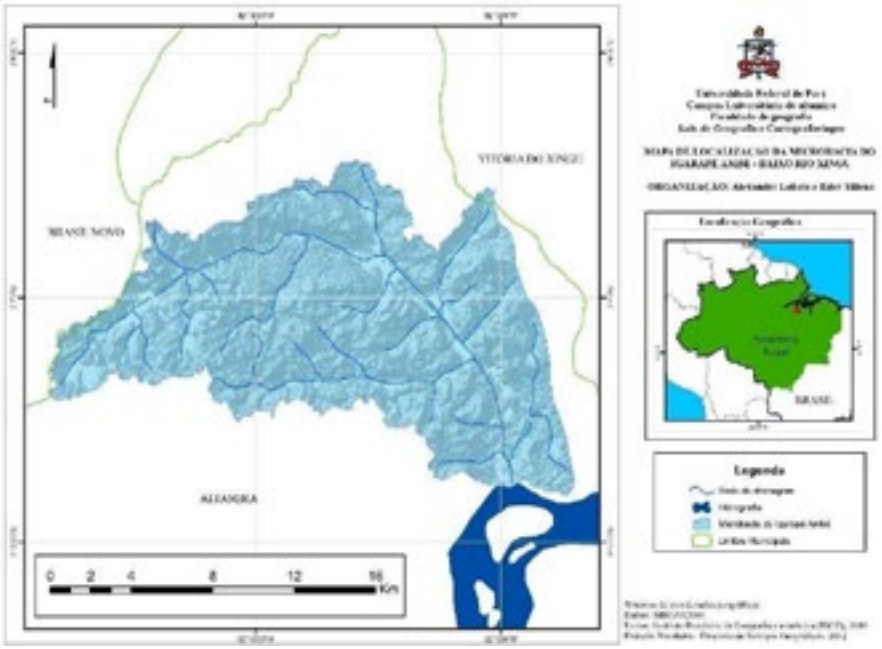


Figura 01: localização da microbacia do Igarapé Ambé. **Fonte:** Autores.

3. Resultados e Discussões

A figura 02 apresenta espacialmente os tipos de uso e cobertura vegetal da microbacia, sendo identificados os tipos de cobertura vegetal floresta ombrófila densa, vegetação pioneira arbustiva/herbácea de influência aluvial e vegetação pioneira em regeneração. A classe áreas de pastagem para o ano de 2017 representa uma área de cerca de 130,83 km², logo, cerca de 57,6% da área total da microbacia é composto por áreas de pastagens. Por ocupar maior percentual de área, as pastagens, evidenciam a formação de um ciclo de uso e ocupação da terra, predominantemente voltado para pecuária extensiva, tendo como predominância os usos de grandes áreas, fato explicado pela característica econômica rural de Altamira (IDESP, 2013). Sendo que a BR- 230 (Transamazônica) é importante vetor de escoação da produção animal e agrícolas para Marabá e Santarém e Itaituba (IDESP, 2013).

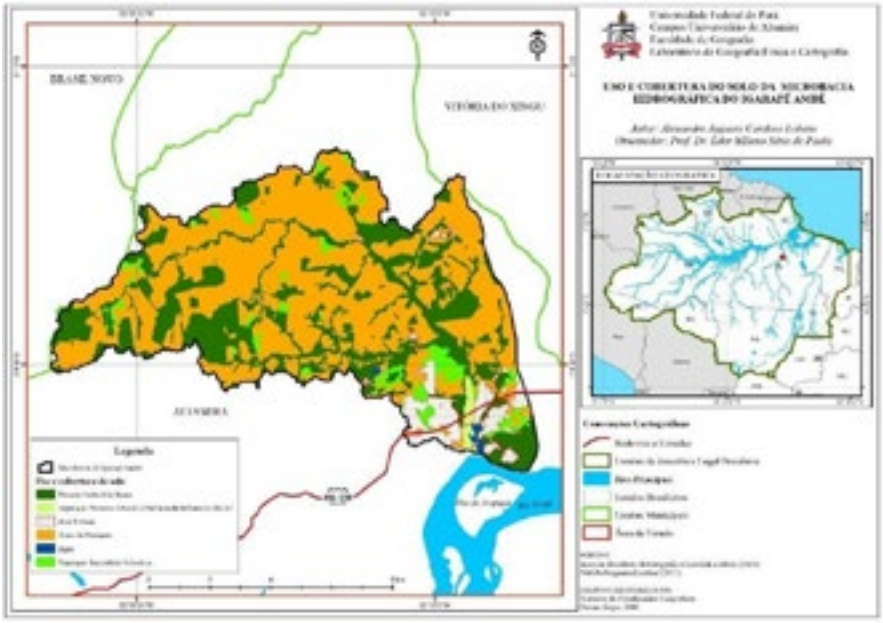
As áreas urbanas correspondem a 13,01 km², correspondendo a cerca de 5,7% da área da microbacia, estando concentrados próximas ao exutório, onde se tem o perímetro

ISBN: 978-85-7282-778-2

urbano de Altamira e as áreas com urbanização já consolidada, enquanto a noroeste e a sudoeste as áreas urbanas representam pequenas vilas e comunidades de agricultores.

As áreas de floresta ombrófila densa, vegetação secundária arbustiva e vegetação pioneira arbustiva/herbácea de influência aluvial estão contidas dentro da classe de Áreas de vegetação Natural, compreendidas como estruturas florestais e campestres, envolvendo "desde florestas e campos originais (primários) e alterados até formações florestais espontâneas secundárias, arbustivas, herbáceas e/ou gramíneo-lenhosas, em diversos estágios sucessionais de desenvolvimento, distribuídos por diferentes ambientes e situações geográficas" (BRASIL, 2012, p.90). As áreas de floresta ombrófila densa, cerca de 70,37 km², equivalente a 31% se constituem por fragmentos localizados perto das redes de drenagem e do canal principal, bem como, em áreas a leste e oeste categorizadas como áreas de reserva legal dos imóveis rurais.

A classe vegetação pioneira arbustiva/herbácea de influência aluvial constitui uma pequena porção de área equivalente a cerca de 1,96 km², por sua vez, a classe de vegetação secundária arbustiva se concentra em pequenas áreas colocadas em sistemas de pousios, equivalente a uma área de 10,04 km², cerca de 4,4%.



ISBN: 978-85-7282-778-2

Figura 02: Uso da terra e cobertura vegetal da microbacia hidrográfica do Igarapé Ambé. **Fonte:** Autor.

4. Considerações Finais

Em relação aos dados obtidos mostrou-se que a microbacia do igarapé Ambé está dentro de uma zona de consolidação de processos antrópicos resultantes de vários ciclos de apropriação da paisagem, tendo como ciclo atual a pecuária extensiva, colocando a microbacia como área em potencial vulnerabilidade, necessitando cada vez mais de estudos visam entender a dinâmicas dos usos e cobertura da terra, bem como, entender profundamente os componentes da paisagem para auxiliar medidas de mitigação de impactos e de gestão territorial.

5. Referencial Bibliográfico

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Ministério do Planejamento Orçamento e Gestão. **Manual Técnico de Uso da Terra: Manuais Técnicos em Geociências.** 3. ed. Rio de Janeiro: Autor, 2012. 171p.

COSTA, Francisco & BORDALO, Carlos. **Uma experiência amazônica de gestão dos recursos hídricos: A criação do comitê da bacia hidrográfica do Rio Tarumã – Açu, Manaus – AM.** In: AGB. Anais do XVI Encontro Nacional de Geógrafos. Porto Alegre, 2010.

Instituto de Desenvolvimento Econômico, Social e Ambiental do Pará (IDESP). **Síntese Econômica, Social e Ambiental do Município de Altamira do Pará.** Disponível em: < http://www.idesp.pa.gov.br/>. Acessado em 29 de jeneiro de 2019.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1979. 422 p. (Recursos naturais e meio ambiente).

RIBEIRO, B. M. G.; KUX, H. J. H. **Classificação Orientada a Objeto para Mapeamento do Uso do Solo–Métodos de Análise de Expansão Urbana.** Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, p. 7893-7900, 2009.

SILVA, J. S. **Geoprocessamento para análise ambiental.** Rio de Janeiro, RJ, 2001

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

IDENTIFICAÇÃO DE ANOMALIAS DE DRENAGEM NA BACIA DO RIO MUNDAÚ (PE/AL) A PARTIR DA APLIACAÇÃO DO ÍNDICE DE HACK

Jonas Herisson Santos de Melo [(a)], Kleython de Araujo Monteiro [(b)]

[(a)] IGDEMA/Universidade Federal de Alagoas, jonas.melo@igdema.ufal.br
[(b)] IGDEMA/Universidade Federal de Alagoas, kleython.monteiro@igdema.ufal.br

Eixo: Paisagens semiáridas: estrutura, dinâmica e adaptação

Resumo

A quantificação de dados morfométricos vem se consolidando como uma importante ferramenta na análise das formas de relevo. Assim, a presente pesquisa utilizou-se do parâmetro morfométrico conhecido como Índice de Hack (IH) para identificar setores anômalos do curso fluvial do rio Mundaú. Este método também foi efetivo ao identificar rupturas de patamares, no qual podemos traçar uma relação direta entre estas rupturas e as estruturas condicionantes das formas de relevo, quantificando as anomalias identificadas.

Palavras chave: Morfometria, Relevo, Elevações de patamar.

Jonas Herisson Santos de Melo,
Kleython de Araujo Monteiro

1. INTRODUÇÃO

A análise morfométrica é um importante fator para os estudos morfológicos, pois possibilita uma apreciação quantitativa, usando os valores de um conjunto de parâmetros para obter as principais características da área em questão. Esta análise é necessária para que as formas das bacias possam ser distinguidas, descritas, quantitativamente, comparadas e também relacionadas com os processos hidrológicos dentro da área da bacia.

A aplicação de alguns parâmetros morfométricos de drenagem, como o índice de Hack, estudados juntamente com o perfil longitudinal das drenagens, vem sendo inserida nos estudos geológicos, hidrológicos e geomorfológicos por constituir uma ferramenta de baixo custo que permite a análise do vale fluvial de maneira bastante satisfatória (MARTINEZ, 2005; ETCHEBEHERE, 1999; LIMA, 2009; e outros). A partir dessas considerações, este trabalho visa à análise dos índices morfométricos aplicados a Bacia Hidrográfica do Rio

Mundaú, voltados para a compreensão de como os vários controles morfológicos ocorrentes na área da calha fluvial se expressam sobre a distribuição dos índices.

2. METODOLOGIA

Um Modelo Digital de Terreno (MDT) foi construído através de dados topográficos do projeto SRTM (*Shuttle Radar Topographic Mission*), com resolução espacial de 90x90m, trabalhados em softwares específicos de geoprocessamento em escala de 1:250.000 a 1:100.000.

Os obtidos dados foram utilizados para a composição de modelos altimétricos, de direção de fluxos e direção de vertentes para, por fim, realizar a geração de drenagens em ambiente digital, bem como perfis topográficos.

2.1. Perfil longitudinal de um Rio

O perfil longitudinal de um rio é uma curva obtida através de dados plotados em gráficos de coordenadas cartesianas onde as coordenadas correspondem a altitude (H) em relação à distância da jusante (L) expressa pela equação:

$$H=f(L)$$

em que a tangente expressa o gradiente do canal do trecho estudado (MARTINEZ, 2005). Por meio deste perfil aplicado a um curso d'água pode-se inferir também o comportamento deste gradiente ao longo do canal fluvial, da cabeceira a foz (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Conforme enfatizado por McKeown *et al* (1988), o formato do perfil longitudinal de um curso d'água que esteja em equilíbrio (*graded*) apresenta a típica forma côncava; qualquer alteração no perfil leva a corrente a se ajustar na busca de um novo equilíbrio, seja por erosão de seu próprio leito, seja pelo predomínio da agradação. A prevalecer este ponto de vista, trechos de drenagem fora de equilíbrio podem ser indicativos de atividade tectônica recente (ETCHEBEHERE *et al*, 2004), ou substanciais variações hidrológicas e deposicionais. Em uma paisagem erosiva, o perfil longitudinal de um rio é uma propriedade da drenagem que

fornece subsídios para o conhecimento do substrato rochoso, bem como para o entendimento dos processos geológicos e a história geomorfológica de uma área (HACK, 1960).

2.2. Utilização do "Índice de Hack" (IH)

A utilização deste índice permite identificar, ao longo do perfil longitudinal de um rio, alterações em seu curso, uma vez que relaciona a declividade do canal fluvial com a extensão do referido trecho, fornecendo um índice para comparação de trechos de um mesmo curso d'água de diferentes magnitudes de gradiente e extensão. Partindo desta premissa, o índice declividade-extensão por trecho é calculado através da seguinte fórmula:

$$IHTrecho = (\Delta H/\Delta L).\ L$$

Onde ΔH é a diferença altimétrica entre os dois pontos selecionados do curso d'água; ΔL corresponde a extensão do trecho analisado; e L é a extensão total do canal da nascente até o ponto final para onde o IH está sendo calculado. Também é possível o cálculo do IH de um canal fluvial em sua totalidade. Para isso, considera-se a diferença altimétrica entre a cota superior e inferior do canal, ou seja, a diferença altimétrica da cota da cabeceira e da cota da foz do canal (em metros) e o logaritmo natural da extensão total do curso de água. Segue a fórmula:

$$IHTotal = \Delta H/\ln L$$

No que se refere as anomalias de drenagem propriamente ditas, Seeber e Gornitz (1983) consideram como anômalos os índices de Hack trecho que divididos pelo índice Hack total obtiverem valores acima de 2 (dois). Tais anomalias dividem-se em duas categorias, ou seja, anomalias de 2ª ordem são as que a divisão dos índices obtenha resultados entre os limiares 2(dois) a 10 (dez), e as anomalias de 1ª ordem são as que este resultado é igual ou superior a 10 (dez). Esta classificação é traduzida como sendo as anomalias de 1ª ordem encontradas em locais muito íngremes, as anomalias de 2ª ordem encontradas em locais íngremes e quando o índice calculado é menor que 2 (dois) os trechos são pouco íngremes,

configurados como gradiente ideal. Desta forma a partir do estudo do perfil longitudinal e da aplicação de parâmetros morfométricos como o índice de gradiente (IH), pode se ter um retrato das características de drenagem de uma bacia hidrográfica no que diz respeito as feições morfoestruturais e morfotectonicas desenvolvidas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir das medições realizadas foi elaborado o perfil longitudinal e aplicaram-se os cálculos do índice de Hack para determinação dos pontos anômalos do curso do rio Mundaú, os resultados foram dispostos em uma tabela, e utilizados para construção do perfil longitudinal (Fig.1). Os dados foram distribuídos de acordo com as isoípsas contidas na bacia hidrografia, indo de 850 metros a 25 metros. Foram realizadas as medidas de 34 trechos, definidos pela equidistância entre as isoípsas (curvas de nível) geradas em um intervalo de 25 metros. Dos 34 trechos analisados, 26 apresentaram algum tipo de anomalia, estas anomalias estão distribuídas a partir da isoípsa 650 indo até a isoípsa 25. Dentro desta área há predominância de anomalias de primeira ordem, contabilizando um total de 14 anomalias de primeira ordem e 12 anomalias de segunda ordem, possuindo maiores valores as que se encontram nas isoípsas de 200 e 400 (ver Figura 1).

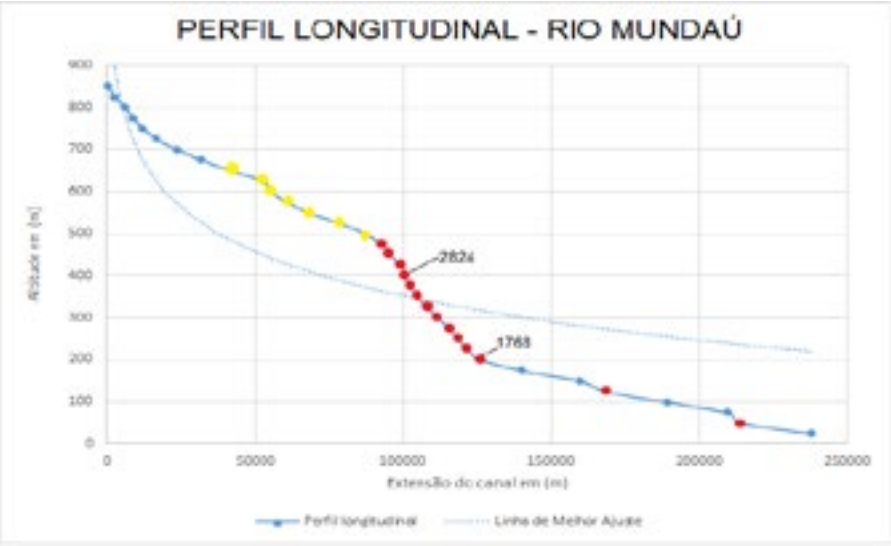


Figura 1 – Perfil Longitudinal, após aplicação do incide de Hack do Rio Mundaú.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dentre os pontos anômalos, os que possuem maior destaque são os correspondentes as isoípsas de valor 400 e 200, estes setores representam áreas na paisagem em que a drenagem não foi competente em suavizar o relevo obedecendo a curva ideal para todo o perfil longitudinal do rio. Isto pode ocorrer devido à resistência da rocha ou por atividades neotectônicas, sendo áreas de interesse para análise morfoestrutural. Estas resistências influenciam no escoamento superficial, na velocidade das águas e na granulometria dos sedimentos componentes da carga do leito. Logo, pode-se considerar que nestes dois pontos, onde as elevações de patamar ocorreram de forma mais significativa, o rio teve sua erosão comprometida dificultando o mesmo de alcançar o seu perfil ideal.

5. REFERENCIAS

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. São Paulo: Editora Edgar Blücher. 2° edição. 188 pg. 1980.

ETCHEBEHERE, M. L. C.; SAAD, A. R.; FULFARO, V. J. **Análise de bacia aplicada à prospecção de água subterrânea no planalto acidental paulista, SP**. Geociências, São Paulo: UNESP, v.26, n.3, p.229-247, 2007.

HACK, J. Stream-profile analysis and stream-gradient index. Journal of Research of the United States Geological Survey, v. 1, n. 4, p. 421-429, 1973.

MARTINEZ, M. Aplicação de parâmetros morfométricos de drenagem na bacia do rio Pirapó: o perfil longitudinal. Dissertação (mestrado). Maringá, 2005.

SEEBER, L., and V. GORNITZ, 1983: River profiles along the Himalayan arc as indicators of active tectonics. *Tectonophysics*, **92**, 335-467.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

IDENTIFICAÇÃO DE ANOMALIAS DE DRENAGEM NO RIO MACABU (RJ) PARTIR DA ANÁLISE DO PERFIL LONGITUDINAL E APLICAÇÃO DO ÍNDICE SL

Isabela Belmira Santos Giarola[(a)], Mônica dos Santos Marçal [(b)] , Camila Ignez Santana [(c)]

[(a)] Departamento de Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, isagiarola@ufrj.br

[(b)] Departamento de Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, monicamarcal@ufrj.br

[(c)] Departamento de Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, camilaignez@ufrj.br

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Isabela Belmira Santos Giarola,
Mônica dos Santos Marçal,
Camila Ignez Santana

Resumo

O presente artigo objetivou investigar as características do rio Macabu (RJ) através da identificação de anomalias de drenagem a partir da análiase de perfil longitudinal e aplicação do Índice SL. Como resultado foram identificadas setenta e nove anomalias, dezenove de 1ª ordem e sessenta de 2ª ordem, sendo estas associadas ao controle morfoestrutural e morfotectônico existentes na região, vários valores anômalos refletem segmentos do rio com alta energia devido a localidade está em domínio de Escarpas Serranas (Serra do Mar). Algumas anomalias, muitas das vezes, estão associadas a falhas e fraturas reativadas, que redirecionam o rio.

Palavras chave: Anomalias; Índice Sl; Perfil Longitudinal; Geomorfologia.

1. Introdução

Nas últimas décadas houve um gradual aumento no número de pesquisas no que tanje a análise morfoestrutural da rede de drenagem elucidando a evolução geomorfológica de paisagens. Para compreender a dinâmica geomorfológica e hidrológica de uma bacia hidrográfica, vários estudos utilizam a morfometria para ilustrar as várias questões relacionadas

com o entendimento da dinâmica ambiental local e regional (TEODORO et al., 2007), representando um avanço para a compreensão do modelado do relevo (CHEREM, 2008). Esses estudos se expressaram numerosamente devido ao fato dos cursos d'agua serem sensíveis e assim responderem a mudanças/alterações crustais ocorridas em um sistema, podendo essas serem de ordem climática, tectônica ou antrópica (LIMA et al., 2010).

Assim, foram desenvolvidos alguns métodos de análise da rede de drenagem e um deles é o Índice SL (Slope vs. Lenght) ou Stream-Gradient Index, proposto por Hack (1973) e conhecido na literatura internacional por ser utilizado para detectar possíveis deformações tectônicas (COUTO; FORTES; FERREIRA, 2014). Na literatura brasileira foi denominado de RDE (Índice Relação Declividade x Extensão) por Etchebehere (2000) ao aplica-lo na bacia hidrográfica do rio do Peixe – SP. O método baseia-se na detecção de alterações no perfil longitudinal de cursos d'agua (identificação de setores anômalos), mudanças de níveis de base e diferentes resistências à erosão hidráulica do substrato rochoso e atividade tectônica (RUBIRA; PEREZ FILHO, 2017).

Segundo Fujita et al., (2011) as anomalias de 2ª ordem estão associadas às mudanças litológicas, lineamentos do relevo e confluência de rios, e as de 1ª ordem às diferenças na resistência litológica, controle estrutural, e possível atividade tectônica.

Com a premissa de investigar as características morfométricas do rio do Macabu, buscou-se correlacionar dados obtidos a partir de perfis longitudinais e do Índice SL para identificação de áreas anômalas do rio supracitado, com o intuito de contribuir para o entendimento de sua dinâmica hidrológica e geomorfológica.

A bacia hidrográfica do rio Macabu (BHRM) está inserida na porção norte do estado do Rio de Janeiro e configura-se como uma bacia tributária, na região hidrográfica IX, do Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana. Possui uma área de cerca de 1113 km², abrangendo parte dos municípios de Campos dos Goytacazes, Carapebus, Conceição de Macabu, Macaé, Quissamã,

ISBN: 978-85-7282-778-2

Santa Maria Madalena e Trajano de Morais (Figura 1). A bacia hidrográfica situa-se entre a Região Serrana e a Região Norte Fluminense.

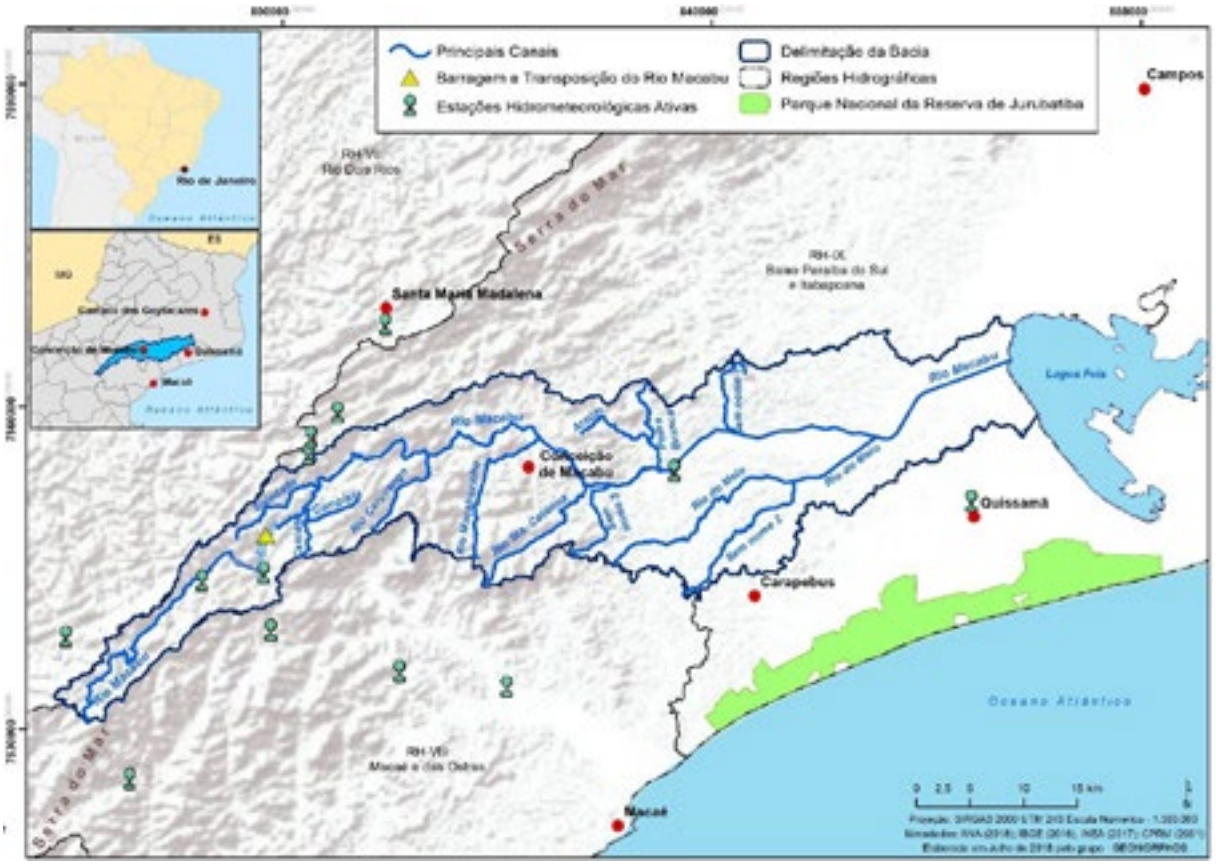


Figura 1– Localização da bacia hidrográfica do rio Macabu (RJ).

Fonte – Elaboração Grupo de Pesquisa GEOMORPHOS/ UFRJ (2018).

O seu rio principal, o Macabu, é de sexta ordem de acordo com a hierarquia fluvial de Strahler (1954) e o percurso se dá no sentido sudoeste-leste, onde percorre 138 quilômetros. A nascente está localizada na Serra de Macaé de Cima a 1.570 metros de altitude e foz na Lagoa Feia.

2. Materiais e Métodos

2.1 Procedimentos Metodológicos

Para a aplicação do índice RDE elegeu-se o rio principal, Macabu, da BHRM. Foi gerada uma planilha no software Microsoft Excel 2016 com os valores das curvas de nível que cortam o canal fluvial da nascente até a foz. Posteriormente, através do cálculo manual da régua do software ArcGis 10.1, foi calculada a extensão de cada trecho do canal cortado por uma curva de nível.

Para calcular o RDE trecho foi utilizada a seguinte equação:

$$RDE = (\Delta H/\Delta L).L$$

Onde: ΔH = diferença altimétrica entre dois pontos extremos de um seguimento ao longo do curso d'água (10 metros); ΔL= projeção horizontal da extensão do referido segmento; L= comprimento total do curso d'água a montante do ponto para o qual o índice está sendo calculado.

Os resultados obtidos de cada trecho foram colocados em relação ao RDE total de cada curso d'água, pela equação:

$$RDEtotal = \Delta H/\log L$$

E posteriormente foi calculado o RDE trecho e RDE total, dividindo-se o resultado do RDE trecho pelo resultado do RDE total. As anomalias foram classificadas a partir de parâmetro estabelecido por Seeber e Gornitz (1983), nas quais valores de RDE abaixo de dois indicam a inexistência de anomalias; valores encontrados entre dois e dez indicam anomalias de segunda ordem, e valores acima de dez anomalias de primeira ordem.

De acordo com Christofoletti (1981), o perfil longitudinal de um rio é dado a partir da relação entre as altitudes máxima e mínima com seu comprimento desde a nascente até a foz, podendo revelar sua declividade ao longo do canal fluvial, além disso, perfil longitudinal é uma forma esculpida pela morfogênese fluvial, sendo um resultado da interação entre a litologia, a incisão dos canais fluviais e as trocas de nível de base. Assim, foi realizada a delimitação do perfil longitudinal dos canais principais da BHRM através da ferramenta *Interpolate Shape* do

software ArcGIS 10.1. Foi obtido manualmente através da coleta do comprimento das distâncias entre as cotas de curvas de nível no software ArcGIS 10.1. Os dados foram aplicados no software Excel 2016 para a construção do gráfico. A esse perfil, adicionaram-se as informações das anomalias e alto, médio e baixo curso do canal através uso do software *Corel Draw* 2018.

2.2 Contexto Geológico e Geomorfológico Regional

O Estado do Rio de Janeiro está incorporado em quase toda a sua totalidade no Cinturão Móvel Ribeira, que corresponde a unidade geotectônica com rochas proterozoicas deformadas e metamorfizadas durante a orogênese brasiliana a 720-590 Ma (MARÇAL et al., 2015). Esse Cinturão Móvel Ribeira (Faixa Ribeira) é responsável por sustentar a Serra do Mar, que é considerada uma das principais feições de relevo do Estado do Rio de Janeiro (HEILBRON et al., 2004).

No contexto da BHRM, as formações geológicas são compostas principalmente por rochas metassedimentares da unidade São Fidélis, rochas metabásicas da unidade Trajano de Morais e migmatitos da unidade Crubixais. Além dessas rochas de origem pré-cambriana, também ocorrem rochas ígneas mais jovens como a referente ao Granito Sana. E, ainda, há a presença de sedimentos de origem terciária relacionados a Formação Barreiras (SILVA; CUNHA, 2001).

No que tange ao contexto geomorfológico, Silva (2002) definiu os Domínios Morfoestruturais para o Estado do Rio de Janeiro, que variam de acordo com o desnivelamento altimétrico. Nesse aspecto a BHRM está inserida no Domínio Morfoestrutural do Planalto Atlântico, enquadrado pela região morfoestrutural Planalto e Escarpas da Serra dos Órgãos, no Domínio Morfoestrutural das Depressões Tectônicas Cenozóicas, representado pelas regiões morfoestruturais Colinas e Morros do Leste do Estado do Rio de Janeiro e Tabuleiros Costeiros; a unidade de Terraços e Planícies Fluviais, que é associada à região morfoestrutural Planalto e Escarpas da Serra dos Órgãos; e a unidade de Terraços e Planícies Fluviais e/ou Flúvio-

marinhas que está relacionada à região morfoestrutural Colinas e Morros do Leste do Estado do Rio de Janeiro.

O alto curso da BHRM drena a zona montanhosa marcada pelas vertentes íngremes, vales aprofundados, picos elevados e paredões rochosos das escarpas serranas e dos planaltos alçados da Região Serrana, na zona montanhosa apresenta desnivelamentos expressivamente elevados, alguns superiores a 1.500 metros (Figura 2). A distribuição espacial da compartimentação do relevo possibilita a ocorrência de diferentes feições fluviais, exerce controle regional no sistema fluvial e influência sobre um controle primário que é a característica do vale.

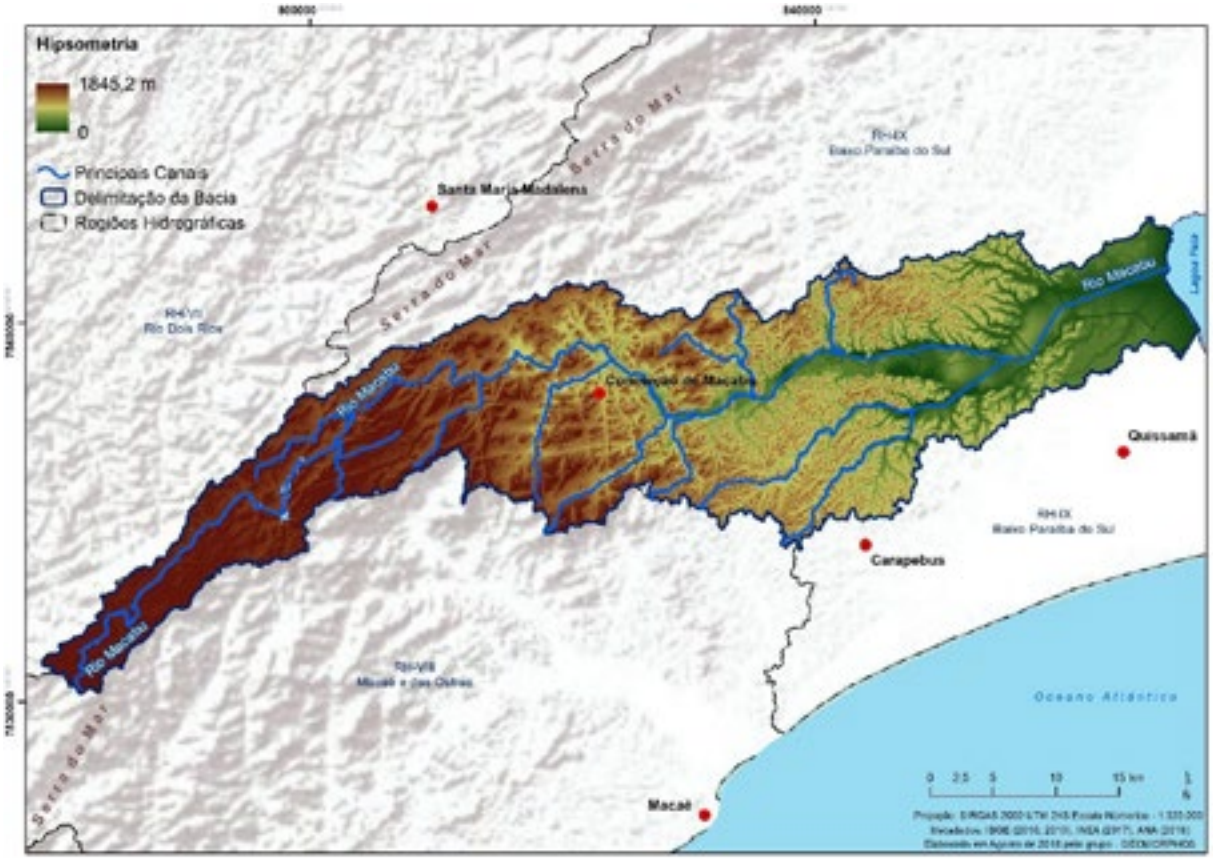


Figura 2 – Mapa hipsométrico da bacia hidrográfica do rio Macabu (RJ).

Fonte – Elaborado pelo Grupo de Pesquisa GEOMORPHOS/UFRJ (2018).

3. Resultados e Discussões

Foram encontradas 79 anomalias no alto e médio curso do rio Macabu, sendo sessenta anomalias de 2ª ordem e dezenove de 1ª ordem. Na altitude de 1200 metros foi encontrada a primeira anomalia, sendo esta de 2ª ordem. Ela está sob a unidade geológica São Fidelis (definida por Silva; Cunha, 2001) pertencente ao Complexo Paraíba do Sul. No local onde foi identificada essa anomalia o rio encontra-se encaixado e há uma ruptura de declive.

Outras duas anomalias de 2ª ordem foram identificadas nas altitudes de 1.080m e 1.070m, pontos onde o rio está encaixado, há mudança litológica da unidade Rio Negro para a unidade São Fidelis, além da presença de três tipos de falha cortando o rio: uma falha ou fratura, falha ou fratura aproximada e falha ou fratura encoberta, fatores estes que corroboram para a ocorrência de tais anomalias de drenagem. No trecho mais adiante, nas altitudes 1.030m e 1.020m mais duas anomalias de 2ª ordem foram identificadas, estando novamente em área de mudança de litologia, da Rio Negro para a unidade São Fidelis, estando sob uma falha ou fratura. Mais quatro anomalias de 2ª ordem encontram-se nas altitudes 950m, 920m, 910m e 900m, sendo estas encontras, novamente, no contato de mudança litológica das unidades acima citadas e sob fratura ou fala. Nessa área o rio encontra-se encaixado em Escarpas Serranas, indicando forte controle estrutural.

Mais quatro anomalias de 2ª ordem estão alinhadas em um trecho encaixado e sob mudança de litologia da unidade Rio Negro para a unidade São Fidelis, as anomalias estão inseridas nas Escarpas Serranas com forte controle estrutural. Seguindo o curso do rio Macabu é encontrada uma linha de anomalias de drenagem que vão de 860m a 700m de altitude, dessas 13 anomalias 1 é de 1ª ordem (cota 740) que está sob uma falha ou fratura, essa anomalia indica controle estrutural, atividade tectônica ou diferenças na resistência litológica. As outras 12 são de 2ª ordem e indicam mudança de litologia nesse local da unidade Rio Negro para a unidade São Fidelis. Nesse trecho o rio encontra-se encaixado e tem-se a confluência com canais

contribuintes do rio Macabu. Posteriormente, uma anomalia de 2ª ordem foi encontrada na altitude de 680m justamente no contado de mudança litológica da unidade Rio Negro para Granito Sana, além de estar sob uma falha ou fratura.

Umas sequências de 4 anomalias de 1ª ordem foram identificadas nas altitudes 660, 650, 640 e 630m, e estão inseridas após represa que foi feita com a construção da barragem pela antiga Companhia de Eletricidade Fluminense e pela a transposição do rio Macabu para a bacia vizinha, a Bacia do rio Macaé ambos entre 1949 e 1952.

Outras anomalias de 2ª ordem estão espalhadas pelo médio curso do rio Macabu e indicam mudança de litologia, lineamentos do relevo ou confluências de rios e as de 1ª diferenças na resistência litológica, controle estrutural ou atividade tectônica.

Há diversos trechos do rio que estão em zonas de encaixamento podendo indicar um bloco em subsidência. Observa-se mudanças abruptas da linha do perfil longitudinal (Figura 3) em diversos pontos, indicando relação com deformações morfotectônicas que geraram desníveis altimétricos e mudanças no nível de base levando ao rio se reajustar.

ISBN: 978-85-7282-778-2

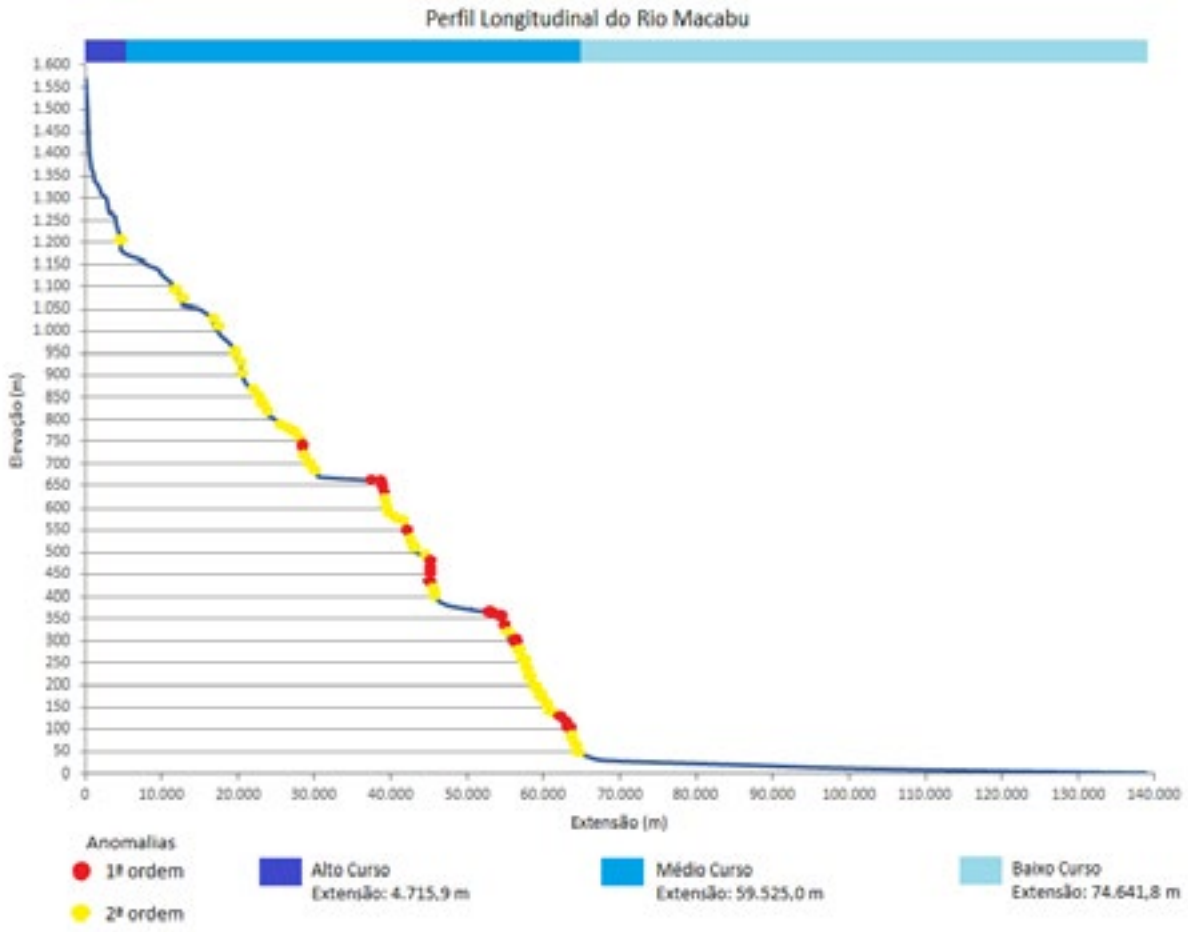


Figura 3 – Perfil Longitudinal do rio Macabu. Fonte – Elaboração Grupo de Pesquisa GEOMORPHOS/ UFRJ (2018).

Essas 79 anomalias do rio Macabu (Figura 4) têm significado relacionado ao controle morfoestrutural e morfotectônico existentes na região, vários valores anômalos refletem segmentos do rio com alta energia devido a localidade está em domínio de Escarpas Serranas (Serra do Mar), com zona montanhosa apresenta desnivelamentos expressivamente elevados. Algumas anomalias, muitas das vezes, estão associadas a falhas e fraturas reativadas, que redirecionam o rio.

ISBN: 978-85-7282-778-2

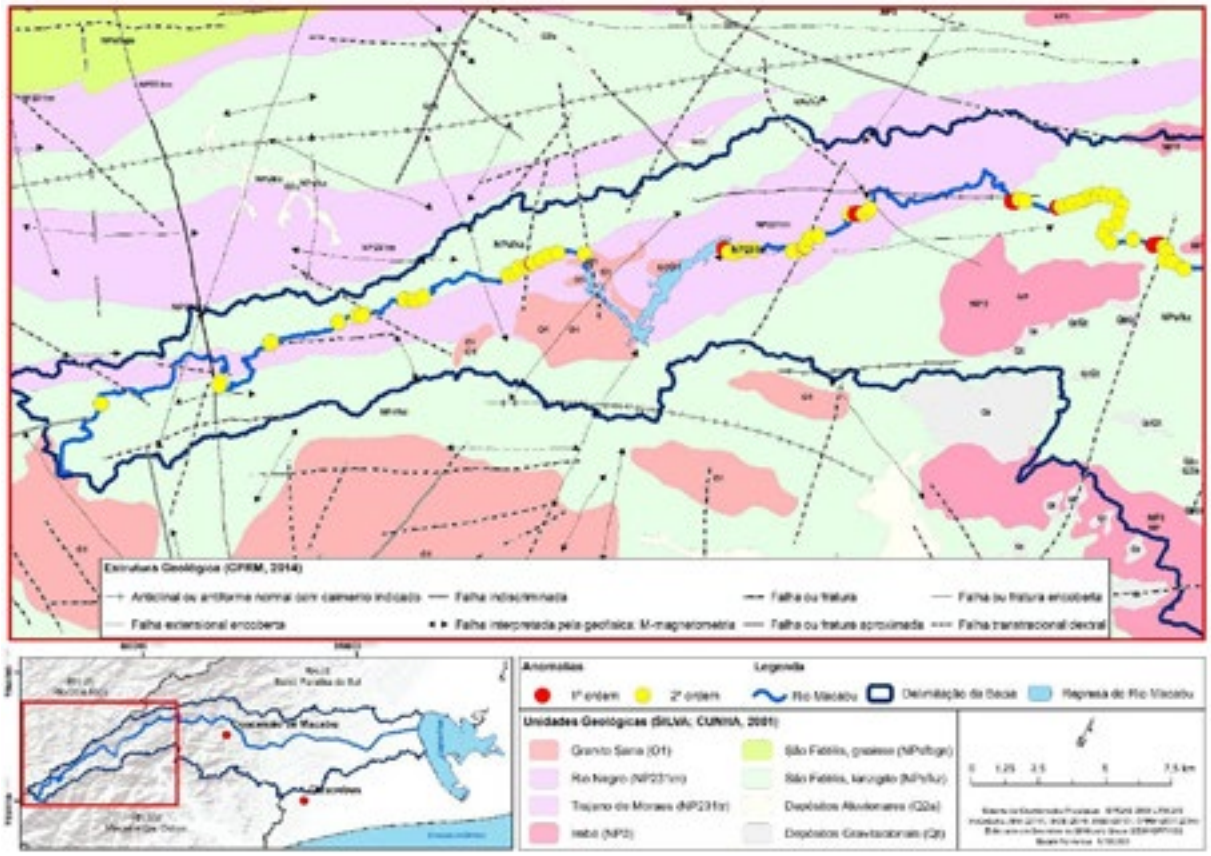


Figura 4 – Anomalias de drenagem encontradas no rio Macabu (RJ). Fonte – Elaboração Grupo de Pesquisa GEOMORPHOS/ UFRJ (2018).

4. Considerações Finais

Os setores anômalos identificados no rio Macabu têm significado expressado pelo controle morfoestrutural e morfotectônico existentes na região. Há diversos trechos do rio que estão em zonas de encaixamento podendo indicar um bloco em subsidência. Observa-se mudanças abruptas da linha do perfil longitudinal em diversos pontos, indicando relação com deformações morfotectônicas que geraram desníveis altimétricos e mudanças no nível de base levando ao rio se reajustar. Além disso, algumas anomalias, muitas das vezes, estão associadas a falhas e fraturas reativadas, que redirecionam o rio.

ISBN: 978-85-7282-778-2

5. Agradecimentos

À Agência da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (AGEVAP) e ao Comitê do Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana pelo financiamento da pesquisa com recursos da cobrança pelo uso da água (Edital Nº 004/2018).

6. Referências Bibliográficas

CHEREM, L. F. S. **Análise morfométrica da bacia do alto Rio das Velhas: comparação de metodologias e dados. 2008**. Dissertação (Mestrado em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 111 p.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia Fluvial**. São Paulo: Edgard Blucher, v. 1, 1981. 313 p.

COUTO, E. V.; FORTES, E.; FERREIRA, J. H. D. **Índices Geomorfológicos Aplicados a Análise Morfoestrutural da Zona de Falha do Rio Alonzo - PR**. Revista Brasileira de Geomorfologia, V. 14, 2014. 11p.

ETCHEBEHERE, M. L. C. **Terraços Neoquaternários no Vale do Rio do Peixe, Planalto Ocidental Paulista: implicações estratigráficas e tectônicas**. Rio Claro, 2000. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista. 264 p.

FUJITA, R. H. **Perfil longitudinal e a aplicação do índice de gradiente (RDE) no rio dos Patos, bacia hidrográfica do rio Ivaí, PR**. Revista Brasileira de Geociências, São Paulo, v. 4, n. 41, p. 597- 603, dez. 2011. HACK, J. T. Stream-profile analysis and stream gradient index. Journal of Research of the US Geological Survey, Reston, v. 1, n. 4, 1973. 8 p.

HACK, J. T. **Stream-profile analysis and stream gradient index**. U.S. Geol. Survey, Jour. Research, v. 1, n. 4, p. 421-429, 1973.

HEILBRON, M.; PEDROSA SOARES, A.C.; CAMPOS NETO, M.C.; SILVA, L.C.; TROUW, R.A.J.; JANASI, V.A. Província Mantiqueira. In: MANTESSO NETO, V. BARTORELLI, A., CARNEIRO, C.D.R.; BRITO NEVES, B.B. (Orgs.) **Geologia do Continente Sul-Americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**. São Paulo: Beca. 2004. 33 p.

LIMA, H. C.; DORANTI, C.; HACHSPACHER, P. C.; RIBEIRO, M. C. S.; RIBEIRO, L. F. B. **Análise Morfométrica da Rede de Drenagem da Bacia do Rio Machado-MG**. Sociedade & Natureza, Uberlândia, abr. 2010. 11p

MARÇAL, M., RAMOS, R.R.C., SESSA, J.C., FEYRIER, P.V. **Sedimentação Fluvial Quaternária no Vale do Alto Curso do Rio Macaé, Estado do Rio de Janeiro, Brasil.** Revista Brasileira de Geomorfologia, 2015. 18 p.

RUBIRA, F. G.; PEREZ FILHO, A. **Análise do perfil longitudinal e Índice SL do rio Araranguá (SC) para identificação de anomalias associadas a deformações neotectônicas e controles estruturais**. In: PEREZ FILHO, A.; AMORIM, R. R. (Org.). Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento. 1ed.Campinas: Instituto de Geociências, UNICAMP, 2017, v. 1. 13 p.

SEEBER, L.; GORNITZ, V. **River profiles along the Himalayan arc as indicators of active tectonics**. Tectonophysics, International Journal of Geotectonics and the Geology and Physics of the Interior of the Earth, Amsterdam, v. 92. 1983. 62 p.

SILVA, T. M. **A estruturação geomorfologia do Planalto Atlântico no Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro. (Tese de Doutorado, Depto. Geografia - IGEO/UFRJ). 2002. 265 p.

SILVA, L. D.; CUNHA, H. **Geologia do Estado do Rio de Janeiro: texto explicativo do mapa geológico do Estado do Rio de Janeiro.** Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM): Brasília, 2001. 94 p.

TEODORO, V. V. L, TEIXEIRA, D, COSTA, D. J. L, FULLER, B. B. **O conceito da bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local**. Revista Uniara, n.20, 2007. 11p.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

IDENTIFICAÇÃO DOS CONFLITOS DE USO DO SOLO NAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APP's) DOS CURSOS D'ÁGUA E NASCENTES DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO DOMINGOS (GO)

Ana Elisa de Lima Oliveira[(a)], Pâmela Camila Assis[(b)], Maximiliano Bayer[(c)]

[(a)] Instituto de Estudos Socioambientais (IESA), Universidade Federal de Goiás (UFG), anaelisaalima@outlook.com.
[(b)] Instituto de Estudos Socioambientais (IESA), Universidade Federal de Goiás (UFG), pamela.assis1994@gmail.com.
[(c)] Instituto de Estudos Socioambientais (IESA), Universidade Federal de Goiás (UFG), maxbayer@ufg.br.

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

A bacia hidrográfica do Rio São Domingos está localizada na porção centro-sul do Estado de Goiás e é uma sub-bacia do Rio Claro (um dos mais importantes afluentes do Rio Araguaia). O objetivo deste trabalho foi elaborar um mapa de uso e cobertura da terra desta bacia, para o ano de 2017, além de delimitar as Áreas de Preservação Permanente (APP's) das nascentes e cursos d'água, identificando a ocorrência de conflitos no uso do solo desta bacia. Foi possível mapear cinco classes de uso e delimitar as APP's, onde os resultados obtidos indicaram que apenas 20,25% da bacia é composta por vegetação natural, enquanto 79,68% da mesma é ocupada por áreas de pastagem, agricultura e/ou área urbana. Já em relação às APP's, foi possível identificar 77,68% de uso irregular nas nascentes e 56,60% dos cursos d'água, como consequência do uso do solo para atividades agropecuárias e urbanização.

Ana Elisa de Lima Oliveira, Pâmela Camila Assis, Maximiliano Bayer

Palavras chave: Geoprocessamento; Mapeamento; Nascentes; Recursos Hídricos; Uso do Solo;

1. Introdução

Segundo Nascimento *et al*. (2005, p. 207), "as consequências do desmatamento sobre os recursos hídricos têm repercutido na qualidade de vida das populações, afetando o equilíbrio ambiental das áreas drenadas pelas bacias hidrográficas". Um dos instrumentos que visa garantir a preservação dessa vegetação natural no entorno de nascentes e nas margens de rios é a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (Código Florestal), que estabelece a largura que devem ser as Áreas de Preservação Permanente (APP's).

Desta forma, com base nesta lei e utilizando tecnologias de Geoprocessamento, este trabalho objetivou delimitar as APPs, relativas aos corpos d'água e nascentes, da Bacia Hidrográfica do Rio São Domingos (GO), identificando as áreas de conflito nos usos da terra.

2. Materiais e métodos

Neste trabalho, utilizou-se uma cena/imagem do satélite Sentinel-2A (MSI), de 27/07/2017, com resolução espacial de 10m, adquirida gratuitamente no site do Departamento de Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS), além de dados do Sistema Estadual de Estatística e Informações Geográficas de Goiás (SIEG). No *softwar*e ArcGIS 10.3 foi realizada a classificação supervisionada desta imagem, comparando as feições encontradas com imagens do Google Earth de 2017. No mesmo *softwar*e, optou-se por digitalizar manualmente a drenagem da bacia, na escala de 1:5.000, baseando-se também em imagens do Google Earth.

As Áreas de Preservação Permanente foram instituídas pelo Código Florestal, de acordo com a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, levando em consideração a distância de 30 metros, para os cursos d'água de menos de 10 metros de largura, e 50 metros para aqueles com largura de 10 a 50 metros; já as áreas no entorno das nascentes devem conter 50 metros de largura. As APP's das nascentes e dos rios também foram delimitadas no ArcGIS 10.3, através da geração de buffers, a partir do vetor ponto (para representar as nascentes) e do vetor linha (para representar os cursos d'água).

3. Resultados e discussões

A bacia hidrográfica do Rio São Domingos está localizada na porção centro-sul do Estado de Goiás. É uma sub-bacia do Rio Claro, que caracteriza-se por ser um dos mais importantes afluentes da Alta Bacia do Rio Araguaia. Esta bacia compreende os municípios de São Luís de Montes Belos, Aurilândia, São João da Paraúna, Firminópolis e Paraúna, drenando uma área de 1151,67 km².

3.1. Mapa de uso do solo

Analisando o mapa de localização e uso do solo da bacia do Rio São Domingos (Figura 1), foi possível constatar cinco principais classes de uso, sendo elas: agricultura, pastagem, vegetação, área urbana e água (represamento artificial dos cursos d'água).

ISBN: 978-85-7282-778-2

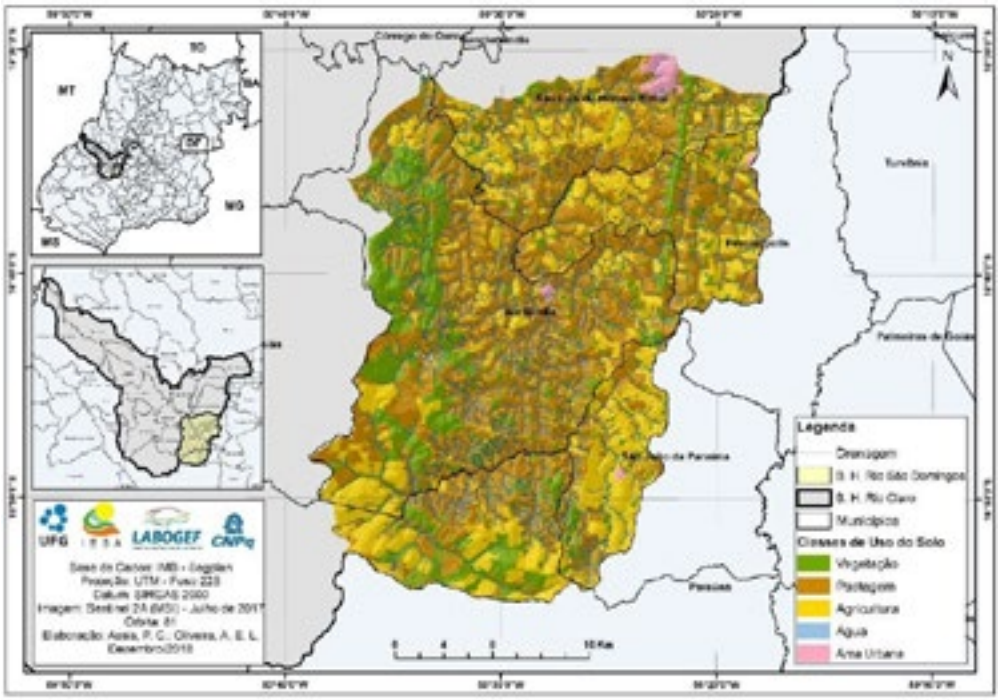


Figura 1 - Localização da bacia do Rio São Domingos e mapa de uso do solo (2017)

Nesta bacia (1.151,67 km²), a área ocupada por pastagem é igual a 613,38 km² (53,26%); vegetação ocupa 233,27 km² (20,25%) do território; agricultura ocupa 292,94 km² (25,44%); área urbana 11,30 km² (0,98%), e a água compreende 0,77 km², (0,07%) da área total da bacia. Ainda é possível notar a presença de onze pivôs de irrigação: cinco estão inseridos no município de São Luís de Montes Belos (ocupando uma área de 212,36 ha) e seis estão no município de São João da Paraúna (totalizando uma área de 375,10 ha), onde o uso destes pode causar impactos adversos ao meio ambiente, comprometendo a disponibilidade/qualidade da água e do solo, por exemplo.

3.2. Uso e ocupação nas Áreas de Preservação Permanente (APP's)

Fazendo a intersecção das Áreas de Preservação Permanente com os dados de uso do solo (Figura 2), observou-se cinco tipos de uso e ocupação em relação às APP's dos cursos d'água e quatro tipos de uso para as APP's que dizem respeito às nascentes.

ISBN: 978-85-7282-778-2

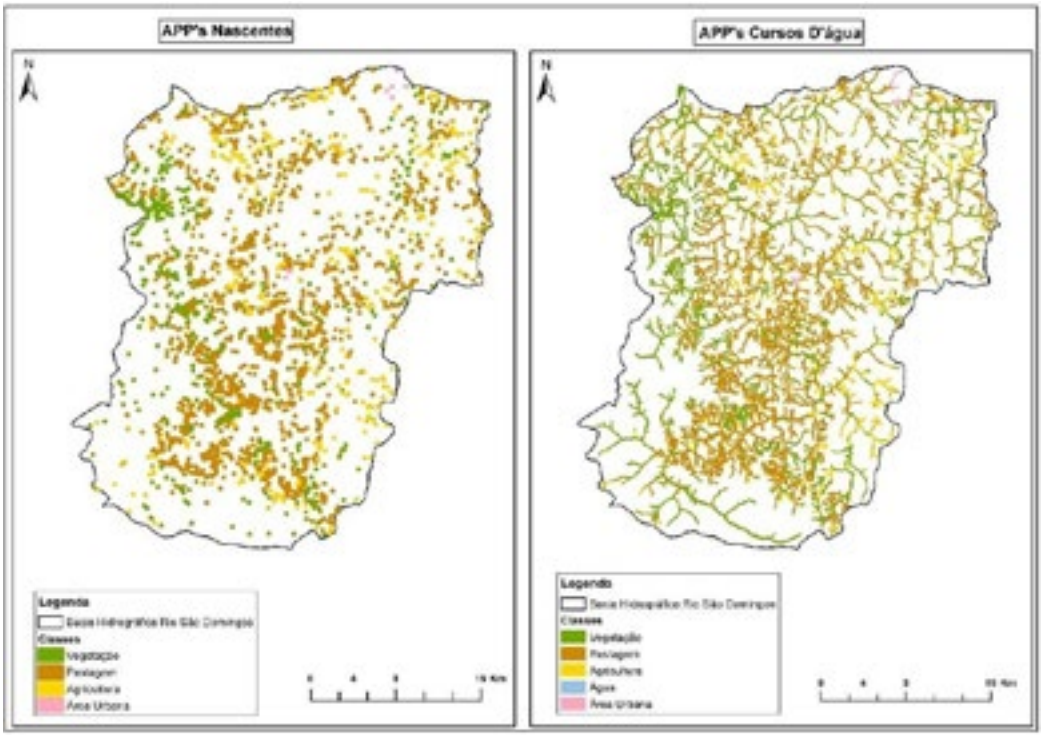


Figura 2 - Ocupação das APP's das nascentes e dos cursos d'água na bacia do Rio São Domingos

Na Tabela I estão apresentados os dados referentes aos valores de área (km^2 e %), ocupada por cada classe de uso do solo em relação às APP's.

Tabela I: valores de área (km^2 e %), ocupada por cada classe de uso do solo em relação às APP's

Uso e Ocupação nas Áreas de Preservação Permanente da Bacia Hidrográfica do Rio São Domingos (2017)				
Cursos D'água			**Nascentes**	
Uso	**Área (km^2)**	**%**	**Área (km^2)**	**%**
Vegetação	51,70	43,40	4,17	22,32
Pastagem	59,60	50,04	12,00	64,24
Agricultura	7,21	6,05	2,46	13,17
Água	0,26	0,22	--	--
Área Urbana	0,35	0,29	0,050	0,27
Total	119,12	100	18,68	100

ISBN: 978-85-7282-778-2

Considerando estes dados, constatou-se que o uso e ocupação do solo nas APP's das nascentes possui 22,32% de preservação. Contudo, como consequência do uso do solo para pastagem, agricultura e espaço urbano, 77,68% das APP's não estão preservadas. Já em relação às APP's dos cursos d'água, o resultado foi 43,40% de preservação e 56,60% de áreas que não estão protegidas/preservadas, e que, portanto, não seguem a legislação ambiental.

4. Considerações Finais

Os resultados obtidos com o mapeamento do uso do solo indicaram que apenas 20,25% da bacia é composta por vegetação natural, enquanto 79,68% da mesma é ocupada por áreas de pastagem, agricultura e/ou área urbana. Além disso, diagnosticou-se que a situação das APP's das nascentes é mais preocupante que a das APP's dos rios/drenagem, pois, 77,68% delas não estão preservadas. Assim, fica claro a necessidade de um projeto de recuperação das áreas que possuem uso do solo inadequado nas Áreas de Proteção Permanente, pois o abastecimento público dos municípios compreendidos pela bacia, principalmente, poderá ficar comprometido caso a degradação destas áreas continue.

5. Agradecimentos

Os autores agradecem ao Laboratório de Geomorfologia, Pedologia e Geografia Física (LABOGEF), do Instituto de Estudos Socioambientais (IESA), e a Universidade Federal de Goiás (UFG), pelo apoio no desenvolvimento deste trabalho. E também ao CNPq, pela bolsa concedida/financiamento do projeto de pesquisa.

6. Referências Bibliográficas

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Capítulo II, Seção 1. Brasília, DF: Presidência da República, 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 13 nov. 2018.

NASCIMENTO, M. C. et al. Uso do geoprocessamento na identificação de conflito de uso da terra em Áreas de Preservação Permanente na Bacia Hidrográfica do Rio Alegre, Espírito Santo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n. 2, p. 207-220, 2005. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/1838/0>. Acesso em: 01 ago. 2018.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

IDENTIFICAÇÃO DOS PADRÕES DE CONFINAMENTO DE VALE FLUVIAL E SUA INFLUÊNCIA NO COMPORTAMENTO DO RIO JABOATÃO - PERNAMBUCO

Carla Suelania da Silva [(a)], Wemerson Flávio da Silva [(b)], Leandro Diomério J. Dos Santos [(c)], George Pereira de Oliveira [(d)] Osvaldo Girão [(e)]

[(a)] Departamento de Ciências Geográficas, Universidade Federal de Pernambuco,csuelania.geografia@gmail.com
[(b)] Departamento de Ciências Geográficas, Universidade Federal de Pernambuco, wemerson.fsilva@gmail.com
[(c)] Departamento de Ciências Geográficas, Universidade Federal de Pernambuco, leandrodiomerio@hotmail.com
[(d)] Departamento de Ciências Geográficas, Universidade Federal de Pernambuco, georgegeotec@gmail.com
[(e)] Departamento de Ciências Geográficas, Universidade Federal de Pernambuco, osgirao@gmail.com

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo/

Os vales fluviais são importantes elementos na dinâmica das bacias hidrográficas, as quais representam o primeiro padrão de análise dos cursos fluviais, uma vez que, a partir deles, é possível determinar a morfologia do canal e, consequentemente, influenciar nos processos existentes nesse ambiente. Partindo disso, o presente trabalho busca identificar o padrão de confinamento do vale fluvial do rio Jaboatão, conforme o trabalho de Brierley e Fryirs, (2005). Posteriormente, foram analisadas as influências dessas configurações de vale no comportamento do rio. Por conseguinte, utilizou-se de imagens de satélite como procedimento base para indicar a presença ou ausência de planície de inundação no decorrer do canal, com o intuito de definir o tipo de confinamento de vale. Foram encontrados os três tipos de confinamento com diferentes morfodinâmicas em cada padrão de vale, ressaltando assim a importância de ampliar discussões sobre a dinâmica dos vales e sua interferência no canal fluvial.

Palavras chave: vale fluvial, Geomorfologia fluvial, bacias hidrográficas e rio Jaboatão.

1. Introdução

Entende-se por vale fluvial as formas de relevo esculpidas como corredores ou depressões longitudinais, que são ocupadas por cursos d´água representada por uma forma topográfica que abrange o talvegue e duas vertentes. O vale não é apenas uma forma criada a partir da dissecação gerada por cursos fluviais, como também, mantém e refletem relações

diretas com os processos atuantes nas vertentes interfluviais, curso fluvial, ora como agentes internos, dinâmica tectônica e litológica, ora como dinâmica exógena relativa ao clima, cobertura vegetal e formas de uso da terra, ambos exercendo influências diretas na formação e morfodinâmica dos vales fluviais (GUERRA e GUERRA, 1997; CHRISTOFOLETTI, 1981).

Especificamente para os vales fluviais, segundo Christofoletti (1981), é importante a análise de três formas de evolução: 1 - Escavação do leito ou aprofundamento do talvegue, relacionado com a dinâmica do canal fluvial, do fluxo e da carga existente, além dos processos de erosão, transporte e sedimentação; 2 - Alargamento das vertentes, derivado da atuação dos processos morfogenéticos como: erosão lateral, escoamento pluvial e formação de ravinas e voçorocas, processos esses que influência na relação encosta-canal; 3- Aumento da extensão ou extensionamento do vale, decorrente da erosão regressiva, do aumento das curvas dos meandros e pelo prolongamento das suas desembocaduras devido por exemplo a movimentos eustáticos do mar e a formação de deltas.

As formas do vale indicam os processos operantes e o ambiente comum a determinado tipo de vale. Os principais critérios para classificar os vales são: o comando estrutural e o perfil transversal, onde é possível visualizar a sua morfologia (CHRISTOFOLETTI, 1981). O desempenho do rio pode ser modificado a partir das diferentes configurações do vale, pois em ambientes de vale confinado, por exemplo, o rio exibe contato direto com as margens rochosas e vales estreitos, possibilitando o aumento na produção de sedimentos.

Salienta-se que o confinamento do vale fluvial é um elemento determinante nessa proposta, estando diretamente ligado às formas e processos de um determinado trecho de canal. Determinar o tipo de confinamento do vale tem como finalidade indicar a ocorrência, ou não, do extravasamento do fluxo além do canal, reconhecendo se em período de alta vazão o fluxo permanece dentro do canal ou extravasa para as margens produzindo sedimentação (BRIERLEY e FRYIRS, 2005; SOUZA, 2012).

As tipologias de confinamento do vale são determinadas pela presença/ausência e distribuição das planícies de inundações, (FIGURA 01) (BRIERLEY e FRYIRS, 2005; 2013):

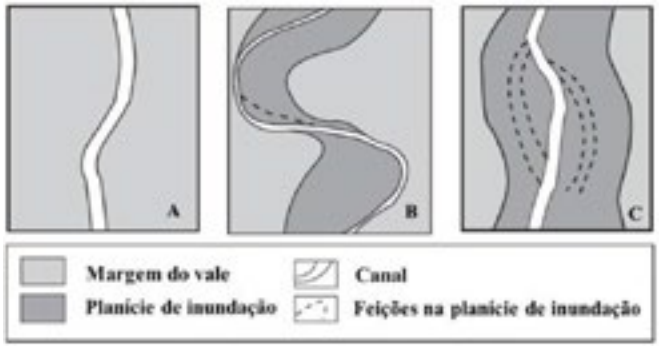


Figura 01 - A: vale confinado; B: vale parcialmente confinado e C: vale lateralmente não confinado.
Fonte - Brierley e Fryirs, 2005 (Adaptado)

Vale confinado, abrange as áreas com menos de 10% de planície de inundação e esse trecho é praticamente todo contido dentro do canal. Vale parcialmente confinado reflete a presença de 10 a 90% da planície de inundação de forma descontínua, com a presença de materiais antigos e coesos, e também formação de várzeas, assim como, o vale lateralmente não confinado apresenta 90% de planícies de inundação contínuas, permitindo a função dos canais retrabalhar os seus limites.

A partir disso, a pesquisa em questão tem por objetivo identificar os padrões e as característica do vale fluvial do rio Jaboatão, para assim compreender como o confinamento do vale influencia no comportamento do canal, uma vez que, a configuração de vale atua como fator determinante na morfologia do canal e nos processos atuantes no sistema fluvial. Esse estudo torna-se relevante para entender a importância do vale no funcionamento do sistema fluvial e na dinâmica geomorfologia da bacia hidrográfica.

A Bacia Hidrográfica do Rio Jaboatão (BHRJ) está localizada na Mata Sul do estado de Pernambuco (FIGURA 02), entre as coordenadas 08° 03’ 0” e 08° 14’ 0” de latitudes sul e 34° 59’ 0” e 35° 15’ 30” de longitude oeste. A BHRJ está incluída no grupo de pequenas bacias

litorâneas do estado de Pernambuco, abrangendo seis municípios: Vitória de Santo Antão, Moreno, Jaboatão dos Guararapes, São Lourenço da Mata, Cabo de Santo Agostinho e Recife.

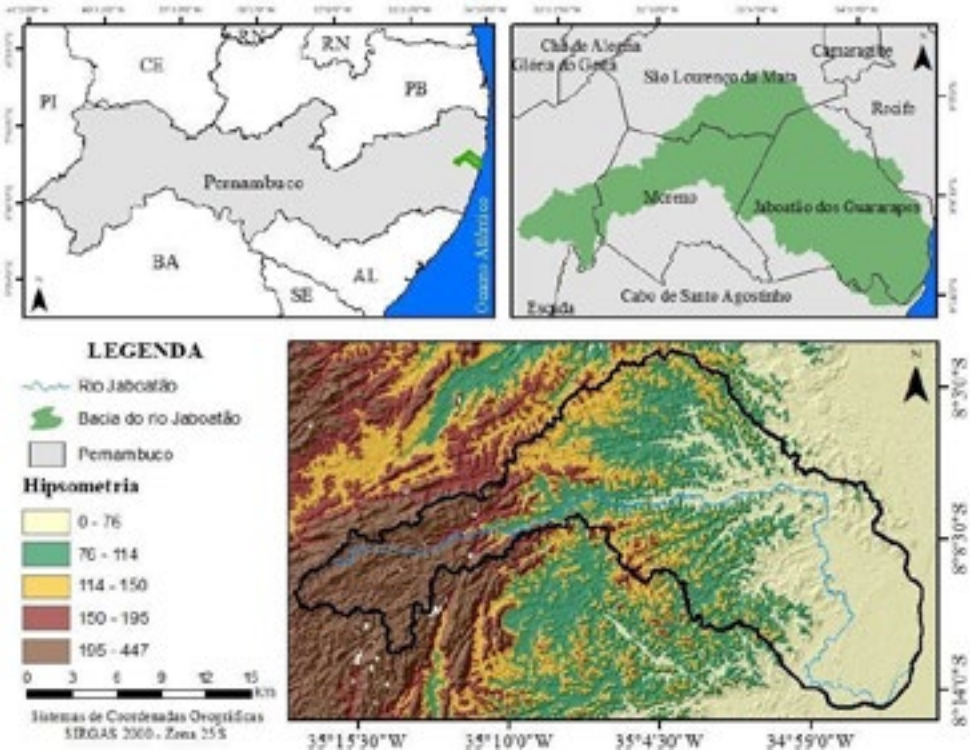


Figura 02 - mapa de localização da bacia do rio Jaboatão
Fonte: Autores, 2018.

O mapa da Figura 02 apresenta os limites da BHRJ, com exceção do município de Vitória de Santo Antão, os outros cinco municípios que compõem a bacia pertencem a Região Metropolitana do Recife. Apresenta uma área territorial de cerca de 420 km^2, dispondo ao rio Jaboatão uma extensão de 75 quilômetros. A nascente está localizada no município de Vitória de Santo Antão em terras a montante do Engenho Pereira (MOREIRA, 2007), estando sua foz localizada em Barra de Jangada, bairro do município de Jaboatão dos Guararapes. Limita-se ao leste com o oceano atlântico, ao sul com a bacia do rio Pirapama, ao norte com a bacia do rio Tejipió e ao oeste com a bacia do rio Capibaribe.

2. Material e métodos

Inicialmente foram utilizadas as imagens do projeto *Shuttle Radar Topography Mission* – SRTM, oferecidos pela *National Aeronautics and Space Administration* (NASA), que apresentam um conjunto das elevações da superfície terrestre coletadas a partir dos dados de Radar com pontos postados a cada um segundo de arco, possuindo uma resolução espacial de 30 metros. Esse material é oferecido a partir da *Earth Explorer da USGS* em formato raster, GeoTIFF.

Os trabalhos de campo realizados nesta pesquisa foram nos meses de março e novembro de 2018. A logística das atividades de campos foi dividida a partir da configuração do vale, quando em março foi possível realizar o reconhecimento das áreas na cabeceira de drenagem e em novembro os pontos mais a médio e baixo curso da bacia. Os mapeamentos foram realizados com base no Modelo Digital de Elevação (MDE), a partir de uma análise conjunta com outros mapeamentos-bases como: declividade, curvas de nível e geologia, os mapeamentos foram elaborados no *software* ArcGis 10.1.

A configuração do vale fluvial, é o processo que consiste em determinar se o vale é confinado, parcialmente confinado ou lateralmente não-confinado, sendo definido a partir da presença ou ausência de planícies de inundação. Para a identificação do confinamento do vale utilizou-se mapas-base de hipsometria, declividade, curvas de nível e imagens do Google Earth Pro, sendo as informações geradas em gabinete e constatadas em campo.

3. Resultados e discussões

O Estudo dos vales fluviais é o processo que envolve não apenas o curso de água, como também os processos atuantes nas vertentes, sendo um importante fator primário para determinar os processos e a morfologia dos canais fluviais. Portanto, o comportamento do rio pode ser modificado a partir das diferentes características de um vale (BRIERLEY e FRYIRS,

2005; CHRISTOFOLETTI, 1980). Para o vale do rio Jaboatão encontraram-se três padrões de confinamento (FIGURA 03), conforme proposta definida por Brierley e Fryirs (2005).

Figura 39: configuração do vale do rio Jaboatão.
Fonte: Autora, 2018.

Na figura 03 observa-se a distribuição dos padrões de vale ao decorrer do perfil longitudinal, assim como, o perfil lateral de cada configuração de vale existente no rio Jaboatão. É importante destacar que as mudanças de confinamento também são observadas no perfil longitudinal do rio Jaboatão por meio de rupturas de declives, as quais evidenciam alterações no nível de base local desses trechos.

Essas mudanças colaboram na determinação das zonas processuais da bacia hidrográfica do rio Jaboatão. O padrão confinado se concentra nos setores topograficamente mais elevados de cabeceiras, predominando nesses trechos os processos de incisão fluvial. Para o vale parcialmente confinado que está localizado na zona de transferência, tem-se um equilíbrio entre o fornecimento de sedimentos e o transporte de material. No caso do padrão

lateralmente não confinado, esse ocorre na zona de acumulação, onde o relevo rebaixado favorece o processo de acumulação de sedimentos.

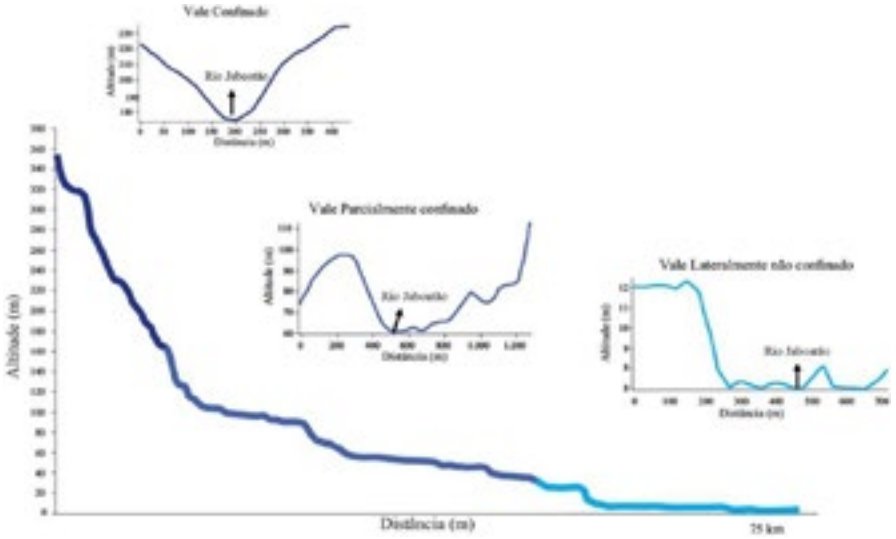


Figura 03: perfil longitudinal e perfil lateral dos padrões do confinamento do rio Jaboatão.
Fonte: Autores, 2018.

O Vale Confinado exibe menos de 10% de planícies de inundação ou ausência delas, ocorrendo nessas áreas apenas alguns bolsões de sedimentos que se formaram logo após algumas rupturas de declives. Essas zonas de acumulação são associadas a eventos chuvosos que ocasionaram picos de descarga e, consequentemente, transbordamento do fluxo presente no canal. As formas principais desse padrão de confinamento são os vales em Garganta e os vales em "V", estes últimos atrelados a resistência do material rochoso, com entalhes profundos, e vertentes simétricas (figura 04).

Figura 04: trecho do vale confinado do rio Jaboatão
Fonte: Autores, 2018.

O canal fluvial apresenta-se contínuo, com baixa sinuosidade, predomínio da forma retilínea e o contato direto com as encostas íngremes, apresentando leito e margens rochosas. As rochas presentes no leito e margem servem de obstáculo para os processos erosivos da água, colaborando para uma maior resistência do canal, diminuindo, assim, a capacidade de ajuste do leito e das margens. Portanto, torna-se necessário eventos de maior magnitude e duração de precipitação para que ocorra mudanças significativas nesse padrão de vale fluvial.

Nos períodos de maior vazão as corredeiras fazem parte da paisagem, no qual os materiais mais grosseiros conseguem ser remobilizados. Essas áreas contribuem como fonte de sedimentos para os trechos a jusante do canal. Embora não ocorra um significativo ajuste do leito, o desempenho da água sobre as rochas presentes no canal fluvial ocasiona a modelagem de algumas formas evidenciadas nesse trecho como: o padrão cascata e piscina.

Para os vales parcialmente confinados, que compreende 31,22 km de extensão, a planície de inundação apresenta-se descontínuas ao longo do trecho. Nestes ambientes o canal pode estar atrelado a planície de inundação em uma das margens e, por conseguinte, na outra margem está envolto pelas encostas (figura 05). Nesta configuração de vale é possível verificar mudanças na sua morfologia, a variação na distribuição de energia e fluxo interfere na dinâmica dos vales parcialmente confinados (BRIERLEY e FRYIRS, 2005).

Figura 05: trecho do vale parcialmente confinado do rio Jaboatão.
Fonte: Autores, 2018.

Os vales neste padrão não apresentam características simétricas entre as margens fluviais, podendo ocorrer terraços em uma de suas margens e em outra está atrelado a encosta, diferenciando assim a capacidade de ajuste lateral, portanto, com perceptíveis diferenças de resistência de suas margens. Nos trechos em que os vales são estreitos coincidem com as zonas de cisalhamento, desse modo, o maior fluxo contribui na formação das planícies de inundação a jusante destes trechos. São também observáveis trechos no canal principal da BHRJ que as diferenças na largura do vale influenciam na distribuição de energia e fluxo, tal característica do vale depende da posição do canal fluvial em relação ao padrão de confinamento, e se existe espaço para a formação de planícies de inundação.

O canal fluvial nesse trecho apresenta-se com sinuosidade média e estável, ou seja, ocupando o fundo do vale apresentando transporte sedimentos arenosos sobre o leito, assim como, presença de afloramentos rochosos. A curva mais fechada dos meandros nesse trecho propicia o acumulo de sedimentos, formando as barras laterais que nesse trecho observar-se o crescimento da vegetação nessas barras.

Os vales lateralmente não confinados correspondem a 31,63 km de extensão do canal, caracterizados por planícies de inundação contínuas na paisagem localizadas, principalmente,

nas áreas do baixo curso do rio, onde ocorre a diminuição do gradiente da bacia, que propicia a ocorrência de processos de deposição, promovendo a gênese de diferentes formas de acumulação neste segmento.

Figura 06: trecho lateralmente não confinado e direção do fluxo no rio Jaboatão.
Fonte: Autora, 2018.

Nessa configuração os canais apresentam alta sinuosidade, decorrente da diminuição da energia do fluxo, prevalecendo processos deposicionais. A morfologia do vale no baixo curso do rio Jaboatão apresenta características em manjedoura com planícies amplas e vertentes bastantes rebaixadas onde a passagem do canal para planície é suave, quase não conseguindo observar a diferença de altitude. Os vales possuem planícies de inundações amplas, com canal de largura acentuada, sem uma visível simetria das margens do vale, que depende do material litológico, da resistência dos sedimentos e da posição do rio em relação as encostas.

O canal fluvial nesse trecho apresenta-se bastante sinuoso, com 2,24 de índice de sinuosidade, baixa energia, com predomínio dos processos de deposição refletidos nas barras laterais e longitudinais, as quais os canais meândricos revelam estágios da própria dinâmica fluvial. Segundo Christofolleti (1981), o equilíbrio fluvial ocorre de montante em direção a jusante, sendo comum encontrar meandros nos baixos cursos dos rios, ocorrendo uma

estabilidade dos processos fluviais atrelados as variáveis de carga detrítica e litologia, como também a ocorrência de meandros denotam a diminuição da declividade, do cisalhamento e da fricção.

A paisagem desses ambientes expõe maior maturidade, ocorrendo menor esforço do trabalho fluvial, maior distribuição de energia e alargamento do canal e das planícies de inundação, assim como, recebe influxo de maré e a estabilização dos depósitos lamosos se deve à ocorrência da vegetação de manguezal.

4. Considerações finais

A pesquisa em questão procurou compreender as caracteristicas dos vales fluviais presentes no curso do rio Jaboatão, com propósito de verificar sua influência no comportamento do canal, como também na dinâmica da bacia hidrográfica. Constatou-se que o confinamento do vale é um elemento importante para a morfologia do canal do rio Jaboatão, na dinâmica de erosão, transporte e deposição dos sedimentos.

Foram encontrados os três tipos de confinamento de vale, em sua maioria os vales parcialmente confinados e vales lateralmente não confinados. Portanto, no rio Jaboatão os vales exercem importância significativa na planta do canal, nos processos fluviais, na ocorrência de forma fluviais e inundações no canal. Para os vales confinados, os canais pouco extravasam lateralmente, com exceções aos eventos extremos de precipitação, devido ao maior aprofundamento do vale, além das encostas serem cobertas de material rochoso, reduzindo a capacidade do canal ajustar lateralmente.

Para os vales parcialmente confinados, a dinâmica é diferente entre suas margens, sua formação está atrelada a diferenças de litologia, como também algumas áreas são modificadas pelas ações antrópicas. Nessas áreas existe maior ocorrência de processos erosivos e

principalmente o transporte de material, podendo ocorrer extravasamento do fluxo lateralmente nas margens com presença de planícies de inundação.

Nos ambientes de vale lateralmente não confinado a planície de inundação é continua no trecho, serve como elemento de desconexão entre encosta e o canal, como também nessas áreas acontece enchentes e inundações com uma maior periodicidade, possibilitando uma capacidade maior de ajuste do canal. O rio é mais sinuoso nesse ponto com predominância dos processos de deposição, formado as barras e ilhas nesse segmento.

5. Referências Bibliográficas

BRIERLEY, G. J.; FRYIRS, K. A. **Geomorphology and River Management Applications of the River Styles Framework**. 1° ed, Blackwell Publishing Ltd, 2005, 412p.

BRIERLEY, G. J.; FRYIRS, K. A. **Geomorphic analysis of river systems: an approach to reading the landscape**, 1° ed, Blackwell Publishing Ltd, 2013, 360p.

BRIERLEY, G. J.; FRYIRS, K. A. **Practical application of the River Styles framework as a tool for catchment-wide river management: A case study from Bega catchment, New South Wales, Australia**, 2005. Ebook disponível < http://www.riverstyles.com/ebook.php >

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blucher, 1980, 189p.

CHISTOFOLETTI, Antônio. **Geomorfologia Fluvial**, Ed. Edgard Blücher, São Paulo, 1981, 297p.

KNIGHTON, A. D. **Fluvial forms and processes**. Edward Arnold, 1984, 218p.

GUERRA, Antônio Teixeira; GUERRA, José Antônio Teixeira. **Novo dicionário geológico-geomorfológico**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997, 648p.

SCHUMM, Stanley A. **The Fluvial System**, Caldwell, The Blackburn Press, 1977, 337p.

SOUZA, Jonas Otaviano Praça de. BRIERLEY, G. J.; FRYIRS, K. A. Geomorphology and river management: applications of the river styles framework. Victoria: blackwell publishing (commerce place, 350 main street, malden, MA02148, USA), 2005. 398P, **Revista de Geografia (UFPE)** V. 29, No. 2, p. 252-259, 2012.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

IDENTIFICAÇÃO DOS PROCESSOS EROSIVOS EM MARGENS FLUVIAIS NO RIO JAGUARIBE – CEARÁ

José Hamilton Ribeiro Andrade [(a)], Oscar Vicente Quinonez Fernandez [(b)]

[(a)] Departamento de Geografia/Escola Normal Rural de Limoeiro do Norte, hamilton.meioambiente@yahoo.com.br

[(b)] Departamento de Geografia/Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), oscar.fernandez@unioeste.br

José Hamilton Ribeiro Andrade, Oscar Vicente Quinonez Fernandez

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

Este trabalho mostra os principais processos de erosão de margens atuantes no baixo curso do rio Jaguaribe (CE) no período de junho de 2014 a maio de 2015. O método dos pinos foi adotado para quantificar a erosão em nove seções de monitoramento ao longo de um trecho de 10 km situado no município de Quixeré. A taxa média anual da erosão foi de 0,53 cm/ano. Quanto aos processos erosivos atuantes, foram identificados como principais mecanismos a erosão por salpicamento e a corrasão e, subsidiariamente o desmoromanento por cisalhamento.

Palavras chave: Dinâmica Fluvial; Erosão de Margens; Rio Jaguaribe.

1. Introdução

As mais antigas civilizações nasceram e se desenvolveram nas margens dos grandes rios, encontrando no ambiente fluvial os requisitos básicos para sobrevivência, ou seja, solo e água em abundância. De acordo com Cunha (2009), os rios podem ser

definidos como um amplo corpo de água em movimento, confinado em um canal, sendo o principal tronco do sistema de drenagem.

Os rios são os principais responsáveis pelo transporte de sedimentos do continente para o litoral, eles atuam como verdadeiros canais de escoamento, sendo elementos integrantes do ciclo hidrológico. Desta forma, o escoamento fluvial compreende a quantidade de água que chega aos cursos de água, incluindo o escoamento pluvial e a infiltração (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Perante sua importância para as sociedades, os ambientes fluviais despertam o interesse por estudos que buscam entender sua dinâmica natural, porém, nas regiões semiáridas e sub-úmidas (terras secas) os estudos sobre tal temática, ainda são muitos escassos, apesar da importância desses ambientes para tais regiões.

Segundo Souza e Almeida (2015), os processos fluviais em ambientes semiáridos e em ambientes sub-úmidos, apresentam características muito diferentes em relações aos ambientes úmidos. Essa diferenciação está relacionada a entrada de energia no sistema, representada pela precipitação e repercutindo na diferenciação processual, modificando as formas e estrutura do sistema.

De acordo com Hook e Mant (2002), os rios em regiões semiáridas apresentam como características marcantes as grandes variações de descarga que esses rios experimentam em intervalos de tempo muito curto, o que lhes conferem grande mobilidade de forma de leito.

A hidrologia regional do Nordeste seco brasileiro é particular e influenciada totalmente pelo ritmo climático sazonal, que predomina no espaço fisiográfico dos sertões. Os rios semiáridos apresentam alta variabilidade de descarga, influenciada pela dinâmica das chuvas, em geral concentradas e mal distribuídas. No período de estiagem estes secam desde suas cabeceiras até próximo à costa, fato que não ocorre com os rios de regiões mais úmidas (AB'SABER, 2003).

Neste contexto, podemos perceber que os processos de erosão, transporte e deposição em rios semiáridos são muito diferentes, portanto, estes devem ser estudados

ISBN: 978-85-7282-778-2

mais profundamente, pois são ambientais muitos dinâmicos que podem ser alterados de forma significativa com as atividades humanas não planejadas.

Dentre os diversos processos atuantes nos ambientes fluviais, destacamos a erosão de margens, sendo esse um processo muito ativo e passível de ser acelerado pelas ações humanas. Fernandez (1990) define a erosão marginal como sendo o recuo linear das margens, correspondente à remoção dos materiais do barranco pela ação fluvial (correntes, ondas) ou por forças de origem externa (precipitação).

A erosão de margens é fundamental para os estudos relacionados a geomorfologia fluvial, pois este processo desencadeia diversas mudanças no canal fluvial. Diante de sua dinamicidade, os processos de recuo de margens devem ser compreendidos, a fim de possibilitar um planejamento adequado quanto ao uso das margens (HOOKE, 1979).

Apesar da importância do entendimento dos processos erosivos marginais, ainda há poucos estudos sobre tal temática nos rios situados em regiões semiáridas. O presente estudo apresenta os processos de erosão marginal identificados no rio Jaguaribe, região Leste do Ceará, no período de 2014 -2015.

2. Materiais e Métodos

A pesquisa foi realizada na Sub-bacia hidrográfica do baixo Jaguaribe, município de Quixeré (CE). O trecho em estudo apresenta uma extensão de 10 km, contando a partir da passagem molhada do Quixeré (localizada na zona urbana deste município) até a passagem molhada de Sucurujuba (situada na zona rural do mesmo município) (Figura 01).

A Sub-bacia hidrográfica do baixo Jaguaribe apresenta terrenos com altimetria inferior a 200 metros, com predominância de relevo plano a moderadamente dissecado em interflúvios tabulares intercalados com setores de planícies fluviais. Nesta área predominam amplas extensões de sedimentos holocênicos que proporcionam grandes áreas aluvionares com potencialidade de água subterrânea. O clima predominante na área de estudo é o Semiárido

ISBN: 978-85-7282-778-2

Quente e Subúmido que propicia temperaturas anuais médias em torno dos 26°C a 28°C, apresentando uma média pluviométrica anual de 838,0 mm (CEARÁ, 2009).

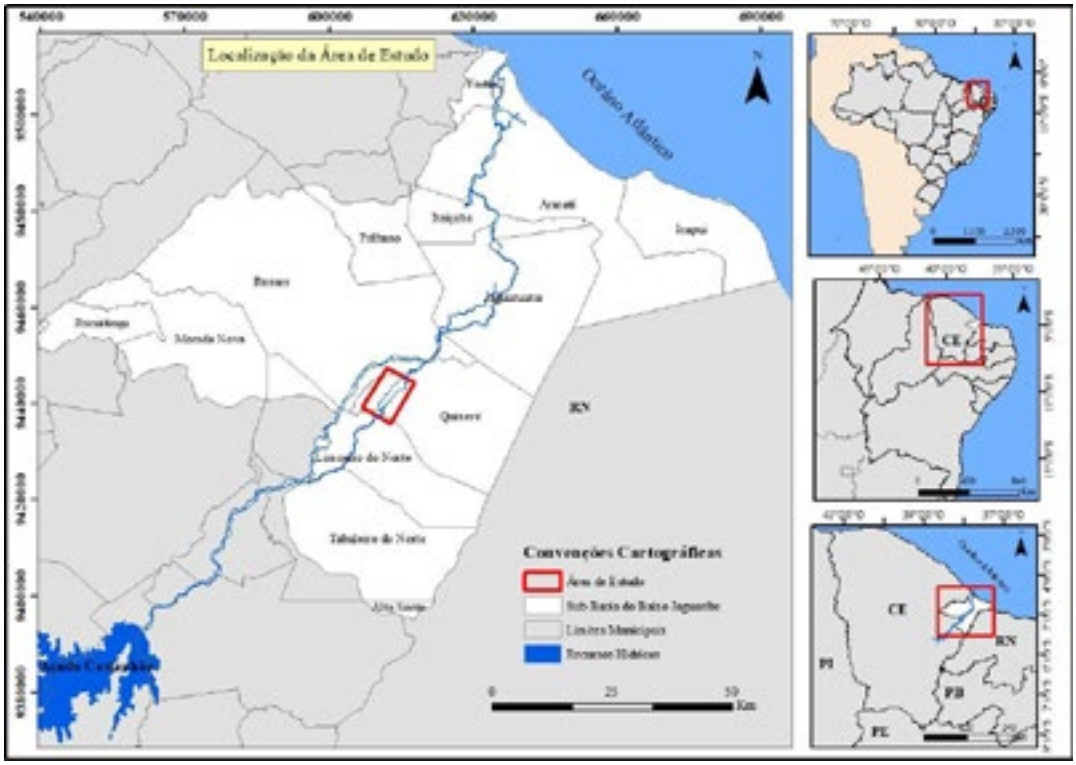


Figura 1 - Localização da área de estudo.

A pesquisa foi realizada no período de junho de 2014 a maio de 2015, totalizando 12 meses de monitoramento. Tal intervalo de observação abrangeu um período seco (junho – janeiro) e um período de precipitações (fevereiro – maio), porém com chuvas abaixo da média histórica.

Para identificar os processos erosivos foram realizadas visitas técnicas na área de estudo para selecionar algumas seções do rio Jaguaribe para serem monitoradas. Foram selecionadas nove seções divididas em três tipos de área, baseado no grau de conservação da vegetação ciliar (Quadro 01).

ISBN: 978-85-7282-778-2

Quadro 01 – Seções de monitoramento dos processos erosivos no rio Jaguaribe, listadas de montante para jusante.

Nome da Seção	Tipo de Área	Uso do Solo	Taxa de erosão total (cm)
João de Izídio	Área Degradada	agricultura	2,52
Rio Eduardo	Área Degradada	agropecuária	0,25
Canelas I	Área Degradada	pecuária	0,47
Canelas II	Área Parcialmente Conservada	agricultura	0,13
Água Fria	Área Conservada	Extrativismo vegetal da palha de carnaúba	0,5
Sinhã	Área Parcialmente Conservada	Extrativismo vegetal da palha de carnaúba	0,06
Rio Cruzes	Área Conservada	Atividades recreativas	0,14
Sucurujuba I	Área Parcialmente Conservada	agropecuária	0,63
Sucurujuba II	Área Conservada	Extrativismo vegetal da palha de carnaúba	0,11

Nas margens estudadas foram introduzidos pinos que é um método de medição direta da erosão de margens, conhecido como método dos pinos. Os pinos foram colocados a uma distância horizontal de 2 m de separação. Os pinos utilizados são construídos de ferro, tendo 1 m de comprimento, com 5,16 mm de diâmetro. Estes introduzidos nas margens ficaram com 10 cm de exposição e foram pintados de cor branca para facilitar a sua localização

Após a escolha e instalação dos pinos de erosão, as margens passaram a ser visitadas mensalmente ou após eventos de precipitações. Isto possibilitou a verificação dos processos erosivos predominantes nas margens estudados, estes foram registrados através da utilização de caderneta de campo e máquina fotográfica.

ISBN: 978-85-7282-778-2

3. Resultados e Discussões

A erosão é o conjunto de processos que desagregam e transportam o material intemperizado do solo, para depois serem depositados em outras áreas. A erosão pode ser propagada através dos ventos, chuvas (escoamento superficial), pelos rios, entre outros agentes geológicos (PRESS *et al.,* 2006).

Apesar de existirem vários processos erosivos na natureza que merecem ser estudados, o presente trabalho, leva a compreensão mais aprofundada dos processos erosivos em margens fluviais. A erosão das margens de um rio é um fenômeno natural, resultante do processo de adaptação do rio ao vale em que se situa às condições do escoamento. Esta adaptação pode fazer parte do ciclo natural do rio ou pode resultar de ações humanas. Nos dois casos a dinâmica natural do rio é modificada, tendo este a necessidade de encontrar um novo estado de equilíbrio. Durante este processo de ajuste, as margens, devido à função delimitadora do canal que têm, são particularmente afetadas (MAGALHÃES, 2010).

O comportamento da erosão de margens no tempo e no espaço, pode ser relacionado ao tipo climático no qual, está inserida a bacia hidrográfica. Nos rios situados em regiões semiáridas, que apresentam baixas vazões e fluxo sazonal, os processos erosivos ocorrem com maior intensidade nas épocas de chuvas, quando o rio atinge o nível de margens plenas. Esta situação é completamente diferente nos rios localizados em regiões úmidas, no qual as precipitações se distribuem regularmente ao longo do ano, tornando as enchentes mais frequentes.

Os rios de regiões semiáridas apresentam outra particularidade importante sobre erosão de margens, quando estes apresentam suas vazões controlados por barragens. A erosão pode ser intensificada em qualquer época do ano, mesmo com a ausência de chuvas, tal fato está relacionado com a gestão dos recursos hídricos, pois dependendo da situação que se encontra os reservatórios, pode ocorrer uma maior liberação de água para rio, e isto pode ocasionar remoção de materiais das margens.

ISBN: 978-85-7282-778-2

A erosão fluvial ocorre por meio de três processos distintos, sendo estes a corrosão, corrasão (abrasão) e cavitação. A corrosão está relacionada ao processo químico (intemperismo químico) que realiza com o contato da água com leito e o canal fluvial. A corrasão é o desgaste mecânico, geralmente através das partículas carregadas pelas águas. Já a cavitação ocorre somente sob condições de elevadas velocidades do fluxo (CHRISTOFOLETTI, 1980). Hooke (1980) descreve mais dois importantes processos erosivos nas margens fluviais que podem ser observados, sendo estes o desmoronamento e o escorregamento rotacional.

O desmoronamento é entendido como a queda livre e rápida de blocos de terra por ações das forças gravitacionais a partir das fases verticais das margens dos rios. O mesmo ocorre por dois tipos, o desmoronamento por cisalhamento e o desmoronamento por basculamento (HOOKE, 1980). Fernandez (1990) registrou estes processos no rio Paraná, destacando que o desmoronamento por cisalhamento ocorre quando o bloco, devido ao solapamento da margem, desmorona seguindo um plano vertical de queda. Já o desmoronamento por basculamento ocorre quando um bloco de terra perde equilíbrio e desmorona sem um prévio solapamento, favorecido pela formação de fendas de tensão na superfície da margem.

Em relação ao processo erosivo denominado de escorregamento rotacional, Hooke (1980) define como sendo um movimento rápido, de baixa duração, com volume de solo bem definido, cujo o centro de gravidade se desloca para baixo e para fora da margem, ao longo de uma superfície de escorregamento.

Os processos erosivos identificados durante a pesquisa no trecho do rio Jaguaribe no período de junho de 2014 a maio de 2015 foram: corrasão produzida pelas gotas de chuva (erosão por salpicamento) (Figura 02), processo de corrasão fluvial (Figura 03) e o processo de desmoronamento por cisalhamento (Figura 04).

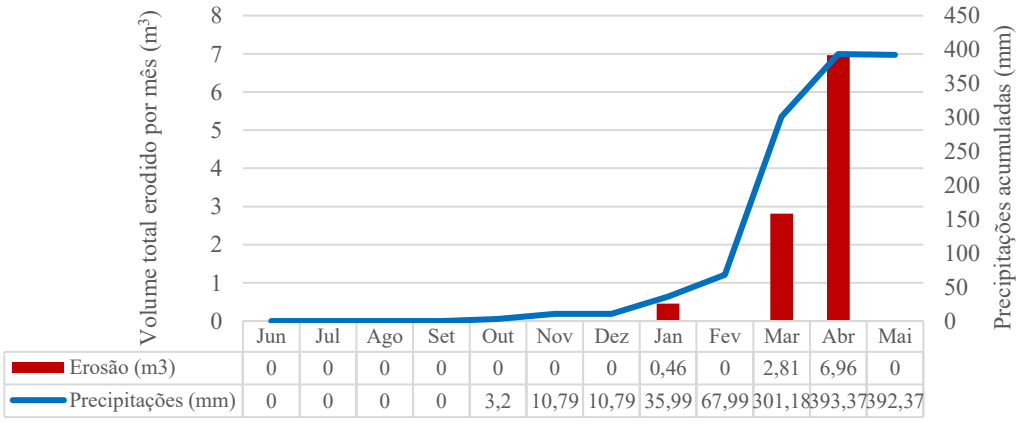
ISBN: 978-85-7282-778-2

Figura 2 – Erosão por salpicamento registrada na seção Canelas I (março/2015).

Figura 3 – Processo erosivo de corrasão fluvial observado na seção Sucurujuba I (março/2015).

Figura 4 – Processo erosivo por desmoronamento por cisalhamento observado na seção Izídio (abri/2015).

Mesmo com as precipitações abaixo da média históricas para o período avaliado (junho/2014 a Maio/2015), o impacto das gotas de chuva (erosão por salpicamento) (SILVA e SCHULZ, 2002) foi o principal mecanismo de remoção de materiais desprotegidos das margens nas seções estudadas (Figura 06).

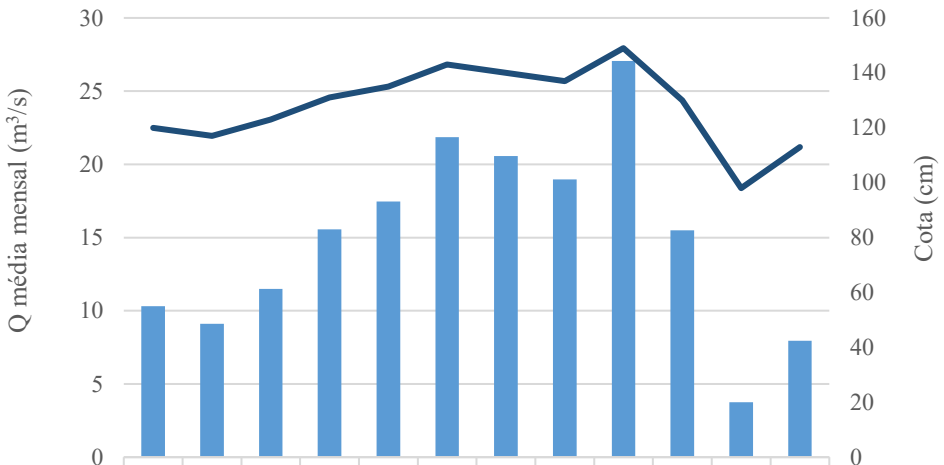


	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai
Erosão (m3)	0	0	0	0	0	0	0	0,46	0	2,81	6,96	0
Precipitações (mm)	0	0	0	0	3,2	10,79	10,79	35,99	67,99	301,18	393,37	392,37

Figura 6 - Volume erodido total por mês nas áreas monitoradas e a precipitação acumulada para o período monitorado.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Tal fato pode ser explicado pelas reduzidas vazões observadas no rio Jaguaribe no trecho estudado da Estação Fluviométrica - 36760000 (Figura 06). Isto contribuiu para que as margens não sofressem influência direta das correntezas, pois em algumas seções o nível d'água posicionou-se em grande parte do ano, muito distante da face das margens monitoradas.



	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai
Q média mensal (m³/s)	10,31	9,11	11,5	15,56	17,47	21,85	20,56	18,96	27,05	15,5	3,75	7,94
Cota (cm)	120	117	123	131	135	143	140	137	149	130	98	113

Figura 5 - Vazões e cotas médias mensais do rio Jaguaribe no período de junho de 2014 a maio de 2015.

Considerações Finais

Os processos erosivos observados durante a pesquisa no trecho do rio Jaguaribe foram: processos erosivos pluviais, decorrentes da ação das gotas de chuvas e do escoamento superficial das águas; processo de corrasão, decorrente do desgaste mecânico da margem pela ação do fluxo; e desmoronamento por cisalhamento.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Vale ressaltar que no período de monitoramento, a principal agente atuante nos processos de erosão de margens no rio Jaguaribe foram as precipitações. O nível do rio Jaguaribe não apresentou grandes oscilações, alcançando com pouca frequência a face do barranco nas seções monitorada.

3. Referências Bibliográficas

AB'SÁBER, A.N. **Os domínios de natureza no Brasil** – potencialidades paisagísticas. São Paulo: Atiliê Editorial, 2003. 159p.

CEARÁ. Assembleia Legislativa. **Caderno regional da sub-bacia do Baixo Jaguaribe / Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos.** Fortaleza:INESP, 2009.104p.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia fluvial**. 2.ed. São Paulo: Editora Blucher, 1980. p. 65 – 101.

CUNHA, S. B. Canais fluviais e a gestão ambiental. In: GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Batista da (Org.). **A questão ambiental:** diferentes abordagens. 5.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. Cap. 7, p. 219-237.

FERNANDEZ, O.V.Q. **Mudanças no Canal Fluvial do rio Paraná e Processos Erosivos nas Margens:** região de Porto Rico-PR. Rio Claro:1990, 86p. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geocências. UNESP, Rio Claro, 1990.

HOOK, J.; MANT, J. Morpho-dynamics of Ephemeral Streams. In: BULL, L.J. and KIRKBY, M.J. **Dryland Rivers**. Hydrology and Geomorphology of Semi-arid Channels. Wiley. England, 2002. p. 173-204.

HOOKE, J.M. An Analysis of the Processes of River Bank Erosion. **Journal of Hydrology**. N° 42, p.38-62, 1979.

HOOKE, J.M. Magnitude and distribution of rates of river bank erosion. **Earth Surface Processes**, 5: 143-157. 1980.

MAGALHÃES, Hélder Emanuel Silva. **Avaliação do estado de potencial erosão de margens de um curso de água:** aplicação do a troços estuarinos de rios do norte de

Portugal. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil – Especialização em Hidráulica). Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal, 2010.

PRESS, F. *et at.* Rios: o transporte para os oceanos. In: _____. **Para entender a Terra.** 4.ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. Cap. 14, p. 341- 246.

SILVA, A. M.; SCHULZ, H. E. Redução do desprendimento das partículas do solo mediante uso de resíduos vegetais de origem urbana. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.6, n. 3, p. 531-534, 2002.

SOUZA, J.O.P.de; ALMEIDA, J.D.M.de. Processos fluviais em terras secas: uma revisão. **Revista Okara:** geografia em debate, v.9, n.1, 2015.p.108-122.

THORNE, C. R., TOVEY, N.K. Stability of composite river banks. **Earth Surface Processes and Landforms**, v. 6, n. 5, p. 469-484, 1981.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

INCONGRUÊNCIAS ENTRE AÇÕES PÚBLICAS PARA GESTÃO DE INUNDAÇÕES E PRESERVAÇÃO DE SISTEMAS HÍDRICOS EM BELO HORIZONTE: O CASO DO PARQUE DO BREJINHO

Luisa Lima Borges Ferreira [(a)], Cecilia Siman Gomes [(b),] Antônio Pereira Magalhães Jr [(c)]

[(a)] Departamento de Geografia/ Instituto de Geociências, UFMG, luisalbferreira06@gmail.com

[(b)] Departamento de Geografia, / Instituto de Geociências, UFMG, ceciliasiman@gmail.com

[(c)] Departamento de Geografia, / Instituto de Geociências, UFMG, antonio.magalhaes.ufmg@gmail.com

Eixo: Dinâmica e Gestão de Bacias Hidrográficas

Resumo

Luisa Lima Borges Ferreira,

Belo Horizonte enfrenta, historicamente, as dificuldades de conciliar o seu contexto físico com o crescimento urbano. Mesmo tendo sido planejada e o seu sítio escolhido, dentre outros, em função da riqueza hidrográfica e facilidades de saneamento, a cidade ainda enfrenta recorrentes inundações e deficiências de saneamento. A gestão municipal insiste em adotar políticas e ações ultrapassadas para solução a curto prazo dos problemas da capital, pautadas na canalização e tamponamento de cursos d'água e implantação de bacias de detenção. O parque Ecológico do Brejinho, situado na região norte da cidade, vem sendo ameaçado pela implantação de uma bacia de detenção. O objetivo deste trabalho é analisar, a partir do estudo de caso da criação do Parque Ecológico do Brejinho, as incompatibilidades entre as ações do poder público municipal relativas ao controle de inundações e a proteção de sistemas hídricos, apontando a necessidade de novos avanços.

Palavras chave: gestão de sistemas hídricos; áreas úmidas; inundações urbanas.

1. Introdução

Belo Horizonte é uma cidade muito ilustrativa dos problemas de inundações urbanas no Brasil (FERREIRA, 2017). A cidade, apesar de ter sido planejada para ser a capital de Minas Gerais e ter tido o seu sítio escolhido em função, marcadamente, das facilidades de abastecimento de água e saneamento, teve um projeto urbanístico implementado que não considerou a

topografia e o traçado irregular dos cursos d´água. A incompatibilidade entre a malha hidrográfica e o traçado geométrico das vias de acesso da cidade levou à canalização e ao tamponamento da maior parte das artérias fluviais. Ademais, os cursos d´água a céu aberto tornaram-se receptores de esgotos *in natura* (MESQUITA, 2013).

Ao longo da segunda metade do século XX, o crescimento e a urbanização de Belo Horizonte se deram de forma não planejada, o que agravou a supressão dos cursos d'água da capital e levou à intensa ocupação de áreas de risco. Atrelado ao crescimento desordenado ocorreu uma significativa impermeabilização da malha urbana, favorecendo a menor infiltração e a concentração de fluxos pluviais para os principais cursos d'água canalizados que, de forma recorrente, inundam as suas margens.

Os princípios positivistas e progressistas que orientaram o planejamento e a construção de Belo Horizonte condicionaram escolhas que moldaram a configuração da cidade. Mesmo atualmente, as políticas municipais do setor de saneamento e recursos hídricos não apresentam significativas mudanças quanto aos paradigmas vigentes no século XX, em termos de princípios e ações: a canalização e o tamponamento de cursos d'água seguem como tendências fortes na capital.

A incorporação de bacias de detenção à paisagem urbana a fim de solucionar os eventos de inundação vem sendo adotada sistematicamente pelo poder público municipal. A construção da bacia de detenção do Córrego São Francisco/Assis das Chagas, na regional Pampulha, foi projetada dentro dos limites de uma unidade de conservação municipal: o Parque Ecológico do Brejinho. A incompatibilidade entre os dois projetos vem provocando tensões e conflitos com a população local devido à lentidão do processo de construção do Parque, à ameaça de extinção das diversas nascentes e áreas úmidas (brejos) e às intervenções e impactos nos dois cursos d'água locais.

Nesse contexto, o objetivo geral deste trabalho é analisar, a partir do estudo de caso da criação do Parque Ecológico do Brejinho, em Belo Horizonte, as incompatibilidades entre as ações do

poder público municipal relativas ao controle de inundações e a proteção de sistemas hídricos e apontar a necessidade de novos avanços.

2. Materiais e Métodos

A pesquisa partiu de um levantamento bibliográfico do histórico de criação do Parque Ecológico do Brejinho e das obras pretéritas e em curso na área a partir de portais institucionais e reportagens. Paralelamente, foi realizada a comparação de cenários (anos de 2002, 2009, 2012, 2014, 2015 e 2016 e 2018[1]) e estado dos sistemas ambientais com os eventos significativos[2] ocorridos desde a data de criação do Parque, em 2006, utilizando-se da análise de imagens de satélite disponibilizadas pelo *software* Google Earth Pro. Especialmente quanto às nascentes, utilizou-se a base de dados da Secretaria Municipal do Meio Ambiente (SMMA) das nascentes mapeadas na área urbana de Belo Horizonte. Foram feitas visitas de campo na área para avaliar as condições ambientais atuais do Parque em diversas datas entre os meses de abril e junho de 2018 – 02/04, 13/04, 22/05 e 07/06.

A análise das imagens de satélite e a realização dos trabalhos de campo foram importantes para detectar e avaliar possíveis nascentes suprimidas, áreas úmidas drenadas e cursos d'água canalizados ao longo do processo de criação do Parque e das obras para construção da bacia de detenção. Essa análise, juntamente com a avaliação do aparato legal de proteção dos recursos hídricos e das ações da Prefeitura, embasaram as discussões sobre prejuízos aos sistemas ambientais e a ineficiência das políticas públicas no tocante à manutenção de uma unidade de conservação e a forma de gestão dos sistemas hídricos em Belo Horizonte. A leitura de leis ambientais, de publicações no meio técnico-científico e de informações nos

[1] A escolha dos anos foi feita com base na qualidade das imagens de satélite disponíveis pelo *software* Google Earth Pro, desde a criação da área do Parque até 2018.
[2] Os eventos significativos se referem às datas dos principais eventos que ocorreram desde a criação do Parque.

sites oficiais do município auxiliou o processo de identificação das incongruências e incompatibilidades entre teoria e prática, relativas às leis e decisões da gestão municipal.

Por fim, a partir de um levantamento bibliográfico, sobretudo em artigos científicos, dissertações e teses, foram feitos apontamentos sobre intervenções urbanas que permitem a integração paisagística dos cursos d´água ao seu entorno e o controle de inundações.

3. Resultados e discussões

O parque do Brejinho está situado na regional Pampulha, na porção norte do município de Belo Horizonte (Figura 1). A área do Parque apresenta várias nascentes, dois cursos d'água e brejos, que alimentam o córrego São Francisco. Esse curso d´água drena a área do parque e é afluente de Córrego Engenho Nogueira, afluente do ribeirão Onça, principal artéria hidrográfica que drena a porção norte de Belo Horizonte.

O clima de Belo Horizonte enquadra-se na categoria sub-quente semi-úmido com 4 a 5 meses secos (IBGE, 2002). A vegetação da área era originalmente uma Área de Tensão Ecológica entre Savana e Floresta Estacional Semidecidual (IGBE, 2004).

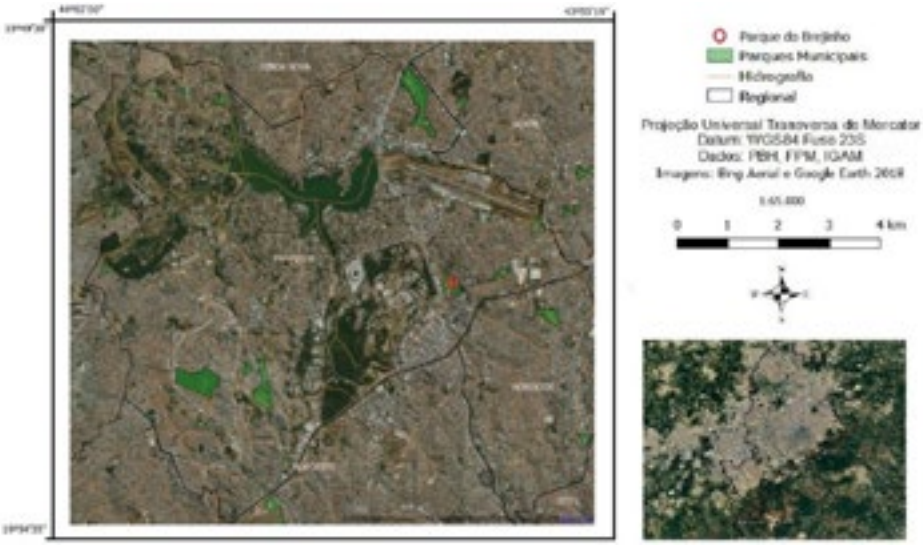


Figura 1 – Regional Pampulha e localização do Parque do Brejinho

O processo de mobilização popular pela preservação e criação do Parque do Brejinho iniciou-se em 1997, a partir de uma articulação da associação comunitária de vários bairros adjacentes. Em 1999, foi apresentada a demanda de criação do parque ecológico para a Câmara Municipal, principalmente em função dos sistemas hídricos presentes na área (Figura 2). Em 2006, a criação do parque foi aprovada por meio do Orçamento Participativo Digital, importante instrumento de democracia participativa ao permitir a influência dos cidadãos na aplicação dos orçamentos públicos. Em 2007, o parque foi criado através do Decreto Municipal n°. 12.830, de 31 de agosto de 2007 (BELO HORIZONTE, 2007), que declarou a utilidade pública da área de aproximadamente 57.600 m² como Parque Ecológico do Brejinho. Ainda em 2007, foi apresentado o projeto arquitetônico para a área e após o investimento inicial de R$ 2,25 milhões, com o qual foi viabilizada a desapropriação da área, o cercamento e a construção de uma portaria, a implantação do Parque foi abandonada pelo poder público. Nesse processo, a área do Parque passou a ser utilizada como bota-fora, colocando em risco as diversas nascentes e os extensos brejos presentes em sua área.

Figura 2 – Parque do Brejinho em 2002

Em 2012, foi aprovada a implantação de bacia de detenção na área correspondente à parte da Área de Preservação Permanente (APP) da microbacia do Córrego São Francisco/Assis das Chagas, dentro dos limites do Parque Ecológico do Brejinho, além de uma parte do próprio parque fora de APP (Figura 3a). A justificativa para a construção da bacia de detenção foi que a bacia hidrográfica do Córrego Engenho Nogueira, da qual o Córrego São Francisco faz parte, vinha apresentando inundações recorrentes resultantes da insuficiência da macrodrenagem existente na região, afetando a área do Aeroporto da Pampulha, a mais de 1 km a jusante do Parque. Assim, a construção da bacia de detenção do córrego São Francisco aumentaria a capacidade de suportar a vazão das cheias, não impactando a área a jusante, onde se situa o referido aeroporto. Como condicionante da implantação da bacia de detenção foi exigida a construção do parque (SUDECAP, 2012).

Em 2014, com o início das obras da bacia de detenção, a cobertura vegetal foi amplamente suprimida e o brejo presente na área central do Parque foi praticamente extinto (Figura 3b). Conforme Manuelzão (2014), moradores relataram que o projeto de construção da bacia de detenção não considerou nascentes, áreas brejosas e áreas verdes, já que tal processo inviabilizaria a implantação do parque. A figura a seguir (2a e 2b) ilustra a área do Parque do Brejinho nos anos 2012 e 2014.

Em 2016 ocorreu a paralização das obras por falta de repasse do governo federal, o que permitiu a regeneração da vegetação e especialmente do brejo onde o nível freático aflora (Figura 4a). As obras da bacia de detenção foram retomadas em abril de 2018 (Figura 4b), com previsão de conclusão em 2019.

Figura 3 – Parque do Brejinho em 2012 (a) e 2014(b)

Figura 4 – Parque do Brejinho em 2016 (a) e 2018(b)

Um dos textos legais mais importantes para a proteção dos recursos/sistemas hídricos no Brasil é o Código Florestal (Lei nº12.651 de 25 de maio de 2012), principalmente no que se refere à regulamentação das Áreas de Preservação Permanente (APPs). O documento não diferencia APPs nos meios urbano e rural, apresentando a mesma metragem[3]. Entretanto, o meio urbano permite a supressão de vegetação nas APPs em caso de execução de obras

[3] . As APPs de cursos d'água apresentam faixas entre 30 e 500 metros dependendo da largura da calha regular. Para as nascentes é estabelecida uma faixa de 50 metros.

habitacionais e de urbanização, inseridas em projetos de regularização fundiária, de interesse social e em áreas urbanas consolidadas ocupadas por população de baixa renda.

A Lei 6.766, de 19 de dezembro de 1979 (BRASIL, 1979), que dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e suas formas de ocupação, determina a reserva de faixas marginais de, no mínimo, 15 metros de largura ao longo dos cursos de água. O Estatuto da Cidade, através da Lei 10.257, de 10 de julho de 2001 (BRASIL, 2001), também determina que os planos diretores devam considerar a adoção de soluções alternativas às intervenções estruturais, a criação de parques lineares ao longo de cursos de água e a adoção de medidas voltadas para a sua recuperação (BRASIL, 2005a).

Assim, ocorrem sobreposições entre a legislação ambiental nacional e a legislação municipal de zoneamento e de uso e ocupação do solo urbano, o que dificulta a compatibilização harmoniosa do planejamento urbano com a conservação dos sistemas hídricos. Além da dificuldade de compatibilização, os projetos de drenagem urbana tradicionais, baseados em medidas de intervenção estruturais, tendem a perder a sua eficiência ao longo do tempo, pois não atendem a demanda urbana por infraestrutura, na medida em que a cidade se desenvolve (REZENDE, 2010). Como os investimentos para manter os sistemas de drenagem funcionando adequadamente tendem a ficar cada vez mais onerosos, os projetos de drenagem urbana e controle das inundações resumem-se a ações emergenciais, esporádicas e definidas apenas após a ocorrência de desastres (POMPÊO, 2000). Assim, essas práticas se mostram pouco eficientes a longo prazo, quando não se combate o causador primário dos problemas de inundação urbana: a impermeabilização do solo e o aumento dos fluxos pluviais.

No processo de implantação da bacia de detenção na área do Parque Ecológico do Brejinho, ainda que se tenha verificado que o sistema hídrico não possuía capacidade de atenuar as cheias segundo a demanda artificializada da área, as ações continuamente adotadas pela prefeitura para sanar os problemas de inundação não buscam atenuar a impermeabilização do solo. Esse é o principal elemento causador das inundações e enchentes na bacia do córrego

Engenho Nogueira e, especificamente, na do córrego São Francisco, visto que a impermeabilização impede a infiltração das águas e leva à concentração dos fluxos superficiais durante as chuvas. Em termos socioambientais, cabe questionar se esta foi a melhor escolha para conter as inundações na área do aeroporto da Pampulha, tendo em vista que já é constatado em diversos locais da cidade que estas bacias, ao longo do tempo, se tornam geralmente pouco eficientes no controle de inundações (REZENDE, 2010).

Além disso, o córrego São Francisco, principal afluente do córrego Engenho Nogueira, teve seu leito impactado dentro da área do parque pela bacia de contenção e sofre com intensa contaminação por esgotos. Assim, a questão do estado das águas da bacia de contenção tem ainda rebatimentos sociais, podendo estimular ou mesmo repelir o uso do espaço no entorno para recreação.

Tanto no Brasil quanto no exterior, são verificados diversos projetos e intervenções em um contexto de planejamento que preza pela restauração fluvial, respeitando as dinâmicas naturais dos sistemas hídricos, se distanciando de obras exclusivamente estruturais e investindo na mitigação e atenuação de impactos (MAGALHAES JR, 2015). Investe-se, por exemplo, na desapropriação de áreas de risco e implantação de parques lineares que, especialmente em cidades onde eventos de inundação e alagamentos são recorrentes, significam, em longo prazo, uma redução de perdas financeiras e gastos com reparação de danos. Também provem a sociedade com novos espaços de lazer e convivência em meio à malha urbana.

Belo Horizonte foi palco da experiência do DRENURBS (2003), “Programa de Recuperação Ambiental e Saneamento dos Fundos de Vale e dos Córregos em Leito Natural de Belo Horizonte”, que propunha o tratamento integrado dos problemas sanitários, ambientais e sociais nas bacias hidrográficas voltados para cursos d’água ainda em leito natural e não canalizados (PBH, 2003). As incongruências do poder público são novamente evidenciadas considerando-se

que o Drenurbs ocorreu concomitante com a implantação do Boulevard Arrudas, extensa obra estrutural que tamponou o já canalizado Ribeirão Arrudas para ampliação de vias de circulação.

Outra tendência internacional é a criação de alagados construídos (*wetlands*), que buscam reproduzir os processos e papeis desempenhados por áreas úmidas, seja no sentido de atenuar cheias e perenizar cursos d´água, seja no tratamento de efluentes. Além isso, os alagados construídos podem promover uma série de benefícios indiretos, como o suporte à biodiversidade, atenuação de ilhas de calor, sequestro de carbono, dentre outros (BOLUND; HUNHAMMAR, 1999; ZEDLER; LEACH, 1998; MACKINTOSH; DAVIS, 2013).

Assim, pode-se dizer que, independentemente da escala de intervenção, os sistemas de drenagem sustentáveis vêm aparecendo como alternativas para amenização dos problemas relacionados às inundações e à conservação dos sistemas hídricos. Tais experiências surgem como alternativas que devem ser contempladas nas políticas municipais de Belo Horizonte para se evitar incongruências entre o controle de inundações e a proteção de sistemas hídricos em unidades de conservação municipais. O caso do Parque do Brejinho é um exemplo ilustrativo destas contradições.

4. Considerações finais

Considerando o quadro de inundações na cidade de Belo Horizonte, pode-se dizer que promover a integração das políticas públicas de planejamento urbano integradas com os sistemas hídricos é uma demanda urgente para protegê-los e reduzir riscos de inundações e alagamentos nas cidades. Há diversas alternativas implementadas no Brasil e, sobretudo, no exterior, que demonstram alternativas ambientalmente mais sustentáveis para o controle de inundações e a integração de corpos d'água em paisagens urbanas.

Dessa forma, Belo Horizonte, assim como diversas cidades brasileiras, deve buscar alternativas para sanar suas fragilidades a longo prazo, pautando sua política na atenuação da impermeabilização que promove a concentração de fluxos pluviais e baixas taxas de

infiltração. Além disso, também é necessário se valorizar e investir nos espaços públicos voltados para o lazer, tão escassos na malha urbana, particularmente quando há uma demanda articulada pelos habitantes da cidade. Nesse contexto, o Parque do Brejinho é um exemplo em curso de como a sociedade vem demandando formas de intervenção mais sustentáveis, que contemplem a proteção de sistemas hídricos, além da criação de áreas de lazer.

5. Agradecimentos

Ao Grupo de Pesquisa Áreas Úmidas da UFMG; ao grupo de pesquisa RIVUS - Geomorfologia e Recursos Hídricos (CNPq); à CAPES pela bolsa de mestrado; ao CNPq pela bolsa de pesquisa.

6. Referências Bibliográficas

BOLUND; HUNHAMMAR. Ecosystem services in urban areas. ***Ecological Economics***, v. 29, p. 293-301, 1999

FERREIRA, L. L. B. Inventário das Áreas Úmidas urbanas em parques municipais de Belo Horizonte - MG. Monografia (Graduação). Instituto de Geociências / Universidade Federal de Minas Gerais, 2017.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa de climas do Brasil**. Brasília: IBGE, 2002. 1 mapa, color. Escala 1:5.000.000.

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Normais Climatológicas do Brasil 1961**-1990. INMET, 2009. Apresenta dados climatológicos em série de 1961 a 1990. Disponível em: < http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisclimatologicas>. Acesso em: 02/05/18.

MACKINTOSH; DAVIS. The importance of urban wetlands. In: **Workbook for managing wetlands in Australia**. Sydney*:* SOPA – Sydney Olympic Park Authority. Cap1. *2013*

MAGALHÃES JR. Geografia e Recursos Hídricos (apostila). Belo Horizonte, 2015. 231p.

MANUELZÃO, 2014 Notícia sobre a implantação de barragem de detenção na área do parque do Brejinho. 2018. Disponível em: https://manuelzao.ufmg.br/barragem-atropela-parque-do-brejinho/ Acesso em 26 de setembro de 2018

PBHa – Prefeitura de Belo Horizonte. **Notícia sobre as políticas públicas para gestão e minimização de enchente**s. 2018. Disponível em: https://prefeitura.pbh.gov.br/noticias/prefeitura-de-belo-horizonte-investe-para-minimizar-os-riscos-de-enchentes Acesso em 22 de outubro de 2018

PBHb, – Prefeitura de Belo Horizonte. **Notícia sobre as políticas públicas para prevenção de inundações**. 2018b. Disponível em: https://prefeitura.pbh.gov.br/noticias/bh-em-pauta-prevencao-contra-inundacoes Acesso em 22 de outubro de 2018

PBHc, – Prefeitura de Belo Horizonte. **Notícia sobre a retomada das obras na bacia de detenção do córrego São Francisco**. 2018c. Disponível em: https://prefeitura.pbh.gov.br/noticias/prefeitura-retoma-obras-do-corrego-sao-francisco-na-pampulha Acesso em 26 de setembro de 2018

PBH, – Prefeitura de Belo Horizonte. ***Relatório de viabilidade sócio-ambiental do programa Drenurbs***. Belo Horizonte, MG: Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, Secretaria Municipal de Política Urbana. 2003. 77p.

POMPÊO, C.A. **Drenagem Urbana Sustentável**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, v. 5, n. 1, p.15-23. 2000.

REZENDE, Osvaldo Moura. **Manejo sustentável de águas pluviais: uso de paisagens multifuncionais em drenagem urbana para controle das inundações**. Rio de Janeiro, 2010. Monografia (Especialização em Engenharia Urbana) - Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

SUDECAP, 2012 in HOJE EM DIA, https://www.hojeemdia.com.br/horizontes/parque-ecol%C3%B3gico-na-pampulha-existe-apenas-na-internet-1.37831 acesso em 26 de setembro de 2018.

ZEDLER; LEACH. Managing urban wetlands for multiple use: research, restoration, and recreation. ***Urban Ecosystems***. v. 2, p. 189-204, 1998

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

INFLUÊNCIA DAS CARACTERÍSTICAS DO MEIO FÍSICO E DO USO DA TERRA NA DISPONIBILIDADE HÍDRICA DA BACIA DO RIO LINHA ANTA, SUL DE SANTA CATARINA

Edna Lindaura Luiz [(a)], Rose Maria Adami [(b)], Maurício Pamplona [(c)]

[(a)] Departamento de Geografia, Universidade do Estado de Santa Catarina, elinuiz@uol.com.br
[(b)] Comitê da Bacia do Rio Urussanga, Santa Catarina, roseadamia@gmail.com
[(c)] Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Universidade do Extremo Sul Catarinense, pam@unesc.net

Eixo: Dinâmicas e Gestão de Bacias Hidrográficas

Resumo

As variáveis físicas, o uso da terra e as atividades humanas desenvolvidas no terrirório interferem na disponibilidade de água potável na bacia hidrográfica. Por isso, a disponibilidade de água em determinado lugar é fator determinante na organização do espaço geográfico. O presente trabalho discute a disponibilidade hídrica da bacia do rio Linha Anta, situada em partes dos municípios de Criciúma e de Içara, sul de Santa Catarina, a partir da caracterização de seu meio físico e do uso da terra. Os dados foram pesquisados em fontes secundárias e analisados de acordo com sua influência na disponibilidade hídrica da bacia. Os resultados demonstram que a bacia estudada apresenta água em abundância, mas parte dela é poluída de forma natural e parte pela ação antrópica. Os resultados obtidos podem subsidiar diagnóstico de recursos hídricos na bacia, a fim de avaliar os usos da água e os principais usuários.

Palavras chave: Disponibilidade Hídrica, Bacia do Rio Linha Anta, Meio Físico, Uso da Terra

Edna Lindaura Luiz, Rose Maria Adami, Maurício Pamplona

1. Introdução

A água é um elemento importante para a estruturação e funcionamento dos ecossistemas naturais e também para os sistemas produtivos das sociedades humanas. Até mesmo os processos de intemperismo das rochas e de formação de solos dependem da água, assim como alguns dos processos modeladores do relevo. Diante disso, a disponibilidade de água em determinado lugar é sempre fator de organização do espaço geográfico.

Na superfície da Terra, a água pode se apresentar nos seus estados sólido, líquido e gasoso e passar de um estado a outro de acordo com perdas ou ganhos de energia, sendo sempre reciclável

(REICHARDT, 1990). Hendriks (2010) explica que apenas 2,5% de toda água da Terra é água potável, contudo, 69% desta água se encontram no gelo polar, sobrando pouco para a vida e para uso humano. A disponibilidade de água é função da quantidade e da qualidade desse elemento. Um local com significativa quantidade de água, não necessariamente apresenta grande disponibilidade, pois esta água pode conter substâncias ou organismos nocivos à vida e/ou aos processos produtivos humanos, como é o caso de águas salinas ou poluídas.

A poluição da água, segundo Braga et al (2004), é a alteração de suas características (química, física ou biológica) ocasionadas por qualquer ação ou interferência natural ou humana. Rosolen (2012) e Braga et al (2004) apresentam como materiais que podem ser considerados poluentes da água: sedimentos, nutrientes, substâncias orgânicas que demandam oxigênio, bactérias, metais pesados e outros compostos orgânicos perigosos. Diferentes usos da terra podem ser fonte destes poluentes, tais como áreas agrícolas que liberam sedimentos, nutrientes dos fertilizantes, metais pesados e compostos orgânicos nocivos dos agrotóxicos; áreas urbanas que liberam nutrientes, microrganismos patógenos e compostos orgânicos nocivos de esgotos domésticos e disposição inadequada de resíduos sólidos; áreas industriais que podem ser fonte de metais pesados, substâncias químicas e outros poluentes (BRAGA et al, 2004). A chegada de sedimentos nos corpos d'água aumenta a turbidez da água, o que ocasiona perda de luminosidade e diminuição dos processos de fotossíntese e de produção primária nos ecossistemas aquáticos.

Os poluentes podem alcançar os corpos d'água superficiais a partir do escoamento superficial ou do despejo direto de águas residuárias, de efluentes e de resíduos sólidos. A água subterrânea pode ser poluída pela infiltração direta de águas com substâncias químicas e/ou orgânicas nocivas ou ainda contendo microrganismos patógenos. Rosolen (2012) coloca que a contaminação dos rios de uma bacia hidrográfica resulta do transporte de material particulado e substâncias nocivas vindos das partes mais altas da bacia e que as várias atividades econômicas presentes nos terrenos da bacia captam as águas dos corpos d'água

para utilizá-las em seus processos e depois as retornam como águas residuárias e efluentes. Coelho Netto (1998, p.28) define uma bacia hidrográfica como um sistema aberto, com diferentes categorias de elementos interligados, tais como "...topos ou cristas das elevações, encostas, fundos de vales, canais, corpos de águas subterrâneas, drenos urbanos e áreas irrigadas, dentre outras unidades espaciais....". A bacia hidrográfica representa um sistema hidrológico onde todos os elementos estão conectados e, por isso, alterações nos canais fluviais ou no uso da terra provocam impactos em elementos e locais que não foram modificados inicialmente.

Os terrenos da bacia hidrográfica são constituídos por diferentes rochas e/ou sedimentos mais seus mantos de alteração/solos que podem ou não absorver e armazenar água, ou ainda facilitar ou não a criação canais de drenagem para o escoamento superficial. Também as formas de relevo e as declividades podem facilitar a infiltração ou o escoamento rápido das águas que chegam na bacia hidrográfica, influenciando nos regimes de vazão dos rios e dos aquíferos. O mesmo papel é dado para o tipo de cobertura vegetal presente na bacia, pois dependendo de sua capacidade de facilitar ou não a infiltração das águas das precipitações, pode também afetar o comportamento da vazão dos rios e a recarga dos aquíferos. O regime de precipitações é o principal fator climático para o estudo da disponibilidade hídrica em regiões em que não há presença de climas com derretimento de gelo.

Cada bacia hidrográfica tem uma conjuntura diferente de váriaveis físicas e de uso da terra e, por isso, de disponibilidade hídrica. O presente trabalho pretende discutir a disponibilidade hídrica da bacia do rio Linha Anta situada em partes dos municípios de Criciúma e de Içara, sul de Santa Catarina, a partir da caracterização de seu meio físico e do uso da terra. Os corpos d'água desta bacia já foram muito contaminados por rejeitos da mineração de carvão no passado, a situação mudou um pouco em função da criação de leis ambientais e do enfraquecimento da atividade de mineração nos anos 1990. Atualmente, as

antigas áreas de rejeito na bacia hidrográfica foram cobertas por aterros para implantação de loteamentos e estruturas industriais.

2. Materiais e Métodos

Para delimitação da bacia do rio Linha Anta foram utilizadas curvas de nível com equidistância de 1 metro obtidas do Modelo Digital de Elevação (MDT) precisão altimétrica de 1 metro e grid com resolução espacial de 1 metro (composto por uma matriz com *pixels* de 1x1 metro), produto do Levantamento Aerofotogramétrico do Estado de Santa Catarina da Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDS), do ano de 2012. A rede hidrográfica foi obtida a partir do levantamento dos municípios da área de influência direta e indireta do projeto de duplicação do techo sul da Rodovia BR realizado para a Companhia de Desenvolvimento Sustentável do Estado de Santa Catarina (CODESC) e para Secretaria de Estado do Planejamento (SPG), do ano de 2008. As folhas utilizadas deste levantamento foram SH-22-X-B-IV-1-SE e SH-22-X-B-IV-2-SO, na escala 1:25.000. O mapa de uso da terra foi elaborado a partir da composição RGB virtual de imagens do Satélite *Sentinel* 2, utilizando-se as bandas na sequência 4, 3 e 2, datadas de 08/08/2018. A imagem já é disponibilizada com pré-tratamento geométrico e atmosférico.

Para o processamento das informações em meio digital foi usado o *software* livre QGIS, versão 2.18.16 (*Las Palmas*). No caso da obtenção das curvas de nível foi criado um mosaico juntando as 5 imagens do MDT que cobrem o território da bacia. A partir do menu "*Raster* - Extrair - Contorno", extraiu-se as curvas de nível. Posteriormente, a partir das curvas de nível, de forma manual, foi delimitada a bacia, para melhor precisão linear. No caso da criação da composição RGB virtual, foram usados os menu "Miscelânia e Juntar" e a seguir por meio da utilização do limite da bacia, foi elaborado um recorte. Sobre este último foram reconhecidas as classes de usos da terra, inicialmente através da criação de um arquivo *shapefile* de controle, onde visualmente foram delimitadas amostras de cada uma das classes, utilizando-se o *plugin* "Dzetsaka". O *raster* resultante com a classificação das 8 classes foi poligonizado

por meio do menu "*Raster* - *Raster* para Vetor", de onde se obteve o arquivo *shapefile* e deste foram obtidas as áreas e os percentuais da cobertura dos diferentes usos.

As classes de uso da terra foram definidas a partir de sua importância no armazenamento e no escoamento das águas na bacia e também na possível influência destes usos na sua qualidade. Foram definidas as classes: mata nativa, pastagens plantadas para atividade de pecuária em conjunto com vegetação herbácea pioneira, silvicultura com eucaliptos e *pinus*, agricultura de culturas anuais, rizicultura, solo exposto, áreas urbanizadas, áreas com mineração e rejeitos de carvão.

As variáveis do meio físico foram descritas a partir do conjunto de mapeamentos temáticos na escala 1:50.000 do Plano Diretor de Criciúma do ano de 2007. Deste conjunto, foram utilizados os mapas: geológico (CRICIÚMA, 2007a), pedológico (CRICIÚMA, 2007b) e de uso do solo (CRICIÚMA, 2007c). As formas de relevo foram descritas a partir das curvas de nível e da interpretação visual de ortofotos digitais com resolução espacial de 39 cm, do aerolevantamento aerofotogramétrico realizado pela Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico e Sustentável (SDS) de Santa Catarina entre 2010 e 2012, além de observações em campo. Os dados de temperatura média mensal e precipitação média mensal e total anual são relativos à Estação Meteorológica de Urussanga (OMM 83923), situada no município de Urussanga, ao noroeste da bacia, pois esta estação é a mais próxima da área de estudo. Os dados analisados correspondem as médias de 30 anos (de 1987 a 2017) e foram disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2018).

3. Resultados e discussões

A bacia do rio Linha Anta está localizada entre as coordenadas UTM 6.830.160,09mN; 6.823.238,85mN e 660.255,08mE; 673.172,15mE, fuso 22 Sul. Possui uma área de 38,23 km^2, onde diferentes ambientes naturais são ocupados por atividades econômicas e como moradia pelos habitantes de partes dos municípios de Criciúma e Içara. O rio Linha Anta é um afluente da bacia do rio Urussanga, o qual deságua no Oceano Atlântico.

3.1 Variáveis físicas da bacia do rio Linha Anta e disponibilidade hídrica

Na bacia do rio Linha Anta, a análise do regime de precipitações mostra que o total médio anual é de 1.712,1mm, com média de 13 dias por mês com registro de precipitação e um total de 155,3 dias chuvosos por ano. Os meses com maior número de dias com precipitação ocorrem em janeiro e fevereiro, com 16 dias respectivamente. Os meses de menores ocorrências de precipitação são em junho e agosto, com 10,4 e 10,2 dias. Nos meses de outubro a março, quando as temperaturas médias se encontram mais elevadas, entre 19,7 a 20^{o}C, há maior incidência de precipitação, com variação de 132,6mm a 223,4mm. Nos meses de abril a setembro, quando as temperaturas se encontram mais amenas, variando de 15,3 a 20,5^{o}C, as precipitações ocorrem em menor intensidade, entre 90,2 a 151,2mm. Desta forma, é possível afirmar que há sempre dias com precipitações ao longo dos meses, apesar das menores médias mensais de precipitação ocorrerem nos meses de junho e julho. A partir dessa constatação é possível alegar que há entrada de água durante todo o ano na bacia hidrográfica, a qual pode escoar diretamente nos cursos d'água ou ficar armazenada nos aquíferos, solos e áreas úmidas.

A constituição geológica da bacia hidrográfica é de rochas sedimentares das formações Rio Bonito e Palermo da Bacia Sedimentar do Paraná, com pequeno afloramento de rochas cristalinas da Formação Serra Geral (CRICIÚMA, 2007a). Na maior parte dos terrenos da bacia afloram rochas da sequência superior e média da Formação Rio Bonito. A sequência média (Membro Paraguaçu) é constituída por siltitos e folhelhos cinza esverdeados e arenitos finos, enquanto a sequência superior (Membro Siderópolis) apresenta espesso pacote de arenitos com intercalação de siltitos e folhelhos carbonosos (CPRM, 2019). Estas rochas presentes na Formação Rio Bonito permitem boa infiltração das águas e a configuração de bons aquíferos porosos, que podem armazenar água no seu interior, desde que ocorram rochas areníticas sobrepostas a rochas pelíticas. Infelizmente, a boa capacidade de armazenamento destas rochas, especialmente na sequência superior em que ocorre pacote mais espesso de arenitos, tem um problema para a disponibilidade hídrica, uma vez que os folhelhos ali presentes também contêm metais pesados e mineralização de pirita, a qual em

contato com o ar oxida em ácido sulfúrico e óxido de ferro. Estas rochas pelíticas constituem os perigosos rejeitos de carvão nas áreas de mineração. Desta forma, apesar de poder conter muita água, estas rochas podem também contaminá-la. As outras rochas sedimentares da bacia pertencem às formações Palermo e Irati. A Formação Palermo é constituída por siltitos e siltitos-arenosos cinza-esverdeados e amarelados, formando os terrenos do alto vale da bacia do rio Linha Anta, enquanto a Formação Irati aflora em duas elevações isoladas no divisor oeste e sul da bacia e é constituída por siltitos e siltitos arenosos cinza-escuros a pretos. Estas rochas podem se constituir em aquíferos, especialmente onde ocorrem arenitos. As rochas cristalinas da Formação Serra Geral ocorrem na forma de uma soleira que sustenta a elevação mais alta do divisor leste da bacia, o maciço do Morro Cechinel (CRICIÚMA, 2007a). Esta soleira é constituída por diabásio, sendo que ele pode ser um aquífero em função da presença de fraturas de resfriamento, contudo tem pequena extensão na bacia e pequena área de recarga. Nos fundos dos vales, há sedimentos coluvionares com retrabalhamento fluvial, os quais podem ser também bons aquíferos, apesar de sua pouca expressão areal na bacia e sua fragilidade a contaminação pelo fato de estar na superfície e em locais para onde a água do escoamento superficial dos terrenos se acumula. Em função do predomínio de arenitos e siltitos aflorando na bacia, a densidade de drenagem é baixa quando comparada com locais com rochas mais impermeáveis. O rio Linha Anta é o maior da bacia, mas há afluentes que nascem a leste que também são importantes em termos de comprimento do canal. O formato da bacia mais alongado permite que a cheia do rio fique mais tempo na bacia, pois o deflúvio demora a percorrer todo o percurso dos rios até a foz. Esta configuração mais o relevo colinoso e pouco íngreme da bacia fazem com que o escoamento das águas superficiais seja mais lento e ocorra mais infiltração das águas precipitadas na bacia.

O relevo da bacia hidrográfica é constituído predominantemente por colinas com pequena amplitude altimétrica, cerca de 25 a 30m, sendo menores ainda em direção a foz (Figura 1). Os topos são ligeiramente aplainados e alongados por causa da estrutura concordante horizontal das camadas sedimentares. As encostas são curtas e suaves. A quase

totalidade da bacia apresenta declividades inferiores a 20º, com mais da metade do seu território, estando mesmo abaixo até 5º (Figura 2). Por causa dos topos amplos e das encostas com pequena declividade, estas elevações são propícias para a recarga dos aquíferos.

As maiores elevações fazem parte dos divisores da bacia à Leste e ao Sul. A mais alta faz parte do maciço do Morro Cechinel (mantido por uma soleira de diabásio) com 191m de altitude e a outra é o Morro do Céu, com altitude de 155m. Elas apresentam topos amplos por causa da estrutura geológica local, contudo, suas encostas são mais íngremes e permitem mais o escoamento superficial do que a infiltração. Os vales os rios são pouco encaixados, abertos e com pequeno gradiente, promovendo o escoamento lento das cheias. No baixo vale, a planície fluvial é mais ampla e forma várias áreas úmidas com lençol freático junto da superfície, onde se cultiva arroz irrigado.

Figura 1-Visão de sudeste para noroeste da bacia do rio Linha Anta, de sua nascente para a foz.
Observar o relevo de colinas baixas com topo alongado.
A linha branca representa o limite da bacia.
Fonte: Imagem do Programa *Google Earth*. Acesso em jan./2019

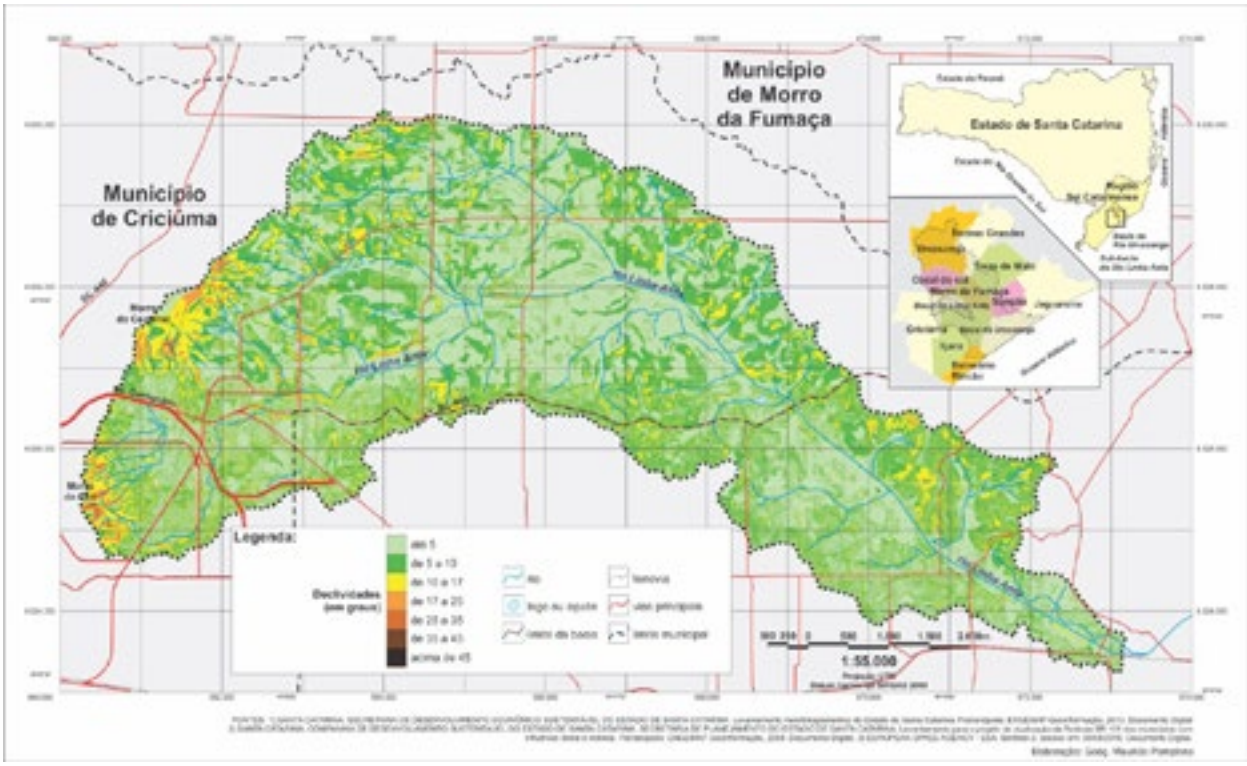


Figura 2-Declividade da bacia o rio Linha Anta, Criciúma-Içara/SC

Os solos encontrados na bacia, de acordo com Criciúma (2007b), são do tipo Argissolos e Cambissolos. Na parte centro-sul da bacia ocorre o Argissolo Vermelho, provavelmente derivado do afloramento de rochas mais pelíticas e nos outros terrenos da bacia predominam os Argissolos Vermelho-Amarelos. Em geral, estes solos apresentam boa drenagem e boa capacidade de retenção de água, pois são bem estruturados. Nos fundos de vales ocorre o Cambissolo, que é um solo pouco desenvolvido em que o horizonte B é ainda incipiente. Este solo é derivado de sedimentação aluvio-coluvial e tende a ter uma textura variável, dependendo da natureza local do depósito. Deve-se ressaltar que apesar de os horizontes A e B nos perfis de solo não ultrapassarem um metro, o manto de alteração das rochas na bacia é bem mais profundo como é possível observar nos cortes de encosta presentes na bacia. A textura dos mantos de alteração varia de siltosa a arenosa até

cascalhenta em profundidade. Os solos e os mantos de alteração em geral apresentam características propícias para a infiltração das águas precipitadas na bacia.

A cobertura original da bacia era a Floresta Ombrófila Densa Submontana na maior parte de sua área e a Floresta Ombrófila de Terras Baixas no baixo vale, já próximo da foz no rio Urussanga (CRICIUMA, 2007c). Esta cobertura permitia a interceptação das águas das precipitações e condicionava a infiltração, por meio de suas raízes, além de evitar a erosão dos solos e a consequente produção de sedimentos. A ocupação humana na bacia retirou completamente a mata primária, restando apenas em poucos lugares com estágios médios de regeneração da Floresta Ombrófila Densa, uma vez que os terrenos da bacia foram e são muito utilizados para agricultura, pecuária e ocupação urbana.

3.2 Uso da terra na bacia do rio Linha Anta e disponibilidade hídrica

As pastagens, principal uso das terras da bacia, ocorrem em 10,88 km^2 da área da bacia (28,45%), principalmente no médio vale (Figura 3). As pastagens permitem a infiltração da água da precipitação, porém de forma menos significativa do que as florestas, uma vez que não tem raízes profundas. Esta classe de uso da terra pode ter alguma formação do escoamento superficial, porém sem produção de sedimentos. No entanto, quando são utilizados agrotóxicos para controlar as ervas daninhas na pastagem a qualidade da água pode ficar comprometida, diminuindo então a disponibilidade hídrica.

A agricultura ocupa também uma grande parte da bacia, 8,51km^2 do total (22,26%) e consiste no cultivo de culturas de ciclo anual, como feijão, fumo, milho, entre outras. O uso de fertilizantes e agrotóxicos pode causar poluição nos corpos d'água. O manejo que deixa o solo exposto pode reduzir a infiltração e produzir sedimentos por causa da atuação dos mecanismos erosivos da precipitação (salpicamento e escoamento superficial) que ao chegar nos cursos d'água, provocam turbidez.

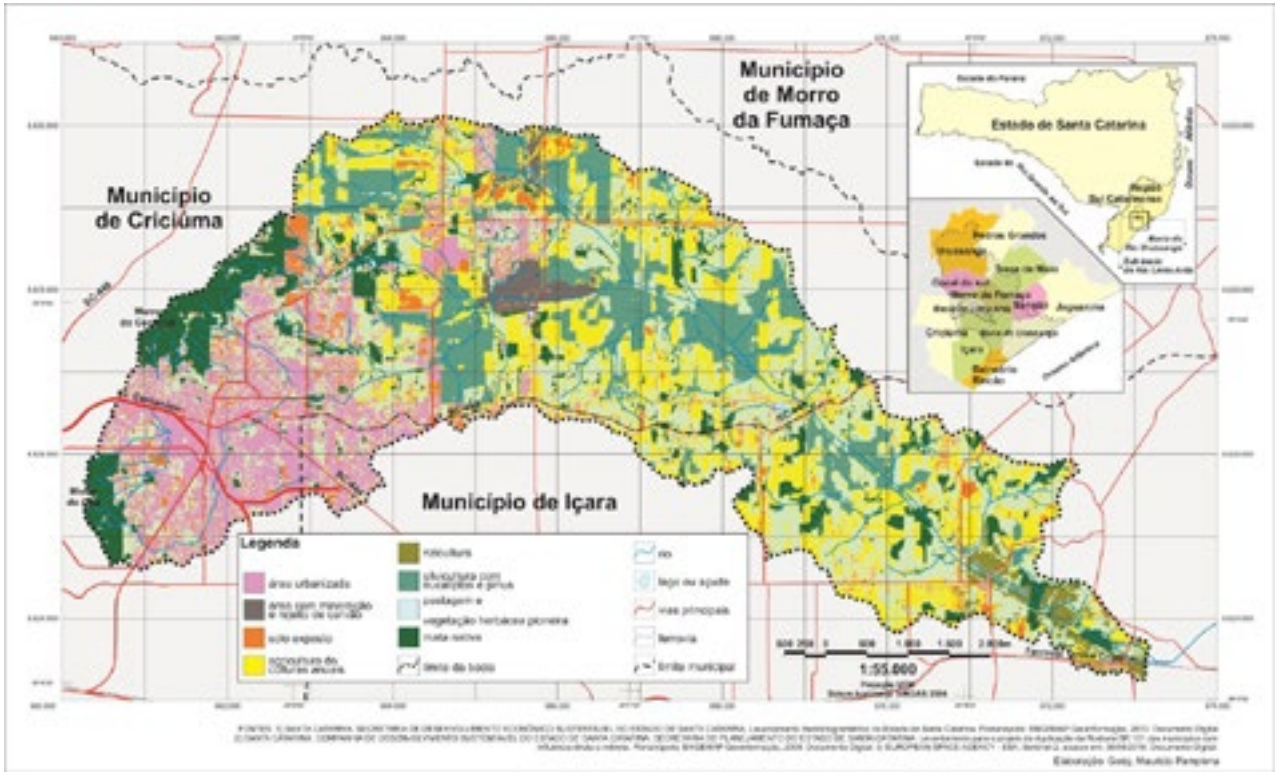


Figura 3-Uso da terra na bacia o rio Linha Anta, Criciúma-Içara/SC - 2018

As áreas urbanizadas, localizadas nas cabeceiras do rio Linha Anta e de alguns de seus afluentes, abrangem 6 km^2 das terras da bacia (15,69%). Justamente por este tipo de uso ocorrer nas cabeceiras da bacia pode provocar a poluição de suas águas desde montante e se espalhar para jusante ao longo dos cursos d'água. Esta classe de uso é caracterizada por unidades residenciais, estabelecimentos comerciais e de prestação de serviços e por unidades industriais de plástico, de tinta e galvanização. O uso residencial comercial e de prestação de serviços gera poluentes a partir do esgoto doméstico (coliformes fecais e outros microrganismos patógenos), pois não há coleta e tratamento de esgoto na bacia atualmente. As unidades industriais também geram poluentes, a partir do descarte da drenagem das águas residuárias, pois nem todas as empresas apresentam tratamentos de efluentes. A área urbanizada, principalmente do bairro Próspera, como foi construída sobre rejeito de beneficiamento de carvão, drena água ácida para os cursos d'água e polui as águas dos aquíferos. No entanto, grande parte desse rejeito encontra-se imobilizado por aterro e construções.

A silvicultura com eucalipto e pinus ocupa 5,20km² (13,59%) do território da bacia. Esse uso permite a infiltração das águas das precipitações em profundidade por causa das raízes pivotantes, porém durante a fase de crescimento, a planta consome muita água do solo, sendo cortada quando atinge certo tamanho e depois novamente terá que utilizar água para se desenvolver. O uso de fertilizantes e agrotóxicos, nas etapas de cultivo, pode comprometer a qualidade das águas, a jusante dos locais de plantio.

A cobertura de mata nativa, que é a Floresta Ombrófila Densa (Mata Atlântica) em regeneração, aparece em maior extensão nas encostas do Morro Cechinel e do Morro do Céu, mas há áreas disseminadas no baixo vale, totalizando 11,26% (4,30 km^2) do território da bacia. Essa vegetação auxilia na infiltração com consequente abastecimento dos aquíferos, evita o escoamento superficial, retarda a chegada das águas das precipitações aos canais e impede a produção de sedimentos que podem criar turbidez nas águas dos rios.

A classe de solo exposto corresponde a 2,04km^2 da área da bacia (5,32%) e representa os locais de mineração de argila, nas encostas das elevações e na planície do baixo vale, mais o solo que fica exposto em empreendimentos de loteamentos recém-abertos na bacia, pela proximidade com a zona urbana de Criciúma. Estas áreas apresentam erosão por salpicamento e escoamento superficial, com consequente produção de sedimentos, os quais são carreados para os corpos d'água, aumentando a turbidez da água.

A rizicultura corresponde a 0,66 km^2 da área total da bacia (1,73%) e ocorre no baixo vale do rio Linha Anta, sobre solos mal drenados e de boa fertilidade. Essa cultura agrícola utiliza muita água do rio Linha Anta e de seus afluentes, pois necessita de irrigação constante das canchas por um período de três meses. As águas liberadas das canchas são lançadas sem tratamento prévio dos agrotóxicos e com sedimentos nos cursos d´água, causando contaminação e turbidez.

A área ocupada pela mineração de carvão a céu aberto e por depósitos antigos de rejeitos de carvão se localiza no médio vale do rio e equivale a 0,66 km^2 da área da bacia. O carvão gera como poluentes a acidificação da água por causa da oxidação do mineral pirita, que ocorre agregado ao carvão. A acidificação permite a liberação de metais pesados (cádmio, cobre, manganês e zinco) que em contato com os seres vivos provocam mutagêneses, como má formação de embriões e tumores cancerígenos. A oxidação da pirita também produz a formação de óxido de ferro que torna água dos rios alaranjada. A presença de ferro nas águas dos corpos d'água cria turbidez e precipitações no leito do rio e em tubulações, além de inviabilizar o uso das terras e dos recursos hídricos para usos agrícolas, abastecimento público, pesca, dentre outros. Dados de análise de água, realizados por Dutra et al. (2017), em quatro pontos da bacia, no alto, médio e baixo, apontam presença de metais pesados em todos os pontos.

4- Considerações Finais

Os resultados expostos demonstram que as características do meio físico e do uso da terra influenciam para que a bacia do rio Linha Anta tenha água em abundância em seus

terrenos. No entanto, as águas são poluídas de forma natural, em função da composição química de algumas rochas e pela ação antrópica. As características físicas da bacia permitem a chegada constante de água a partir de precipitações regulares, sem estação seca, enquanto as rochas sedimentares são boas armazenadoras destas águas e o relevo suave, os solos e os mantos de alteração espessos permitem que esta água alcance os referidos aquíferos. As formas de relevo da bacia também condicionam um escoamento lento das águas nos cursos d'água e o armazenamento em planícies fluviais e cabeceiras de drenagem. Desta forma, é possível afirmar que a depender destas características naturais, existe grande quantidade de água na bacia, contudo a disponibilidade para consumo humano e dessedentação animal é prejudicada por causa das rochas pelíticas da Formação Rio Bonito que contém metais pesados e pirita. O aquífero Rio Bonito deve ser explorado com cuidadosa análise da qualidade de suas águas, pois pode estar contaminando naturalmente por suas rochas constituintes.

Os usos da terra na bacia indicaram que há alto índice de antropização, com usos predominantes de pastagem (28,45%), agricultura (22,26%), urbanização (16,69%) e silvicultura (13,59%), totalizando 79,99% da área. Certos usos podem comprometer a qualidade da água, como a urbanização sem tratamento de esgotos, indústrias sem tratamento de efluentes, rizicultura e exploração de carvão. Outros diminuem a infiltração e promovem o escoamento superficial e a produção de sedimentos, como o uso agrícola e solo exposto.

Analisando-se as variáveis físicas da bacia do rio Linha Anta pode-se constatar que a água é abundante em seus terrenos, tanto em superfície quanto em subsuperfície, mas, em função do uso da terra e da composição química de algumas rochas, praticamente todo recurso hídrico presente na bacia hidrográfica está comprometido. Este trabalho pode subsidiar um diagnóstico detalhado dos recursos hídricos na bacia do rio Linha Anta, visando avaliar os seus usos e os principais usuários.

3. Referências Bibliográficas

BRAGA, B. et al. **Introdução à engenharia ambiental**. 2 Reimpressão. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2004.

COELHO NETTO, A. L. A abordagem geo-hidroecológica: um procedimento analítico-integrativo fundamento na geomorfologia, hidrologia e geoecologia. In: FÓRUM GEO-BIO-HIDROLOGIA, 1., 1998, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 1998.

CRICIÚMA. Elaboração dos insumos do plano diretor participativo do município de criciúma - Santa Catarina. **Mapeamento físico territorial:** geologia, na escala 1: 50.000. Criciúma: PMC/UNESC/IPAT, 2007a. Disponível em: <http://www.unesc.net/~pdp/pdf/PDP2007FIS12-20-103.pdf>. Acesso em: 04 jan. 2019.

CRICIÚMA. Elaboração dos insumos do plano diretor participativo do município de criciúma - Santa Catarina. **Mapeamento físico territorial:** pedologia, na escala 1: 50.000. Criciúma: PMC/UNESC/IPAT, 2007b. Disponível em: <http://www.unesc.net/~pdp/pdf/PDP2007FIS13-20-103.pdf.>. Acesso em: 04 jan. 2019.

CRICIÚMA. Elaboração dos insumos do plano diretor participativo do município de criciúma - Santa Catarina. **Mapeamento físico territorial:** uso do solo, na escala 1: 50.000. Criciúma: PMC/UNESC/IPAT, 2007c. Disponível em: <http://www.unesc.net/~pdp/pdf/PDP2007FIS20-20-103.pdf.>. Acesso em: 04 jan. 2019.

DUTRA, M. C.; GENEROSO, C. M.; CANDIDO, J. D. Análise de metais e características físico-químicas da bacia do rio Linha Anta. In: SIMPÓSIO DE INTEGRAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DO SUL CATARINENSE, 6, 2017, Criciúma. **Anais eletrônicos...** Criciúma: IFSC, 2017. Disponível em: <http://eventoscientificos.ifsc.edu.br/index.php/sictsul/6-sict-sul/paper/view/2243/1728>. Acesso em: 04 jan. 2019.

HENDRIKS, M. R. **Introduction to physical hydrology**. Oxford: Oxford University Press, 2010.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. BDMEP - **Banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>. Acesso em: 01 mar. 2018.

REICHARDT, K. **A água em sistemas agrícolas**. São Paulo: Editora Manole Ltda, 1990.

ROSOLEN, V. O uso de indicadores para avaliar a qualidade dos recursos hídricos. In: DI MAURO, et al (Orgs). **Planejamento e gestão de recursos hídricos**: exemplos Mineiros. Uberlândia (MG): Assis Editora, 201, p. 305 - 310.

SANTA CATARINA. SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO SUSTENTÁVEL DO ESTADO DE SANTA CATARINA. **Levantamento Aerofotogramétrico do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: ENGEMAP Geoinformação, 2013. Documento Digital.

SANTA CATARINA. Companhia de Desenvolvimento Sustentável do Estado de Santa Catarina. Secretaria de Planejamento do Estado de Santa Catarina. **Levantamento para o projeto de duplicação da rodovia BR 101 dos municipios com influência direta e indireta**. Florianópolis: ENGEMAP Geoinformação, 2008. Documento Digital.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (CPRM). **Roteiro geológico sobre a Coluna White (Santa Catarina)**. Disponível em: <https://www.cprm.gov.br/publique/media/gestao_territorial/geoparques/coluna_white/grupoguata.html>. Acesso em: jan. 2019.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Importância do aqüífero Poti-Piauí para a perenidade do rio Poti no baixo curso da bacia hidrográfica (Piauí-Brasil)

Livânia Norberta de Oliveira [(a)], Eugênia C. G.Pereira [(b)]

[(a)] Departamento de História e Geografia, Universidade Federal do Piauí, livaniageo@gmail.com

[(b)] Programa de Pós graduação em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco, verticillaris@gmail.com

Eixo: 6- Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

As águas subterrâneas são fundamentais para o desenvolvimento socioeconômico. Todavia, as formas inadequadas de exploração compromete sua capacidade de recuperação. Objetivou-se, analisar a importância do aqüífero Poti-Piauí para a perenidade do rio Poti. Utilizou-se do método qualitativo de observação, através de pesquisa bibliográfica e visitas de campo. Constatou-se que a perenidade do rio Poti em seu baixo curso é condicionado principalmente pelas nascentes existentes na área, tornando-se necessário a exploração adequada do lençol freático, sob pena de comprometer a sustentabilidade e recuperação do ecossistema e do ambiente como todo. Desta forma, verifica-se a importância da do aqüífero Poti-Piauí, tanto para a manutenção do ambiente como para o desenvolvimento social e econômico da população do baixo curso do rio Poti. Todavia, o pouco conhecimento do potencial e do estágio de explotação destes aqüíferos, impõe grandes desafios para a gestão adequada desse recurso de forma a manter a sustentabilidade do ambiente.

Livânia Norberta de Oliveira,
Eugênia C. G.Pereira

Palavras chave: Água subterrânea; manejo inadequado; rio Poti; vulnerabilidade

1-Introdução

As águas subterrâneas são fundamentais para o desenvolvimento socioeconômico no Brasil, pois exercem significante papel no abastecimento público e privado, por suprir as variadas demandas de água em diversas cidades e comunidades, bem como, para indústrias, irrigação agrícola e lazer (Godoy e Cruz, 2016). No entanto, as formas inadequadas de exploração vêm comprometendo sua capacidade de recuperação.

Segundo Hirata; Zobbi; Oliveira (2010), os aqüíferos brasileiros abastecem de 30 a 40% da população do país, sobretudo nas grandes cidades, como: Natal, Fortaleza, Belém, Maceió, Recife, Porto Velho e São Paulo, onde o abastecimento é feito, em alguma proporção, por este recurso subterrâneo.

Apesar da sua expressiva contribuição para o desenvolvimento socioeconômico de muitas regiões do país e do seu papel ecológico na manutenção do fluxo de base dos corpos de água, a gestão da água subterrânea ainda é incipiente e não reflete sua relevância atual. devido, a deficiência das políticas públicas no setor e aos riscos de contaminação antropogênica a que estão submetidos (ALBUQUERQUE, 2007; GODOY e CRUZ, 2016).

Destaca-se que existem vários desafios para a gestão dos aqüíferos no Brasil, que envolvem, desde a disciplina do uso da água subterrânea nas áreas de maior demanda e avaliando os perigos de superexploração, à contaminação antrópica destes. Tornando-se necessário o estabelecimento de bases técnicas que permitam aproveitar, de forma integrada e sinérgica, os recursos hídricos superficiais e subterrâneos (GODOY e CRUZ, 2016).

No Brasil as águas subterrâneas desempenham importante papel ecológico sendo fundamental para manutenção da flora, fauna e fins estéticos em corpos d'água superficiais, pois a perenização da maior parte dos rios, lagos e pântanos é feita pela descarga de aqüíferos, através dos fluxos de base (COSTA e BACELLAR, 2010).

O fluxo de base de um rio é a porção do fluxo total proveniente do aqüífero, É, portanto, o aporte que mantém a perenidade do canal em períodos de estiagem (Albuquerque, 2007). Tal circunstância acontece com o rio Poti no seu baixo curso, por ocasião da existência do aqüífero Poti-Piauí, o qual favorece o surgimento de olhos d'água que ajuda a alimentar o rio, o tornando perene a partir deste trecho, pois em seu médio e alto curso possui caráter intermitente.

Dessa forma, objetiva-se neste estudo, analisar a importância do aqüífero Poti-Piauí no baixo curso do rio Poti, tendo em vista a importância deste para a perenização do rio Poti neste trecho.

2 Materiais e métodos

2.1 Caracterização da área de estudo

A bacia hidrográfica do rio Poti abrange os Estados do Ceará e do Piauí, Nordeste do Brasil, entre as coordenadas 4°06’ e 6°56’ de latitude Sul, e entre 40°00’ e 42°50’ de longitude a Oeste de Greennwich, apresentando uma extensão total aproximada de 52.270 km^2. No entanto, quase sua totalidade está inserida no Estado do Piauí onde apresenta 38.797 km^2 de extensão.

O baixo curso do rio Poti localiza-se na porção centro-norte do Estado do Piauí. Corresponde a aproximadamente 4.600 km^2, cerca de 11,30 % do total da bacia hidrográfica (Figura 1), com margens fortemente assimétricas. Possui declividade de 3 a 20% e altitude entre 53 e 200 metros (LIMA e AUGUSTIN, 2014).

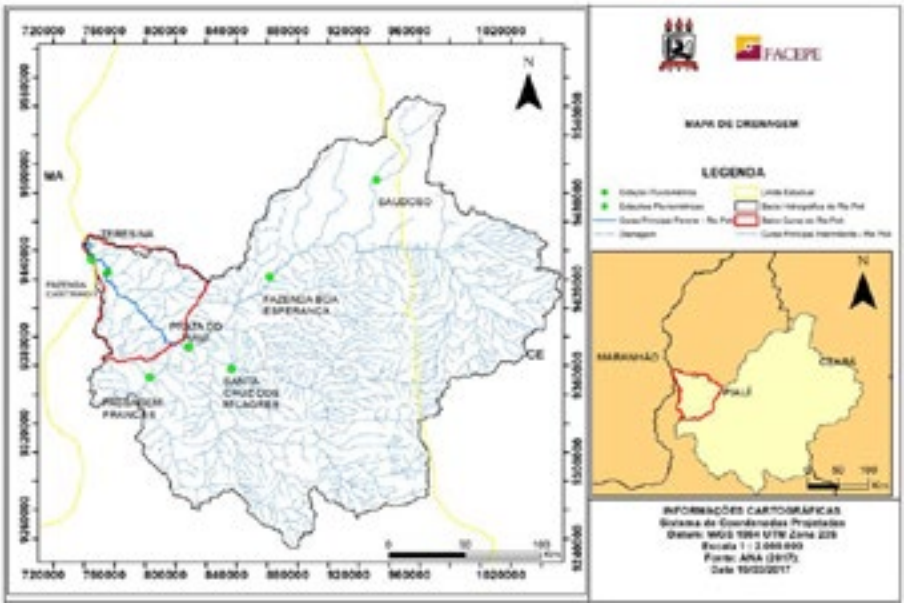


Figura 1: Drenagem da bacia hidrográfica do rio Poti e localização do baixo curso; Fonte: Autor, 2018

A pedologia do baixo curso do rio Poti, é constituída pelo predomínio de solo do tipo Plintossolos Petricos Concrecionarios, associado ao Neossolos Litolicos Distroficos, em aproximadamente 60% da área. Há também a existência de Latossolos Amarelos Distroficos associados a Argissolos Vermelho Amarelos Distroficos e Plintossolos Petricos Concrecionarios predominante no município de Teresina (OLIVEIRA, 2018).

O clima predominante na área em estudo, segundo a classificação de Köeppen, é do tipo tropical quente e úmido (Aw') com chuvas de verão e outono. Quanto ao escoamento, o rio Poti é do tipo semi-intermitente, assumindo um caráter permanente somente em seu baixo curso a partir da cidade de Beneditinos, a jusante de dois importantes tributários: o rio Sambito e Berlengas, bem como devido à presença de olhos d'água que alimentam o rio a partir deste trecho (OLIVEIRA, 2018).

Quanto à cobertura vegetal reflete às condições climáticas e pedológicas da área, apresentando transições vegetais entre caatinga, cerrado e floresta sub-caducifólia. Nas planícies fluviais do baixo curso do rio Poti, a carnaúba (*Copernicia prunifera*) é uma espécie muito presente, assim como o babaçu (*Attalea brasiliensis*) (OLIVEIRA, 2018).

A maior densidade demográfica desta bacia está na cidade de Teresina. As atividades desenvolvidas na área em pesquisa, com exceção da cidade de Teresina, em sua maior parte são para a manutenção de pequenos produtores agrícolas, cujas técnicas rudimentares podem comprometer o ambiente utilizado.

2.2 Metodologia

O método nesta pesquisa é de caráter descritivo e de reconhecimento, numa perspectiva metodológica qualitativa, por dar ênfase à situação da vulnerabilidade das

águas subterrâneas pelas formas de uso na área do baixo curso da bacia hidrográfica do rio Poti, em contraposição às obrigações associadas ao estado de comando e controle estabelecidos pela legislação ambiental brasileira. Em todo o trabalho buscou-se fazer a adaptação das teorias às características ambientais da área.

A pesquisa é qualitativa, por que lida com interpretações das realidades sociais (BAUER e GASSKELL, 2002). É descritiva porque tem por finalidade observar, registrar, analisar e correlacionar fenômenos ou fatos em um contexto (SILVA, 2002, p.55). É exploratória, pois, se propõe a desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e idéias, permitindo ao pesquisador aumentar sua experiência em torno de determinado problema.

Para o reconhecimento das características socioambientais da área de pesquisa, assim como identificação dos aspectos geoambientais e formas de uso dos recursos naturais, foram realizadas visitas *in loco* em alguns sítios da área de estudo, considerados essenciais para analisar as condições do solo, do rio, da vegetação e das formas de uso destes recursos pela população. Tais aspectos são considerados importantes para a avaliação da vulnerabilidade das águas subterrâneas.

3 Resultados e discussão

Dentro da região hidrográfica do Parnaíba, os principais sistemas aqüíferos são: Serra Grande, Cabeças e Poti-Piauí, utilizados, predominantemente, pelo estado do Piauí, representando a principal fonte de abastecimento de água para as populações residentes, principalmente, no semi-árido, onde os rios são intermitentes.

Segundo a ANA (2009), na distribuição das áreas de recargas dos aqüíferos na região hidrográfica do Parnaíba (Figura 2) o sistema Poti-Piauí, presente na Bacia do

rio Poti representa 25,7%, o qual na área do baixo curso dessa bacia abrange aproximadamente 60% da área.

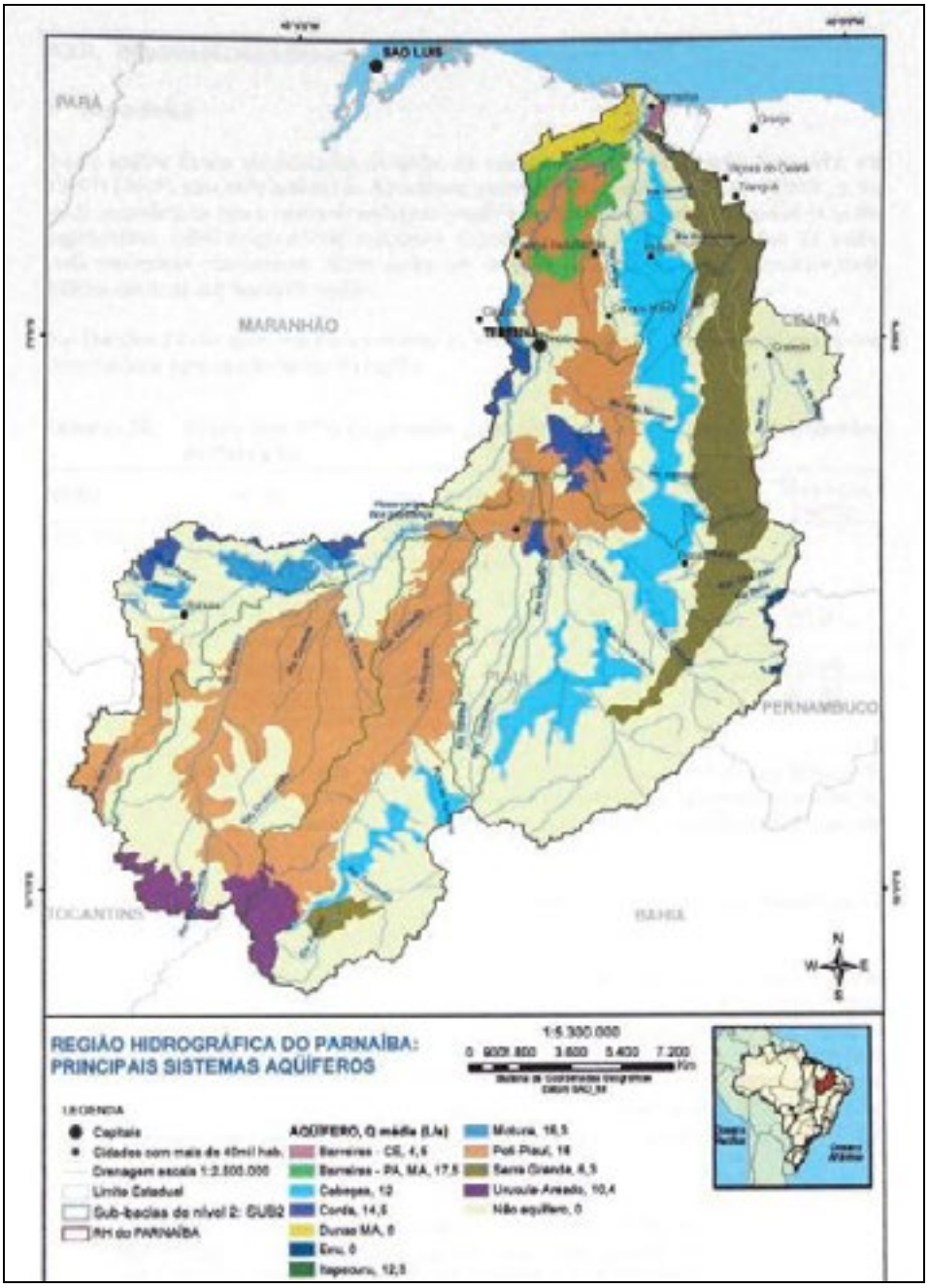


Figura 2: Principais sistemas aqüíferos da Bacia do rio Parnaíba; Fonte: MMA, 2006

O sistema aqüífero Poti-Piauí é explotado como aqüífero livre e confinado. Apresentando diferenças topográficas em sub-superfície, condicionando a variabilidade dos níveis estáticos dos poços. Sua captação é feita através de poços tubulares parcialmente revestidos, com profundidade que variam de 80 a 200 metros e por poços manuais, tipo cacimbões com até 20 metros de profundidade. Seu principal uso é para o abastecimento doméstico (MMA, 2006).

Destaca-se que na área do baixo curso da bacia do rio Poti, prevalece o domínio hidrogeológico representado por rochas sedimentares da bacia do Parnaíba, constituídas pelas Formações Poti, Piauí, Pedra de Fogo e Pastos Bons.

Conforme CPRM (2010), as Formações Poti e Piauí comportam-se pelas características litológicas como unidade hidrogeológica. A alternância de leitos mais ou menos permeáveis no âmbito dessas duas formações indica desempenhos de aqüíferos e aquitardes. A recarga desses sistemas ocorre por infiltração vertical, tendo uma potencialidade hidrogeológica que varia de regular a fraca. Podendo ser encontrado no baixo curso da bacia nos municípios de Beneditinos, Lagoa do Piauí e Passagem Franca do Piauí.

A formação Poti foi depositada em ambiente deltaico e em planícies de maré, no inicio do Carbonífero (Mississipiano), sendo formada por arenitos finos-médios, subangulosos e argilosos e siltitos cinza, micaceos e, por vezes, carbonosos. Já nas faixas arenosas, apresenta boa permeabilidade, associando-se a um intenso diaclasamento, sendo atribuída a essa seção boa importância como aqüífero, possuindo espessura máxima em torno de 300 metros (*op. cit*, 2010).

Já a Formação Piauí, embora tenha mais predominância de arenitos na sua constituição litológica, não se constitui numa opção para fornecimento de água subterrânea em alguns municípios, pois aflora apenas numa pequena faixa de

extensão. Sua recarga principal se dar por meio da precipitação pluviométrica, além da contribuição do rio Parnaíba e seus afluentes principais (*op. cit*, 2010).

A Formação Pedra de Fogo, pelas suas características litológicas, possui predominância de camadas argilosas e intercalações de leitos de sílex, que são rochas impermeáveis, apresentando pouco interesse hidrogeológico. Como aqüífero, devido à fraca permeabilidade de seus sedimentos e a presença de águas com certo grau de salinidade, suas possibilidades de exploração são reduzidas. Possuem condições idênticas as da formação que lhe é sotoposta. Está presente nos municípios de Beneditinos, Lagoa do Piauí, Passagem Franca do Piauí, Pau D'arco do Piauí.

A Formação Pastos Bons, por ser constituída litologicamente de rochas de baixíssima permeabilidade a impermeáveis, não se constituem como opção em termos de hidrogeologia. Suas limitadas faixas de ocorrência, associadas a sua constituição de clásticos finos com porções argilosas, não permitem avaliações hidrogeológicas promissoras, atendo-se apenas ao aspecto de baixas vazões. Está presente nos municípios Lagoa do Piauí e Passagem Franca do Piauí (op. cit, 2010)

Diante do exposto, verifica-se a importância da água subterrânea, tanto para a manutenção do ambiente como para o desenvolvimento social e econômico da população do baixo curso do rio Poti. Todavia, o pouco conhecimento do potencial e do estágio de explotação dos aqüíferos, impõe grandes desafios para a gestão adequada desse recurso de forma a manter a resiliência do ambiente. Tendo em vista que a dinâmica das águas subterrâneas é distinta daquela das águas superficiais.

Segundo o sistema de Informação de Águas Subterrâneas (SIARGAS), existem na área do baixo curso da Bacia Hidrográfica do rio Poti aproximadamente 1.918 poços registrados até Fevereiro de 2015. Sendo 1.518 poços em Teresina, 112 poços em Beneditinos, 102 poços em Demerval Lobão, 90 poços em Lagoa do Piauí, 52 poços em Pau D'arco do Piauí e 44 poços em Passagem Franca do Piauí. Ressalta-se

que na capital do Estado, por apresentar uma demanda maior de abastecimento para a população, há em conseqüência maior exploração do aqüífero, contudo, destaca-se que o crescimento urbano desordenado da cidade, associada ao aumento da impermeabilidade do solo tem comprometido a alimentação a manutenção deste.

Em pesquisa de campo pode-se observar a existência de vários olhos d'água que ajudam a alimentar o rio Poti no seu baixo curso. Alguns em locais de difícil acesso, favorecendo sua preservação, entretanto muitos próximos a povoados e estradas de acesso aos povoados, os quais servem para o abastecimento doméstico de famílias, deixando-os vulneráveis pelas intervenções indevidas, e até extinguindo sua permanência.

Na Figura 3-A, observa-se moradora do povoado Fazenda Nova no município de Beneditinos coletando água para abastecimento doméstico, segundo a moradora a água é utilizada principalmente para beber, fazer comida, banho e lavar roupa, esta nascente apresenta ainda um bom volume de água. Contudo, o olho d'água da Figura 3-B, localizado no povoado Olho D'água no mesmo município, o qual é utilizado para as mesmas funções, sua estrutura natural sofreu modificações pela população, que construiu um tipo de barramento da água ao redor da nascente e colocaram uma grade para impedir o acesso de animais. Entretanto, esta nascente tem diminuído seu volume de água chegando a secar nos últimos três anos, tal fato antes não acontecia, segundo relatos de moradores. Situação essa, comum em muitos olhos d'água localizados na área de estudo. Outro fator relevante observado nas proximidades de algumas nascentes é a construção de banheiros (Figura 13-B), tal situação compromete a qualidade da água devido às impurezas absorvidas pelo solo, o que pode influenciar também na vulnerabilidade desse ecossistema.

Figura 3: situação de olhos d'água no baixo curso da bacia do Poti; Fonte: Autora, 2015

Observou-se ser comum na área do baixo curso a existência de nascentes localizadas no sopé das serras, haja vista a condição geológica e geomorfológica do relevo constituído de superfícies aplainadas e altimetria aproximada de 200 metros, desde Beneditinos à Teresina.

Dessa forma presumi-se o comprometimento da permanência destas nascentes como fonte que alimenta o rio Poti, tendo em vista a inexistência de um planejamento para mapeamento e fiscalização destas, sendo necessária e urgente a gestão dos recursos naturais desta área tendo em vista a impossibilidade do ambiente se restabelecer. Como já acontece com a extinção de alguns olhos d'águas na região, que leva a redução da vazão do rio, comprometendo a resiliência desse ecossistema.

Outro fato observado, é que a perenidade do rio Poti em seu baixo curso é condicionado principalmente pelas nascentes existentes na área, sobretudo nos municípios de Beneditinos, Lagoa do Piauí, Passagem Franca, Pau D'árco e Demerval Lobão. Tendo em vista que a foz do rio Sambito, localizada a montante do rio Poti, na

cidade de Prata do Piauí, não tem contribuído a contento, por apresentar-se seca na maior parte do ano, impossibilitado assim de influenciar de forma significativa na vazão do rio Poti, como contribui o rio Berlengas ao desaguar no Poti no município de Passagem Franca.

Dessa forma constata-se que os olhos d'água são os principais contribuintes para a perenização do rio Poti no seu baixo curso, entretanto a vulnerabilidade em função do manejo e gestão inadequada tem comprometido a sua manutenção. Tornando-se assim necessário a exploração adequada destes, sob pena de comprometer a sustentabilidade e resiliência desse ecossistema e do ambiente como todo.

4 Considerações finais

Diante do exposto, verifica-se a importância da água subterrânea, tanto para a manutenção do ambiente como para o desenvolvimento social e econômico da população do baixo curso do rio Poti. Todavia, o pouco conhecimento do potencial e do estágio de exploração dos aquíferos impõe grandes desafios para a gestão adequada desse recurso de forma a manter a resiliência do ambiente, tendo em vista que a dinâmica das águas subterrâneas é distinta daquela das águas superficiais.

Verifica-se que as águas subterrâneas desempenham importante papel ecológico no baixo curso do rio Poti, sendo fundamental para manutenção da biota e a perenização do rio neste trecho. Dessa forma, torna-se importante identificar a capacidade do fluxo de base do aqüífero, por ter significativa importância no gerenciamento da área analisada, possibilitando estimar o volume que pode ser explotado de um aqüífero sem comprometer sua sustentabilidade.

Cabe destacar que a proteção das águas subterrâneas, depende diretamente das atividades antrópicas e, portanto, só se torna eficiente se adotada conjuntamente dentro dos planos diretores de uso e ocupação dos solos dos municípios envolvidos.

Referencias:

ALBUQUERQUE, J. P. T.Água Subterrânea no Planeta Água. *Estudos Geológicos.* v. 17 (1), 2007

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). *Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil*. 2009. Disponível em: < http://conjuntura.ana.gov.br/conjuntura/rh_parnaiba.htm>. Acesso em: fev. de 2015

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. *Caderno da Região Hidrográfica do Parnaíba*. Secretaria de Recursos Hídricos. – Brasília:, 2006.

BAUER, m. w; GASSKELL, G. *Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som***.** Trad. por Pedrinho A. Guareschi. 2ª ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2002.

COSTA, F.M; BACELLAR, L. de A.P. Caracterização Hidrogeológica de Aquíferos a Partir do Fluxo de Base**.** *Revista Brasileira de Recursos Hídricos***.** V. 15, nº.3, Jul/Set, 2010, p.173-183.

GODOY, V.N de, CRUZ, R.C. self-management of water resources - case study of river basin Santa Maria- RS. *Ciência e Natura*, Santa Maria v.38 n.2, 2016, Mai.- Ago. p. 980 –997

HIRATA, R.; ZOBBI, J.; OLIVEIRA, F. Águas subterrâneas: reserva estratégica ou emergencial. In: Bicudo, C.; Tundisi, J; Scheuenstuhl, M. (Org.). *Águas do Brasil: análises estratégicas*. 1. ed. São Paulo: Instituto de Botânica, 2010. v.1, p. 144-164.

LIMA, Iracilde M. de M. F.; AUGUSTIN, Cristina H. R. R. Bacia Hidrográfica do Rio Poti: dinâmica e morfologia do canal principal no trecho do baixo curso . *Revista Geonorte*. V.5. Nº 20, 2014

OLIVEIRA, L.N.de. Análise da capacidade de resiliência do ambiente na área do baixo curso da bacia hidrográfica do Rio Poti (Piauí). Tese de doutorado em geografia (UFPE), 2018.131f.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (CPRM). *Geodiversidade do estado do Piaui.* Recife, 2010. 260 p.

SILVA, M. B. da. *Introdução à pesquisa em educação*. Florianópolis: UDESC, 2002.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Inundações urbanas: a problemática no bairro Batista de Amorim no município de Esperantina – PI

Livania Norberta de Oliveira[(a)], Isabel Cristina Santos Vale[(b)]

[(a)] Departamento de Geografia e história; Universidade Federal do Piauí, livaniageo@gmail.com
[(b)] Departamento de Geografia e história; Universidade Federal do Piauí, isa.cris.2014@hotmail.com

Eixo: 6- Dinâmicas e Gestão de bacias hidrográficas

Resumo

Objetivou analisar a problemática das inundações que ocorrem no bairro Batista de Amorim, zona urbana do município de Esperantina-PI e descrever as implicações nos anos de 2008 e 2009. A metodologia utilizada foi a pesquisa bibliográfica e de campo. Verificou-se que para os anos analisados, houve uma grande inundação no bairro em estudo, devido a cheia do rio Longá, por está localizado nas margens do rio. Muitas famílias ficaram desabrigadas. A ocupação de áreas de riscos se dá pela falta de uma política pública e conscientização da população, que retorna a ocupar as áreas com a diminuição do nível do leito do rio, devendo-se evitar através do planejamento do uso do solo, regulamentado no Plano Diretor Urbano da cidade. Verificou-se também, que o problema persistiu em 2018. Constata-se que não houve melhorias para evitar as inundações no bairro. Tornando-se necessário uma atuação do governo local e conscientização da população envolvida.

Livania Norberta de Oliveira
Isabel Cristina Santos Vale

Palavras chave: Inundações; Bairro Batista de Amorim; Esperantina-PI

1. Introdução

O fenômeno das inundações em área urbana é consequência de dois processos que podem ocorrer isoladamente ou simultaneamente: enchentes em áreas ribeirinhas ocupadas devido à falta de planejamento do uso do solo ou, provocadas pela urbanização que impermeabiliza o solo por processos construtivos (TUCCI, 2018). As inundações também podem ser analisadas como consequência destes dois processos que, aliados a uma intensa precipitação pluviométrica, uma vez que o volume da água extrapola a calha dos rios causando o deslocamento da água para áreas ocupadas pela população provocando considerados impactos socioambientais

A problemática se dá quando as águas do rio saem do leito de escoamento devido à falta de capacidade de transporte de um destes sistemas e ocupa áreas onde a população utiliza para moradia, trabalho etc. Estes impactos produzem um ambiente degradado afetando a qualidade de vida da população, sem o amparo de políticas públicas que visem solucionar ou mitigar esses impactos, a tendência é um provável agravamento da situação (SOUZA, 2004), gerando cenários de vulnerabilidade

Nesse contexto, a população tanto provoca como sofre as consequências das inundações com evidentes prejuízos, perdas materiais e humanas, interrupção da atividade econômica das áreas inundadas, contaminação da água pela inundação de depósitos de material tóxico, que provocam doenças de veiculação hídrica como leptospirose, cólera, entre outras.

Segundo dados do IBGE (2016) Esperantina-PI, é a décima cidade do Piauí em números de habitantes, apresenta 4% de domicílios com esgotamento sanitário adequado, 63% de domicílios urbanos em vias públicas com arborização e 0.1% de domicílios urbanos em vias com urbanização adequada (presença de bueiros, calçada, pavimentação e meio fio). É banhada somente pelo rio Longá, com muitos riachos formados em decorrência deste rio, a estação de chuvas inicia-se normalmente em dezembro, prolongando-se até maio, embora a maior concentração ocorra de janeiro a maio. Esses meses se caracterizam por moderados a

grandes excessos de água no solo, que representam importantes excedentes de água para o escoamento superficial e elevação da cheia dos rios.

Portanto, este trabalho tem como objetivo analisar a problemática das inundações que ocorrem no bairro Batista de Amorim, zona urbana do município de Esperantina-PI no período da cheia do Rio Longá, possibilitando a descrição das implicações das cheias do Rio nos anos de 2008 e 2009.

A escolha se deu por este tema ser um desafio enfrentado pelos moradores do bairro Batista de Amorim nos períodos de cheia e pelas consequências que este evento natural provoca para a população que mora neste local, como também pela inquietação desta autora em saber que providências os moradores e município adotam para minimizar esta situação e viabilizar estratégias para minimizar essa problemática.

2. Materiais e Métodos

Para a análise crítica sobre a problemática das inundações, a investigação foi conduzida por meio da pesquisa bibliográfica e da pesquisa de campo.

Para a estimativa do risco de inundação e consequentemente avaliação da fragilidade da área de estudo foi aplicada a metodologia de Beltrame (1994) considerando a combinação em Sistema de Informação Geográfica–SIG, com emprego do utilitário Overlay para os mapas representativos.

Para a caracterização dos aspectos naturais da área, foram analisados os aspectos da geologia, da geomorfologia e da vegetação. Para maior compreensão, foi utilizada a escala 1:1.000.000 para o mapa geológico elaborado pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), e escala de 2.500.000 para o mapa de geodiversidade, produzido pela Empresa Serviço Geológico do Brasil (CPRM, 2004). Nos aspectos geomorfológicos, foram elaborados dois mapas: o primeiro mostra a topografia do relevo e o outro indica a formação geológica do município.

Dessa forma, as topografias foram elaboradas com as imagens do sensor Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) retiradas do banco de dados da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMPRAPA), ano de 2001, com uma resolução espacial de 90m. Esses mapas utilizam coordenadas geográficas e o datum WGS 84, enquanto os mapas hidrográficos foram confeccionados através das cartas DSG-SUDENE, em formato *Shape File*; usam dados da divisão municipal do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Em relação aos interesses da pesquisa referir-se a área do meio ambiente, mas especificamente, sobre a problemática das inundações, a pesquisa irá incidir sobre bairro Batista de Amorim, no município de Esperantina-PI, universo alvo da amostra, tendo em vista ser este o que mais sofre em épocas de cheia do rio Longá que banha a cidade, sendo feito a observação para o período de 2008/2009 por ter sido significativos para a problemática em análise.

3. Resultados e discussões

O município de Esperantina está localizado na microrregião do baixo Parnaíba, compreendendo uma área de 922,38 km^2. Segundo IBGE (2017), a população estimada para é de 39.078 habitantes, com densidade demográfica de 41,45hab/km^2, onde 38,7% das pessoas residem na zona rural e 61,3% na zona urbana.

As formações geológicas existentes no Município fazem parte da Bacia Sedimentar do Parnaíba. A importância de se compreender a estrutura geológica de um local está relacionada com o entendimento dos tipos de relevo, solo e a hidrologia. De acordo com a CPRM (2004), o Grupo Barreiras predominante na cidade possui uma baixa permeabilidade e transmite água lentamente para o aqüífero. Já as rochas que constituem as Formações Piauí e Cabeças são importantes pelo fato de possuírem boa capacidade de permeabilidade e porosidade.

As curvas de níveis existentes no município encontram-se com valores entre 40m a 80m, mas é possível encontrar valores de 120m na parte central. Essa característica ocorre

pelo fato de essas curvas estarem localizadas em uma cota maior em razão da presença de chapadões ou planaltos conforme relacionado com a classificação do relevo vigente no Estado (CPRM, 2004).

De acordo com a CODEVASF (2006) a precipitação estima-se entre 1.300mm e 1.500mm. O rio Longá é o principal recurso hídrico presente no município de Esperantina-PI. Essa bacia hidrográfica possui uma área de 23.800km^2 (Figura 1), (RIVAS, 1996).

Figura 1: Bacia Hidrográfica do rio Longá, Esperantina-PI. Fonte: IBGE, 2011.

De acordo com a Figura 2, observa-se que o bairro Batista Amorim é localizado na planície aluvionar do rio Longá, sujeita a inundação sazonal. Neste bairro, o padrão construtivo se caracteriza por pequenas casas de alvenaria e algumas de taipa, altamente vulneráveis. A inundação ocorre de forma lenta e gradual provocando grandes prejuízos

materiais, embora não haja registro de óbitos durante a inundação, após o evento, são freqüentes os casos de doenças causadas por veiculação hídrica (CPRM, 2004).

Figura 2: Bairro Batista de Amorim, Esperantina-PI.Fonte: adaptado de CPRM (2004)

Nos anos de 2008 e 2009 aconteceram inundações no bairro Batista de Amorim, em razão do aumento dos índices pluviométricos que ocorreram a montante do rio. Em 2008, no município foram quase nove mil desabrigados, destes, cerca de 80 famílias do bairro em estudo ficaram desabrigadas (DEFESA CIVIL, 2008). Já em 2009, a cheia do rio Longá atingiu a margem de 9,88 metros acima do seu nível normal (DEFESA CIVIL, 2009). A Figura 3 mostra a inundação e os danos causados pelo avanço das águas do rio Longá no Bairro Batista de Amorim, em 2008 e 2009.

Figura 3: Inundações no bairro Batista de Amorim em 2008 e 2009.Fonte: Defesa Civil do Estado (2009)

De acordo com a Defesa Civil do Estado, em 2009 cerca de 886 famílias ficaram desabrigadas no município, sendo 703 na zona urbana e 260 na zona rural. Para beneficiar a população atingida, foi construído um conjunto habitacional com o nome Bernardo Rego, em parceria do Governo do Estado e Governo Federal. Essas casas foram doadas paras as pessoas que foram atingidas pela enchente de 2008 e 2009. No total foram construídas mais de 300 unidades habitacionais. Entretanto, atualmente, alguns dos beneficiários voltaram para suas antigas casas localizadas próximas ao rio e em área de risco. Conforme conversa informal com alguns moradores do bairro em estudo, foi possível perceber que alguns moradores das áreas de risco venderam a casa que foram beneficiados, para reconstruir a casa da área de risco de inundação, outros para compra de transportes. Assim percebe-se que a população precisa de maior entendimento sobre os riscos e vulnerabilidades a inundação.

No ano de 2018, o nível do rio Longá atingiu 8 metros e 54 centímetros acima do leito normal. Cerca de 1 metro a menos do que nos anos 2008 e 2009. Aproximadamente 59 famílias que estavam em área de risco do bairro Batista de Amorim foram prejudicadas pela cheia e algumas tiveram suas residências tomadas pela água.

Verifica-se, portanto, que a problemática continua, devendo o poder público intervir de forma a fazer o zoneamento de áreas de inundação, a restrição do uso e ocupação do solo e a implantação de sistemas de alerta. A falta de planejamento e a gestão dos recursos hídricos numa bacia hidrográfica são fatores principais que contribuem de forma expressiva para um aumento nos prejuízos associados a cada período chuvoso.

4. Considerações finais

Conclui-se que, as residências localizadas próximas ao leito maior do rio Longá, do bairro em estudo foram construídas em áreas propícias a inundação no período chuvoso, pelo aumento do nível da água do rio.

Que a problemática das inundações persiste em 2018, quando muitas famílias ficaram desabrigadas devido ao nível elevado das águas do Longá. Assim, desde os anos de 2008 e 2009, não houve muitas mudanças em relação aos problemas das inundações.

É possível que seja reduzido seus impactos, à medida que soluções que visem a proteção e o controle sejam implementadas gradativamente, como por exemplo, fazer zoneamento das áreas de risco de inundação, a restrição do uso e ocupação do solo e a implantação de sistemas de alerta, assim como sistemas de escoamento de águas pela Prefeitura, que falta é incentivo político e gestão.

A ocupação de áreas de riscos de inundação provoca impactos sociais relevantes. Esta ocupação se dá principalmente pela falta de uma política pública, pois as áreas hoje desocupadas devido a inundações sofrem pressões para serem ocupadas. Isto pode ser evitado através do planejamento do uso do solo, regulamentada no Plano Diretor Urbano das cidades.

O que se observa é a forma como é tratada esta questão pelo poder público, pois o gerenciamento atual não incentiva a prevenção destes problemas, uma vez que, quando ocorre

a inundação o município declara estado de calamidade pública e recebe recursos federais e estaduais, permanecendo a problemática por vários anos.

Verifica-se também a falta de conscientização por parte da população, já que a maioria das soluções sustentáveis passa por medidas não-estruturais que envolvem restrições à população, e acaba optando por medidas estruturais, aumentando o custo da obra que devem ser levadas em consideração não apenas seu aspecto técnico, mas, sobretudo os aspectos ambiental, social e econômico. Para buscar modificar este cenário é necessário um programa a nível estadual e federal voltado à educação da população, além de atuação junto aos bancos que financiam obras em áreas de risco.

5. Referências Bibliográficas

BAPTISTA, J. G. **Geografia física do Piauí**. 2. ed. Teresina: Comepi, 1981. 342p.

BELTRAME, Ângela da V. **Diagnóstico do meio físico de bacia hidrográficas: modelo e aplicação.** Ed. Da UFSC, Florianópolis, 1994.

BRASIL. **Ministério da Integração Nacional. Secretaria de Defesa Civil. Política Nacional de Defesa Civíl.** Brasília, 2007.

CODEVASF. **Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado da Bacia do Parnaíba,** PLANAP: Atlas da Bacia do Parnaíba – Brasília, DF: TDA Desenho & Arte Ltda., 2006.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n 001, de 23 de janeiro de 1986. **Dispõe os estudos de impacto ambiental e o relatório de impacto ambiental** EIA/RIMA.Disponível em: http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html Acesso em: 20 de abr. 2018.

CPRM (Serviço Geológico do Brasil). **Projeto cadastro de fontes de águas subterrâneas do estado do Piauí.** Fortaleza, 2004. CD-ROM.

CUNHA, S. B; GUERRA, A. J. T. da. **Impactos Ambientais Urbanos no Brasil.** 4ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – **IBGE.** (2017) www.ibge.gov.br. Acesso em: 15 abr. 2018.

_____– IBGE. [Mapas Base dos municípios do Estado do Piauí]. Escalas variadas. Inédito, 2010.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **IBGE.** 2010. Disponível em:https://www.ibge.gov.br . Acesso em: 20 abr. 2018.

_____. Cidades@: **contagem da população 2017**. Disponível em:https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pi/esperantina/pesquisa/23/24304?detalhes=true. Acesso em: 15 abr. 2018.

LIMA, I. M. M. F. **Relevo piauiense: uma proposta de classificação**. Carta Cepro, Teresina. vol. 12, n.2, p. 55-84, 1987.

MMA – **Ministério do Meio Ambiente, Controle de Inundações**. (Disponível em: http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/aguas-urbanas/controle-deinunda %C3%A7%C3%B5es.Acesso em 20 abr. 2018.

PENTEADO, M. M. **Fundamentos de geomorfologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1983. 186p.

PIAUÍ. Prefeitura Municipal de Esperantina. **PME.** 2018.

PIAUÍ. **Secretaria Estadual de Defesa Civil.** 2009. Disponível em: http://www.defesacivil.pi.gov.br/index.php Acesso em: 20 abr. 2018.

RIVAS, M. P. (Org.). **Macrozoneamento geoambiental da bacia hidrográfica do Rio Longá.** Rio de Janeiro: [s.n], 1996. 111p.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. CPRM.**Geografia do Brasil**. Brasília, 2004.

TUCCI, C. E. M. **Drenagem Urbana e Controle de Inundações.** In: CAMPOS, Heraldo & CHASSOT, Attico (Org). Ciências da Terra e meio ambiente. São Leopoldo: Ed. Unisinos, 1999.

TUCCI, C. E. M., **Inundações Urbanas.** Disponível em: http://4ccr.pgr.mpf.mp.br/ccr4/institucional/grupos-de trabalho/encerrados/residuos/documentosdiversos/outros_documentos_tecnicos/curso-gestao-do-terrimorio-e-manejo-integrado-dasaguas-urbanas/drenagem1.PDF. Acesso em 25 de março de 2018.

TUCCI, Carlos E M.; BERTONI, Juan Carlos (orgs). **Inundações Urbanas na América do Sul.** Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2003.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

MAPEAMENTO DA REDE DE DRENAGEM E DELIMITAÇÃO DA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SARGI, ILHÉUS-URUÇUCA, BAHIA

Samuel de Amaral Macedo [(a)], Maurício Santana Moreau [(b)] Rui Barbosa da Rocha [(c)]

[(a)] Graduando em Geografia - DCAA/Universidade Estadual de Santa Cruz, macedo.samuel@yahoo.com
[(b)] Docente - DCAA/Universidade Estadual de Santa Cruz, mmoreau@uesc.com
[(c)] Docente - DCAA/Universidade Estadual de Santa Cruz, ruibarbosarocha@gmail.com

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

O presente estudo tem por objetivo mapear a rede de drenagem e delimitar a Microbacia Hidrográfica do Rio Sargi (MBHRS), Ilhéus-Urucuca, Bahia. Primeiro vetorizou-se os rios a partir de imagens do Google Earth Pro do ano de 2018 e depois delimitou-se a bacia a partir do Modelo Digital de Elevação Alos Palsar 12,5 m com as técnicas propostas por Sperling (2007). A microbacia do rio Sargi ocupa uma área de 16 km² e Perímetro de 19,4 km. O mapa da rede de drenagem apresentou 1 (um) rio de terceira ordem, 2 (dois) rios de segunda ordem e 5 (cinco) rios de primeira ordem em escala de 1:20000. Foram mapeadas 5 (cinco) nascentes sendo que 3 (três) delas estão localizadas na APA Lagoa Encantada e Rio Almada, 1 (uma) no Parque Estadual Serra do Conduru e 1 (uma) na APA Costa de Itacaré/ Serra Grande.

Palavras chave: Hidrografia, Geomorfologia e SIG.

Samuel de Amaral Macedo, Maurício Santana Moreau Rui Barbosa da Rocha

1. Introdução

O mapeamento de uso e ocupação da terra realizado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) entre 1990 e 1995, revelou que a Bahia possui apenas 1.263.175 hectares de remanescentes florestais na sua área de Domínio da Mata Atlântica (DMA) instituída pela LEI Nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006 (BRASIL, 2018).

Mesmo após a devastação a que foi submetida a Mata Atlântica, ela “abriga um dos mais importantes centros de biodiversidade e endemismo de todo o bioma” (MAGALHÃES

el al., 2006, p. 900). "Como exemplo o recorde mundial de diversidade de plantas lenhosas encontradas – 458 espécies – em um único hectare no sul da Bahia" (MMA, 2000, p. 2). De acordo com o Instituto Floresta Viva (2008, p. 6):

> Em 1993, numa fazenda localizada no entorno do Parque do Conduru, foram levantados por técnicos da CEPLAC e do Jardim Botânico de Nova Iorque 454 espécies arbóreas em um hectare (recorde mundial de riqueza de espécies arbóreas) recentemente confirmado por pesquisa realizada pelo IESB, UESC e CEPLAC, em 2004, onde foram encontradas 144 espécies lenhosas em 1000 m².

O Parque Estadual Serra do Conduru (PESC) é "uma unidade de conservação de proteção integral, sob a responsabilidade da Secretaria Estadual do Meio Ambiente" (MAGALHÃES el al., 2006, p. 900). O PESC faz limite com outras duas Unidades de Conservação, sendo elas, APA Costa de Itacaré/ Serra Grande; APA Lagoa Encantada e APA Baía de Camamu-BA.

As referidas Unidades de conservação integram áreas prioritárias para a conservação da Mata Atlântica (MMA, 2000, p. 26). Nessas áreas prioritárias localizam-se microbacias que ainda não foram delimitadas em escala de detalhe para assim facilitar as ações de conservação. Segundo o Ministério de Meio Ambiente (2000) a falta de conhecimentos sobre as regiões de Mata Atlântica dificulta a conservação, somado a isso a falta de investimento em recursos humanos e investimentos continuam limitados.

Este estudo tem por objetivo mapear a rede de drenagem e delimitar a Microbacia Hidrográfica do Rio Sargi (MBHRS), Ilhéus-Uruçuca, Bahia.

2. Material e Método

2.1. Área de Estudo

A Superintendência de Estudos Sociais e Econômicos do Estado da Bahia determinou o Sargi, rio principal da MBHRS, como limite oficial dos municípios de Ilhéus e

Uruçuca, localizada entre 14º 23’ 07,7”S e 39º 04’ 43,6” W (Figura 1). A geologia é Formação Barreiras; Complexo São José; Depósitos Litorâneos Indiferenciados antigos e Depósitos Litarâneos. O Substrato Rochoso: Argilito arenoso, Arenito conglomerático; Depósitos de areia; Depósitos de areia, Depósitos de argila e Enderbito, Metabasalto, Metadiorito. De acordo com Nacif (2000), a geomorfologia caracterizada por um progressivo alargamento da planície costeira, por causa de depósitos arenosos da restinga e fluviais. Os solos predominantes são o Neossolo Quartzarênico – RQ e Latossolo Amarelo Distrófico – Lad (SEI/BA, 2018). O clima, segundo Koppen, (CEPLAC, 1976) está inserido numa zona úmida litorânea, de clima Af, a média anual varia de 1200 a 1800 mm.

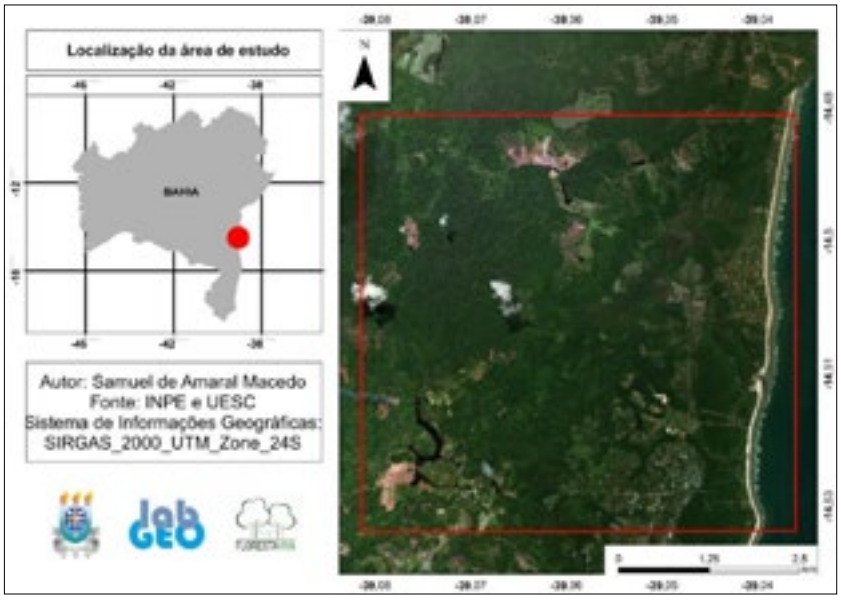


Figura 1 – Localização da área de estudo, Ilhéus-Uruçuca,Bahia, 2018. SEI (2018).

2.2. Delimitação da MBHRS

Inicialmente realizou-se a delimitação automática da MBHRS nos Sistemas de Informações Geográficas ArcGis 10.2.2 com o modelo hidrológico ArcSWAT 2012, seguindo a proposta metodológica de DiLuzio et al. (2002). O ArcSWAT foi alimentado com o Modelo

Digital de Elevação (MDE) Alos Palsar, 12,5 metros de resolução espacial. É um dado disponibilizado gratuitamente pela *University of Alaska Fairbanks*. Um erro comum presente nos modelos digitais de elevação são os pixels com valores negativos ou sem valores (*No Data*). Por isso foi necessário realizar um processamento Digital do MDE que consistiu em projetá-lo para o sistema de coordenada plana correspondente ao fuso da área de estudo e a substituição dos pixels negativos ou sem valores, isso inclui a modificação do formato numérico de *Signed Int* (inteiro sinalizado) para *Unsigned Int* (inteiro não sinalizado). Posteriormente verificou-se que mesmo após as correções a delimitação automática não apresentou resultado satisfatório. Logo, optou-se por uma metodologia de delimitação manual. Assim sendo, utilizou-se a proposta de Sperling (2007):

1. Definiu-se o exutório; 2. Obtenção dos divisores de água e talvegues; 3. Iniciou a delimitação a partir do exutório conectando os pontos mais elevados; 4. Se possível utilizar a orientação de vertente para verificar se o desenho está correto; 5. O vetor desenhado deve ser finalizado no exutório.

2.3. Mapeamento da rede de drenagem da MBHRS

O mapeamento da rede de drenagem foi realizado em três momentos. Primeiro visitou-se o exutório, o rio principal e a área úmida da MBHRS para coleta de dados primários; segundamente, a partir das técnicas de fotointerpretação aplicadas em imagem de satélite disponibilizada pelo Google Earth Pro; vetorizou-se os rios visíveis e a área úmida; por fim, realizou-se um mapeamento automático da rede de drenagem da MBHRS a fim de comparar os resultados. Para mapeamento automático utilizou-se o MDE Alos Palsar de 12,5 m, o mesmo MDE utilizado na delimitação da MBHRS, um ponto GPS que indicou o exutório da MBHRS e a representação vetorial do rio principal para forçar o mapeamento da rede de drenagem com resultado próximo ao da vetorização.

2.4. Caracterização Geomorfométrica da MBHRS

Para caracterização Geomorfométrica realizou-se cálculos da área, perímetro, Coeficiente de Compacidade, Fator de Forma, Índice de circularidade, altitude mínima, máxima, amplitude altimétrica, perfil topográfico, canais de primeira ordem, Densidade hidrográfica (VILLELA; MATTOS, 1975; CHRISTOFOLETTI, 1981).

O coeficiente de compacidade igual à unidade corresponde a uma bacia circular e indica a susceptibilidade de cheias à medida que se aproxima ou afasta da unidade. O Kc pode ser obtido através da Equação (1)

$$Kc = \frac{0{,}28 * P}{\sqrt{A}} \quad (1)$$

onde: Kc = Coeficiente de compacidade adimensional; P = Perímetro da bacia em km; A = Área da bacia em km².

Uma bacia com fator de forma baixo é menos suscetível a enchentes. Para sua obtenção fez-se uso da Equação (2):

$$F = \frac{A}{L^2} \quad (2)$$

em que: F = Fator de forma, adimensional; A = Área da bacia em km²; L = comprimento axial da bacia em km.

O valor do Ic se aproxima da unidade à medida que a bacia se assemelha a forma circular e diminui conforme a mesma se torna mais alongada (CHRISTOFOLETTI, 1981; CARDOSO, 2006). Para seu cálculo utilizou-se a Equação (3):

$$Ic = \frac{12{,}57 * A}{P^2} \quad (3)$$

na qual: IC = Índice de Circularidade, adimensional; A = Área da bacia em km²; P = Perímetro da bacia em km.

ISBN: 978-85-7282-778-2

A Dh é a relação existente entre o número de rios ou cursos de água de primeira ordem (STRAHLER, 1952) e a área da bacia hidrográfica [5]. Esse índice foi definido por [9], sendo calculado pela Equação (4):

$$Dh = \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{A}} \qquad (4)$$

sendo que: Dh = Densidade hidrográfica; N = Número de rios ou canais; A = Área da bacia em km².

3. Resultados e Discussões

3.1. Delimitação e Geometria

Observa-se na Tabela 1 que a MBHRS possui área de 16 km², perímetro de 19,4 km e comprimento do eixo da bacia de 5 km. A combinação do coeficiente de compacidade (Kc) 1,36, ao fator de forma (F) 0,64 e índice de Circularidade (IC) 0,56 indica que a bacia apresenta maior concentração de deflúvio (VILLELA; MATTOS, 1975).

Tabela 1 – Características geométricas da MBHRS, Ilhéus-Uruçuca, Bahia, 2018. INPE (2018).

Geometria	Unidades	Resultados
Área	km²	16
Perímetro	km	19,4
Canais de primeira Ordem	-	5
Comp. do eixo da bacia	km	5
Coeficiente de compacidade	-	1,36
Fator de forma	-	0,64
Índice de Circularidade	-	0,56
Ordem	-	3
Nascentes	-	5
Densidade hidrográfica	Canais/km²	> 3

3.2. Mapeamento da rede de drenagem

Mapeou-se uma área úmida de 92 ha, 5 nascentes sendo que 3 (três) delas estão localizadas na APA Lagoa Encantada e Rio Almada, 1 (uma) no Parque Estadual Serra do Conduru e 1 (uma) na APA Costa de Itacaré/ Serra Grande (Figura 2). São nascentes que ajudam a manter perene os 5 rios de primeira ordem, 2 rios de segunda ordem, 1 rio de terceira ordem (Figura 3).

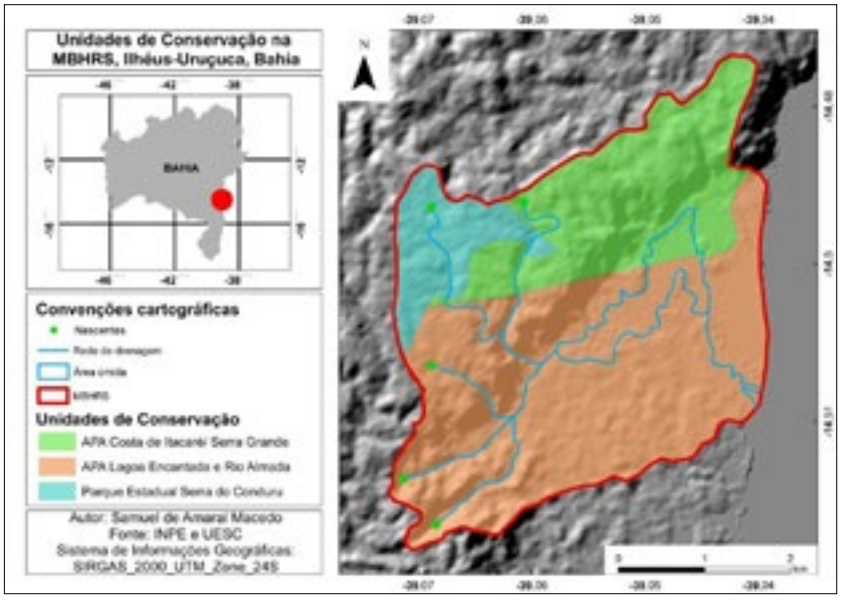


Figura 2 – Área de Proteção Permanente na MBHRS, Ilhéus-Uruçuca, Bahia, 2018 Fonte: INPE e UESC (2018).

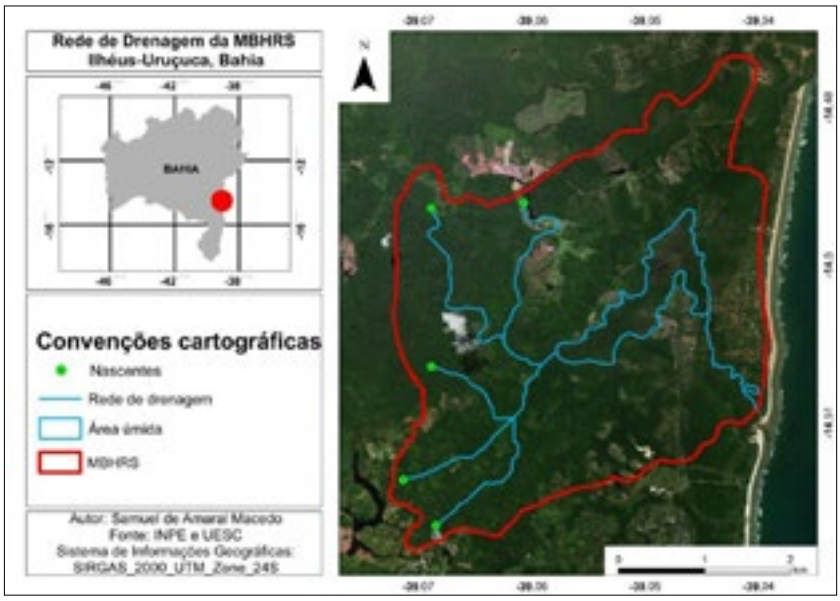


Figura 3 – Rede de drenagem delimitação da MBHRS, Ilhéus-Uruçuca, Bahia, 2018. Fonte: INPE (2018).

3.3. Estudo do relevo

A amplitude altimétrica da MBHRS varia de 0 a 165 (Figura 4), no entanto, o perfil topográfico revelou que o desnível não é contínuo (Figura 5), uma área da bacia apresenta relevo elevado sob a unidade geológica Formação Barreira, e outra um relevo aplainado no trecho onde se localiza a área úmida da MBHRS que está sob a unidade geológica Depósitos Litorâneos. As APP's de área úmida e manguezal (Figura 6) estão localizadas sobre substrato Rochoso de depósito de areia.

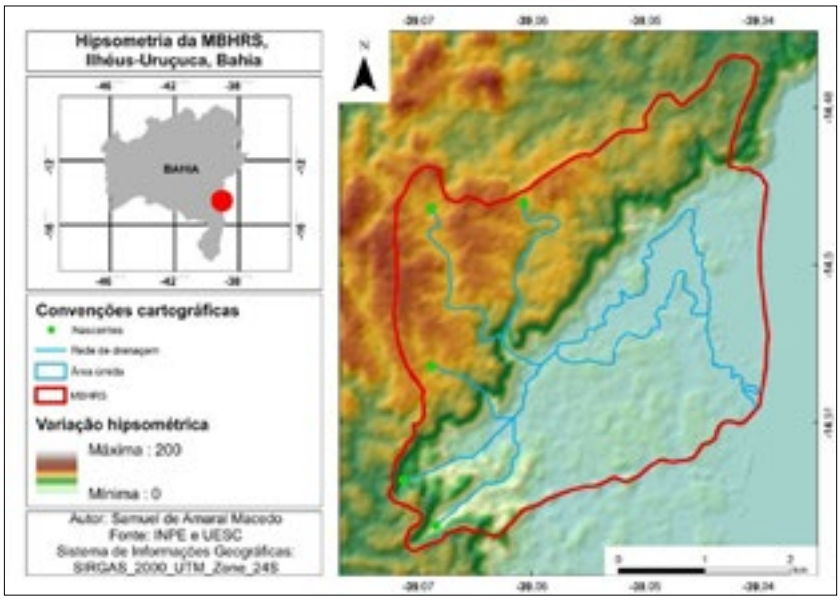


Figura 4 – Hipsometria da MBHRS, Ilhéus-Uruçuca, Bahia, 2018. Fonte: INPE (2018)

Figura 5 – Perfil topográfico da MBHRS, Ilhéus-Uruçuca, Bahia, 2018. Fonte: INPE (2018)

ISBN: 978-85-7282-778-2

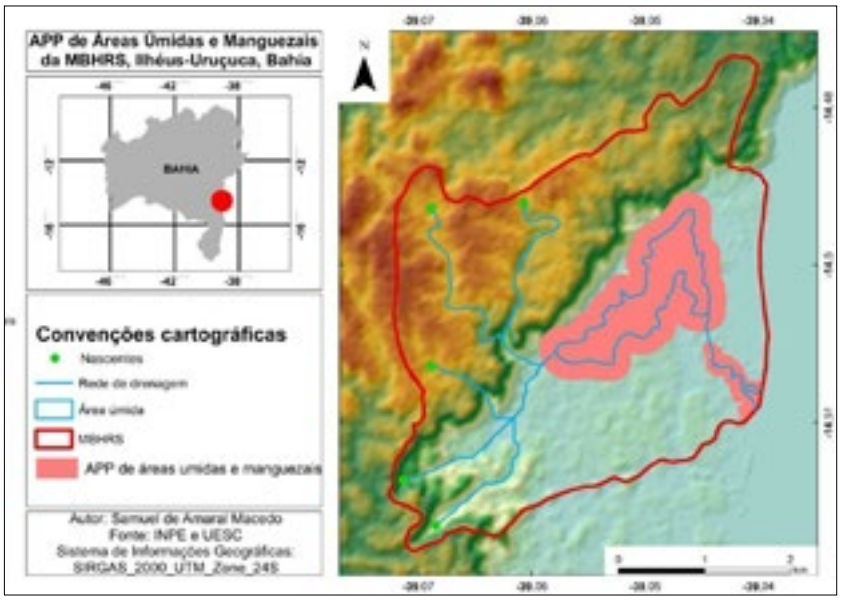


Figura 6 – APP's de áreas úmidas e manguezais da MBHRS, Ilhéus-Uruçuca, Bahia, 2018. Fonte: INPE e UESC (2018)

4. Conclusão

As técnicas de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto são indispensáveis na elaboração de representações gráficas do mundo real para fins de planejamento e gestão ambiental, porém sua eficiência pode ser minimizada quando os dados secundários não possuem uma resolução adequada para a área de estudo.

O uso do MDE de 12,5 m de resolução espacial requer um pouco mais de atenção devido os erros apresentados. Logo, torna-se necessário realizar o processamento Digital: mosaico caso seja necessário, reprojeção, substituição de pixel ou interpolação Krigagem. A delimitação da MBHRS e o mapa da rede de drenagem gerado apresentam escalas de 1: 42000.

Gerou-se um mapa da rede de drenagem com 1 (um) rio de terceira ordem, 2 (dois) rios de segunda ordem e 5 (cinco) rios de primeira ordem. Foram mapeadas 5 (cinco) nascentes sendo que 3 (três) delas estão localizadas na APA Lagoa Encantada e Rio Almada, 1 (uma) no Parque Estadual Serra do Conduru e 1 (uma) na APA Costa de Itacaré/ Serra

Grande. Os dados gerados no presente estudo serão indispensáveis no estudo das características físicas e socioeconômicas da MBHRS.

5. Referências Bibliográficas

BRASIL. **LEI Nº 11.428, DE 22 DE DEZEMBRO DE 2006.** Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Lei/L11428.htm>. Acesso em: 10 set. 2017.

CARDOSO, C. A.; DIAS, H. C. T.; SOARES, C. P. B.; MARTINS, S. M. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo – RJ. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 30, n. 2, p. 241-248, 2006.

CEPLAC - Comissão Executiva para o Plano da Lavoura Cacaueira. Dinâmica do uso da terra. Rio de Janeiro: IICA/CEPLAC, 1976. 280p.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia fluvial: o canal fluvial**. São Paulo: Edgard Blücher, 1981. 313 p.

Di Luzio, M.; Srinivasan, R.; Arnold, J. G. Integration of watershed Tools and SWAT model into basins. Jornal of the American Water Resources Association, v.38, p.1127-1141, 2002.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. 2000. **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos**. Conservation International do Brasil/Fundação SOS Mata Atlântica/Fundação Biodiversitas/Instituto de Pesquisas Ecológicas/ Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo SEMAD/Instituto Estadual de Florestas-MG, Brasília, 45 p.

MAGALHÃES, D. M. A. et al. Riqueza de fungos anamorfos na serapilheira de Manilkara maxima, Parinari alvimii e Harleyodendron unifoliolatum na Mata Atlântica do Sul da Bahia. **Acta Bot Bras**, v. 25, n. 4, p. 899-907, 2011.

NACIF, P. G. S. Ambientes naturais da bacia hidrográfica do rio Cachoeira, com ênfase nos domínios pedológicos. Viçosa, MG: UFV, 2000. 118 f. Tese
(Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa,
Viçosa, MG, 2000.

INPE. **Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil.** Disponível em: < http://www.dsr.inpe.br/topodata/>. Acesso em: 27 set. 2017.

Instituto Floresta Viva. **Ações Precursoras – Minicorredor PESC Boa Esperança**. Disponível em: <http://www.parquedoconduru.org/images/ proj_ acoes_prec_minicorredor_PESC_BoaEsperanca.pdf>. Acesso em: 10 set. 2017.

LOLLO, J. A. O uso da técnica de avaliação do terreno no processo de elaboração do mapeamento geotécnico: sistematização e aplicação na quadrícula de Campinas. 1995. Tese (Doutorado em Geotecnia) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1995.

GOMES, Ronaldo Lima et al. Aspectos físico-ambientais e de uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do Rio Almada-BA. **Boletim de Geografia**, v. 30, n. 2, p. 45-57, 2012.

SEI. Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia. Diagnóstico Ambiental: Litoral Sul da Bahia. Salvador: SEI, 2003.

SPERLING, M. V. **Estudos e modelagem da qualidade da água de rios: princípios do tratamento biológico de águas residuárias**. 1.ed. Belo Horizonte: UFMG, 2007. 196 pp.
STRAHLER, A. N. Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography. Geological Society of America Bulletin, v. 63, n. 11, p. 1117-1142, 1952.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: Mc Graw-Hill do Brasil, 1975.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

MAPEAMENTO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA SUB-BACIA DO CANAL ÁGUA CRISTAL – BELÉM/PA, ENTRE 2006 E 2018

Bianca Rafaela Leite da Costa [(a)], José Edilson Cardoso Rodrigues [(b)]

[(a)]Faculdade de Geografia e Cartografia, UFPA, biahbrancacosta@gmail.com

[(b)]Faculdade de Geografia e cartografia, UFPA, jecrodrigues@yahoo.com.br

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

Esse trabalho possui como área de estudo a sub-bacia do Canal Água Cristal, que pertence a Bacia Hidrográfica do Una, maior bacia urbana da cidade de Belém/PA. Tem como objetivo analisar a produção do espaço urbano, bem como, seus diferentes usos do solo em um recorte temporal de 2006 a 2018. Utilizou-se de bases cartográficas no formato shapefile e de imagens de satélites (IKONOS 2006 e Google Earth Pro 2018) para mapear os usos do ano de 2006, assim como, na imagem de 2018 mapear a expansão de tais usos do solo. Após a analise, observou-se com destaque a expansão de 33% de área dos condomínios e 7% de comércio. Em contrapartida, constatou-se 37% de redução na classe Lote Vago, e com o auxílio da análise dos mapas gerados, pode-se perceber que a maioria das áreas chamadas "lotes vagos" foram ocupadas pelas construções de condomínios dentro da área da sub-bacia.

Bianca Rafaela Leite da Costa,
José Edilson Cardoso Rodrigues

Palavras chave: uso; solo; sub-bacias; espaço urbano;

1. Introdução

As interferências antrópicas alteram as características naturais de um canal fluvial, assim como, a canalização facilita a ocupação das margens desses canais e intensifica a retirada da mata ciliar da área, agravando o processo natural de infiltração

no solo o que resulta nas inundações (DIAS, LUZ e TAVARES, 2017). A ocupação da área onde deveria estar a mata ciliar protegendo um córrego agrava tanto o processo natural, como citado acima, da mesma maneira que deixa os habitantes daquela área sob constante alerta de risco por ocupar superfícies impróprias para habitações. Por isso considera-se a bacia hidrográfica uma unidade de análise, como disse Vale e Bordalo (2016, p. 49), ela é "um instrumento aferidor das implicações produzidas na paisagem a partir do uso dos recursos naturais dentro e fora dos seus limites de estabelecimento natural".

A sub-bacia do Canal Água Cristal representa a área de drenagem de um tributário da Bacia do Una, maior bacia hidrográfica urbana da cidade de Belém do Pará. Ela está localizada entre as coordenadas: 1º24'01,59''S e 1º25'15,25''S / 48º25'36,14''W e 48º28'23,12''W, apresenta uma área de 7.009 km² e seu canal principal possui extensão de 4,08 km, alcançando em sua montante cota de 18 metros e em sua jusante cota de 3 metros. A mesma abrange parcialmente três bairros da cidade de Belém/PA: Castanheira, Marambaia e Souza.

Com isso, esse trabalho tem como objetivo realizar o mapeamento e a classificação do uso e ocupação do solo, na sub-bacia do Canal Água Cristal, entre os anos de 2006 e 2018. Com a finalidade de analisar a produção do espaço urbano, que atribui diferentes usos ao solo.

2. Materiais e Métodos

Para a realização desse trabalho utilizou-se os seguintes materiais: bases cartográficas como de drenagem, limite dos municípios e bairros, curvas de nível, etc., (fonte: Arquivo GPECC e CODEM) e imagens de satélites (IKONOS 2006 e Google Earth Pro 2018).

Com a imagem Ikonos foi realizada a delimitação da área estudada e a vetorização através da interpretação visual da imagem gerando um mapa do uso do

solo de 2006, utilizando o software ILWIS 3.5. No software Google Earth Pro, foi executada a atualização do uso do solo da área estudada gerando um mapa de uso do ano de 2018. Após, utilizando o ArcGis 10.1 foi analisado as alterações ocorridas na sub-bacia dentro do recorte temporal estudado.

Também foi realizado o levantamento bibliográfico acerca dos estudos de bacias urbanas e de mapeamento e classificação do uso do solo.

Tomando por base a metodologia de Pivetta et al (2005), que possui quatro categorias de classificação de uso do solo, sendo elas: Edificações, Pavimentação, Cobertura Vegetal e Corpos Hídricos. Para esse estudo utilizou-se como referência apenas sua classe Edificações, e a partir dela foi feito uma subclassificação em: Área Institucional, Área Livre, Comércio, Condomínio, Conjunto Habitacional, Lote Vago e Ocupação Espontânea.

A classe dos usos institucionais foi caracterizada pelos terrenos militares e de empresas públicas. A classe do uso de ocupações espontâneas compreende as habitações irregulares e sem ordenamento. A classe dos conjuntos habitacionais foi caracterizada pelas áreas residenciais originárias das COHAB. A classe das áreas livres refere-se aos terrenos arborizados, cemitério e praças da área. A classe dos usos comerciais compreende empresas prestadoras de serviços e supermercados. A classe dos lotes vagos caracteriza-se por terrenos desocupados. E a classe de condomínios corresponde as verticalizações em terrenos privados da área.

3. Resultados e Discussões

Das classes que foram mapeadas no ano de 2006 obteve-se os seguintes valores em metros quadrados, como mostra a tabela I. Após feito a atualização do mapeamento das classes, gerou-se os valores da tabela II. Notou-se que quatro classes obtiveram a expansão de suas áreas, sendo elas: Comércio, que obteve

aproximadamente 7% de aumento; Condomínio, com 33%; Conj. Habitacional, com 0,4%; e Ocupação Espontânea com 0,5%.

Constatou-se também que a expansão das classes acima resultou na redução de outras classes, sendo elas: Área Livre, com perda de 2,75%; Comércio, com 12%; e Lote Vago com 37%.

Tabela I - Uso do Solo de 2006.

Classes	(m²)
Área Institucional	2.466,594
Ocupação Espontânea	1.936,431
Conjunto Habitacional	1.004,007
Área Livre	219,369
Comércio	187,970
Lote Vago	75,650
Condomínio	70,996

Fonte: os autores.

Tabela II - Uso do Solo de 2018.

Classes	(m²)
Área Institucional	2.466,594
Ocupação Espontânea	1.945.492
Conjunto Habitacional	1.008.080
Área Livre	213.345
Comércio	179.551
Lote Vago	47.562
Condomínio	106.086

Fonte: os autores.

4. Considerações Finais

Observou-se com destaque a expansão de 33% de área dos condomínios, com justificativa da ação de promotores imobiliários privados na área, que passaram a atuar na construção de condomínios fechados para a classe média, e acompanhando essa dinâmica grandes lojas e supermercados locais também se instalaram na área estudada, obtendo a classe Comércio expansão de 7% de sua área. Em contrapartida, constatou-se 37% de redução na classe Lote Vago, e com a análise dos mapas gerados, como mostra a figura 1, pode-se perceber que a maioria das áreas chamadas "lotes vagos" foram ocupadas pelas construções de condomínios dentro da área da sub-bacia.

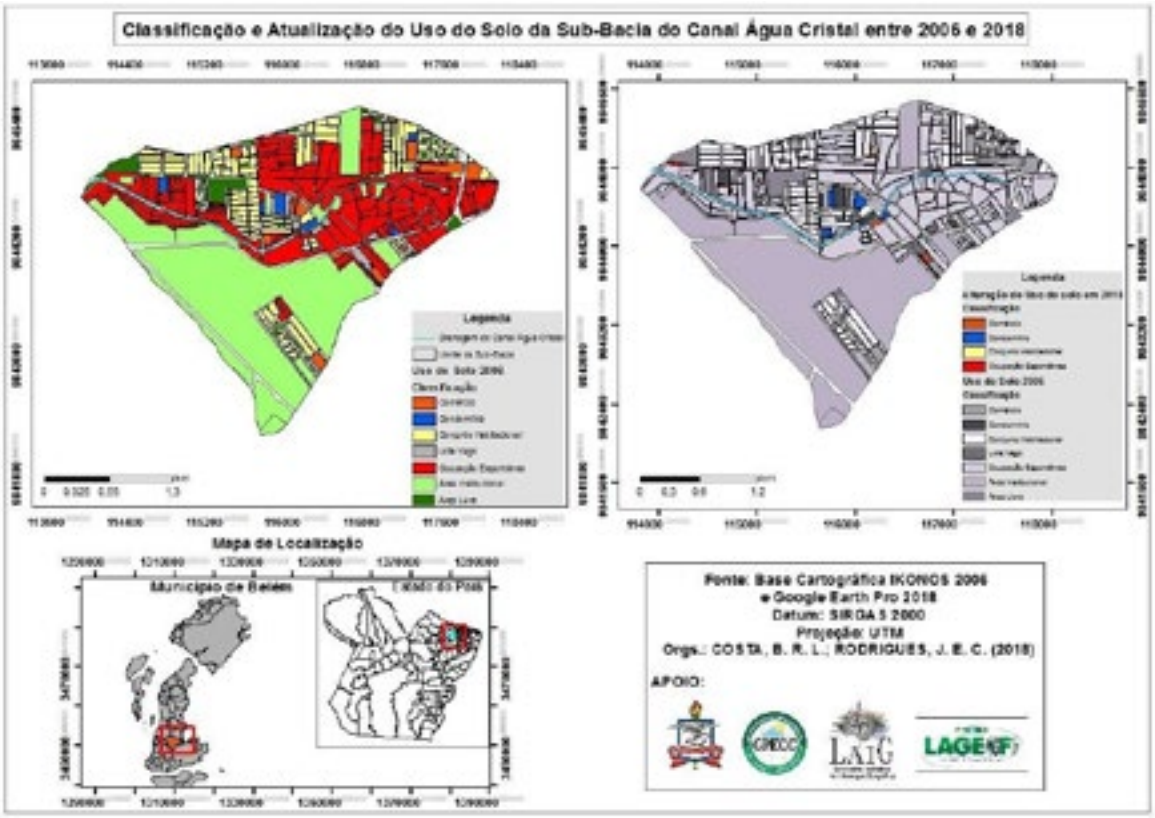


Figura 1. Classificação e Atualização do Uso do Solo.

5. Referências Bibliográficas

DIAS, R. P.; LUZ, L. M.; TAVARES, M. Uso e ocupação do solo na bacia urbana armas-reduto. In: orgs: SILVA, Christian Nunes da [et al.]. **Belém dos 400 anos: Análises geográficas e impactos antropogênicos na cidade.** Belém: GAPTA/UFPA, 2017. p. 115-152.

VALE, J. R. B; BORDALO, C. A. L. Análise do uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do rio apeú, no nordeste paraense, entre os anos de 1999 e 2014. In: orgs: Bordalo, C. A. L; Silva, C. N; Silva, E. V. **Planejamento, conflitos e desenvolvimento sustentável em bacias hidrográficas: experiências e ações**. Belém: GAPTA/UFPA, 2016. p. 47-72.

PIVETTA, A. et al. 2005. **Sistema de classificação da cobertura do solo para fins de comparação entre cidades e bairros**. In: Simpósio Brasileiro De Geografia Física Aplicada, 11., 2005, São Paulo. Anais... São Paulo: USP.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

MIGRAÇÃO DE MEANDROS DO BAIXO RIO VERMELHO, ENTRE BRITÂNIA E ARUANÃ, OESTE DO ESTADO DE GOIÁS

Charles Vinícius Gonçalves Tiarini [(a)], Yan de Mello Aleixo [(b)], Márcio Henrique de Campos Zancopé [(c)]

[(a)] Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento (LAPIG)/Instituto de Estudos Socioambientais (IESA), Universidade Federal de Goiás (UFG), charlestiarini@gmail.com

[(b)] Laboratório de Geomorfologia, Pedologia e Geografia Física (LABOGEF)/Instituto de Estudos Socioambientais (IESA), Universidade Federal de Goiás (UFG), yanma.095@gmail.com

[(c)] Laboratório de Geomorfologia, Pedologia e Geografia Física (LABOGEF)/Instituto de Estudos Socioambientais (IESA), Universidade Federal de Goiás (UFG), zancope@ufg.br

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo/

Desde os anos 60, podemos ter acesso a uma gama de imagens satelitárias gratuitas para melhor entender os processos antrópicos, biológicos, geomorfológicos, etc, que ocorrem na superfície terrestre. O estudo em questão faz uma análise do deslocamento lateral do baixo curso do rio Vermelho, afluente do rio Araguaia, entre os municípios goianos de Britânia e Aruanã no período de 1984 a 2018. A observação de 114 curvas permitiu analisar os processos de migração lateral dos meandros. Verificou-se que 37% dos meandros sofreram expansão, 19% fizeram rotação e 6% abandonaram o canal principal por corte de pedúnculo.

Palavras chave: Planície Fluvial, Evolução de Meandros, Google Earth Engine

1. Introdução

O meandro é caracterizado por um canal fluvial de curvas largas e sinuosas. A dinâmica hidrológica de um rio meandrante possui a particularidade de mobilidade do canal fluvial. A migração lateral de um canal meandrante é realizada através dos processos de erosão na margem côncava e deposição na margem convexa (CHRISTOFOLETTI, 1980).

O desenvolvimento de meandros ainda é alvo de debate, Christofoletti (1981, p. 163) acredita que os meandros são intrínsecos da dinâmica fluvial, representando a forma de equilíbrio da melhor distribuição de energia. Zancopé, Perez Filho e Carpi Jr. (2009) afirmam que o meandramento é relacionado com o transporte da carga detrítica do canal fluvial e a sedimentação da planície aluvial. Gomes, Sperandio e Dessart (2018) aponta a área da bacia hidrográfica, a declividade, a vazão hidráulica e o volume da drenagem como elementos que contribuem para a ocorrência de meandros.

A migração de meandros são processos fluviais que exigem uma janela temporal e espacial variada. No rio Claro, afluente do Araguaia da bacia do Araguaia, foi observado migrações em 24 anos (CASTRO; DE-CAMPOS; ZANCOPÉ, 2014). No rio Mamorecillo, afluente do rio Mamoré da bacia amazônica, identificou-se migrações por 27 anos (GOMES; SPERANDIO; DESSART, 2018). Para o rio do Peixe, afluente do rio Mogi Guaçu da bacia do Grande, migrações ocorreram em 46 anos (MORAIS, ROCHA, 2014), enquanto que no próprio Mogi Guaçu por 43 anos (ZANCOPÉ; PEREZ FILHO; CARPI JR., 2009).

O rio Vermelho, afluente do rio Araguaia, possui drenagem dendrítica e uma quantidade expressiva de meandros, paleomeandros e depósitos aluvionares no baixo curso, que formam planícies e terraços fluviais (MAMEDE; NASCIMENTO; FRANCO, 1981, p. 338). Ao lado baixo curso do rio Vermelho, o rio Claro apresenta características semelhantes e desenvolve grande migração lateral (CASTRO; DE-CAMPOS; ZANCOPÉ, 2014). Dessa forma, o objetivo deste trabalho é reconhecer os processos de migração de meandros do baixo rio Vermelho entre os municípios goianos de Britânia e Aruanã, no período de 1984 a 2018.

2. Materiais e Métodos

Para a análise qualitativa e quantitativa dos processos de migração e abandono de meandros, foi utilizado dados satelitários gratuitos de longa atuação. Com os sensores TM e OLI da plataforma Landsat, foi possível observar pelas cenas de 1984, 2000 e 2018, as mudanças no percurso do rio ao longo de 34 anos. Todas as cenas foram obtidas por meio de scripts interpretados em tempo de execução pela plataforma Google Earth Engine. Com os rasters importados para o ArcMap 10.4 do pacote ArcGIS da ESRI, foi permitido a vetorização do canal do rio em cada ano da análise, entre os meridianos de 51°3'6"W e 51°0'5"W e os paralelos de 15°17'30"S e 15°21'42"S. Considerando o deslocamento do eixo dos meandros, assim como as mudanças nos raios de curvatura, a metodologia categoriza as migrações entre Translação, Translação e Expansão, Translação e Encurtamento, Expansão, Rotação, Rotação e Expansão, Encurtamento e o Abandono de meandro, conforme Zancopé, Perez Filho e Carpi Jr. (2009).

3. Resultados e Discussões

O tratamento dos dados obtidos permitiu compilar um mapa da variação temporal para as classes de migração lateral e quantificar os diversos tipos de deslocamento dos meandros do rio Vermelho no recorte estudado. Similar ao visto na bibliografia, os deslocamentos encontrados para o baixo rio Vermelho foram simples (apenas um tipo de migração) ou compostos (mais de um tipo de migração). A Figura 1 mostra a série dos diversos caminhos que o rio talhou nos anos de estudo.

Foram localizadas 27 curvas voltadas para o lado direito do baixo rio Vermelho e 30 para o lado esquerdo, totalizando 114 curvas observadas neste estudo. Analisando as transições do ano de 1984 para 2000 e de 2000 para 2018, os dados permitiram verificar que: 19% das migrações dos meandros foram por Translação e Expansão, enquanto que outros 19% foram por Encurtamento. Observou-se ainda que 18% das curvas se expandiram (aumentaram o raio do meandro), 7% fizeram rotação (giro do eixo do meandro) e 12% fizeram rotação e expansão. Em todo trecho estudado do baixo Vermelho, para os diferentes anos, 6% das curvas tiveram seus meandros abandonados, devido ao estrangulamento do pedúnculo.

Considerando os deslocamentos simples e compostos, a maioria dos processos de migração encontrados no baixo Vermelho foi de expansão de meandro. A expansão também foi o processo

predominante encontrado para o baixo rio Claro (CASTRO; DE-CAMPOS; ZANCOPÉ, 2014), bem como para o caso do rio Mogi Guaçu (ZANCOPÉ; PEREZ FILHO; CARPI JR., 2009), em outro contexto regional. Este resultado é compatível com o movimento lateral dos meandros, na medida que a erosão da margem côncava e deposição na margem convexa provoca o aumento do raio de curvatura.

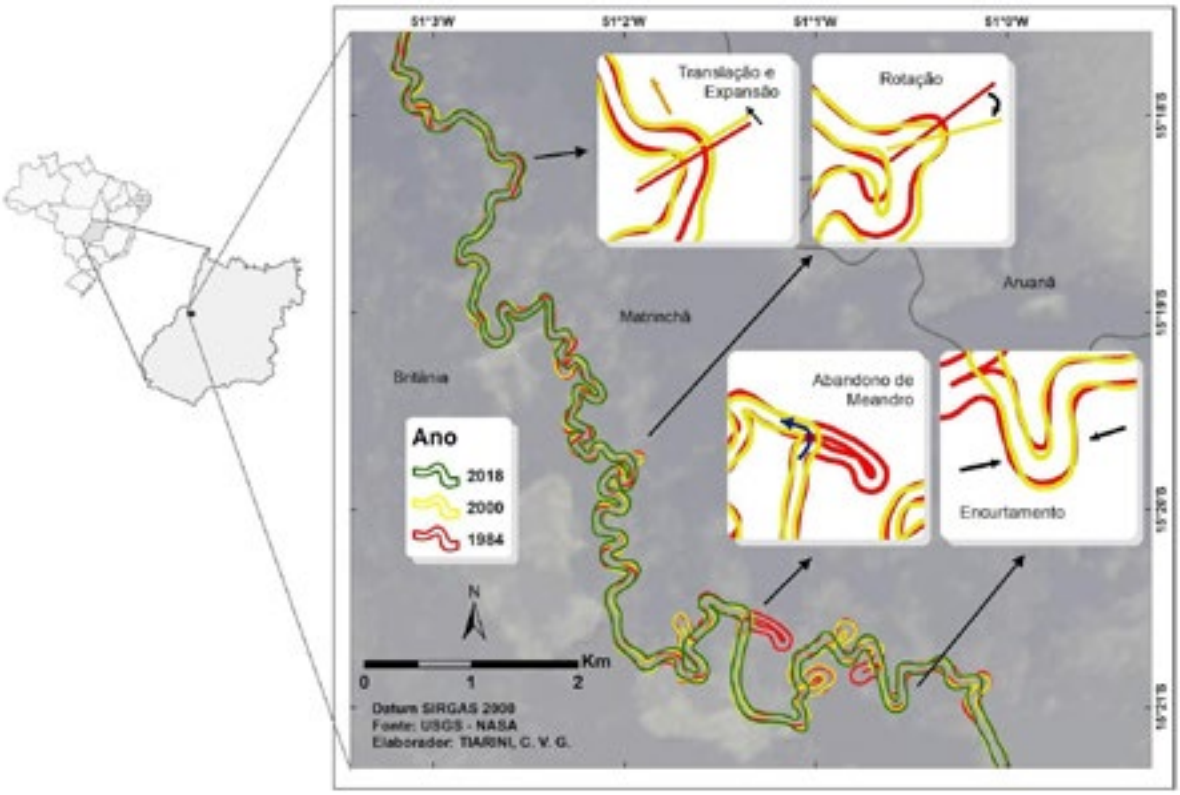


Figura 1 – Série temporal do deslocamento do rio meandrante na Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho, nos anos de 1984, 2000 e 2018

4. Considerações Finais

Com o advento dos dados satelitários juntamente com os Sistemas de Informações Geográficas que vêm surgindo a cada dia, como plataforma de geoprocessamento paralelo em nuvens

da Google Earth Engine está cada vez mais fácil obter, analisar, manipular e compartilhar dados geográficos (GORELICK, N. et al, 2017). Com o estudo em questão, foi possível perceber o deslocamento acelerado do baixo rio Vermelho no decorrer dos anos de 1984 até 2018, predominando a expansão da curva como processo elementar de evolução dos canais meandrantes.

5. Referências Bibliográficas

CASTRO, W.S.; DE-CAMPOS, A.B.; ZANCOPÉ, M.H.C. Migração do canal na planície fluvial do rio Claro – Bacia do rio Araguaia, Goiás, Brasil. Revista Geonorte, edição especial 4, v. 10, n. 1, p. 343-349. 2014. (ISSN 2237-1419).

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia fluvial. In: CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. 2° ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1980. p. 65 – 101.

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia fluvial. 2° ed. São Paulo, Edgard Blucher, p.297, 1981

GOMES, C.H.; SPERANDIO, D.G.; DESSART, R.L. Remote sensing analysis of the meanders migration in the Mamorecilloriver between 1985 and 2012, Bolívia. International Journal of Advanced Engineering Research and Science (IJAERS), vol. 5, issue 4, p. 221-228. 2018. ISSN: 2349-6495(P) | 2456-1908(O). https://dx.doi.org/10.22161/ijaers.5.4.32.

MAMEDE, L.; NASCIMENTO, M.A.L.S.; FRANCO, M.S.M. Geomorfologia. In: BRASIl, Ministério das Minas e Energia. Projeto RADAMBRASIL. Folha SD. 22 Goiás. Rio de Janeiro, 1981. Cap. 2 – Geomorfologia, p. 301-376.

MORAIS, E.S.; ROCHA, P.C. Mudanças na morfologia de meandros: o rio do Peixe, oeste do Estado de São Paulo. Revista Geonorte, edição especial 4, v. 10, n. 1, p. 368-373. 2014. (ISSN 2237-1419).

ZANCOPÉ, M.H.C.; PEREZ FILHO, A.; CARPI JR., S. Anomalias no perfil longitudinal e migração de meandros do rio Mogi Guaçu. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 10, n. 1, p. 31-42, 2009. DOI: http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v10i1.115.

GORELICK, N. et al, Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone, Remote Sensing of Environment, Amsterdã, v. 202, p. 18-27, 2017

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

NASCENTES EM ÁREAS URBANAS: USOS, FUNÇÕES SOCIAIS E AMBIENTAIS EM BELO HORIZONTE, MINAS GERAIS

Cecilia Siman Gomes [(a)], Luisa Lima Borges Ferreira [(b)], Jordânia de Souza Barros [(c)], Renata Jordan Henriques[(d)], Regina Paula Benedetto de Carvalho[(e)], Antônio Pereira Magalhães Jr[(f)]

[(a)] Doutoranda em Geografia/ IGC,UFMG, ceciliasiman@gmail.com
[(b)] Mestranda em Geografia/ IGC, UFMG, luisalbferreira06@gmail.com
[(c)] Professora substituta de Geografia/ IFMG,Sabará, jordania.barros@ifmg.edu.br
[(d)] Doutoranda em Geografia/IGC, UFMG, renatajhques@gmail.com
[(e)] Pesquisadora Pós Doutora em Geografia, IGC/UFMG, reginapaulabenedettodec@gmail.com
[(f)] Professor no Departamento de Geografia/ IGC,UFMG, antonio.magalhaes.ufmg@gmail.com

Eixo: Dinâmica e Gestão de Bacias Hidrográficas

Resumo

As nascentes em meio urbano podem interferir direta ou indiretamente nas experiências de vida dos habitantes e na distribuição espacial das edificações urbanas. Podem criar, ainda, condições de importância social para além de questões puramente hídricas e ecológicas, como funções pedagógicas e paisagísticas. Nesse aspecto, este artigo objetiva elaborar um panorama de diferentes nascentes naturais (sem origem antropogênica) existentes em Belo Horizonte/MG, e identificar seus possíveis usos e/ou funções sociais. Os resultados indicaram múltiplos contextos de inserção espacial e usos e/ou funções sociais atribuídos às nascentes, principalmente irrigação de praças, educação ambiental, consumo humano e lazer. A temática das nascentes naturais no meio urbano é relativamente pouco explorada no meio técnico e científico, e este artigo pretende contribuir apresentando um panorama geral dessas águas em uma capital metropolitana de mais de dois milhões de habitantes.

Palavras chave: Nascentes urbanas; Sistemas hídricos; Áreas úmidas, Recursos hídricos

Cecilia Siman Gomes, Luisa Lima Borges Ferreira, Jordânia de Souza Barros, Renata Jordan Henriques, Regina Paula Benedetto de Carvalho, Antônio Pereira Magalhães Jr

1. Introdução

As nascentes são sistemas singulares e heterogêneos nos quais as águas subterrâneas afloram na superfície e contribuem para a manutenção da rede hidrográfica e sua biota (FELIPPE, 2009). Nascentes naturais são aquelas onde a água exfiltra naturalmente do meio

subterrâneo, se contrapondo às nascentes antropogênicas que surgem a partir de intervenções humanas (FELIPPE, 2013). As áreas urbanas podem conter um número importante de nascentes naturais, capazes de influenciar, direta ou indiretamente, as experiências de vida dos habitantes e a distribuição espacial dos fenômenos urbanos. Tais casos geram condições de relevância social das nascentes que vão além de funções hidrogeomorfológicas e ecológicas (CHRISTOFOLETTI, 1981; CHARLTON, 2008; FELIPPE, 2009; FELIPPE et al., 2014).

Nesse aspecto, pode-se exemplificar a incorporação de nascentes naturais pelo processo de urbanização de Belo Horizonte, capital de Minas Gerais. Esta metrópole apresenta múltipla espacialidade de fenômenos urbanos e de contextos de inserção das nascentes e de seus usos (FELIPPE, 2009; CBH-VELHAS, 2011). Belo Horizonte insere-se na bacia hidrográfica do Rio das Velhas, afluente do rio São Francisco, sendo drenada pelas sub-bacias dos ribeirões Arrudas e Onça. Grande parte do município apresenta relevo ondulado modelado em substrato gnáissico/granítico bastante fraturado fornecendo condições propícias para a ocorrência de muitas nascentes. Todavia, devido ao intenso processo de urbanização ao longo de pouco mais de um século (FELIPPE et al., 2011; HENRIQUES, 2016), a maioria das nascentes foi suprimida e/ou descaracterizada em relação a suas condições naturais originais. Outras, ainda ativas apesar da intensa urbanização, foram incorporadas ao meio de vida das comunidades locais (CBH-VELHAS, 2011; TERRA VIVA ORGANIZAÇÃO AMBIENTAL, 2015).

Este trabalho busca elaborar um panorama sobre os diferentes usos e funções sociais e ambientais de nascentes urbanas do município de Belo Horizonte, analisando seu contexto de inserção espacial. O trabalho busca ilustrar os cenários de diversidade de tipos, significados, usos e funções sociais de nascentes nos meios urbanos a partir do estudo de Belo Horizonte. Como objetivos específicos, pretende-se: (i) diagnosticar possíveis alterações de nascentes pelos processos de urbanização e (ii) identificar e caracterizar os processos de apropriação social das nascentes e seus reflexos no contexto urbano. A temática é relativamente pouco

ISBN: 978-85-7282-778-2

explorada no meio técnico e científico, e necessita de contribuições para um maior entendimento sobre as formas recentes de apropriação humana das nascentes naturais.

2. Procedimentos metodológicos

A pesquisa partiu de levantamentos bibliográficos sobre o tema no município de Belo Horizonte, utilizando como principais fontes os relatórios do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas (CBH-VELHAS, 2011), reportagens em jornais e trabalhos acadêmicos. A etapa seguinte compreendeu a seleção de oito (8) nascentes para o levantamento de informações em campo, incluindo a sua tipologia, as alterações antrópicas, funções e modo de apropriação social e registro fotográfico. A tipologia compreende nascentes pontuais, difusas e múltiplas (FELIPPE, 2009).

As nascentes selecionadas (Figura 1) foram escolhidas a partir de informações da literatura, distribuição espacial nas regionais do município e em sub-bacias hidrográficas, conhecimento dos autores acerca das áreas onde se situam e viabilidade de acesso e segurança durante as visitas de campo. Os trabalhos de campo foram realizados nos dias 22/05, 11/06 e 13/06 de 2018 nos quais foram visitadas cada uma das nascentes selecionadas. Para cada nascente realizou-se: (i) caracterização de aspectos qualitativos, incluindo tipologia e as alterações antrópicas no contexto espacial que estão inseridas (impactos diretos e indiretos da ocupação humana, além de obras de intervenção na nascente ou nos terrenos adjacentes); (ii) conversas informais sobre cada nascente, acerca dos usos e possíveis importâncias das nascentes para os frequentadores; e (iii) identificação de suas possíveis funções sociais.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Figura 1 – Localização das nascentes estudadas nas regionais e sub-bacias hidrográficas de Belo Horizonte

3. Resultados: Nascentes no meio urbano de Belo Horizonte e suas particularidades

3.1. Nascente 1: Escola Municipal Francisco Magalhães Gomes

A nascente da Escola Municipal Francisco Magalhães Gomes, localizada na região Norte de Belo Horizonte, apresenta no seu entorno altas taxas de impermeabilização, ocupado por loteamentos residenciais e corredores de transporte. Esta nascente apresenta diversos usos como criação de peixes ornamentais e irrigação (Figura 2), além de ações de educação ambiental, incluindo a revitalização da nascente. As águas são drenadas por meio de uma tubulação de PVC (Figura 2B) de cerca de 50m. Parte de sua água é represada formando um pequeno lago (Figura 2A), sendo filtrada de maneira rudimentar e canalizada para regar uma horta (Figura 2C) por meio de um sistema de irrigação estruturado pela escola (Figura 2D).

ISBN: 978-85-7282-778-2

Figura 2 – Nascente na Escola Municipal Francisco Magalhães Gomes. A: Visão geral da nascente represada; B: Cano que direciona as águas; C: horta irrigada; D: Sistema para captação e uso das águas. Fotos dos autores; 22/05/2018.

3.2. Nascente 2: Jardim Felicidade

Conhecida como Nascente da Felicidade, localizada na regional Norte de Belo Horizonte, essa nascente possui relevância social expressiva, pois a mesma e seu entorno são utilizados como local de recreação pelos moradores do bairro, sobretudo por crianças (Figura 3). O Projeto de Valorização da nascente foi desenvolvido pelo do CBH Rio das Velhas junto à comunidade local, através da mobilização em instituições locais, ações de plantio de mudas no entorno e realização de grafite no muro da Escola Jardim Felicidade, com o objetivo de fortalecer e valorizar a preservação da nascente (CBH Velhas, s/d).

A água da nascente é direcionada, para um pequeno tanque (Figuras 3A e 3C). Secundariamente, moradores do entorno drenam a água para outro tanque adjacente (Figura 3D) para uso doméstico. Antes dessa pequena canalização e represamento, a água fluia livremente pela rua e desaguava no córrego Tamboril/ Fazenda Velha (Figura 3B). A rua foi interditada temporariamente, com o objetivo de experimentar o espaço como área de lazer. De acordo com relatos de moradores, essa situação gerou um conflito local, pois causou transtornos para uma parte dos moradores do bairro e daqueles que utilizavam a rua como passagem de veículos. Para compatibilizar os usos, parte da rua permaneceu interditada e parte foi liberada para a circulação de automóveis (Figura 3D), situação que pode mudar.

Figura 3 – Nascente no bairro Jardim Felicidade. A e C: Intervenção para revitalização da nascente B: córrego Tamboril/Fazenda Velha; D: Rua Fazenda Velha. Fotos dos autores; 22/05/2018.

ISBN: 978-85-7282-778-2

3.3. Nascente 3: Parque Ecológico do Brejinho

A nascente do Parque Ecológico do Brejinho foi revitalizada por meio do Projeto de Valorização das Nascentes Urbanas (Figura 4A). Devido à sua localização, a área encontra-se em um eixo de passagem para pedestres por meio de uma ponte (Figuras 4B e 4C). A nascente se caracteriza por exfiltração difusa das águas subterrâneas formando um terreno brejoso (área úmida) de cerca de 800m².

Figura 4 – Nascente no Parque do Brejinho. A: Placa de revitalização; B e C: Nascente revitalizada; D e E: Obras de implantação do Parque do Brejinho; F: nascente difusa a ser suprimida na obra. Fotos dos autores; 22/05/2018.

O parque municipal ainda não foi implantado, estando em estágio de obras de infraestrutura e drenagem (Figuras 4D e 4E). A área destinada à construção do Parque Ecológico do Brejinho compreendia uma série de nascentes difusas, compondo um complexo de áreas úmidas (*wetlands*). Mediante as obras de drenagem, portanto, parte dessas nascentes e áreas úmidas vem sendo suprimida (Figura 4F).

3.4. Nascente 4: Parque Ursulina Andrade de Melo

Esta nascente localiza-se no bairro Castelo, no limite sudoeste do parque Ursulina de Andrade Melo (Figura 5). Atua como importante elemento para educação ambiental, especialmente para as escolas da rede pública que desenvolvem atividades no local. Para este fim foi construído um *deck* próximo à nascente para sua ampla visualização (Figura 5A). A nascente, tal como a do Parque Ecológico do Brejinho, possui afloramento difuso das águas, e forma uma pequena área brejosa (Figuras 5A e 5B).

ISBN: 978-85-7282-778-2

Figura 5 – Nascente no Parque Ursulina de Andrade Melo. A e B: nascente formando uma pequena área brejosa com presença de girinos; C e D: lagos brejosos do Parque. Fotos dos autores; 22/05/2018.

3.5. Nascente 5: Praça Ismael de Oliveira Fábregas

A nascente situa-se no bairro Nova Floresta, regional Nordeste, na Praça Ismael de Oliveira Fábregas (Figura 6). Esta praça encontra-se em uma zona de interflúvio, em um desnível topográfico de cerca de 200m (Figura 6B). A nascente possui vazão visualmente elevada (Figura 6C). A água fluía de maneira perene até que uma torneira foi instalada para a contenção do fluxo e sua utilização principalmente para irrigação do jardim da Praça (Figura 6D). A nascente não possui qualquer placa que atente sobre o seu significado ou sobre intervenções realizadas. As características físicas iniciais não foram possíveis de serem determinadas, visto que a tubulação que canaliza as águas foi construída há mais de 30 anos.

Figura 6 – Nascente na Praça Ismael de Oliveira Fábregas. A: Nascente canalizada e bica de concreto; B: desnível topográfico da Praça, C: vazão considerável durante todo o ano, D: uso para irrigação. Fotos dos autores; 22/05/2018.

3.6. Nascente 6: Bica Petrolina

A nascente conhecida como Bica Petrolina aflora de maneira pontual e situa-se na regional leste, no bairro Sagrada Família (Figura 7). Segundo frequentadores do local, há mais de cem anos o principal uso das águas dessa nascente se destina ao consumo humano, e até o momento não existem relatos de enfermidades causadas pela ingestão das águas pelos usuários. Além do consumo humano, a nascente possui valor simbólico, principalmente para

ISBN: 978-85-7282-778-2

os moradores mais antigos (residentes ou não), relacionado à construção de experiências de vida em relação ao acesso à água durante a expansão da cidade de Belo Horizonte.

Figura 7 – Bica Petrolina no bairro Sagrada Família. (fotos A,B,C): Fila para abastecer galões de 20 litros, sendo essa água utilizada sobretudo para consumo próprio. Fotos dos autores; 11/06/2018.

3.7. Nascente 7: Praça Marília de Dirceu

A nascente na Praça Marília de Dirceu aflora de maneira pontual e está situada na regional Centro-Sul (Figura 8). A nascente apresenta um considerável volume de água canalizado que é direcionado para a rede pluvial, desaguando em um bueiro (Figuras 8A e 8B). Essa região apresenta forte concentração de edifícios, comércios e avenidas. Há certa mobilização social, por meio da Associação da Praça Marília de Dirceu e Adjacências (AMALOU), para aproveitamento da água para irrigação de jardins (Figuras 8C e 8D), havendo proposta de instalação de uma caixa d'água.

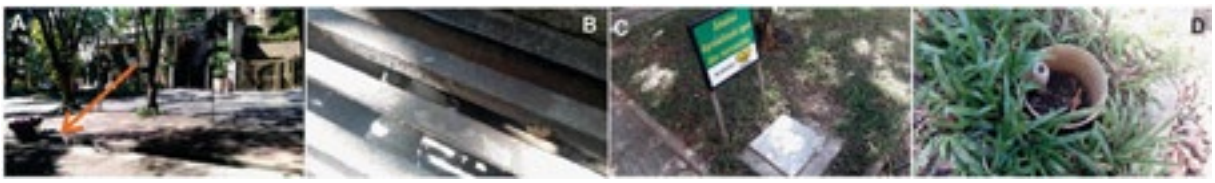


Figura 8 – Nascente na Praça Marília de Dirceu. A e B: Bueiro por onde escoa a água da nascente drenada; C e D: Uso das águas para irrigação. Fotos dos autores; 22/05/2018.

Para essa área, em virtude de seu posicionamento em um dos bairros mais valorizados do município, alguns usos potenciais (e uma provável instalação de caixa d'água) poderiam gerar situações de conflito entre os moradores locais e usuários.

ISBN: 978-85-7282-778-2

3.8. Nascente 8: Córrego do Bicão

A nascente do córrego Bicão localiza-se no aglomerado da Barragem Santa Lúcia, regional Centro-Sul (Figura 9). Próxima à área estão sendo realizadas obras de requalificação de comunidades como parte do programa de urbanização Vila Viva da Prefeitura de Belo Horizonte, que prevê a construção de conjuntos habitacionais e sua ocupação pelas famílias desapropriadas. Há a previsão também da criação de dois novos parques do Bicão, sendo um para proteção de nascentes e outro para prática de esportes radicais.

Figura 9 – Nascente do córrego Bicão. A, B, C, D: Filtro, tubulação e reservatório (geladeira) que armazena a água da nascente; E: córrego Bicão. Fotos dos autores; 13/06/2018.

A nascente encontra-se parcialmente canalizada até um pequeno reservatório improvisado em uma geladeira (Figuras 9A, 9B, 9C e 9D). A partir da visita de campo e conversas com moradores e funcionários da Prefeitura, pode-se constatar que o uso do local se dá nos finais de semana, como forma de lazer. A nascente do "Bicão", segundo relatos, era considerada uma importante fonte de água para os moradores do Aglomerado no início da ocupação, pois não havia abastecimento de água.

4. Nascentes no meio urbano: potencialidades e discussões sobre a função e uso social de suas águas

A partir das observações em campo, foi realizado o enquadramento dos usos sociais e ambientais das nascentes urbanas estudadas (Tabela 1).

ISBN: 978-85-7282-778-2

Tabela I – Categorias de usos sociais e ambientais das nascentes estudadas

CATEGORIA	NASCENTE	TOTAL DE NASCENTES	LOCALIZAÇÃO
Educação ambiental/pedagógica	1, 2, 4	3	Escola Municipal Francisco Magalhães Gomes (Bairro Vila Clóris) (1), Bairro Jardim Felicidade (2), Parque Ursulina de Andrade Melo (Bairro Castelo) (4)
Convívio e lazer de moradores	2,8	2	Bairro Jardim Felicidade (2) Nascente córrego Bicão (Bairro Santa Lúcia) (8)
Irrigação para jardins públicos e/ou hortas	1, 5, 7	3	Escola Municipal Francisco Magalhães Gomes (Bairro Vila Clóris) (1) Praça Ismael de Oliveira Fabregas (Bairro Nova Floresta)(5) e Praça Marília de Dirceu (Bairro Lourdes) (7)
Consumo humano e/ou doméstico	2, 6, 8	3	Bairro Jardim Felicidade (2) Av. Petrolina, Bairro Sagrada Família (6) Nascente córrego Bicão (Bairro Santa Lúcia) (8)
Lavagem de automóveis	2, 6	2	Bairro Jardim Felicidade (2)
Criação de peixes ornamentais	1	1	Escola Municipal Francisco Magalhães Gomes (Bairro Vila Clóris) (1)
Sem uso social direto (Função hidrológica, ecológica)	3	1	Parque do Brejinho (Bairro Jaraguá) (3)

A nascente no bairro Jardim Felicidade revela uma forte apropriação social, mas se localiza em via pública. É comum o uso recreativo por crianças e, secundariamente, a função social para fins pedagógicos pela escola próxima, o consumo doméstico e a lavagem de veículos. Esta nascente também foi a que apresentou maiores situações de conflito devido aos diversos interesses envolvidos na área.

A nascente do Parque Ursulina de Andrade Melo é do tipo difusa e está localizada em uma área de preservação ambiental, sendo visitada esporadicamente por escolas do entorno. Nesse Parque, o valor das águas é principalmente paisagístico.

O consumo para dessedentação e banhos, sobretudo, por meio de bicas, como a Bica da Petrolina e do Bicão, também foram usos comuns observados. Há discussões acerca da

ISBN: 978-85-7282-778-2

qualidade das águas dessas nascentes para consumo humano devido à indisponibilidade de estudos sobre parâmetros de qualidade das águas acessíveis aos frequentadores da nascente.

Não foi verificada a apropriação social direta da nascente do Parque do Brejinho, na regional Pampulha. Apesar da nascente ter sido revitalizada, o Parque quase não tem sido aproveitado pelos moradores, sendo mais utilizado como local de passagem. Nessa área há diversas outras nascentes difusas que estão sendo suprimidas e/ou drenadas para viabilizar a construção de uma barragem de contenção.

A nascente na Praça Marília de Dirceu, inserida em área adensada, está completamente descaracterizada de sua condição original, tal como a maioria das nascentes estudadas. Entretanto, ainda são realizadas algumas ações pontuais para se utilizar as águas da nascente e do canal encoberto para irrigação dos jardins da Praça.

5. Considerações finais

Em vista da intensa urbanização, com construção de edificações e rearranjo da rede pluvial, muitas das nascentes são suprimidas e/ou bastante alteradas. A proximidade entre a população e as nascentes faz com que o próprio meio social se altere em virtude da presença das águas, proporcionando a integração das características físico-ambientais do ambiente às dinâmicas culturais, educativas e de valorização da paisagem.

Há, de fato, uma multiplicidade de tipos de nascentes que afloram de maneira pontual ou zonal no meio urbano e que podem contribuir como áreas de recarga das bacias, tal como as do Parque Ursulina de Andrade Melo. Porém, dependendo do processo de expansão urbana, nascentes difusas e brejosas podem se tornar áreas insalubres ou abandonadas, ameaçando a saúde pública e atraindo a repulsa da população. Deste modo, pode haver uma anulação do potencial de funções sociais positivas das nascentes e a própria população torna-se aliada do poder público em iniciativas de supressão destas nascentes.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Percebe-se que a maioria das nascentes apresenta potencial de funções e usos sociais voltados à conscientização e educação ambiental, bem como de contemplação e lazer, além de usos para abastecimento doméstico e irrigação. Além disso, o conjunto das nascentes urbanas pode manter funções importantes de aumento de vazões fluviais e diluição da carga poluidora, principalmente em metrópoles com deficiências de saneamento como Belo Horizonte.

Apesar de, em geral, existirem conflitos de interesses quanto à função das nascentes, grande parte dos moradores apoia a sua apropriação social e se beneficia diretamente da proximidade com as nascentes. Espera-se, assim, que o trabalho contribua com novas pesquisas e visões relativas ao tema. A partir da sua ressignificação à luz da apropriação social, nascentes e áreas úmidas podem ser mais protegidas com a colaboração da sociedade.

Agradecimentos: Ao CNPq pela bolsa de pesquisa. Ao Rivus - Grupo de Pesquisa Geomorfologia e Recursos Hídricos.

6. Referências Bibliográficas

CHARLTON, R.O. **Fundamentals of Fluvial Geomorfophology**. Nova York, ed. Routledge, 275p. 2008.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS (CBH-VELHAS). **Valorização das Nascentes Urbanas nas Bacias Hidrográficas dos Ribeirões Arrudas e Onça.** Belo Horizonte: Sub Comitês das Bacias Hidrográficas dos Ribeirões Arrudas e Onça, janeiro de 2011, 44p.

FELIPPE, M. F. **Caracterização e tipologia de nascentes em unidades de conservação de Belo Horizonte-MG com base em variáveis geomorfológicas, hidrológicas e ambientais**. Dissertação (mestrado). Instituto de Geociências / Universidade Federal de Minas Gerais, 2009.

_____; MATOS, R.E.S.; MAGALHÃES JR., A.P.; MAIA-RODRIGUES, B.; COSTA, A.; GARCIA, R.A. Evolução da ocupação urbana das zonas preferenciais de recarga de aquíferos de Belo Horizonte - MG. **Revista de Geografia**, v.2, n.1, 2011.

_____; MAGALHÃES JR.. Conflitos conceituais sobre nascentes de cursos d'água e propostas de especialistas. **Geografias**. Belo Horizonte: IGC-UFMG, v. 1, p. 70-81, 2013.

_____; MAGALHÃES JR., A. P.; PESCIOTTI, H.; COELI, L. Nascentes antropogênicas: processos tecnogênicos e hidrogeomorfológicos. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 14, p. 279-286, 2014.

FERREIRA, L. L. B. **Inventário das Áreas Úmidas urbanas em parques municipais de Belo Horizonte - MG**. Monografia (Graduação). Instituto de Geociências / Universidade Federal de Minas Gerais, 2017.

GOMES, S.C. **Bases teórico-conceituais e subsídios para a classificação hidrogeomorfológica das áreas úmidas em Minas Gerais**. 2017. 212 f. Dissertação (mestrado) – Departamento de Geografia – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017.

HENRIQUES, R.J. Aspectos geomorfológicos que influenciaram (e influenciam) a ocupação urbana histórica de Belo Horizonte em Minas Gerais. **Revista de Geografia**, v.6, n.4, 2016.

TERRA VIVA ORGANIZAÇÃO AMBIENTAL. **Projeto catalogador de nascentes da bacia hidrográfica da lagoa da Pampulha**. Belo Horizonte: Ministério Público Federal (MPMG), 2015, 663p.

ISBN: 978-85-7282-778-2

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

MORFOMETRIA DA DRENAGEM DO ALTO CURSO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO SANTO ANTÔNIO, ILHA DO MARANHÃO

Dayana Serra MACIEL [(a)], Quésia Duarte da SILVA [(b)], Danyella Vale Barros FRANÇA [(c)] , Samyra Yanka Almeida PINHEIRO[(d)]

[(a)] Departamento de História e Geografia/Universidade Estadual do Maranhão, dayanaserramc@gmail.com
[(b)] Departamento de História e Geografia/Universidade Estadual do Maranhão, quesiaduartesilva@hotmail.com
[(c)] Departamento de História e Geografia/Universidade Estadual do Maranhão, danyellabarros-geo@hotmail.com
[(d)] Departamento de História e Geografia/Universidade Estadual do Maranhão, samyrayanka1@gmail.com

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

Este trabalho tem como objetivo analisar a morfometria do alto curso da bacia hidrográfica do Santo Antônio, Ilha do Maranhão. Foram delimitadas 8 unidades hidrográficas com o intuido de diagnosticar a predisposição da área à ocorrência de fenômenos de enchentes e inundações. Nesse sentido, optou-se por utilizar os seguintes índices: densidade de drenagem (Dd), índice de sinuosidade (Is), índice de circularidade (Ic) e fator de forma (Kf). Como resultado, todos os canais das unidades são retos (Is); as unidades 1, 4, 5, 7 e 8 são circulares (Ic) e para o Kf não foram mapeadas unidades circulares, sendo que as unidades 1, 4, 5, 7 e 8 são intermediárias. De acordo com os dados levantados de Dd, nenhuma unidade hidrográfica foi considerada suscetível a enchentes e inundações, porque apresentaram muito baixa e baixa Dd. Por fim, a análise morfometrica permite o diagnostico preliminar dos fenômenos de enchentes e inundações.

Palavras chave: Drenagem; enchentes e inundações; morfometria

1. Introdução

A análise morfométrica de bacias hidrográficas é definida como um conjunto de procedimentos metodológicos que tem como orientação, a investigação e compreensão científica dos componentes naturais de uma bacia hidrográfica (SANTOS e MORAIS, 2012).

Dentre as diversas funcionalidades da morfometria, destaca-se aqui a utilização dos parâmetros morfométricos para a identificação de áreas suscetíveis a fenômenos de enchentes e inundações.

Estudos sobre essa temática vêm sendo desenvolvidos na Ilha do Maranhão nos últimos 10 anos nas bacias do Bacanga, Paciência, Anil, Prata, Santa Barbara, Riacho do Angelim e Riacho do Turu por Santos (2007), Silva (2012), Barros, Silva, Garrito, Costa e Araujo (2014), Barros, Silva, Teixeira, Costa e Santana (2016), Rodrigues e Silva (2016), Rodrigues, Silva, Teixeira e Costa (2016), Rodrigues, Lisboa e Silva (2017), Santana, Silva, Barros e Teixeira (2017) e Teixeira (2019) e têm apontado que, em geral, as áreas com ocorrência de enchentes e inundações são morfometricamente caracterizadas por terem baixa suscetibilidade a estes fenômenos.

Partindo desses pressupostos e considerando que a bacia hidrográfica do Santo Antônio não apresenta estudos nessa área do conhecimento, o presente trabalho objetivou analisar a morfometria da drenagem do alto curso da bacia hidrográfica do Santo Antônio, Ilha do Maranhão com o intuido de diagnosticar as áreas com predisposição para ocorrência de enchentes e inundações

2. Metodologia

Para alcancar o objetivo proposto, utilizou-se o *softwar*e ArcGIS for Desktop Advanced versão 10.2, licença EFL999703439 e a base de dados de Silva (2012) e França (2018).

A delimitação da bacia foi realizada segundo a proposta de Coelho Netto e Avelar (1996) e ANA (2013). Para a delimitação do alto curso utilizou-se o critério do contato direto da curva de nível (20m) com a drenagem.

Para a realização da análise morfométrica foram identificadas e delimitadas oito unidades hidrográficas (UH) das quais foram analisados os seguintes parâmetros: área (A), perímetro (P), comprimento total dos canais (Lt), comprimento verdadeiro dos canais (Lv), comprimento da bacia (L) e comprimento em linha reta do canal principal (Lr). Baseado nas propostas de Villela e Matos (1975), Christofoletti (1980), Antoneli e

Thomaz (2007), Pereira e Tavares Junior (2007), foram utilizados os seguintes índices: densidade de drenagem (Dd), índice de sinuosidade (Is), índice de circularidade (Ic) e fator de forma (Kf).

Neste sentido, foi realizada análise morfométrica do alto curso baseada nas oito unidades hidrográficas (UH) e na proposta regional de Silva (2012) para a Ilha do Maranhão.

3. Resultados e Discussão

O alto curso da bacia hidrográfica do Santo Antônio possui uma área de 29,15 km^2, estando localizado na porção centro-leste da Ilha do Maranhão com área drenada nos municípios de São Luís e São José Ribamar (Figura 1).

As UH 1, 4, 6 e 7 foram classificadas com muito baixa Dd e as UH 2, 3, 5 e 8 com baixa Dd, indicando grande potencial de infiltração. Sobre o Is, todas as UH da área em estudo possuem canais retos, segundo Müller (1953) e Antoneli e Thomaz (2007), o que gera maior velocidade no escoamento das águas fluviais e aumenta a probabilidade para ocorrência dos fenômenos aqui estudados.

Sobre o Ic, a UH 6 é alongada, sendo as UH 2 e 3 intermediárias e 1, 4, 5, 7 e 8 circulares. Assim, estas últimas unidades são mais suscetíveis morfometricamente aos eventos de enchente e inundação. Para o Kf não foram encontradas UH circulares, sendo as UH 3 e 6 alongadas e as 1, 2, 4, 5, 7 e 8 intermediárias (Figura 1 e Tabela 1).

Parâmetros Morfométricos									
Unidades Hidrográficas	A (Km²)	P (Km)	Lt (Km)	Lv (Km²)	L (Km)	Dd (Km/Km²)	Is (Adimensional)	Ic (Adimensional)	Kf (Adimensional)
1	2,42	5,36	1,03*	1,03	2,11	0,42	1,05	0,91	0,54
2	1,00	4,09	1,01*	1,01	1,36	1,01	1,04	0,75	0,54
3	1,95	6,09	2,30*	2,30	2,42	1,17	1,05	0,66	0,33
4	1,52	4,57	1,13*	1,13	1,69	0,74	1,09	0,91	0,58
5	0,70	3,07	0,83*	0,83	1,14	1,18	1,09	0,93	0,54
6	10,61	16,36	9,64	4,33	4,99	0,90	1,12	0,49	0,42
7	4,39	8,26	2,75*	2,75	2,90	0,62	1,09	0,80	0,52
8	0,72	3,20	0,91*	0,91	1,15	1,28	1,02	0,88	0,54
Bacia	29,15	25,19	26,44	4,78	6,96	0,90	1,11	0,37	0,69

Siglas: A=área; P=perímetro; Lt=comprimento total dos canais; Lv=comprimento verdadeiro dos canais; L=comprimento da bacia; Dd=Densidade de drenagem; Is=Índice de sinuosidade; Ic=Índice de circularidade; Kf=Fator de forma. * Nessas unidades hidrográficas o Lt refere-se ao mesmo valor do Lv por se tratar de unidades com apenas um canal fluvial.

Muito Baixa | Baixa | Média | Alta

Tabela 1: Índices morfométricos e resultados obtidos

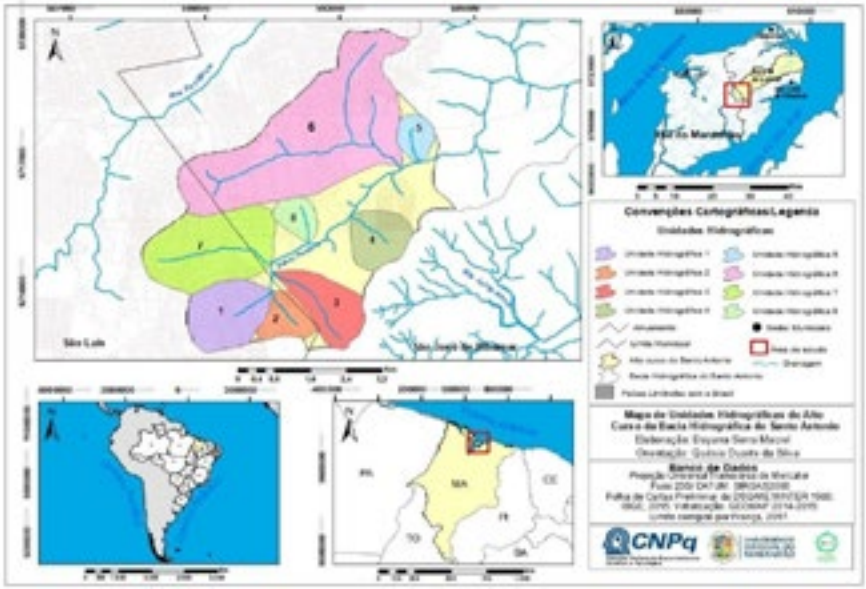


Figura 1: Mapa de unidades hidrográficas do alto curso da bacia do Santo Antônio, Ilha do Maranhão

4. Considerações finais

Com os dados obtidos, a partir de cada índice foi possível compreender o comportamento hidrológico de cada unidade hidrográfica. Considerando a Dd, as unidades hidrográficas da área de estudo não são suscetíveis aos eventos de enchentes e inundações. Conforme os dados do Ic, as UH 1,4,5,7 e 8 são suscetíveis a estes fenômenos, pois apresentam forma circular. De acordo com o Is, todos os canais são retos que favorece a velocidade de escoamento do escoamento das águas. **N**o índice Kf não foram identificadas unidades circulares.

As UH 3 e 6 são alongadas apresentando baixa suscetibilidade. Nesse sentido, apesar de não apresentarem de maneira geral tendência ao fenômenos estudados, as UH apresentam no mínimo um índice que indica tais fenômenos.

5. Referências Bibliográficas

ANTONELI. V; THOMAZ. E. L. Caracterização do meio físico da bacia do arroio Boa Vista – Guamiranga-PR. **Caminhos de Geografia**. Uberlândia v.8, n.21 Jun/2007.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Planejamento, manejo e gestão de bacias hidrográficas**. Brasília: 2013.

BARROS, D. V.; SILVA, Q. D.; GARRITO, A. C.; COSTA, C. M.; ARAUJO, R. P. S. Análise morfométrica aplicada na identificação de enchentes e inundações na bacia hidrográfica do Prata, Ilha do Maranhão. Revista Geonorte, v. 10, p. 78-83, 2014.

BARROS, D. V.; SILVA, Q. D.; TEIXEIRA, E. C.; COSTA, C. M.; SANTANA, R. G. Morfometria, uso e cobertura do solo como indicadores de enchentes e inundações na Bacia do Rio do Prata, Ilha do Maranhão. Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, v. 3, p. 217-226, 2016.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blucher, 1980.

COELHO NETTO, A. L.; AVELAR, A. D. Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia. In.: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. **Geomorfologia**: exercícios, técnicas e aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996, p. 103-138.

RODRIGUES, T. O.; LISBOA, G. S. ; SILVA, Q. D. . Morfometria das unidades de drenagem do médio curso do rio anil, Ilha do Maranhão. In: simpósio brasileiro de geografia física aplicada, 2017, campinas. Os desafios da geografia física na fronteira do conhecimento, 2017.

RODRIGUES, T. O.; SILVA, Q. D. . Morfometria da drenagem do alto curso da bacia hidrográfica do rio Anil, São Luís/Ma. In: Simpósio Nacional de Geomorfologia, 2016,Maringá-pr. Geomorfologia fluvial, 2016.

SANTANA, R. G. ; SILVA, Q. D. ; BARROS, D. V. ; TEIXEIRA, E. C. . Análise morfométrica do riacho do Angelim, São Luís/Ma. In: Archimedes Perez Filho, Raul Reis Amorim. (Org.). Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento. 1eded.Campinas: UNICAMP, 2017, v. 1, p. 989-994.

SANTOS, D. A. R; MORAIS, F. Análise morfométrica da bacia hidrográfica do Rio Lago Verde como subsídio à compartimentação do relevo da região de Lagoa da Confusão – TO. **Revista Geonorte**. v.3, n.4, p. 617-629, 2012.

SILVA, Q. D. **Mapeamento geomorfológico da Ilha do Maranhão**/ Tese de Doutorado. Presidente Prudente- Universidade Estadual de São Paulo, 2012.

STRAHLER, A. N. **Quantitative analysis of watershed geomorphology**. Geophysical Union Trans., v.38 p.912-920, 1952.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo, McGraw-Hill do Brasil, 1975.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

MORFOMETRIA DE BACIAS HIDROGRÁFICAS ALOGÊNICAS ASSOCIADAS AOS SUMIDOUROS DAS CAVERNAS DO PARQUE ESTADUAL DE TERRA RONCA (PETeR)

Guilherme Marques de Lima [(a)], Lucas Espíndola Rosa [(b)] Luís Felipe Soares Cherem [(c)]
Márcio Henrique de Campos Zancopé [(d)]

(a) Geógrafo. (autônomo), Email: guilhermelhp.lima@gmail.com
(b) Laboratório de Geomorfologia, Pedologia e Geografia Física/Instituto de Estudos Sócioambientais/Universidade Federal de Goiás, Email: lukasespindola@gmail.com
(c) Laboratório de Geomorfologia, Pedologia e Geografia Física/Instituto de Estudos Sócioambientais/Universidade Federal de Goiás, Email: luis.cherem@gmail.com
(d) Laboratório de Geomorfologia, Pedologia e Geografia Física/Instituto de Estudos Sócioambientais/Universidade Federal de Goiás, Email: zancope@ufg.br

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

O trabalho visa propor um modelo que auxilie o reconhecimento de potenciais áreas cavernícolas em regiões cársticas, bem como correlacionar os parâmetros morfométricos de densidade de drenagem e índice de circularidade com o desenvolvimento dos sumidouros das cavernas já catalogadas do Parque Estadual da Terra Ronca. A metodologia adotada reconhece sete bacias hidrográficas, cujo canal principal que aporta dentro dos respectivos sumidouros. Com base em alimentação de um banco de dados SIG foram extraídas informações para as correlações entre as densidades de drenagem e o índice de circularidade com o desenvolvimento das feições cavernícolas cadastradas pelo Cadastro Nacional de Cavernas do Brasil (CNC). Os resultados demonstram que a densidade de drenagem e o índice de circularidade apresentam uma relação inversamente proporcional ao desenvolvimento das feições cavernícolas, onde o índice de circularidade apresentou um r^2 de 0,46, podendo assim ser recomendado este método para seleção de áreas prioritárias.

Palavras chave: Densidade de drenagem, Índice de circularidade, fluviocarste.

1. Introdução

A região cárstica de Terra Ronca, no nordeste goiano, apresenta um mosaico de ambientes com características naturais distintas, exibindo domínios geomorfológicos bastante significativos, pois apresentam uma rica diversidade de formas de relevo (BRASIL, 1982), formando um dos conjuntos espeleológicos mais representativos da América do Sul.

Por estas peculiaridades, foi criado o Parque Estadual da Terra Ronca (PETeR), uma unidade de conservação ambiental localizada nos municipios de Guarani de Goiás e São Domingos, cujo objetivo principal destina-se à preservação dos relevos cársticos da região (IBGE, 1995).

Desenvolvido predominantemente sobre rochas carbonáticas (BIGARELLA, *et al.,* 1994), os relevos cársticos tem a água e o CO_2 como principal agente intempérico nos processos relacionados à sua gênese e evolução (LLOPIS-LLADÓ, 1970). A dissolução das rochas promove a espeleogênese, que é controlada pela remoção e precipitação geoquímica de íons de bicarbonato no interior das cavernas e demais feições cársticas (WHITE, 1988). Assim, o entendimento do regime hidrológico em ambientes onde predominam este tipo de relevo é grande relevância, e para tal, é necessário o conhecimento de características físicas existentes nas bacias hidrográficas (VILLELA; MATTOS, 1975; LIMA, 1976).

Neste sentido, têm-se utilizado diversos parâmetros morfométricos para a compreensão do comportamento hidrológico de bacias hidrográficas associadas a relevos cársticos, bem como ao seu desenvolvimento. Ferrari *et al.,* (1998), por exemplo, desenvolveram sua pesquisa relacionando alguns parâmetros com o desenvolvimento de depressões no carste do Vale do Ribeira, no estado de São Paulo. Na ocasião, os autores utilizaram a densidade de drenagem e o índice de circularidade para compreender o desenvolvimento das depressões fechadas existentes na região. Faquim *et al.,* (2017) também utilizaram parâmetros morfométricos para averiguar o potencial de transferência de sedimentos, visando quantificar a capacidade de transporte de sedimentos das bacias hidrográficas e quais as que mais contribuem para o processo de assoreamento do sistema de cavernas do PETeR. Lima *et al.,* (2017) propuseram um modelo introdutório para compreender o desenvolvimento de poljés existentes no Parque Estadual de Terra Ronca (PETeR), utilizando também parâmetros morfométricos. Na ocasião, os autores identificaram que a maior densidade de drenagem poderia estar associada às feições mais desenvolvidas.

A densidade de drenagem é uma variável da bacia hidrográfica que indica a eficiência do escoamento superficial até um determinado exutório (CHIRISTOFOLLETI, 1980), enquanto o índice de circularidade indica que a água precipitada numa bacia chega com maior eficiência ao exutório, podendo favorecer as enchentes (CHRISTOFOLETTI, 1969). Ambas variáveis, portanto, poderiam contribuir para o entendimento do aporte hídrico às cavernas do PETeR.

Considerando estes pressupostos, alguns parâmetros morfométricos poderiam auxiliar previamente na escolha e distinção de locais com potencial ocorrência de feições cavernícolas e contribuição hídrica alogênica, que apresentem padrões semelhantes no que diz respeito a variáveis geológicas, geomorfológicas, pedológicas e climáticas?

Assim, este trabalho tem como objetivo correlacionar os valores de densidade de drenagem e índice de circularidade das bacias hidrográficas alogênicas associadas aos sumidouros das cavernas do PETeR com o comprimento das cavernas .

2. Materiais e Métodos

2.1. Área de estudo

Criada em 1989 e com uma área de aproximadamente 57 mil hectares, o PETeR é atravessado por uma rede de drenagem que compõe as bacias hidrográficas dos médios e altos cursos dos rios São Domingos e São Mateus, afluentes da margem direita do Rio Paranã, integrando assim, a bacia hidrográfica do Rio Tocantins.

Estes rios, cujas nascentes se localizam na Serra Geral de Goiás, drenam para oeste e atravessam patamares aplainados até alcançarem os sumidouros dos sistemas de cavernas do PETeR (BRASIL, 1982), evidenciando uma importante recarga alogênica. A Serra Geral de Goiás é constituída por arenitos cretáceos do Grupo Urucuia (BRASIL, 1982). Os sumidouros das cavernas do PETeR ocorrem a partir dos afloramentos das rochas proterozóicas do Grupo Bambuí, onde se desenvolve o carste da região. Ainda, no PETeR são encontradas as rochas granito-gnáissicas do Complexo Almas Cavalcante, além de coberturas sedimentares

inconsolidadas e depósitos colúvio-eluviais (Figura1) (LACERDA FILHO, 2008; ROSA, 2016).

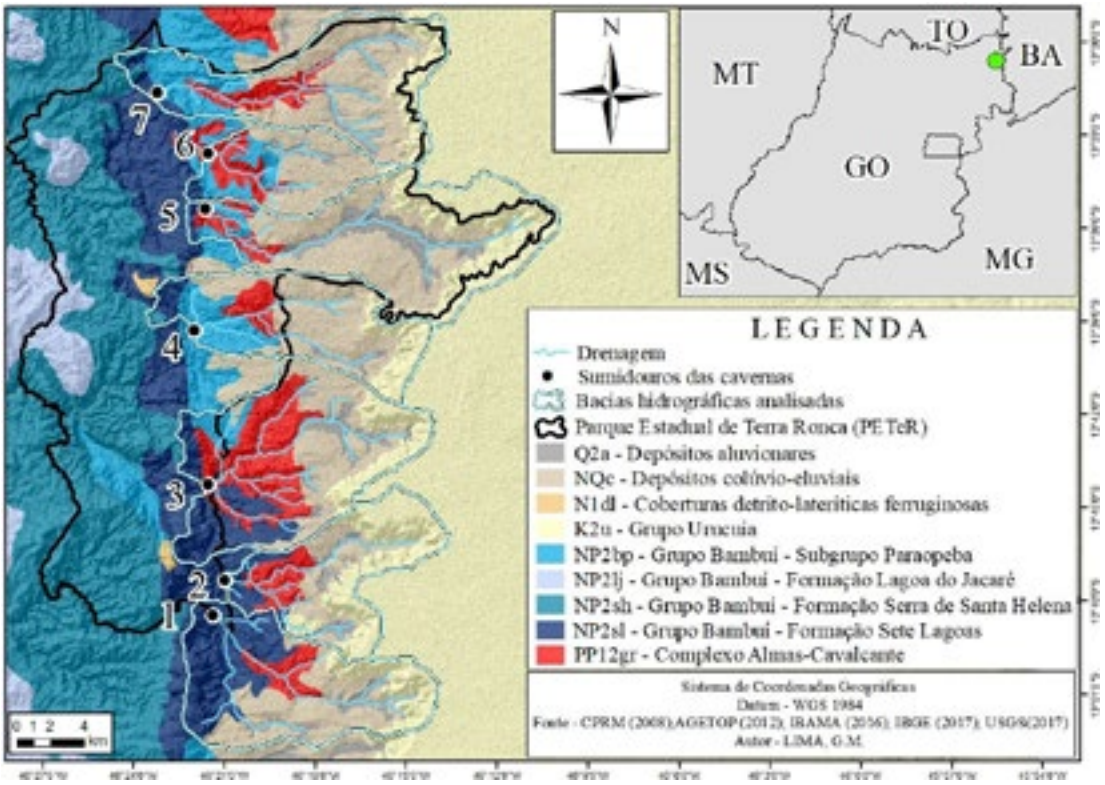


Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo. 1) Sumidouro da Gruta de São Bernardo; 2) Sumidouro da Lapa Palmeiras; 3) Sumidouro da Lapa de Terra Ronca; 4) Sumidouro da Lapa de São Mateus; 5) Sumidouro da Lapa de São Vicente; 6) Sumidouro da Lapa do Bezerra; 7) Sumidouro da Lapa do Angélica.

Já o relevo da área de estudo (Figura 2) está dividido em unidades (i) agradacionais, correspondentes predominantemente a Planícies Fluviais, Terraços e Faixas Aluviais, e (ii) denudacionais, compostas pelas Superfícies Regionais de Aplainamento (SRA), Zonas de Erosão Recuante (ZER) e Morros e Colinas (MC) (LATRUBESSE *et al.,* 2006).

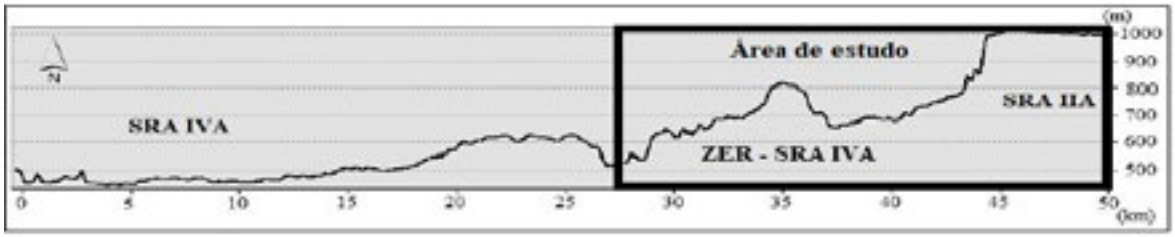


Figura 2: Perfil topográfico da área de estudo. Fonte: Rosa (2016). Adaptado.

2.1. Procedimentos metodológicos

A realização deste trabalho consistiu da análise de imagens de satélites a partir do Modelo Digital de Elevação do sistema orbital ALOS PALSAR, disponibilizado no portal digital do *Alaska Satellite Facility (ASF),* que possibilitou a delimitação das bacias hidrográficas associadas aos sumidouros das cavernas do PETeR. A pesquisa também utilizou imagens de alta resolução dos satélites SPOT (2,5 m) e GeoEye (0,6 m), que permitiu a obtenção de informações visuais acerca dos fundos de vale e das reentrâncias dos canais de drenagem. Estes canais foram delimitados por intermédio de vetorização na escala de 1: 5.000, a fim de propor maior fidedignidade com ambiente de estudo.

Os sumidouros das cavernas do Parque Estadual de Terra Ronca foram obtidos *in loco*, por meio do registro de suas coordenadas geográficas via a utilização de GPS, enquanto o tamanho foi baseado nos dados disponíveis da plataforma digital da Sociedade Brasileira de Espeleologia (SBE), cuja aturoria é do Cadastro Nacional de Cavernas do Brasil (CNC).

O comprimento das sete cavernas estudadas do PETeR, em metros e ordem crescente, são: Lapa Palmeiras (3.500m); Gruta de São Bernardo (3.800m); Lapa de Terra Ronca (7.500m); Lapa do Bezerra (8.250m); Lapa do São Vicente (10.130m); Lapa de São Mateus (10.828m; 7) e Lapa do Angélica (14.100m).

Para a obtenção dos valores de densidade de drenagem seguiu-se o determinado por Horton (1945) *apud* Christofoletti, (1980), em que a densidade de drenagem corresponde à soma do comprimento total dos canais divido pela área da bacia hidrográfica, conforme a fórmula a seguir: Dd = Lt/ A. Nesse caso, o Dd corresponde à densidade de drenagem, Lt ao comprimento total dos canais e A área da bacia. Este parâmetro está relacionado com o tempo levado para a saída do escoamento superficial da bacia, ou seja, bacias com menor infiltração apresentam maior escoamento superficial e consequentemente, maiores valores de densidade de drenagem (LIMA, 1976; CHRISTOFOLETTI, 1978).

Já os valores referentes ao índice de circularidade foram obtidos por meio da equação Ic = 12.57 x A/p², onde Ic corresponde ao índice de circularidade, A à área da bacia

hidrográfica em km² e p² ao perímetro da bacia, também em km² (TONELLO, 2005). As bacias hidrográficas com índice de circularidade superiores a 0,51 apresentam formas próximas a um círculo, enquanto valores menores que 0,51 indicam bacias hidrográficas com formas alongadas ou menos circulares. Assim, há maior acúmulo de água no exutório de bacias mais circulares, enquanto há menor acúmulo nas bacias menos circulares (SCHUMM, 1956), isto é, maior suscetibilidade de inundação nas primeiras bacias e comportamento o inverso nas segundas (STEVAUX; LATRUBESSE, 2017).

Os resultados obtidos dos parâmetros morfométricos das bacias hidrográficas associadas aos sumidouros das cavernas do PETeR e o comprimento das cavernas associadas a estes sumidouros foram correlacionados estatisticamente por regressão linear simples.

3. Resultados e Discussão

As bacias hidrográficas que aportam nos sumidouros apresentaram variação quanto aos parâmetros morfométricos, no que diz respeito à área das bacias, o comprimento dos canais e consequentemente de densidade de drenagem. A Figura 1 evidencia variabilidade quanto ao comportamento das variáveis da densidade de drenagem das bacias hidrográficas associadas aos sumidouros das cavernas do PETeR.

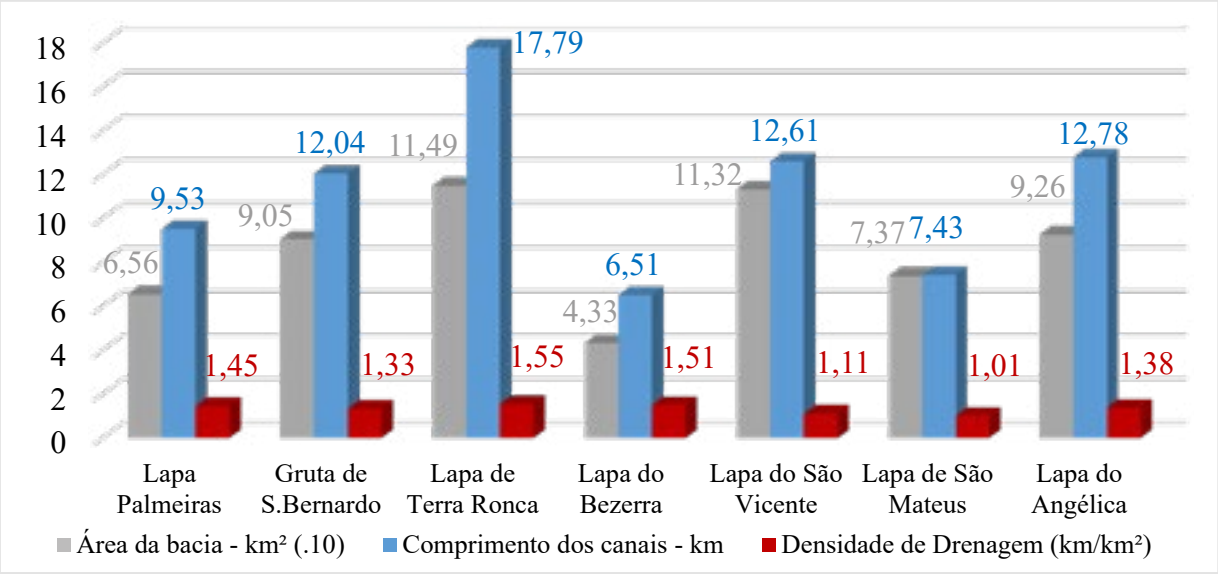


Figura 3: Parâmetros morfométricos das bacias hidrográficas associadas aos sumidouros das cavernas do PETeR.

Nota-se que os maiores valores dos parâmetros morfométricos foram registrados na bacia associada ao sumidouro do rio da Lapa, que além de apresentar o maior valor de comprimento de canais e tamanho de sua área, apresentou o maior valor de densidade de drenagem em relação aos demais. Destaca-se que o rio da Lapa verte para a mais conhecida caverna da região, a de Terra Ronca.

Já os menores valores de densidade de drenagem foram registrados nas bacias associadas aos sumidouros das cavernas da Lapa de São Mateus e São Vicente, com valores de 1,01 e 1,11 km/km², respectivamente.

Embora a bacia hidrográfica associada à Lapa do Bezerra apresente a menor contribuição areal (área da bacia) em relação às demais, seu valor de densidade de drenagem é o segundo maior (1,5 km/km) possivelmente pela natureza inversamente proporcional deste parâmetro, que alavanca seu resultado.

Apesar possuir o segundo maior comprimento total dos canais e apresentar na sua soleira o controle exercido por granitoides associados ao Complexo Almas-Cavalcante, a bacia hidrográfica associada ao sumidouro da Lapa do Angélica possui baixa densidade de drenagem pela sua grande contribuição areal em comparação as demais bacias.

É válido destacar que este controle litoestrutural do Complexo Almas-Cavalcante, que é composto por granitoides, ocupa grande representação nas soleiras dos cursos hídricos junto ao sistema cárstico do PETeR, sendo mais representativo na bacia que aporta diretamente o rio da Lapa, na Caverna de Terra Ronca. A natureza dessas litologias apresenta um amplo controle estrutural composto por fissuras, fraturas e falhas, que por vezes contribuem com a maior densidade de drenagem constatada na região de pesquisa.

Do contrário, observa-se que as bacias dos rios São Vicente e São Mateus apresentam grandes áreas compostas por Depósitos Colúvio-Eluviais, provavelmente oriundos do recuo da escarpa da *cuesta* da Serra Geral de Goiás, por vezes produzindo amplos interflúvios entre os divisores de água das bacias do rio São Vicente e São Mateus, o que ajuda a compreender a diferenciação de até 0,5 km/km² entre bacias limítrofes.

Em relação ao índice de circularidade (Ic) foram registrados os seguintes valores: i) Bacia do rio Angélica – Ic: 0,4; ii) Bacia do rio São Vicente – Ic: 0,4; iii) Bacia do rio São Mateus – Ic: 0,45; iv) Bacia do rio Palmeiras – Ic: 0.47; v) Bacia do córrego Bezerra – Ic: 0,55; vi) Bacia da Lapa de Terra Ronca: - Ic: 0,56; vii) e Gruta do São Bernardo - Ic: 0,58.

As correlações mostraram-se estatisticamente satisfatórias, já que os testes apontam a existência de correlação entre as variáveis: comprimento da caverna x densidade de drenagem; e comprimento da caverna x índice de circularidade. Os *valores* "*P*" da regressão mostraram-se abaixo de 0,05 em todos os casos, sendo de 0,0006 para a densidade de drenagem e de 0,0001 para o índice de circularidade.

Os valores de densidade de drenagem evidenciam uma correlação *(r^2)* de 0,13, que pode ser considerada muito baixa e por vezes nula (figura 4), isto é, uma relação inversamente proporcional (negativa), onde os valores mais ajustados correspondem as menores cavernas - São Bernardo e Palmeiras - mas que apresentam densidades de drenagens intermediárias comparadas às demais observadas.

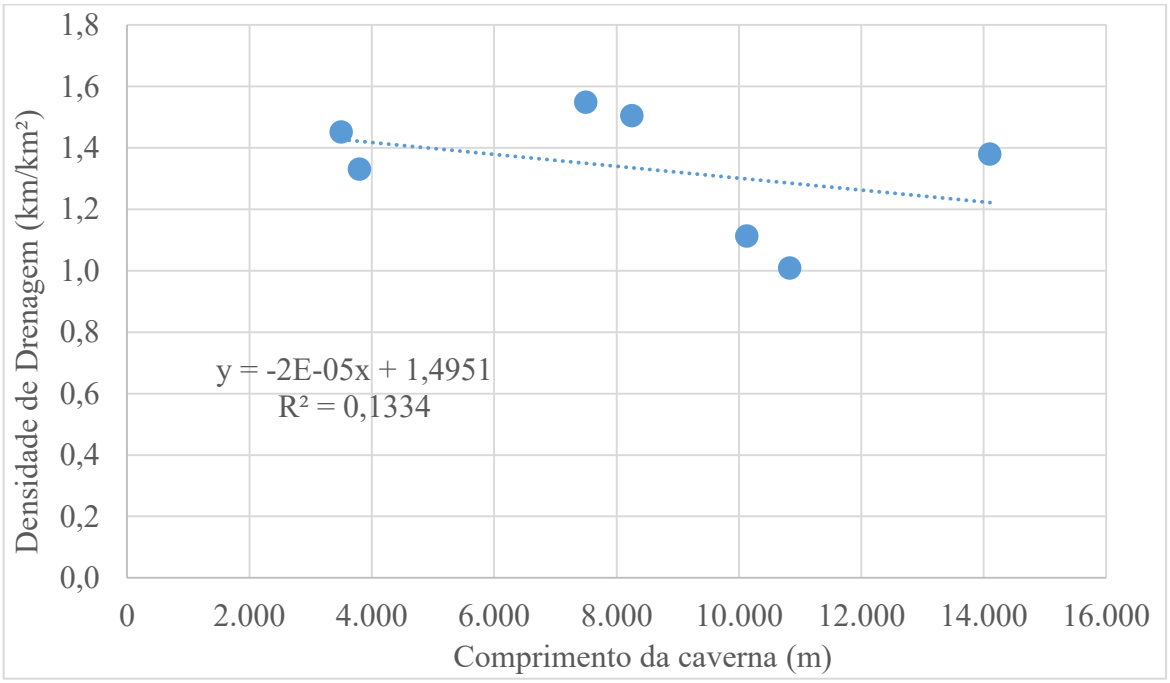


Figura 4: Coeficiente de Determinação entre os comprimentos das cavernas pela densidade de drenagem.

Nota-se também que duas das três maiores cavernas, Lapa de São Mateus e Lapa de São Vicente, apresentam os menores valores de densidade de drenagem, com 1,01 e 1,1 (km/km²). Este comportamento pode ser consequência do domínio geológico nas áreas de recarga destas bacias serem constituído majoritariamente por Depósitos Colúvio-Eluviais, de matriz arenosa, onde predominam o fluxo basal de natureza mais lenta e contínua ante aos granitoides do Complexo Almas-Cavalcante que alicerçam, em grande parte, o percurso superficial dos canais alogênicos da Lapa de Terra Ronca e da Lapa do Bezerra, que ao contrário, apresentam os maiores valores de densidade de drenagem.

Quando observados os valores relativos aos índices de circularidade, constata-se que estes são mais representativos em relação à densidade de drenagem, evidenciando uma correlação negativa *(r²)* de 0,46, conforme Figura 5.

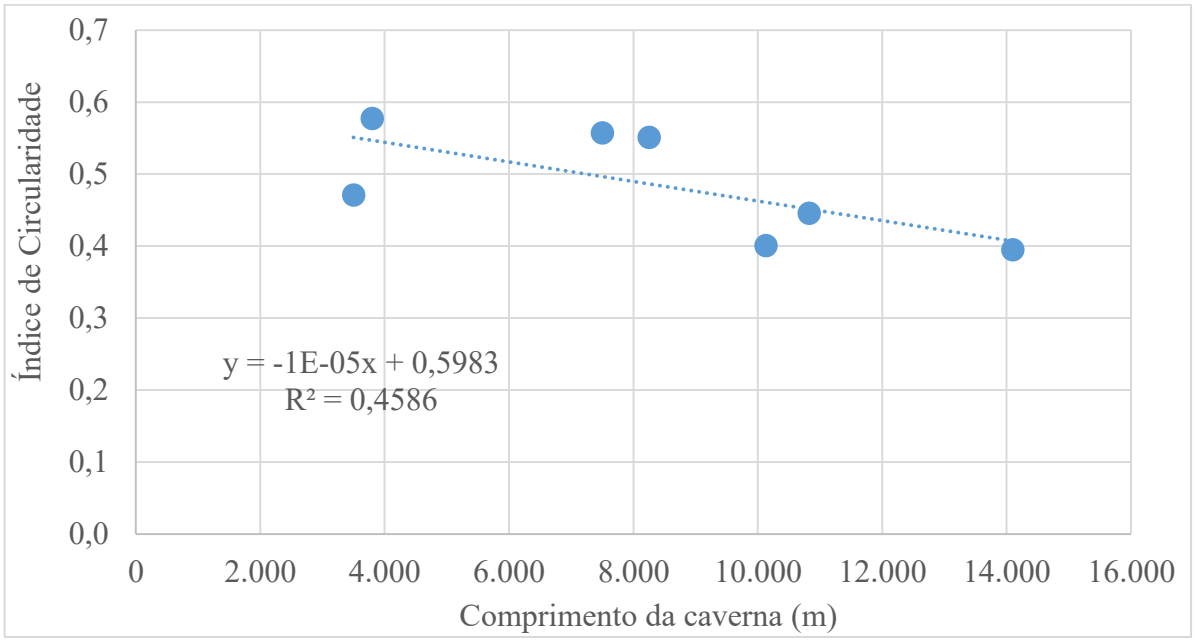


Figura 5: Coeficiente de Determinação entre os comprimentos das cavernas pelo índice de circularidade.

As bacias com correlações mais ajustadas a reta em relação ao índice de circularidade foram as da Lapa da Angélica, de São Mateus e de São Vicente, sendo as duas últimas as que apresentam as menores densidades de drenagem. Tais resultados já eram

esperados pelo comportamento "negativo" da correlação da densidade de drenagem, evidenciando que bacias com menores contribuições hidrográficas, visto as menores densidades de drenagem, possuem menores riscos a enchentes (CHRISTOFOLLETI, 1980), fato esse comprovado pelo menor índice de circularidade.

Os índices de circularidade nesses casos sugerem inferências quanto ao tempo de concentração da bacia, onde bacias menos circulares ás águas demoram mais tempo para passar pelo exutório, uma vez que a água advinda da rede de drenagem tende a atingir o canal principal simultaneamente, na medida em que as distâncias entre a cabeceira e o tronco da drenagem são aproximadamente equivalentes (STEVAUX; LATRUBESSE, 2017).

Ademais, esses valores do índice de circularidade associados à compreensão dos valores de densidade de drenagem ser menores, sugerem que as bacias associadas à Lapa de São Mateus e de São Vicente apresentam maior infiltração e percolação da água pelo fluxo basal, fluxo esse importante para o desenvolvimento do carste tanto autógeno quanto alógeno (FERRARI *et al.,* 1998).

Nesse sentido, valores reduzidos tanto de densidade de drenagem ou de índice de circularidade, evidenciam que o escoamento da bacia será mais bem distribuído ao longo do tempo (BIAS et al., 2012), sugerindo assim, melhor aporte do fluxo basal, tendo em vista que em condições físicas semelhantes, essas bacias apresentam melhor infiltração e por vezes percolação, que consequentemente, contribui para cavernas.

4. Considerações Finais

Os resultados mostram que há uma relação significativa "negativa" entre o comprimento das cavernas e o índice de circularidade *(r^2 0,46)*, em que a diminuição deste índice tende a acompanhar o aumento do comprimento das cavernas, fato este também observado para a densidade de drenagem, mas que pelos resultados levantados neste último parâmetro, apresentaram tendência quase nula. Assim, os menores valores de densidade de drenagem e de índice de circularidade estiveram associados às cavernas mais longas, ou seja, de maior comprimento.

Em pesquisas de prospecção espeleológica tais resultados indicam que este método pode ser uma das variáveis a serem consideradas na programação com vistas a otimização e seleção de locais prioritários de para trabalhos de campo.

Os resultados apresentados ainda em caráter preliminar sugerem que outras correlações podem ser consideradas em relação ao desenvolvimento deste carste, por exemplo, a relação entre o predomínio das unidades geológicas que aportam os cursos hídricos alogênicos e o desenvolvimento dos carstes, que podem fazer inferências de reconhecimento acerca da influência da água subterrânea e do fluxo basal até essas feições.

5. Referências

BIAS, E. De. S.; PIVEL, L.; GUEDES, S.C; ROCHA, K.C. Análise da eficiência da vegetação no controle do escoamento superficial: uma aplicação na bacia hidrográfica do Rio São Bartolomeu, DF. **Revista Geociências.** v.31, n.3, 2012.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. **Projeto Radambrasil**: levantamento de recursos naturais, Folha SD 23 Brasília. Rio de Janeiro, 1982. v. 29. (6 mapas: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra, avaliação do relevo).

BIGARELLA, J. J.; BECKER, R. D. E.; SANTOS, G. F. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. v.1. Florianópolis: Editora da UFSC, 1994.

CHRISTOFOLETTI, A. A morfologia de bacias de drenagem**. Notícias Geomorfológicas**, Campinas, v.18, n.36, p.130-2, 1978.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. Análise morfométrica de bacias hidrográficas. Notícia Geomorfológica, v. 9, n.18, p. 35-64, 1969.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**, São Paulo: 1ª ed. Editora Edgard Blucher, 1980.

FAQUIM, A. C. S.; ZANCOPÉ, M. H. C.; CHEREM, L. F. S. Potencial de transferência de sedimentos das bacias contribuintes do sistema cárstico Terra Ronca. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 37, n. 3, p.448-465, dez. 2017.

FERRARI, J.A.; HIRUMA, S.T.; KARMANN, I. 1998. Caracterização morfométrica de uma superfície cárstica do Vale do Ribeira, São Paulo (Núcleo Caboclos – PETAR). São Paulo, **Revista do Instituto Geológico**, 19(1/2): 9-17.

HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins: a hydrophysical approach to quantitative morphology. **Geol Soc. Am.** ***Bull***., v.56, n.3, p.275-370, 1945.

IBGE. **Zoneamento geoambiental e agroecológico do Estado de Goiás**: região nordeste. Rio de Janeiro, 1995.

LACERDA FILHO, J. M., (Coord). GOIÁS (Estado). Secretaria de Indústria e Comércio. Superintendência de Geologia e Mineração. **Geologia do estado de Goiás e Distrito Federal**. Goiânia: 2008.

LATRUBESSE, E. M., (Coord). GOIÁS (Estado). Secretaria de Indústria e Comércio. Superintendência de Geologia e Mineração. **Geomorfologia do estado de Goiás e Distrito Federal**. Goiânia: 2006.

LIMA, W.P. **Princípios de manejo de bacias hidrográficas**. Piracicaba: ESALQ-USP, 1976.

LIMA, G. M.; ROSA, L. E.; ZANCOPE, M. H. C.; CHEREM, L. F. S.; Densidade de drenagem das bacias hidrográficas associadas aos poljés do carste do Parque Estadual de Terra Ronca (PETeR) - GO: resultados preliminares. In: XII Simpósio Nacional de Geomorfologia, 2018, Crato. **Anais** do XII SINAGEO, 2018. v. 1. p. 109-116.

LLOPIS-LLADÓ, N. **Fundamentos de hidrogeologia cárstica**: introducción a la geoespeleología. Madrid: Blume, 1970.

ROSA, L. E. *Interfaces entre unidades de conservação e bacias hidrográficas na região de Terra Ronca*. 2016. 146 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Estudos Socioambientais, Goiânia, 2016.

SCHUMM, S. A. Evolution of drainage systems and slopes in badlands of Perth Amboy. **Bulletin of Geological Society of America**, n. 67, 1956. p. 597-646

STEVAUX, J.; LATRUBESSE, E. M. **Geomorfologia Fluvial.** São Paulo: Oficina de Textos, 2017.

TONELLO, K.C. *Análise hidroambiental da bacia hidrográfica da cachoeira das Pombas, Guanhães, MG.* 2005. 69 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005,

VILLELA, S.M., MATTOS, A. **Hidrologia Aplicada**. São Paulo: McGraw – Hill do Brasil, 1975.

WHITE, W. B. **Geomorphology and hydrology of karst terrains**. New York: Oxford University Press, 1988.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

MORFOMETRIA FLUVIAL: ESTUDO DE CASO CÓRREGO DA BURACA

Marina S. Araújo [(a)], Silvio Carlos Rodrigues [(b)]

[(a)] Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Email: marinas.araujo@ufu.br

[(b)] Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Email: silgel@ufu.br

Eixo:

Marina S. Araújo, Silvio Carlos Rodrigues

Resumo

O trabalho em questão abarca análises morfométricas desenvolvidas na Bacia do Corrego da Buraca de forma a compreender melhor a dinâmica fluvial e geomorfológica na região da Serra da Canastra, Minas Gerais. Os índices morfométricos foram desenvolvidos em ambiente SIG utilizando o software ArcGIS 10.2.2 tendo como base as cartar topográficas extraídas do IBGE na escala de 1: 50.000. As imagens do tipo raster também foram elaboradas a partir desta base cartográfica através de métodos de interpolação. Os índices aqui trabalhados consistiram em: Indice SL, Perfil longitudinal e Fator de Simetria Topográfica Transversa. A área de estudo em questão permeia a Faixa de Dobramentos Brasília e a Bacia Sedimentar do São Francisco, e neste contexto o trabalho teve o objetivo de entender o comportamento dos canais a partir da relação entre aspectos morfométricos e comportamento granulométrico da carga de leito dos canais envolvidos.

Palavras chave: Geomorfologia Fluvial, Morfometria, Serra da Canastra

1. Introdução

Os estudos relacionados à morfometria de canais vêm sendo cada vez mais utilizados para analises sobre formas e dinamicas fluviais. Esta metodologia quantitativa deifundiu-se na Geomorfologia a partir de nomes Strhaler (1952), Schumm (1993), Horton (1945), Hack (1973) dentre outros autores. Assim sendo, foi possível atráves da morfometria fluvial o

desenvolvimento de pesquisas relacionadas à esculturação do relevo, estruturação, composição geológica, dinamica hidrologica, dentre outros aspectos.

Isto posto, o trabalho em questão propos-se atráves destes parametros morfometricos sob a otica da Geomorfologia Fluvial, interpretar a evolução do relevo, de modo a esclarecer alguns comportamentos da paisagem local. Nesta perspectiva, a análise da capactidade e compentencia dos canais fluviais aqui envolvidos trás de modo geral os aspectos provenientes da esculturação do relevo embazado por rochas filiticas, quartiziticas e sedimentares do tipo siltitos e arenitos finos.

A pesquisa trás como objetivo principal analisar de forma quantitativa a capacidade e competencia do Córrego da Buraca atráez de indices morfometricos fluviais, de modo a contribuir na interpretação dos trabalho deste canal na concepção do relevo da região da Serra da Canastra.

A proposta de justifica na necessidade de se conhecer profudamente os aspectos ambientais para fins de planejamentos, quer seja ambiental quer seja urbano e contribuido pros avanços metodologicos geomorfologicos enquanto ciencia de base. Conhecendo melhor a dinâmica geomorfológica e hidrográfica desta área é possível estabelecer um manejo adequado da mesma, principalmente no que tange a fixação da população e utilização dos recursos hídricos de forma adequada.

A área de estudo aqui apresentada corresponde a Bacia Hidrográfica do Córrego da Buraca, afluente de 4ª ordemdo Rio Santo Antônio, porção norte da Serra da Canastra -MG, no município de São Roque de Minas, conforme demonstrado na figura 1.

ISBN: 978-85-7282-778-2

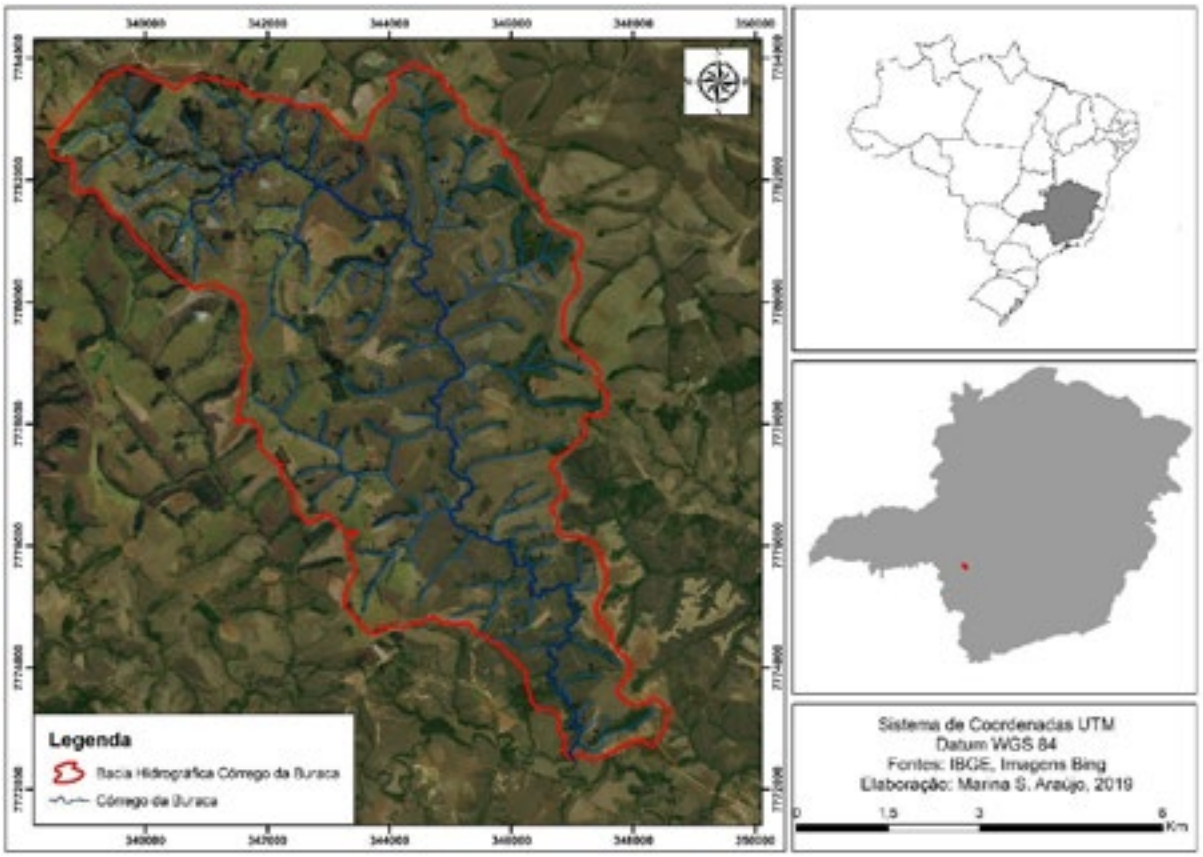


Figura 1: Mapa locacional

A composição litológica da bacia (FIGURA 2) engloba materiais derivados de rochas do tipo, siltito, arenito, filitos e quartzitos micáceos de modo geral. A geologia é composta pelos Grupo Canastra e Supergrupo São Francisco. De modo mais detalhados as rochas que sustentam essa paisagem pertencem ao Membro Hidroelétrica da Batalha (Formação Chapa dos pilões), Formação Paracatu Indivisa e Formação Serra da Saudade.

Segmentando a litologia a Formação chapada dos Pilões Membro Hidroelétrica da Batalha e a Formação Paracatu são responsáveis pelas rochas metamórficas da região e a Formação Serra da Saudade pelas rochas do tipo sedimentares. Essas feições compõem um contexto histórico geológico proveniente das movimentas da Faixa Brasília durante os eventos Brasilianos que

ocasionaram o encontro dessa massa rochosa com o embasamento do Cráton do São Francisco. Essa zona de colisões resultou na formação da Serra da Canastra. A porção do Cráton teve seu embasamento maciço recoberto por sedimentos após longos períodos erosivos resultando na porção relacionada a Bacia Sedimentar do São Francisco, também expressa na bacia aqui analisada.

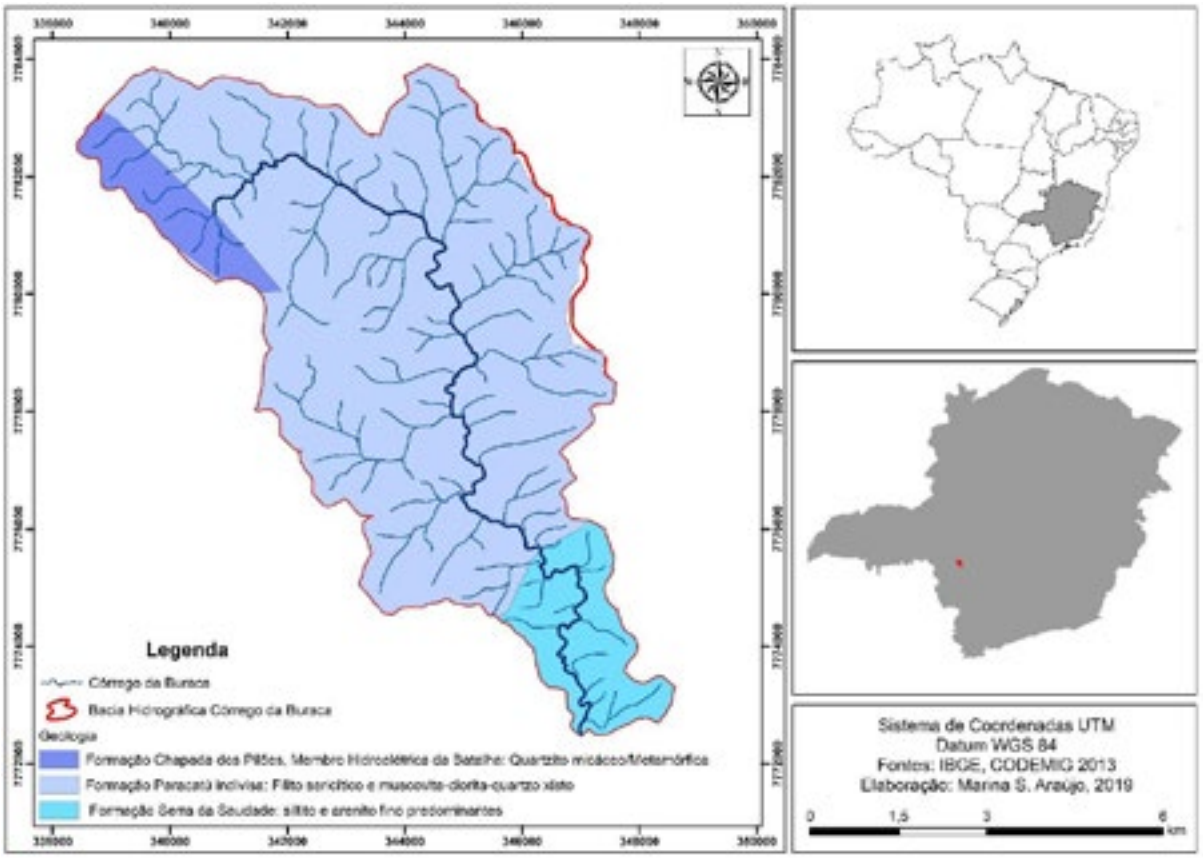


Figura 2: Geologia Local

De forma geral o relevo da área estudada está inserido num contexto de intensa atuação tectônica, com aparecimento de dobras, falhas, vulcanismo, ou representam áreas de afundamento pelo acúmulo de sedimentos datados do pré-cambriano indiviso, destacando relevos do tipo chapadas, dissecados e escapamentos tectônicos, sendo este último ligado aos

processos químicos e físicos de forma intensa. (MMA/IBAMA 2005) A região da Serra da Canastra é composta por relevos suavemente dissecados, cristas e áreas dissecadas com altitudes maiores, esculpidas sobre as rochas do Grupo Canastra. Ainda sobre a área os autores ressaltam que sua formação rochosa associada ao tectonismo favoreceu a formação das escarpas, sendo que estas são resultantes de falhamentos e do alto índice de atividade erosiva. Mais especificamente de acordo com Souza e Rodrigues (2014) a região é composta basicamente pelo Planalto do São Francisco pertencente à Bacia Bambuí e a Faixa Canastra, onde é possível encontrar regiões de dissecamento, depressões e superfícies cimeiras. (RODRIGUES et al., 2001)

2. Materiais e métodos

O Índice SL (Slope x Lenght) proposto por Hack (1973) consiste na relação Declividade vesus Extensão, quando correlacionado com o perfil longitudinal proporciona as bases para o estabelecimento de comparações entre cursos d'água de ordem e de porte diferentes. (HACK, 1973; ETCHEBEHERE et al., 2004).

Dessa forma, seguindo a metodologia utilizada por Hack (1973), o índice SL pode ser calculado considerando a extensão total de um rio, sendo Δh é a diferença altimétrica entre a cota superior e inferior do canal, ou seja, a diferença entre a conta localizada a montante do rio e a cota localizada na sua foz; e lnL, o logaritmo natural da extensão total do curso d'água.

$$SL_{total} = \Delta h / \ln L$$

Considerando um segmento ao longo do curso d'água, o índice SLtrecho pode ser calculado pela relação entre Δh (a diferença altimétrica entre dois pontos extremos de um segmento ao longo do curso d'água) Δl (projeção horizontal da extensão do referido segmento) e Δh/Δl o gradiente da drenagem naquele trecho; e L o comprimento total do curso d'água a montante do ponto para o qual o índice SL está sendo calculado.

$$SLtrecho = \Delta h/\Delta l * L$$

Serão considerados índices SLtrecho anômalos aqueles que divididos pelo SLtotal obtiverem valores superiores a 2. Sendo assim categorização das anomalias resulta em duas ordens: anomalias de 1ª ordem, referentes aos valores iguais ou superiores a 10 e anomalias de 2º grau, referentes aos índices compreendidos entre os limiares de 2 a 10. Estes valores demonstram por exemplo, mudanças litológicas, quebras abruptas de declives como cachoeiras, ou também a existência de quebras (knickpoints) ao longo do perfil longitudinal de um rio, representando pontos anômalos a ser investigados inclusive do ponto de vista neotectônico. (SEEBER & GORNITZ, 1938 apud ETCHEBEHERE et al., 2006).

Proposto por Cox (1994), o Fator de simetria topográfica transversa indica a oscilação do canal fluvial em relação ao eixo central da bacia hidrográfica analisada por meio dos valores de T que oscilam entre 0 e 1. Quanto mais próximo de 0 maior é a simetria, enquanto valores próximos a 1 indicam assimetria. Os denominadores são obtidos por meio da formula T=Da/Dd, sendo (Da) distancia horizontal entre o canal analisado até o eixo médio da bacia e (Dd) distancia horizontal entre o divisor de águas da bacia e o eixo médio.

3. Resultados e discussões

Localizado no médio curso do Rio Santo Antônio, o Córrego da Buraca com cerca de 20 km de extensão, encontra-se na margem esquerda do referido rio perpassando altitudes que variam de 1990m a 740 m. De acordo com o mapeamento geológico da CODEMIG (2013) sua nascente mais alta está localizada em uma região remanescente de quartzito, no entanto, seu médio curso corre sobre rochas do tipo filito e seu baixo curso e foz encontram-se em uma compartimentação diferencia, os siltitos e arenitos da Formação Serra da Saudade.

Analisando o Indice SL calculado para o canal (FIGURA 3) é possível notar alguns setores de anomalias de 2ª ordem e de 1ª ordem. Estes valores de acordo com a literatura demostra casos de

mudanças litológicas, knicpoints dentre outros fatores. Isto torna-se validável quando há a plotagem do perfil longitudinal.

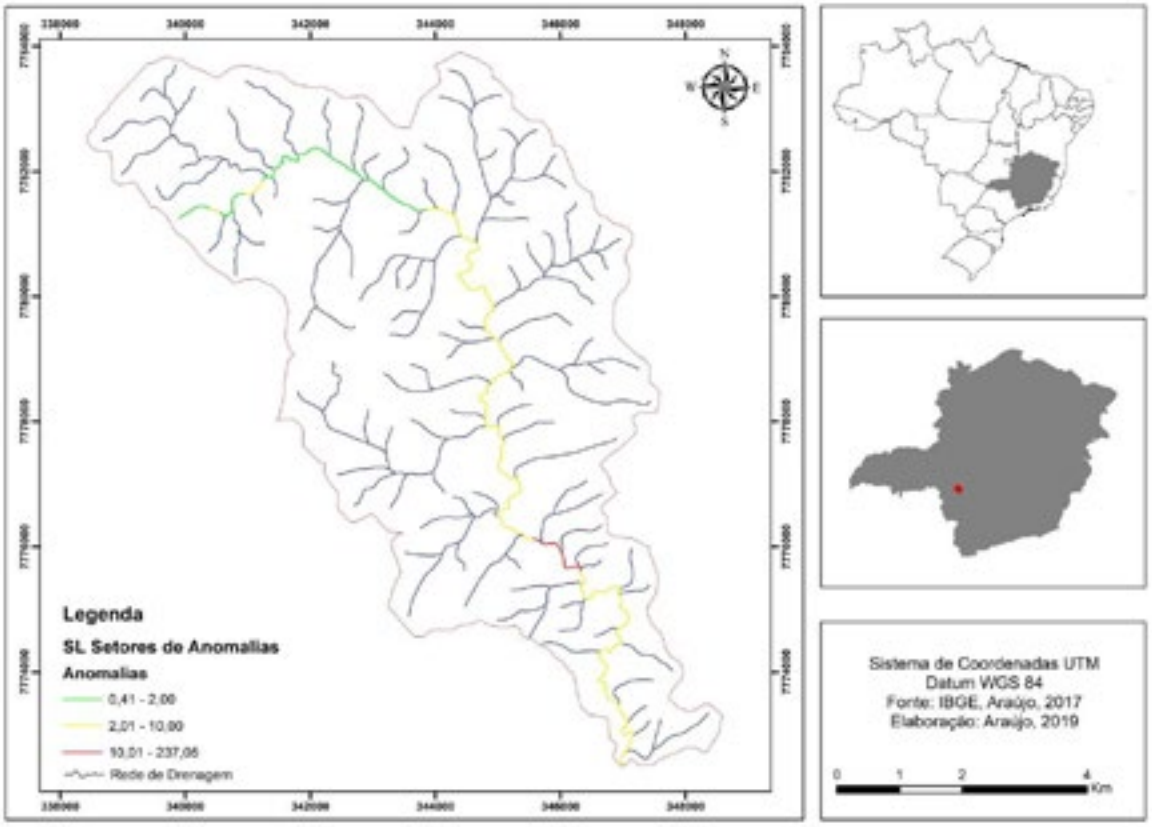


Figura 3: Índice SL

Em seu perfil longitudinal (FIGURA 4) pode-se observar uma convexidade característica dos canais presentes na faixa de dobramentos com setores em equilíbrio possivelmente relacionados ao controle de lineamentos. Seus valores anômalos no alto e médio curso estão relacionados a mudanças litológicas presentes.

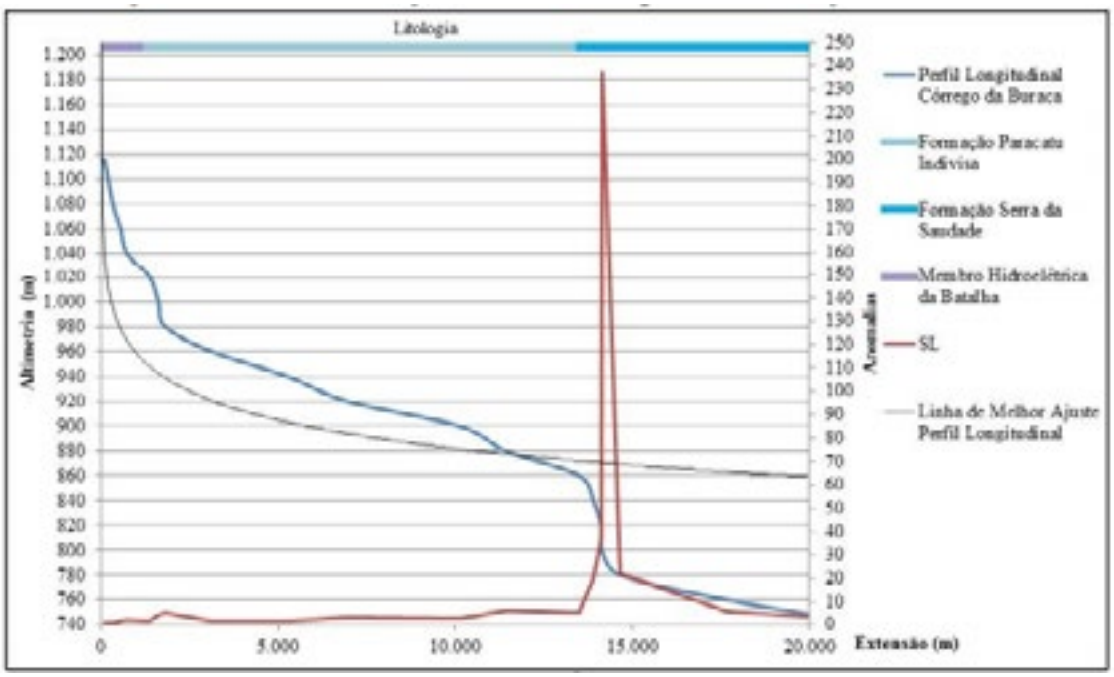


Figura 4: Perfil Longitudinal

Observando seus valores de Fator de Simetria Topográfica Transversa, sigla FSTT, (FIGURA 5) é possível notar que em grande parte do canal os valores aproximam-se bastante de zero indicando que o canal apresenta grande simetria em relação ao eixo médio da bacia. No entanto, em seu alto curso é possível observar mudanças drásticas de direcionamento que levaram o canal a ter pouca simetria.

Devido à mudança do curso do canal no setor da nascente é possível afirmar a presença de um controle forte por parte da estrutura em que o mesmo se localiza. Estas mudanças drásticas de direcionamento não resultaram, no entanto em anomalias de primeira ordem, mas caracterizou anomalias de segunda ordem até o canal entrar em outro forte controle estrutural onde mantem-se em equilíbrio. Em sequência o canal corre sobre trechos de anomalias de segunda ordem retomando seu potencial energético de forma a compensar as mudanças abruptas em relação a condicionantes estruturais.

Os fatores deste canal que resultaram em anomalias de primeira ordem estão relacionados, no entanto a presença de um falhamento associado a uma mudança litológica de filitos para siltitos e arenitos finos com altitudes muito menos elevadas do que o compartimento anterior, no entanto não suficiente para deslocar lateralmente, de forma significativa, o canal caracterizando valores baixos no que se refere ao FSTT. Sendo assim, neste canal avaliam-se as anomalias relacionadas a mudanças litológicas e estruturais bem como o deslocamento lateral do canal em relação ao eixo médio da bacia associado ao controle por lineamentos.

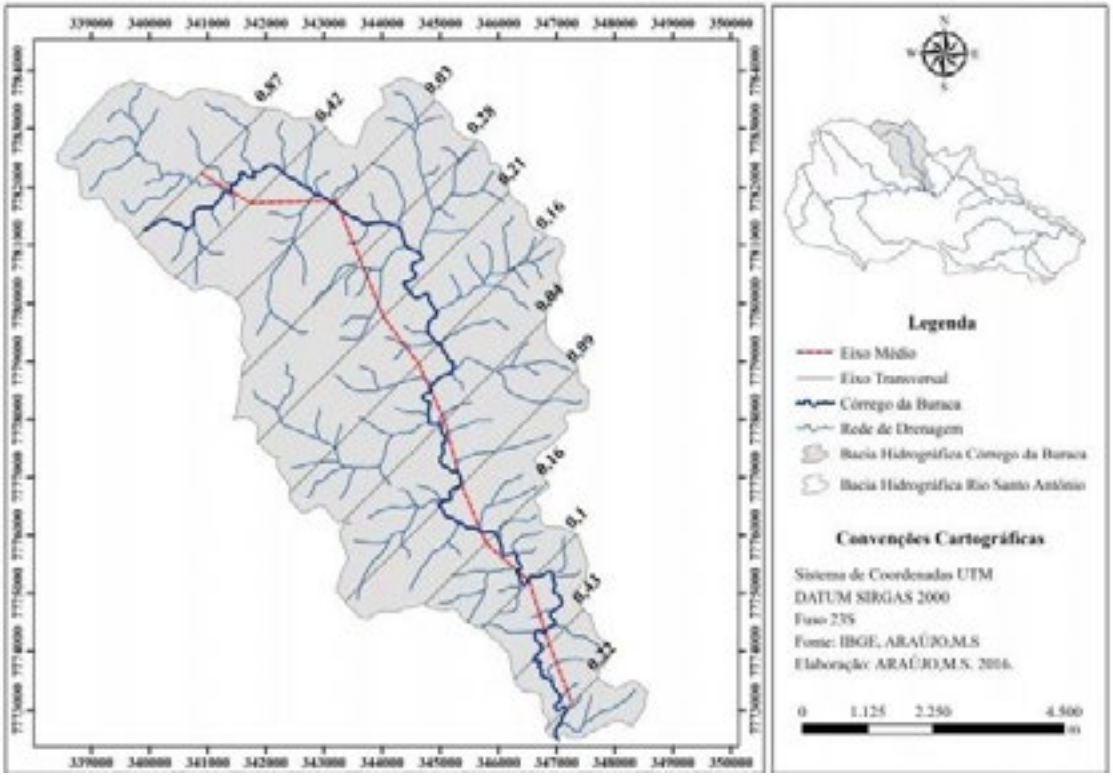


Figura 5: Fator de Simetria Topográfica Transversa

4. Considerações Finais

Ao longo do desenvolvimento do trabalho foi possível concluir algumas questões. Dentre essas questões podemos citar a importância da difusão desta metodologia enquanto parte ativa

do processo de analise geomorfológico e da paisagem, uma vez que é possível interpretar os canais através de dados quantitativos. Estes dados por sua com o advento das tecnologias foram muito simplificados em relação ao modo de confecção dos mesmos nos primórdios.

A utilização de ambientes como o Arcgis família 10, é possível além da espacialização, desenvolver as formulas dentro deste mesmo ambiente através de ferramentas como Raster Calculator, isso trás para o pesquisador agilidade na obtenção dos dados, disponibilizando tempo hábil maior para os processos de interpretação dos índices e fatores de formação, dinâmica e processos do relevo local.

Além diante a maior facilidade de confecção destes índices foi possível verificar a acurácia da metodologia que ao longo do trabalho mostrou-se validada quando comparada com as demais informações, principalmente geológicas, que foram levantadas enquanto base de dados. Estes dados geológicos por sua vez, podem ser calibrados através dos índices Morfométricos que tendem a mostrar com maior precisão os pontos de confluências litológicas, já que o canal fluvial é se mostra uma das primeiras parcelas da paisagem a refletir o substrato rochoso.

Agradecimentos

Agradecimento à FAPEMIG pelo auxilio financeiro no desenvolvimento desta pesquisa.

Referencias

COX, R.T. Analysis of drainage basin symmetry as a rapid technique to identify areas of possible Quaternary tilt-block tectonics: an example from the Mississippi Embayment. Geol. Soc. Am. Bull, v. 106, p. 571-581, 1994.

ETCHEBEHERE, M.L.; SAAD, A.R.; FULFARO, V.J.; PERINOTTO, J.A.J. Aplicação do Índice "Relação Declividade-Extensão – RDE" na Bacia do Rio do Peixe (SP) para Detecção

de Deformações Neotectônicas. Revista do Instituto de Geociências – USP, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 43-56, out. 2004.

ETCHEBEHERE, M.L.C.; CASADO, F.C.; MORALES, N. Análise Fluviomorfométrica Do Rio Corumbataí (SP) – Implicações Morfotectônicas Vinculadas À Migração De Nickpoint. Revista UnG - Geociências, Guarulhos v. 10, n. 1, p. 74-94, 2011. ETCHEBEHERE, M.L.C.;

ETCHEBEHERE, MLC.; SAAD, AR., SANTONI, G., CASADO, FC.;FULFARO, VJ. 2006. Detecção de prováveis deformações neotectônicas no vale do rio do Peixe, Região Ocidental Paulista, mediante aplicação de índices RDE (Relação DeclividadeExtensão) em segmentos de drenagem. Revista UNESP - Geociências, vol. 25, no. 3, p. 271-287.

HACK, J. T. Stream profile analysis and stream gradient index. Journal Research of U. S. Geological Survey, v. 1, 421-429, 1973.

RODRIGUES, S. C.; ROCHA, M. R.; MOURA, A. A. de. Relevo, Paisagem e Potencial Turístico no Parque Nacional da Serra da Canastra. In: 8º Encuentro De Geógrafos De América Latina, Santiago de Chile. Anais. Santiago de Chile: 4 a 10 de mar. de 2001. CD-ROM.

SOUZA, D.A.; RODRIGUES, S.C. ASPECTOS MORFOESTRUTURAIS E MORFOESCULTURAIS DA SERRA DA CANASTRA E ENTORNO (MG). Revista do Departamento de Geografia – USP, São Paulo, v. 27, p. 47-66, 2014. https://doi.org/10.11606/rdg.v27i0.472

STRAHLER, A,N. Dynamic basis of Geomorphology. Geol. Soc. America Bulletin (1952), 63, pp. 923-938.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

MIGRAÇÃO DOS MEANDROS DO BAIXO CURSO SUPERIOR DO RIO VERMELHO, AFLUENTE DESTRO DO RIO ARAGUAIA, CENTRO-OESTE DO BRASIL.

Márcio Henrique de C. Zancopé [(a)], Letycia Milene Neves Correia [(b)], Elizon Dias Nunes [(c)]

[(a)] Instituto de Estudos Socioambientais, Universidade Federal de Goiás, Email: zancope@ufg.br
[(b)] Instituto de Estudos Socioambientais, Universidade Federal de Goiás, Email: letyciamilene@gmail.com
[(c)] Instituto de Estudos Socioambientais, Universidade Federal de Goiás, Email: elizonnunes@gmail.com

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

Os rios meandrantes são definidos pelos processos de migração do canal, sinuosidade e morfologia em planta. O baixo curso do Rio Vermelho, afluente do Rio Araguaia, leste do estado de Goiás, desenvolve canal meandrante, identificado pela morfologia atual do canal e profusão de paleomeandros. Este trabalho apresenta os processos de migração dos meandros do baixo curso superior do Rio Vermelho entre 1984 e 2018. Os processos de migração foram identificados pelo deslocamento dos eixos dos meandros e mudanças nos raios de curvatura, medidos em ambiente SIG, a partir da sobreposição dos vetores do canal, extraídos de imagens orbitais dos anos de 1984, 2000 e 2018. O abadono de meandro e expansão meândrica foram os processos de maior frequência, demonstrando a mobilidade acelerada do trecho estudado. O processo de migração de um meandro afeta a distribuição das migrações do baixo curso superior do Rio Vermelho.

Márcio Henrique de C. Zancopé, Letycia Milene Neves Correia, Elizon Dias Nunes

Palavras chave: evolução de meandros, morfodinâmica fluvial, canal fluvial.

1. Introdução

Desde a década de 1950 é discutido a classificação tripartite dos padrões de canal fluvial retilíneos, meandrantes e entrelaçados de Leopold e Wolman (1957). Recentemente, Stevaux e Latrubesse (2017) demonstraram os problemas que cercam as classificações dos padrões de canal e admitiram a objetividade da classificação tripartite, incorporando o padrão

anabranching. Um problema de classificação similar ocorre com os canais meandrantes. Índice de sinuosidade, comprimento de onda, raio de curvatura, etc. foram correlacionados para definir um rio meandrante (HICKIN; NANSON, 1975). Longo dabate permite admitir como consenso: todo canal meandrante possui fluxo helicoidal (CORNEY et al., 2006), que provoca a sinuosidade acentuada e as migrações laterais pela planície aluvial (HOOKE, 2008). Portanto, um canal meandrante é definido pelos processos de migração, sinuosidade e morfologia em planta.

O baixo curso do Rio Vermelho, afluente do médio Rio Araguaia, no leste do estado de Goiás, desenvolve canal meandrante, identificado pela morfologia atual e profusão de paleomeandros na planície aluvial. Padrões meandrantes são comuns aos afluentes do Médio Araguaia, haja visto o baixo curso do Rio Claro, vizinho sul do Rio Vermelho, com meandros de migração lateral aceledada (CASTRO; DE-CAMPOS; ZANCOPÉ, 2014). O objetivo deste trabalho é apresentar os processos de migração lateral dos meandros do baixo curso superior do Rio Vermelho, demonstrando sua mobilidade acelerada entre 1984 e 2018, similar ao baixo Rio Claro e outros afluentes do médio Araguaia (LATRUBESSE; CARVALHO, 2006).

2. Materiais e Método

A metodologia foi adaptada de Castro, De-Campos e Zancopé (2014), Zancopé, Perez Filho, Carpi Jr. (2009) e Hooke e Harvey (1983). A definição dos processos de migração consistiu na verificação do deslocamento dos eixos dos meandros e mudanças nos raios de curvatura, medidos em ambiente SIG, pela sobreposição dos vetores do canal do Rio Vermelho, extraídos de imagens orbitais dos anos de 1984 (TM/Landsat 5), 2000 (TM/Landsat 5) e 2018 (OLI/Landsat 8). Foram estabelecidos os processos de migração: expansão meândrica (aumento do raio de curvatura), encurtamento (redução do rio de curvatura), rotação (deslocamento angular do eixo do meandro), translação (deslocamento paralelo do eixo do meandro), abadono de meandro (junção das extremidades do meandro e desconexão do leito principal) e avulsão (abandono de trecho do canal).

3. Resultados e Discussões

A análise de 44 curvas meândricas do baixo curso superior do Rio Vermelho ao longo de 34 anos (1984 até 2018) permitiu identificar a ocorrência de 5 tipos simples e 4 tipos compostos de processos de migração lateral (Figura 1), bem como avulsão em 2 trechos de 6 km e 17 km de comprimento, aproximadamente. Os processos de migração de maior frequência foram abadono de meandro, expansão meândrica e encurtamento, com 17%, 16% e 15% do total de processos de migrações identificadas, respectivamente.

Expansão meândrica também foi o processo predominante no Rio Claro, vizinho sul do Vermelho (CASTRO; DE-CAMPOS; ZANCOPÉ, 2014). Zancopé, Perez Filho, Carpi Jr. (2009) também verificaram que 40% das migrações dos meandros do Rio Mogi Guaçu, no estado de São Paulo, foram expansão. A evolução dos meandros explica o predomínio desses processos de migração no Rio Vermelho. Os meandros deslocam-se devido a erosão nas margens côncavas e deposição nas margens convexas, aumentando o raio de curvatura e a sinuosidade. A medida que os meandros aumentam o raio causam a junção das extremidades (abandono do meandro) ou a redução do raio de curvatura dos meandros adjacentes (encurtamento) (STEVAUX; LATRUBESSE, 2017.).

Estas relações são constatadas quando verificamos as migrações em dois períodos consecutivos. Entre 1984 e 2000, também predominou a expansão, com 25% dos processos, enquanto que o abandono de meandro foi 10%. Porém, entre 2000 e 2018, a expansão caiu para 20%, enquanto que os abandonos se elevaram para 20%. Os meandros aumentaram o raio de 1984 para 2000 (Figura 1). Isso continuou ocorrendo nos anos seguintes, causando o aumento de abandonos de meandros no período de 2000-2018.

O aumento dos abandonos de meandros no período de 2000-2018 ocorreu em trechos de elevada sinuosidade. A expansão dos meandros nesse trecho sinuoso aproximou e uniu as extremidades, causando a desconexão dos meandros do leito principal.

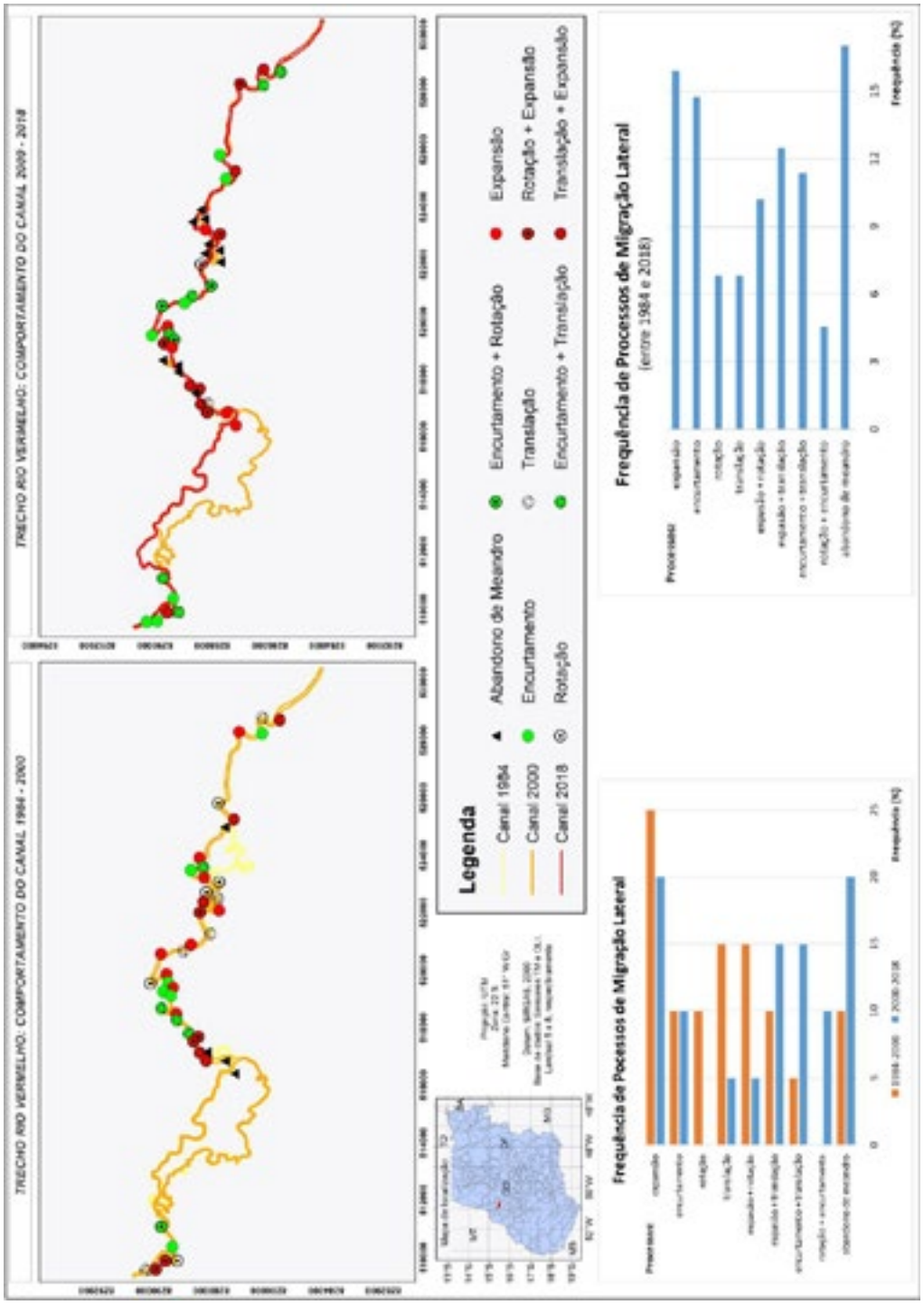


Figura 1. Processos de migração dos meandros do baixo Rio Vermelho.

4. Considerações finais

O predomínio de abadono de meandro e expansão meândrica demonstrou a migração lateral acelerada do baixo curso superior do Rio Vermelho. A continuidade das expansões dos meandros do período de 1984-2000 para 2000-2018 causaram o aumento dos processos de abandono de meandros no último período. O processo de migração de um meandro afeta a migração dos meandros adjacentes de jusante e montante e a distribuição das migrações ao longo do trecho estudado do baixo curso superior do Rio Vermelho.

Referências Bibliográficas

CASTRO, W. S.; DE-CAMPOS, A. B.; ZANCOPÉ, M. H. C. Migração do canal na planície fluvial do Rio Claro – Bacia do Rio Araguaia, Goiás, Brasil. **Geonorte**, v. 10. n. 1, p. 343-349, 2014.

CORNEY, R. K. T. et al. The orientation of helical flow in curved channels. **Sedimentology**, v. 53, p. 249-257, 2006.

HICKIN, E. J.; NANSON, G. C. The character of channel migration on Beaton River, north-eat British Columbia, Canada, **Bulletin of the Geological Society of America**, n. 86, p. 487-495, 1975.

HOOKE, J.M. Temporal variations in fluvial processes on an active meandering river over a 20-year period. **Geomorphology**, v. 100, n. 1-2, p. 3–13, 2008.

HOOKE, J. M.; HARVEY, A.M. Meander changes in relation to bend morphology and secondary flows. In: COLLINSON, J.; LEWIN, J. (Org.). **Modern and Ancient Fluvial Systems**. [S.l.]: International Association of Sediment Special Publication, 1983. p. 121– 132.

LATRUBESSE, E.M.; CARVALHO, T.M. **Geomorfologia do estado de Goiás e Distrito Federal**. Goiânia: GOIÁS/SIC, 2006.

LEOPOLD, L. B.; WOLMAN, G. River channel patterns: braided, meandering, straight. **Geological survey professional paper**, 282-B, p. 39-84, 1957.

STEVAUX, J. C.; LATRUBESSE, E. M. **Geomorfologia fluvial**. São Paulo: Of. De Textos, 2017.

ZANCOPÉ, M.H.C.; PEREZ FILHO, A.; CARPI JUNIOR, S. Anomalias no perfil longitudinal e migração dos meandros do Rio Mogi Guaçu. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 10, n. 1, p. 31-42, 2009.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Morfometria da bacia hidrográfica do rio Una–BA: Aplicação e correlação de índices para caracterização e análise ambiental

Vinícius Borges Moreira [(a)], Archimedes Perez Filho[(b)]

[(a)] Departamento de Geografia/Istituto de Geociências, UNICAMP, viniciusmoreira@ige.unicamp.br
[(b)] Departamento de Geografia/Instituto de Geociências,UNICAMP, archi@ige.unicamp.br

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo/

Os indices morfométricos consistem em etapa fundamental para o reconhecimento dos aspectos físicos da paisagem, quantificando elementos e feições resultantes da sucessão de eventos relacionados ao modelado superficial. Neste contexto a bacia hidrográfica do rio Una localizada no sul do estado da Bahia se configura como área de estudo, onde foram aplicados os indices: SL, FSTT e FABD com o objetivo de compreender os apectos físicos para análise ambiental. Os resultados logrados demontraram a influência litoestrutural e da zona costeira na bacia analisada, para o estabelecimento da rede de drenagem atual.

Palavras chave: Morfometria, Bacia hidrográfica, análise ambiental.

Vinicius Borges Moreira, Archimedes Perez Filho

1. Introdução

A análise morfométrica de bacias hidrográficas consiste em etapa fundamental para o reconhecimento dos aspectos físicos da paisagem, quantificando elementos e feições resultantes da sucessão de eventos relacionados ao ciclo hidrológico. Os padrões geométricos estabelecidos nas bacias hidrográficas e rede de drenagem exprimem processos passíveis de aferição, que são fundamentais para a análise ambiental.

Parâmetros quantitativos contribuem para elucidação do comportamento da rede de drenagem, que, segundo Christofoletti (1969), possibilita a compreensão de várias questões geomorfológicas, onde, neste trabalho ajudará a entender processos que estabeleceram as dinâmicas e fluxos dos referidos canais fluviais que drenam a área de estudo.

De acordo com Etchebehere (2000) os índices morfométricos são importantes indicadores de mudanças dos cursos d'água, pois reagem imediatamente a qualquer processo de deformação crustal que se apresente na paisagem, podendo apontar alterações do nível de base decorrentes de mudanças climáticas, ação tectônica e ou variação litoestrutural.

Dentre os diversos parametros morfométricos amplamente aplicados e divulgados nas áreas de Geografia/Geomorfologia, foram selecionados para este trabalho os seguintes índices: *Stream Gradient Index* ou índice SL (*Slope Length*) proposto por Hack (1973), Fator de assimetria de bacia de drenagem (FABD) elaborado por Hare e Gardner (1984) e Fator de simetria topográfica transversa (FSTT) proposto por Cox (1994).

O objetivo deste trabalho consiste na aplicação e correlação dos índices morfométricos citados, com a finalidade de apresentar as características fisiográficas da bacia hidrográfica do rio Una e validar a aplicação dos índices, fornecendo elementos para discussões relacionadas a temática. Também consiste em objetivo secundário, gerar dados para futuras análises ambientais na área de pesquisa.

2. Caracterização da área de estudo

A bacia hidrográfica do rio Una figura 1, está localizada na região sul do estado da Bahia abrangendo a parte leste da região cacaueira, com cerca de 1774,07 km² de área compreende os municípios de Una, Santa Luzia, Arataca, São José da Vitória, Buerarema, Jussari, Camacan e Mascote. Na bacia analisada se localiza três importantes Unidades de conservação Parque Nacional Serra das Lontras, Refúgio da Vida Silvestre de Una e Reserva Biológica de Una que se configura como importante local de preservação de espécies da mata atlântica. A principal atividade agrícola da região até o final da década de 1980 era a plantação de cacau, porém após o surto do fungo "vassoura de bruxa" (*Crinipellis perniciosa*)

houve uma diversificação maior nas culturas plantadas, modificando de uso das terras na região (LISBOA, et. al. 2017).

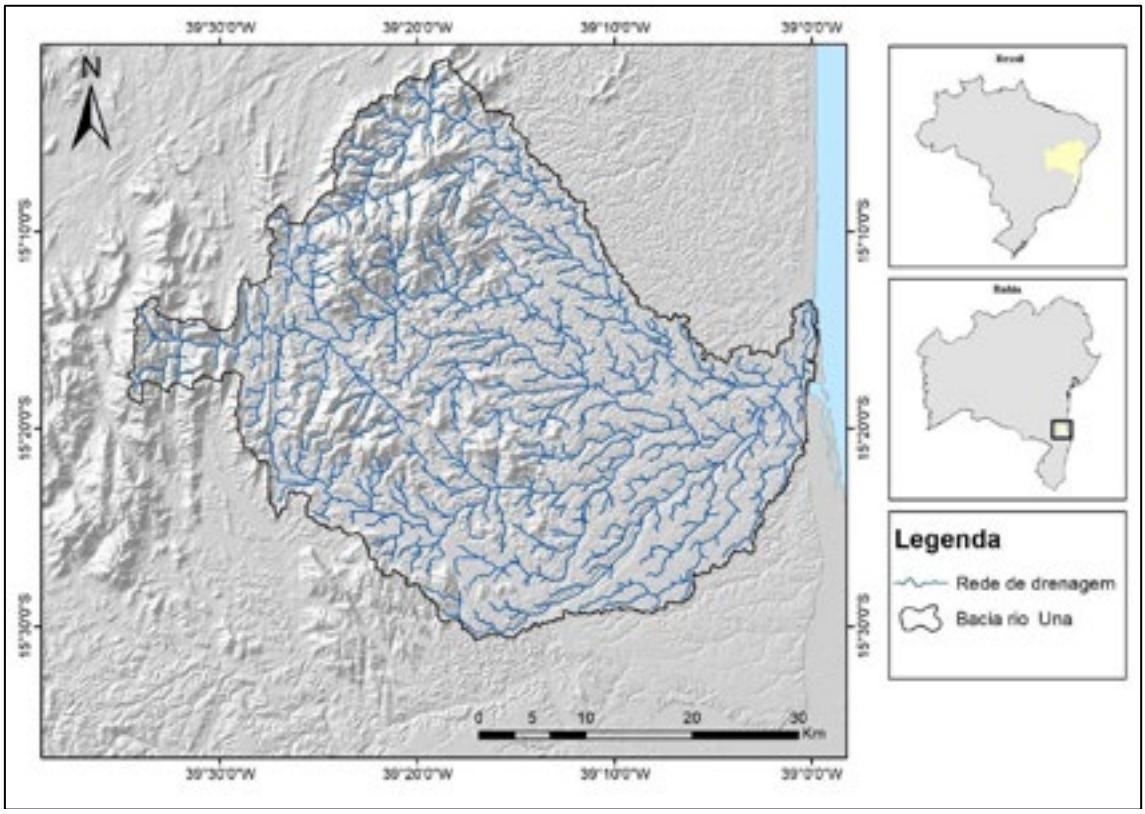


Figura 1 – Mapa de localização da bacia hidrográfica do rio Una

Esta bacia hidrográfica desagua diretamente no oceano atlântico, possuindo grande influência de processos costeiros e também continentais. A faixa costeira que compreende os depósitos marinhos possui poucos quilômetros de extensão sendo bem demarcado seu limite pela presença de falésias inativas, que também dão inicio aos tabuleiros costeiros, embasados pelo Grupo Barreiras. A montante do Grupo Barreiras afloram as rochas do embasamento cristalino como o Complexo Ibicuí-Ipiaú e Buerarema que exprimem outra dinâmica para a bacia que poderá ser observada a partir dos índices aplicados.

3. Materiais e métodos

O índice Stream Gradient Index ou índice SL (Slope Length) proposto por Hack (1973) contribui como elemento prático na determinação das anomalias e na concavidade natural do perfil longitudinal de um rio, possibilitando, a comparação das alterações ao longo de determinado segmento fluvial.

O perfil longitudinal dos canais fluviais foi analisado a partir do plano cartesiano, onde a inserção de dados do canal, elevação no eixo "Y" e comprimento do rio no eixo "X", sendo representada por uma forma côncava. As rupturas abruptas dessa forma indicam anomalias do canal, que podem possuir origem endógena ou exógena alterando o estádio de equilíbrio dinâmico do rio (MONTEIRO et. al, 2014). Com base no perfil longitudinal foi elaborada a linha de tendência logarítmica, denominada como linha de melhor ajuste, que, quando sobreposta ao perfil longitudinal auxilia na identificação de anomalias.

Para calcular o índice de Hack de determinado trecho do canal (SLtrecho), foi utilizada a seguinte fórmula: $SLtrecho=(\Delta h/\Delta l)*L$. Com o intuito de obter o valor SL referente a todo o canal fluvial, foi utilizada: ΔA relação entre a diferença total de altitude da nascente à foz e logLtotal o logaritmo do comprimento total da drenagem (MONTEIRO et. al., 2014).

Ao dividir os valores de SLtrecho por SLtotal encontra-se o valor referente a anomalias do canal, descritas por Seeber & Gornitz (1983) apud Etchebehere (2000). Estes autores classificam como anomalias de primeira ordem valores entre 2 e 10 e anomalias de segunda ordem valores acima de 10.

O FABD é o índice que avalia para qual margem predomina a migração de um rio em relação aos limites da bacia. De acordo com Hare e Gardner (1984), a assimetria de uma bacia está relacionada à migração preferencial de um determinado canal fluvial. Cox (1994) aponta que a dinâmica lateral de um rio pode estar vinculada a sua dinâmica interna, do ponto de vista do sistema fluvial, ou possuindo como causa externa provável processo tectônico.

Para calcular o índice foi utilizada a proposta metodológica de Hare e Gardner (1984), utilizando a seguinte relação, onde o Fator de assimetria corresponde a área da bacia à direita do rio (Ar), dividido pela área total da bacia (At), multiplicada por 100.

Proposto por Cox (1994), o FSTT indica a oscilação do canal fluvial em relação ao eixo central da bacia hidrográfica analisada por meio dos valores de T que oscilam entre 0 e 1. Quanto mais próximo de 0 maior é a simetria, enquanto valores próximos a 1 indicam assimetria.

Sendo (Da) distancia horizontal entre o canal analisado até o eixo médio da bacia e (Dd) distancia horizontal entre o divisor de águas da bacia e o eixo médio. Para calcular o índice foram usados intervalos de 5 km representando cada trecho da bacia analisada.

Para a elaboração de todos os índices foi utilizada imagens de radar SRTM, a partir dessa base foi possível extrair a rede de drenagem, curvas de nível, delimitar a bacia hidrográfica e realizar cálculos morfométricos em ambiente SIG no *software* ArcGis 10.6.

4. Resultados e discussões

4.1 índice SL (*Slope Length*)

Após a aplicação do índice de Hack no canal principal da hidrográfica do rio Una, foram identificados alguns trechos anômalos, referindo-se a rupturas ou "*kinick ponits"*, que interferem na dinâmica erosiva e, consequentemente, nos setores de deposição e erosão do rio. Este parâmetro apresentado juntamente com o perfil longitudinal, proporcionou a interpretação da influência litoestrutural sobre a rede de drenagem, que de certo modo, conduzem os padrões de deposição de sedimentos transportados.

A figura 2 e quadro 1 apresentam os resultados logrados para o rio Una. É possível observar que no início do perfil longitudinal que o canal possui rupturas relevantes refletidas no fator SL, porém quando o canal se aproxima da zona costeira a tendência é demonstrar "equilíbrio" não apresentando anomalias e rupturas devido ao baixo gradiente apresentado nessa porção do relevo, onde predominam os depósitos marinhos, fluvio marinhos e fluviais.

Os primeiros 2000 metros que o canal fluvial percorre é fortemente marcado pelo controle litológico e estrutural devido a presença de rochas cristalinas que se intercalam num curto espaço areal, dando origem as rupturas de relevo e exercendo um controle estrutural a toda rede de drenagem nesse setor, porém as rupturas não ultra passam os valores de 10, sendo caracterizadas como *kinick ponits* de primeira ordem . Após os primeiros 2000 a presença de litologias homogêneas e outras de origem sedimentar exercem menor controle sobre a rede de drenagem, permitindo que o rio estabeleça um padrão meandrico até chegar a sua foz.

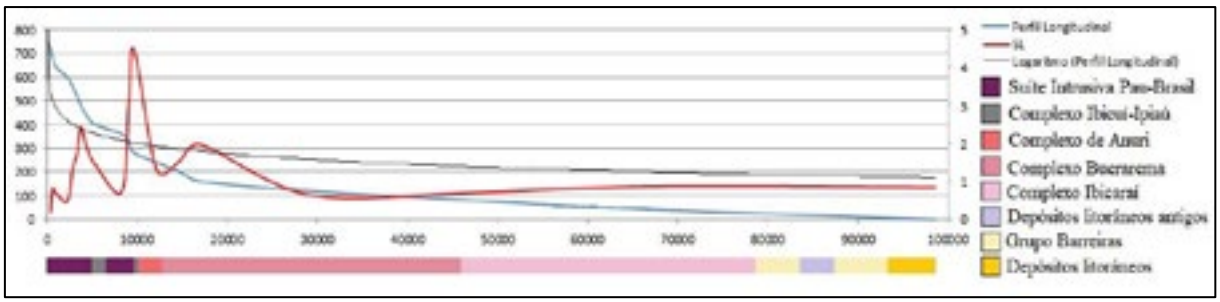


Figura 2 - Perfil longitudinal e índice SL do rio Una

Tabela 1 - Índice SL (*Slope Length*) rio Una

Trexo (cotas alt.)	Δh	ΔL (trexo)	ΔL (total)	SL (Δh/Δl)*L	SL total = (Ah/logLtotal)	SL trexo/SL total
750 - 720	30	413,02	413,02	30,00	150,30	0,19
720 - 680	40	199,92	612,94	122,64	150,30	0,81
680 - 640	40	393,16	1006,10	102,36	150,30	0,68
640 - 600	40	1260,29	2266,40	71,93	150,30	0,47
560 - 520	40	571,85	2838,25	198,53	150,30	1,32
520 - 480	40	509,73	3347,98	262,73	150,30	1,74
480 - 440	40	410,27	3758,25	366,42	150,30	2,43
440 - 400	40	601,68	4359,92	289,85	150,30	1,92
400 - 360	40	986,63	5346,56	216,76	150,30	1,44
360 - 320	40	2984,15	8330,71	111,67	150,30	0,74
320 - 280	40	767,58	9098,29	474,13	150,30	3,15

280 - 240	40	576,97	9675,27	670,76	150,30	4,46
240 - 200	40	2516,20	12191,47	193,81	150,30	1,28
200 - 160	40	2547,35	14738,82	231,44	150,30	1,53
160 - 120	40	2304,87	17043,69	295,79	150,30	1,96
120 - 80	40	12199,53	29243,22	95,88	150,30	0,63
80 - 40	40	17800,57	47043,79	105,71	150,30	0,70
40 - 0	40	20639,15	67682,94	131,17	150,30	0,87
	40	30888,8121	98571,76	127,65	150,30	0,84

4.2 Fator de assimetria de bacia de drenagem

O FABD analisa o deslocamento lateral geral compreendendo a relação canal principal e bacia hidrográfica. Os resultados apresentados pelo índice devem ser analisados conforme descrito por Salamuni (2004), os valores de FABD iguais ou próximos a 50 revelam pouca ou nenhuma atividade tectônica, valores maiores que 50 indicam um provável basculamento da margem direita da bacia, enquanto os menores de 50 indicam provável basculamento da margem esquerda.

A área total da bacia foi estimada em 1774,07 km² e a área a direita do canal fluvial em 1133,46 km², portanto o fator de assimetria calculado é de 63,89, conforme Salamuni (2004). Portanto o rio Una possui pouco basculamento a direita podendo inferir alguma dinâmica local de abatimento de blocos. Em contexto geral é difícil afirmar que houve um basculamento desta bacia, o índice FSTT deve auxiliar a interpretação destes dados, pois individualiza os setores e pode identificar processos mais locais.

4.3 Fator de simetria topográfica transversa

O fator de FSTT figura 3, auxilia na interpretação da migração lateral do canal fluvial sendo complementar aos resultados do FABD, pois ao individualizar trechos da bacia hidrográfica amplia-se o nível de detalhamento da análise, tendo como referência o eixo central da bacia. Observou-se que o eixo principal do rio Una está deslocado quase que

totalmente para o lado esquerdo da bacia em relação ao eixo central, porém não muito distante, o que o confere valores médios e baixos de deslocamento não havendo nenhum valor próximo de 1.

As sessões transversais com valores 0,01 e 0,03 apresentam as mudanças mais significativas na relação canal fluvial, eixo médio e bacia, pois é quando o canal se aproxima do eixo médio e muda de lado, porém essa mudança é pouco significativa em relação ao canal como um todo.

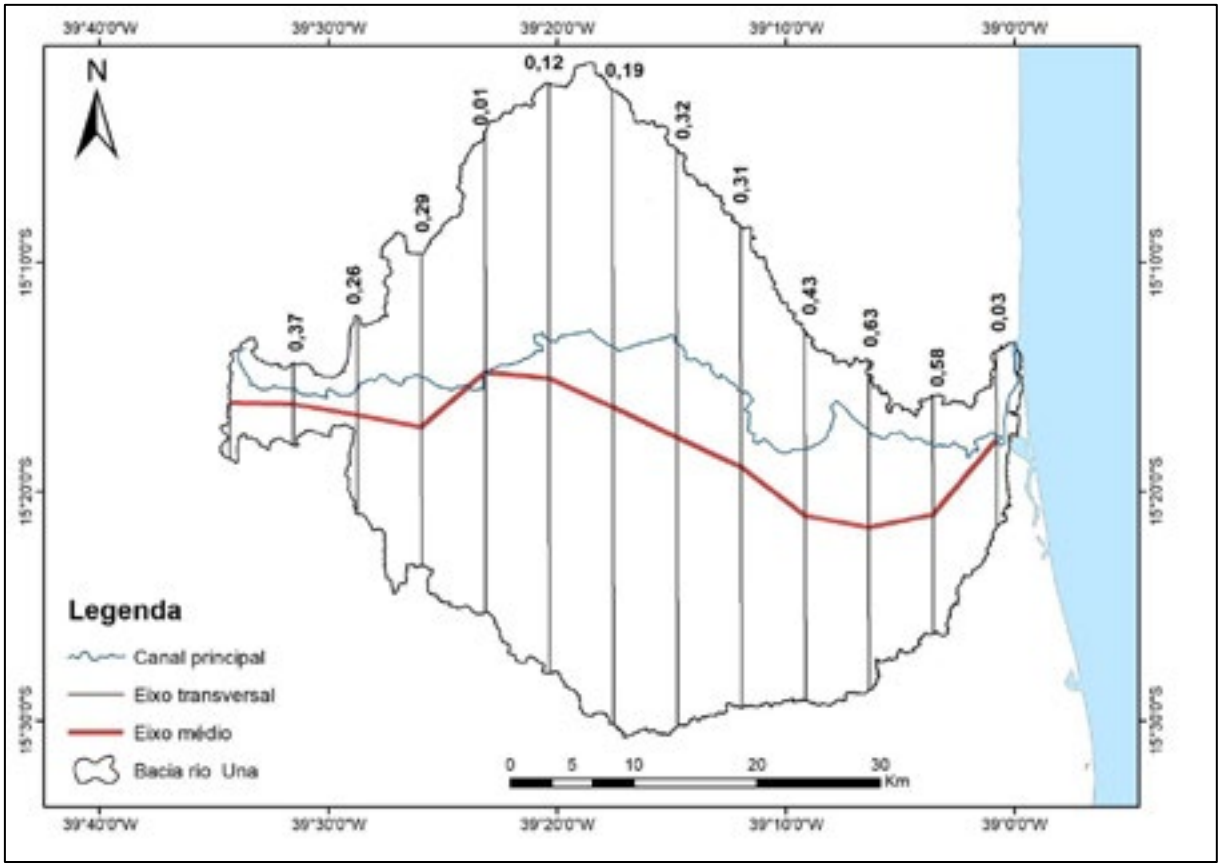


Figura 3 – Fator de simetria topográfica transversa da bacia rio Una

5. Conclusões

A aplicação e correlação dos índices morfométricos foram fundamentais para compreensão de alguns processos estabelecidos na bacia hidrográfica, ficando mais nítida a influência litoestrutural e costeira na dinâmica da espacialização da rede de drenagem e bacia hidrográfica. As anomalias de primeira ordem indicadas pelo índice SL demonstra numericamente parte desse controle estrutural, confirmando inferências visuais feitas priori. Os índices FSTT e FSBD como esperado se demonstraram complementares na análise do deslocamento lateral do canal principal, indicando um pequeno basculamento a esquerda da bacia que poderá ser confirmado futuramente com estudos complementares.

Os resultados logrados auxiliam na caracterização ambiental da área de estudo, apresentando dados que podem ser replicados futuramente em outras pesquisas aprofundando os conhecimentos geográficos e geomorfológicos da região.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da Fundação de Amparo e Apoio à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), por meio dos projetos 2016/21335-9 pela realização deste trabalho.

5. Referências

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia Fluvial**. Ed. Blucher: São Paulo. 313p. 1981.

CHRISTOFOLETTI, A. Análise morfométrica das bacias hidrográficas. **Notícia Geomorfológica,** Campinas 9 (18): 9-34, 1969.

COX, R.T. Analysis of drainage basin symmetry as a rapid technique to identify areas of possible Quaternary tilt-block tectonics: an example from the Mississippi Embayment. **Geol. Soc. Am. Bull**, v. 106, p. 571-581, 1994.

ETCHEBEHERE, M.L.C. **Terraços Neoquaternários no vale do Rio do Peixe, Planalto Ocidental Paulista**: Implicações estratigráficas e tectônicas**.** (Tese de Doutoramento) IGCE-UNESP, Vol.I, 264 p. e Vol.II, mapas. Rio Claro-SP, 2000.

HACK, J. T. Stream profile analysis and stream gradient index**. Journal Research of U. S. Geological Survey,** v. 1, 421-429, 1973**.**

HARE P.W; GARDNER I.W. **Geomorphic indicators of vertical neotectonism along converging plate margins**. Nicoya Peninsula, Costa Rica. In: Morisawa M & Hack J.T (eds.) Tectonic Geomorphology. Procedings 15th. Annual Binghamton Geomorphology Simp. 1984.

LISBOA, G. P, Et. Al. Avaliação da Fragilidade Ambiental da Bacia do Rio Una. **Geografia.** V.42, Nº2 Mai/ago. p. 224-242. 2017.

MONTEIRO. K. Et. Al. Aplicação do índice de Hack no rio Ipojuca para identificação de setores anômalos de drenagem e rupturas de relevo**. Geociências**, Rio Claro. V. 33, n.4, p. 616-628, 2014.

SALAMUNI, E.; EBERT, H.D.; HASUI,Y. Morfotectônica da Bacia Sedimentar de Curitiba. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 34, n.4, p. 469-478, 2004.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

O ALTO CURSO DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO JAIBARAS: ANÁLISE AMBIENTAL DAS ÁREAS DE NASCENTES

Ana Cristina Azevedo Lima[(1)], Isorlanda Caracristi [(2)]

[(1)]Departamento de Geografia/ Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA), crisanageo2012@gmail.com

[(2)]Departamento de Geografia/ Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA), icaracristi@hotmail.com.

Eixo: Dinâmica e Gestão de Bacias Hidrográficas

Resumo

O presente trabalho busca realizar uma análise da situação ambiental do alto curso da sub-bacia hidrográfica do Rio Jaibaras, especificadamente, nas áreas de nascentes localizadas nos municípios de Pacujá – CE, Graça – CE e Mucambo-CE. Foram analisados quatro pontos de nascentes, a localidade de Serrinha (Pacujá-CE), Cachoeira do Belizário (Graça –CE), Cachoeira de São Francisco (Localidade de Extremas de Santa Luzia – Graça-CE) e Serra do Carnutim (Mucambo-CE). Como critérios analíticos, utilizamos a análise macroscópica relacionando a situação da ambiência dos locais, como também o desmatamento, e o impacto que a poluição pode causar aos recursos hídricos e a todo ecossistema. Ainda foi tomado por base teórica os princípios sistêmicos definidos por Bertrand (1972), inter-relacionando a paisagem com seus componentes, dando relevância à relação sociedade-natureza.

Ana Cristina Azevedo Lima(1), Isorlanda Caracristi

Palavras chave: Áreas de nascentes; Análise ambiental; Recursos Hídricos.

1. INTRODUÇÃO

Como elemento essencial e insubstituível para a humanidade, a água é, no contexto atual, um dos componentes mais relevantes quando nos referimos à natureza. A sua distribuição a nível mundial é desigual, o que de certa forma implica em conflitos para sua obtenção. Quando destacamos a sua quantificação no território brasileiro, observamos que o país dispõe, no geral, desse recurso de forma abundante, ao passo que ocorre desprorpocionalidade em sua distribuição entre as macrorregiões geográficas.

Moreira Gomes et al. (2005) destaca que o Brasil abriga aproximadamente 20% do total de água doce do planeta, sendo essa distribuição entre as suas respectivas macrorregiões: Nordeste 3%, Norte 68%, Centro Oeste 16%, Sudeste 6% e Sul 7%. Dessa forma, é necessário voltar a atenção para a região Nordeste, que em sua maior abrangência, é de domínio semiárido, abrigando o segundo maior contigente populacional do país, e consequentemente, contendo quantidade de água relativamente mínima com relação ao número populacional[1].

No entanto, a caracterização hidrográfica do Nordeste semiárido está baseada em rios intermitentes e influentes[2], esses que são maioria na região. Esse fator hidrográfico de temporalidade fluvial relacionam-se ao clima que se define em uma quadra chuvosa e um período seco; na desigualdade na distribuição de precipitações, e ainda na estrutura geológica da região, que é predominantemente formado de material cristalino.

Na sub-bacia do rio Jaibaras, localizada no Semiárido Cearense, as áreas à montante[3] que abrigam as nascentes, como também os percusos fluviais, encontram-se desde preservadas a degradadas, fato que torna necessário uma análise mais atenta às áreas de nascentes como garantia de obtenção de água.

Levando em consideração essas observações e com o objetivo de estudar a preservação ambiental das áreas de nascente do Rio Jaibaras (CE), correlacionando à qualidade hídrica, foi desenvolvido neste estudo a análise paisagística em campo, com base no método geossistêmico (BERTRAND, 1972), como também uma verificação macroscópica dos pontos de nascentes selecionados. Para fins complementares do estudo, foi realizada a observação através de imagens de satélites (Google Earth) do estado da vegetação quanto à sua degradação.

A metodologia de análise macroscópica utilizada nos trabalhos de Gomes et al. (2005) e Souza (2018), consiste em uma verificação a olho nu com base na cor e odor da água, resíduos sólidos às margens das nascentes, materiais flutuantes, óleos, presença de esgoto nas nascentes, vegetação, uso por animais domésticos e pelo homem, proximidade a residências ou estabelecimentos e tipo de área de inserção.

---

[1] De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) a região tem um total de 53.081.950 habitantes (dados do censo de 2010).

[2] Rios que diminuem sua vazão a jusante por conta da diminuição de infiltração no solo, ocorrendo em áreas áridas e semiáridas (KARMANN, 2008).

[3] Área do planalto da Ibiapaba (alto curso) onde está localiza as nascentes.

Assim como os fatores citados anteriormente são importantes para a classificação da poluição da água, outro fator relevante na proteção das nascentes consiste na preservação da vegetação, prática esta que é garantida na Lei 12.651/2012[4] por meio da criação das Áreas de Preservação Permante (APP). Logo, surge na legislação ambiental brasileira, por volta do ano de 1934, no primeiro código florestal, o termo "Florestas de preservação permanente" que mais tarde passaria a ser chamada de "Áreas de preservação permanente" (APP), isso como forma protetiva dos recursos naturais, sendo, na mesma época, editado o código das águas (BORGES, 2011).

Estas áreas de preservação permanente são reconhecidas como ambientes que devem ser preservados, porém, com interpretações ambíguas na literatura jurídica por parte da Companhia Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Estas diferentes interpretações referem-se aos critérios que podem ser definidos para a utilização da área, necessitando de melhor regulamentação, uma vez que confunde-se os termos de preservação com conservação, sendo a primeira uma área na qual não é tocada e a segunda uma área tocada, porém, preservada da degradação, reflorestada.

No Estado do Ceará, cabe à Secretaria do Meio Ambiente (SEMACE) realizar o monitoriamento dessas áreas. Ao considerar que o planalto da Ibiapaba é uma área que necessita de maior atenção e preservação, pois possui áreas que abrigam nascentes, foi que se realizou o estudo em dois pontos do planalto, ainda em uma serra (Localidade de Serrinha)[5] e em um inselberg[6] na sub-bacia do Jaibaras. Dentre as nascentes de várias bacias hidrográficas que compõe o Estado, referenciamos, inclusive, as da sub-bacia do Jaibaras (Fig. 1), importante bacia hidrogáfica que drena o solo de uma porção da região Noroeste do Estado.

[4]Código Florestal Brasileiro. Lei Federal n. 4.771, de 1965 – e alterações posteriores. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm Acesso: 12/06/2018.
[5]Elevação composta por nascentes; encontra-se no município de Pacujá – CE e faz divisa entre outros municípios.
[6] Serra do Carnutim que se localiza na Sub-bacia hidrográfica do Jaibaras na sua vertente sul.

Figura 1: Mapa de Localização da Sub-bacia hidrográfica do rio Jaibaras (CE)
Fonte: Gomes et al., 2013.

A sub-bacia hidrográfica do Rio Jaibaras pertence ao sistema Acaraú. Tem como áreas de nascentes o planalto da Ibiapaba e os *inselbergs*[7] que caracterizam o sertão nordestino, neste caso, para a sub-bacia, a Serra do Carnutim.

As áreas pesquisadas (Fig. 2) compreendem quatro pontos da sub-bacia hidrográfica, sendo a Localidade de Serrinha (Pacujá – CE), a Cachoeira do Belizário (Graça-CE), Cachoeira de São Francisco (Extremas de Santa Luzia, Graça – CE) e Serra do Carnutim (Mucambo – CE).

[7] Feições de menor abrangência espacial, consequentemente, de vertentes abruptas que são circundadas por superfícies de erosão ocorrendo em regiões de climas áridos quentes e semiáridos (MOURA-FÉ, 2017).

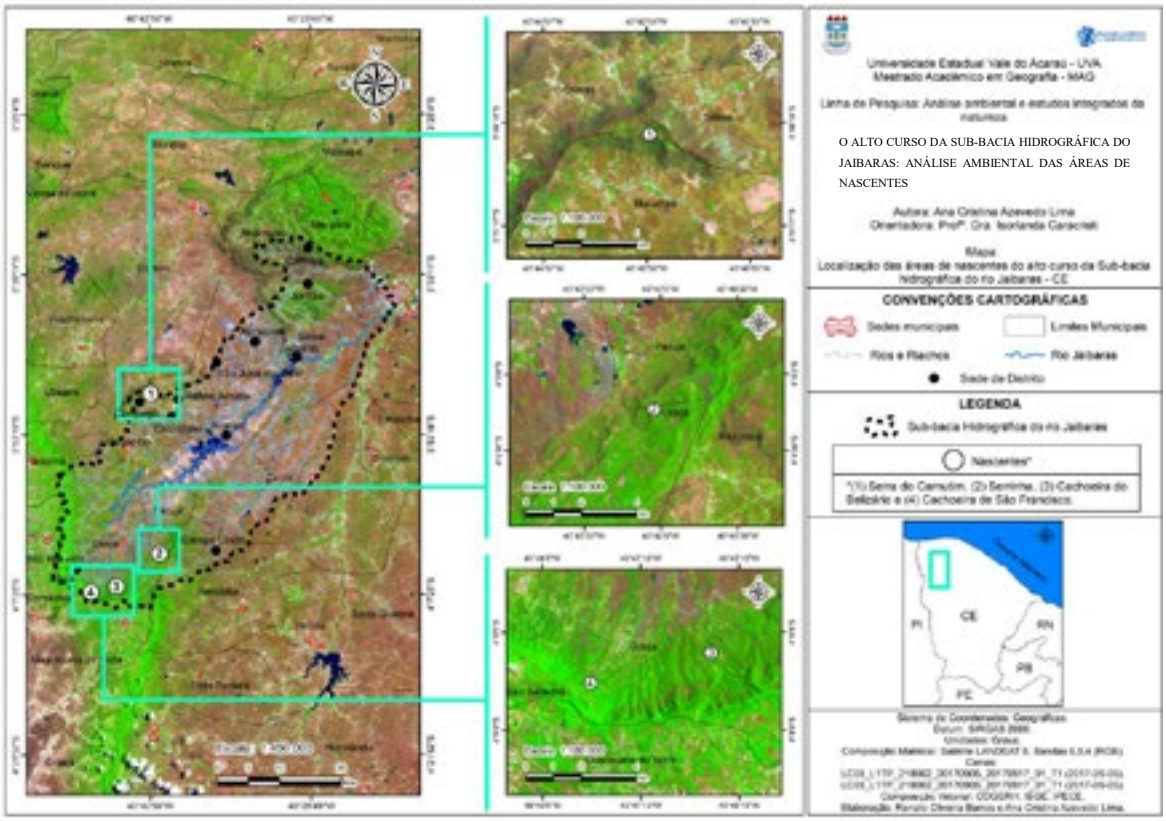


Figura 2: Mapa de localização da área de pesquisa (áreas de nascentes)
Elaboração: Barros; Lima (2019)

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Os procedimentos metodológicos embasaram-se na pesquisa bibliográfica e análises realizadas em atividades de campo, baseando-se nos princípios teóricos da teoria geossistêmica definidos Bertrand (1972), acompanhada por uma análise macroscópica dos lugares quanto a sua ambiência e nível de preservação e conservação.

Para a análise macroscópica foi estabelecido um padrão "nível de intensidade" quanto ao parâmetro estipulado, que vai de 1 a 3 (GOMES et al, 2005; SOUZA, 2018). Quando a intensidade encontrar-se no nível 1, o qual mostra o que foi observado, indica nível inexistente ou fraco, quando no 2, este apresenta-se a nível mediano e quando no 3, o nível é muito elevado. Os resultados para essa verificação estão apresentados em tabelas de acordo com cada ambiente observado.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. Áreas de nascentes do rio Jaibaras

Situada na porção Noroeste do Estado do Ceará, a sub-bacia hidrográfica rio do Jaibaras possui nascentes localizadas no planalto da Ibiapaba e em alguns inselberges localizados em meio ao sertão, a exemplo, da Serra do Carnutim. A ambiência dos locais

variam de acordo com a intensidade da presença humana, que, no contexto de semiaridez[8] da região, busca-se melhor aproveitar a natureza para garantia de sobrevivência.

Quanto à paisagem natural, de acordo com Gomes et al (2011), a vegetação do entorno de toda bacia é variada em termos característicos e situacional com relação a degradação e preservação. As características fitoecológicas variam desde a caatingas, florestas subcaducifólia (mata seca) e subperenifólia tropical pluvionebular (mata úmida), isso devido ao clima, altitude, solo e ainda com base no uso e ocupação.

As áreas de mata úmida são características do planalto da Ibiapaba, que de acordo com a oscilação da altitude e rebaixamento do relevo, a vegetação varia para mata seca, sendo que há forte influência da ação antrópica, através das atividades relacionadas às práticas de desmatamento, queimadas, entre outros elementos modificadores da vegetação que culminam na degradação e em impactos negativos ao meio ambiente.

3.1.1. Serrinha (Pacujá – CE)

A localidade de Serrinha está inserida no município de Pacujá, fazendo a divisão política com o município de Reriutaba e Graça. Essa é uma área com vegetação mais preservada e típica de transição entre o sertão e o planalto da Ibiapaba. O local é visitado por pesquisadores que constantemente investigam sua historigrafia, principalmente pela presença de icnofósseis no local, o que indica que há anos o ambiente já foi coberto por mar.

Silva (2016) define a Serrinha como:

> (...) um complexo geomorfológico que envolve uma feição geomorfológica de mesmo nome, a Serra da Bananeira, o Serrote do Pontal e o Serrote São Tomé. Ela ocupa uma área de aproximadamente mil hectares de relevo montanhoso cuja altitude máxima ultrapassa 500 metros acima do nível do mar. Está localizada a aproximadamente nove quilômetros da zona urbana do Município de Pacujá, no estado do Ceará.

O acesso até o local é feito pela estrada que liga a sede do município de Pacujá ao distrito de Bom Gosto. Para se chegar até as nascentes e cavernas faz-se necessário perfazer uma caminhada por trilhas íngremes. O lugar apresenta um ambiente preservado, sem vestígios de poluição nas águas que compõe suas nascentes e riachos (Fig. 3 e 4). A paisagem diferencia-se de acordo com as temporalidades do clima: na quadra chuvosa encontramos um ambiente verde; no período de estio a paisagem torna-se acinzentada, principalmente na área mais rebaixada.

Figuras 3 e 4 – Serrinha (Pacujá – CE)

[8] A região faz parte do contexto do semiárido nordestino, com uma quadra chuvosa e um período seco.

Figura 3 – Nascente
Fonte: Arquivo pessoal (2018)

Figura 4 – Curso d'água
Fonte: Arquivo pessoal (2018)

De acordo com Silva (2016), residem na localidade apenas três famílias que habitam há décadas o local. Esses moradores praticam tanto a agricultura como a pecuária de subsistência no lugar, atividades estas que não ocasionam fortes impactos negativos ao ambiente.

Desse modo, observamos que a água corrente nessa área é mais cristalina, sem odores, livres de resíduos sólidos lançados na natureza (Tabela 1). A vegetação é mais preservada e a utilização dos recursos naturais se dá de forma racional, sendo utilizado apenas para sobrevivência.

Tabela 1. Análise macroscópica da área de nascente (Serrinha – Pacujá – CE)

	NÍVEL DE INTENSIDADE		
PARÂMETROS	1	2	3
Cor da água	X		
Odor da água	X		
Lixo ao redor da nascente	X		
Materiais flutuantes	X		
Espumas	X		
Óleos	X		
Esgoto nas nascentes	X		
Vegetação			X
Uso por animais domésticos		X	
Uso por humanos		X	
Proximidade com residência ou estabelecimentos	X		
Tipo de área de inserção	Área elevada próxima a Ibiapaba		

Fonte: Observação de campo (2018)

3.1.2. Cachoeira do Belizário (Graça – CE)

Situada no município de Graça-CE, a cachoeira do Belizário (Fig. 5) é considerada um ponto turístico natural que atrai visitantes pelas belezas que o lugar reserva. Inserida no contexto do planalto da Ibiapaba, as características físicas do local está relacionada à floresta plúvio nebular, com temperaturas amenas devido a intensa cobertura vegetal existente.

A área tem uma cobertura vegetal preservada, entretanto, por ser um ambiente que constantemente recebe turistas, apresenta indícios visíveis de poluição no entorno dos riachos

e na água (Figuras 5, 6 e 7). Apesar da existência de placas que sinalizam para a conscientização e educação ambiental dos frequentadores, o que se verifica é que as informações contidas nas mesmas são relegadas a segundo plano, pois são perceptíveis a presença de elementos poluidores no ambiente.

Figuras 5 a 7 – Cachoeira do Belizário (Graça – CE)

Figura 5 – Queda d'água da cachoeira Figura 6 e 7 – lixo às margens do riacho

Fonte: Arquivo pessoal (2018)

Por ser um atrativo turístico no interior do Estado do Ceará, e receber frequentemente turistas, tem-se no local um restaurante que fica aberto constantemente. O local ainda não dispõe de uma rede de esgoto, fator que pode vir a poluir as águas que escoam no riacho. Na queda d'água da cachoeira, onde fica os banhistas, a água se apresenta mais cristalina, ao percorrer o riacho, encontramos resíduos sólidos nas margens e alguns flutuando na água (Tabela 2).

Tabela 2. Análise macroscópica da área de nascente (Cachoeira do Belizário, Graça – CE)

	NÍVEL DE INTENSIDADE		
PARÂMETROS	1	2	3
Cor da água		X	
Odor da água	X		
Lixo ao redor da nascente		X	
Materiais flutuantes		X	
Espumas	X		
Óleos	X		
Esgoto nas nascentes		X	
Vegetação			X
Uso por animais domésticos		X	
Uso por humanos			X
Proximidade com residência ou estabelecimentos		X	
Tipo área de inserção	Planalto da Ibiapaba		

Fonte: Observação de campo (2018)

3.1.3. Cachoeira de São Francisco (Extremas – Graça – CE)

Situada no planalto da Ibiapaba, a Cachoeira de São Francisco está localizada na comunidade de Extremas de Santa Luzia, no município de Graça – CE, um lugar com vegetação preservada ao longo da elevação, mas que no sopé da serra apresenta marcas da ação antrópica para a prática agrícola.

Os recursos hídricos da região são aproveitados pela sociedade para várias atividades do cotidiano, desde as mais básicas até a criação animal. Essa é uma forma encontrada pela sociedade para explorar o potencial ecológico do ambiente, alterando, de certa forma, o ecossistema. A coloração da água apresenta variação em lugares alternados. Foi encontrado indícios de lavagem de roupa e presença de espumas em alguns locais. Resíduos sólidos no decorrer do curso d'água também foram detectados. Com a ação da correnteza, era possível encontrar essa água mais cristalina em outras áreas (Figs. 8, 9, 10 e 11).

Figuras 8 a 11 – Cachoeira de São Francisco (Extremas – Graça – CE)

Figura 8 – Curso d'água da cachoeira
Fonte: Arquivo pessoal (2018)

Figura 9 – Poluição na água
Fonte: Arquivo pessoal (2018)

Figura 10 – Resíduo sólido presente na água
Fonte: Arquivo pessoal (2018)

Figura 11 – Curso d'água com presença de espumas
Fonte: Arquivo pessoal (2018)

A habitação é mais presente na parte mais rebaixada, ou seja, no sopé do Planalto, formando a comunidade de Extremas de Santa Luzia, uma pequena localidade, carente de um sistema de tratamento de esgoto. Na elevação da Cachoeira não foi encontrado residências nem estabelecimentos, fato que contribui para a manutenção de uma água sem odor e sem lançamento de esgoto (Tabela 3), porém poluída momentaneamente por indivíduos que lavam roupas e lançam lixos que descem pela correnteza dos riachos.

Tabela 3. Análise macroscópica da área de nascente (Extremas – Graça – CE)

	NÍVEL DE INTENSIDADE		
PARÂMETROS	1	2	3
Cor da água	X		
Odor da água	X		
Lixo ao redor da nascente		X	
Materiais flutuantes			X
Espumas		X	
Óleos	X		
Esgoto nas nascentes	X		
Vegetação			X
Uso por animais domésticos		X	
Uso por humanos		X	
Proximidade com residência ou estabelecimentos	X		
Tipo área de inserção	Planalto da Ibiapaba		

Fonte: Observação de Campo (2018)

3.1.4. Serra do Carnutim (Mucambo - CE)

A Serra do Carnutim, na geomorfolgia geral, é caracterizada como um *inselberg.* A mesma é tida como divisor de bacias, pois limita a bacia hidrográfica do Acaraú e Coreaú, e ainda divide politicamente municípios.

Caracteriza-se por uma vegetação de caatinga arbórea e perenifólia em alguns pontos, típica de temperaturas mais amenas devido à altitude. Quanto às áreas do seu entorno, as condições climáticas estão relacionadas a semiaridez do setão do nordestino. Ela está situada nas proximidades das comunidades de Carqueijo, Morrinhos, Lages do Juca, assim como dos demais povoados que circundam a região do Município de Mucambo – CE.

Na área existem várias nascentes, sendo que duas dessas são perenes, segundo moradores da localidade. Há presença de encanações que levam essa água até as residências, e consequentemente é utilizada pela população local. Os riachos que descem rumo ao sertão são intermitentes, compreendendo no período de estio pequenas aglomerações de água nas proximidades das nascentes (Fig. 12 e 13).

Figuras 12 e 13 – Serra do Carnutim (Mucambo – CE)

Figura 12 – Nascente e curso de riacho
Fonte: Arquivo pessoal (2019)

Figura 13 – Curso do riacho
Fonte: Arquivo pessoal (2019)

A água encontrada nas nascentes e nos pequenos riachos são cristalinas, sem presença de resíduos sólidos, como também livre de poluição (Tabela 4). A presença de matéria orgânica no solo é densa, devido às mangueiras existentes com seus frutos e suas folhas que caem e se decompõem no local.

Tabela 4. Análise macroscópica da área de nascente (Carnutim – Mucambo – CE)

	NÍVEL DE INTENSIDADE		
PARÂMETROS	1	2	3
Cor da água	X		
Odor da água	X		
Lixo ao redor da nascente	X		
Materiais flutuantes	X		
Espumas	X		
Óleos	X		
Esgoto nas nascentes	X		
Vegetação			X
Uso por animais domésticos		X	
Uso por humanos		X	
Proximidade com residência ou estabelecimentos		X	
Tipo área de inserção	Inselberg		

Fonte: Obervação de campo (2018)

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As nascentes de águas são utlizadas para abastecimento humano e animal em muitas regiões. Além de sua importantância para as atividades humanas, também é base essencial para os cursos d'água, pois é a partir delas que os riachos e rios ganham seguimento (HAAS; VERDUM, *s.d*).

Toda área de nascente, independente de posição topográfica, são consideradas Áreas de Preservação Permanente (APP), onde sua vegetação deve ser preservada para que garanta o equilibrio ecológico e potencial do ambiente. Os lugares em pesquisa apresentam uma vegetação preservada de acordo com o que a Lei permite, isso nas áreas do alto curso. Com relação ao despejo de lixo nesses ambientes quanto na água que formam os riachos, já é uma prática efetivada.

Ao longo dos inúmeros riachos que compõe o alto curso da sub-bacia do rio Jaibaras, estes que são afluentes do Rio principal, percebemos pequenas manchas de desmatamento vegetacional, enquanto que ao longo do médio curso destes riachos e rios estas se intensificam. A retirada de vegetação acontece com o objetivo da prática agrícola que, em muitos casos, é utilizado produtos químicos que alteram a qualidade hídrica.

Portanto, os resíduos sólidos lançados nessas áreas, como a plantação agrícola se utilizada agrotóxico, pode ser um fator comprometor da qualidade da água e consequentemente da qualidade de vida da população que usufrui do recurso hídrico disponível na região de estudo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. Tradução de Olga Cruz – **Caderno de Ciências da Terra**. Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo, n° 13, 1972.

BORGES, L. A. C. *et al*.**Áreas de preservação permanente na legislação ambiental brasileira.** Ciência Rural, Santa Maria – 2011.

BRASIL. **Código Florestal Brasileiro – Lei 12.651/2012.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm Acesso: 12/06/2018.

CARACRISTI, I. (org.). **Estudos Socioambientais e climas intrarregionais do Estado do Ceará**: resultados interdisciplinares das pesquisas do Laboratório de Estudos Ambientais (LEA-UVA), Sobral: Edições UVA, 2014.

GOMES, D. D. M. *et al*. Análise multitemporal do processo de degradação da vegetação da bacia hidrográfica do Rio Jaibaras no Estado do Ceará.**Geografia, Ensino & Pesquisa**, v.15, n. 2 – 2011.

_____. Geotecnologias aplicadas ao diagnóstico geoambiental da bacia hidrográfica do Jaibaras no semiárido cearense.**Revista Brasileira de Cartografia**, n° 65 - 2013.

HASS, M. B. VERDUM, R. **Definição de parâmetros para a proteção de nascentes.** Universidade do Rio Grande do Sul – Brasil, *s.d*. Disponível em: http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal12/Teoriaymetodo/Metodologicos/17.pdf Acesso em: 04/01/2019.

KARMANN, I. Ciclo da água: água subterrânea e sua ação geológica. **Decifrando a Terra** / org. Wilson Texeira [et. al]. – São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2008.

MOREIRA GOMES, P. MELO, C. VALE, V. S. Avaliação dos impactos ambientais em nascentes na cidade de Urbelândia – MG: análise macroscópica. **Sociedade & Natureza**, Urbelândia – MG, Vol 17 – 2005.

MOURA-FÉ, M. M. Análise das unidades geomorfológicas da Ibiapaba setentrional (noroeste do estado do Ceará, Brasil).**Caminhos de Geografia**, Uberlândia, MG, v.18 n.63, 2017.

SILVA, A. B. **Serrinha (Pacujá-CE): valor patrimonial, musealização e conservação.** (Dissertação de Mestrado) – Centro de Ciências Humanas e Sociais – CCH, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2016 (156 págs).

SOUZA, S. R. **A Proteção das nascentes em áreas urbanas consolidadas: dispensável ou necessária missão?** (Dissertação de mestrado) – Departamento de Ciências Ambientais, Universidade Federal de São Carlos – Sorocaba (SP), 2018 (94 págs.).

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

O DESCARTE DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO PORTO MARINA DO DAVI EM MANAUS/AM

Sayane Nery dos Santos [(a)], Flávio Wachholz[(b)]

[(a)] Universidade do Estado do Amazonas – UEA/ Escola Normal Superior – ENS Programa de Apoio à Iniciação Científica do Amazonas – PAIC, Voluntária de Iniciação Científica, graduanda de Licenciatura em Geografia, Avenida Djalma Batista, 2470 - Chapada, Manaus - AM, Brasil, sayanesantos14@gmail.com

[(b)] Universidade do Estado do Amazonas – UEA/ Escola Normal Superior – ENS, Professor Adjunto, Avenida Djalma Batista, 2470 - Chapada, Manaus - AM, Brasil, fwachholz@uea.edu.br

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Sayane Nery dos Santos, Flávio Wachholz

Resumo

O porto da Marina do Davi fica localizado no Bairro da Ponta Negra em Manaus/AM às margens do Igarapé do Gigante que ao longo do tempo tem sofrido com o descarte incorreto dos resíduos sólidos e despejo de efluentes oriundos da bacia hidrográfica. Desse modo, o objetivo é analisar o descarte de resíduos sólidos encontrados no Igarapé do Gigante, especificamente no trecho próximo ao porto Marina do Davi no período da vazante e seca. Foi realizado o acompanhamento do Projeto Remada Ambiental no dia 27 de outubro de 2018 e no dia 14 de dezembro de 2018 foi realizada a coleta dos dados da qualidade da água e observação. Constatou-se que o descarte inadequado, a presença de embarcações, o não tratamento dos efluentes, falta de conscientização e os resíduos que já vêm da bacia hidrográfica são as causas da poluição das águas.

Palavras chave: Igarapé do Gigante, Resíduos Sólidos, Projeto Remada Ambiental.

1. Introdução

A expansão da cidade de Manaus nas últimas décadas não esteve acompanhada de saneamento básico adequado. O processo de urbanização ocorreu de forma desordenada (não planejada), causando a degradação progressiva das nascentes de rios e igarapés com a

ocupação das margens. Os resíduos sólidos e esgoto doméstico também são vinculados aos igarapés, resultando na poluição das águas.

O igarapé do Gigante localizado na Zona Oeste da cidade de Manaus requer evidência pela ocupação recente e pertencer à bacia hidrográfica do rio Tarumã-Açu, onde se encontra Área de Proteção Ambiental – APA - Tarumã-Ponta Negra, com 226,99 km², correspondendo a mais de 1,9% do município de Manaus (BRASIL, 2008). A microbacia do Gigante possui 21,4km², abrangendo seguintes bairros: Tarumã, Redenção, Planalto, Lírio do Vale e Ponta Negra (BRAGA et al, 2012).

É importante citar que a APA Parque Linear do Gigante, criada pelo Decreto nº 1.500 de 27/03/2012, abrange parte da bacia do igarapé do Gigante e engloba uma área de 155,18 ha, no bairro Tarumã, zona Oeste de Manaus. Apesar do igarapé apresentar trechos com Área de Preservação Permanente bastante preservada encontra-se ameaçada pelo crescimento da cidade naquela zona. A conservação do curso d'água desse igarapé totalmente inserido em área urbana faz-se necessária com a inserção da população do entorno em atividades socioeducativas (SEMUSLP, 2013).

A Marina do Davi, localizada no exutório do Igarapé do Gigante e Bairro Ponta Negra, abriga um terminal portuário de lanchas que fazem o transporte de passageiros para diversas comunidades próximas a cidade de Manaus. No local é observado a presença de resíduos sólidos na água, oriundos não só dos moradores locais, mas principalmente vindos da bacia hidrográfica, associado à falta de conhecimento, conscientização da população, de fiscalização e empenho dos órgãos competentes que pode acarretar em danos graves à saúde pública e ao meio ambiente.

Na tentativa de melhorar a qualidade ambiental o Projeto Remada Ambiental promove a preservação do meio ambiente e conscientização diante da degradação causada na natureza através do descarte impróprio do lixo. O projeto reúne voluntários, uma vez por mês, para retirar lixo do igarapé do Gigante, localizado no Tarumã (ACRITICA, 2017).

Maia (2016) realizou sua pesquisa no período da cheia onde identificou a liberação de óleo pelas embarcações, redução da transparência em função da movimentação destas e presença de moradias flutuantes com despejo de efluentes. No entanto, na vazante e seca, a partir da observação realizado pelo mesmo autor, essa situação é vista em maior escala, pois todo o lixo escondido embaixo de casas flutuantes e pontes aparecem de forma extrema.

O gerenciamento correto dos resíduos sólidos reflete em melhoria na qualidade de vida dos habitantes e como consequência, a preservação do meio ambiente. A busca por soluções inovadoras depende do esforço de sujeitos importantes como os cidadãos, gestores públicos e empresários. Deve-se ter em mente que a reciclagem de resíduos sólidos, diminuiria a necessidade de utilização de aterros, consequentemente de novas áreas para esse fim, e seria um meio também de promover renda e emprego na cidade.

Segundo Pereira e Costa (2006) o gerenciamento dos resíduos sólidos constitui-se de um dos requisitos obrigatórios exigidos pela lei reguladora do saneamento básico, contudo devido à gravidade do problema desdobra-se uma atenção a questão dos resíduos sólidos no país, e em 2010 promulgou-se a Lei 12.305 (Política Nacional de Resíduos Sólidos) a qual trata única e exclusivamente da questão dos resíduos sólidos. O gerenciamento dos resíduos sólidos é de responsabilidade da gestão pública municipal, conforme prevê-se em lei, nesta a uma secretaria responsável pelo serviço a ser prestado a população a Secretaria Municipal de Limpeza Pública (Semuslp).

Para tanto, o presente estudo busca analisar o descarte de resíduos sólidos encontrados no Igarapé do Gigante, especificamente no trecho próximo ao porto Marina do Davi no período da vazante e seca.

2. Materiais e Métodos

O presente estudo tem como levantamento bibliográfico disponível sobre o tema, tais como: livros, artigos e relatórios técnicos de instituições, sites ou jornais que noticiam a

situação dos resíduos sólidos na cidade de Manaus e especialmente na área de estudo. A Marina do Davi é porto de entrada e saída de centenas de embarcações que fazem rota para mais de 30 comunidades rurais da região.

Para isso, realizou-se acompanhamento das coletas realizadas pelo Projeto Remada Ambiental no dia 27 de outubro de 2018 para verificar a quantidade e os tipos de lixos que são coletados com base em observações, identificações e anotações dos resíduos coletados. No dia 14 de dezembro de 2018, data anterior a coleta do Projeto Remada Ambiental, foi realizado outro trabalho de campo com finalidade de obter dados de qualidade da água (não presentes neste trabalho), observando também a disposição de resíduos sólidos na Marina do Davi.

3. Resultados e discussões

No baixo curso do igarapé do Gigante, no Bairro Ponta Negra, apesar da baixa densidade de urbanização, foi evidenciada uma grande quantidade de lixo depositada em suas margens, proveniente das marinas localizadas nesta porção do igarapé (BRAGA et al, 2012).

Além disso, percebe-se a predominância na ocupação da porção sudeste, centro e norte da microbacia. As áreas de solo exposto na porção central da bacia indicam a tendência de ocupações futuras para o município de Manaus (AM), em especial para a microbacia do igarapé do Gigante (ALPHAVILLE, 2008). A região próxima à sua foz caracteriza-se por empreendimentos imobiliários de alto padrão.

Por mês, são mais de 1.400 toneladas retiradas dos rios, orlas, lagos e igarapés na cidade de Manaus. Para esta atividade, mais de 100 funcionários são mobilizados pela Semulsp. Equipamentos como balsas, botes, barcos, pás carregadeiras, máquinas mecanizadas e caçambas são destacadas para realizar os trabalhos (SEMULSP, 2012). Este procedimento é repetido nas marinas, áreas do Tarumã e comunidades assentadas nas orlas. A Balsa operada pela Semulsp coleta o lixo acumulado na Marina do Davi duas vezes por semana (Figura 1.a).

Para tentar amenizar a quantidade desses materiais descartados nas margens do igarapé encontram-se recipientes próprios para o descarte que será levado para a reciclagem, lixo este que a população separa voluntariamente (Figura 1.b).

Figura 1 – Porto Marina do Davi. a) Balsa utilizada pela SEMULSP para coleta de resíduos sólidos b); Recipientes para armazenar garrafas pets; c) Coleta seletiva realizada pela Remada Ambiental com a ajuda do Greenpeace; d) Presença de resíduos no igarapé.

O Projeto Remada Ambiental nasceu em maio de 2016, em parceria da escola Stand up Paddle SupAmazonas, Movimento X-Lab Manaus e Apoena Socioambiental. O projeto tem como objetivo chamar atenção da população sobre os impactos da poluição do Rio Negro, para isso é realizado uma vez por mês a coleta seletiva na Marina do Davi com o intuito de

tentar amenizar os impactos causados pelo descarte inapropriado dos resíduos sólidos e conscientizar os moradores da região para que o igarapé do gigante não venha a se tornar um possível igarapé do Quarenta que se encontra totalmente poluído em Manaus. O projeto conta com a ajuda de voluntários, doações e de outros órgãos como o Greenpeace para recolher os resíduos tirados do rio (Figura 1.c).

Do lixo coletado, certos materiais seguem para as cooperativas de reciclagem e os demais a prefeitura recolhe. Retira-se, em média por mês 70 volumes de 200 litros de resíduos sólidos. Mesmo com as limpezas realizadas pelo Projeto Remada Ambiental e pela SEMUSLP ainda é constante os descartes de resíduos sólidos na área, pois de acordo com os voluntários que participam da coleta, no decorrer do ano o lixo coletado não diminui.

Com base nas observações feitas em campo nota-se a maior frequência de resíduos nas margens devido à presença das embarcações e flutuantes nas proximidades (Figura 1.d). Os materiais mais evidentes são as garrafas pets e as sacolas plásticas descartadas de maneira inadequada na área.

Durante a vazante e a seca do período hidrológico a coleta se dá por terra, pois é mais evidente a quantidade de lixo. Nessa época do ano, é preciso andar até um quilômetro até chegar ao ponto de embarque mais próximo, onde há água o suficiente para as lanchas e "voadeiras" navegarem. No caminho, garrafas, latas, sacolas, plástico, vidro e até madeira dividem espaço entre as embarcações. O que não emerge nas pequenas poças de água que ainda restam, ficou pelo caminho quando o rio secou (G1 Amazonas, 2015).

4. Conclusão

Podem-se constatar alguns fatores que contribuem para a presença de resíduos sólidos presentes do Igarapé do Gigante, além dos problemas sanitários para a população ribeirinha. Alguns dos problemas encontrados foram constatados através de visitas à área de estudo que são representados pelos seguintes fatores: a presença de embarcações, provenientes dos

banheiros e cozinhas de bordo, embarque e desembarque de petróleo e seus subprodutos, óleos vegetais e outros e os processos de lavagem tanto de convés quanto de tanques de armazenagem; esgoto doméstico, os efluentes domésticos são lançados in natura, diretamente no corpo hídrico pela população ribeirinha; a falta de consciência, desconhecimento das consequências por parte da população que descarta o lixo produzido diretamente no rio. Além desses fatores locais, boa parte dos resíduos vêm da bacia hidrográfica visto haver despejo de efluentes e o descarte inadequado de resíduos sólidos.

Agradecimentos

Os autores agradecem a UEA, FAPEAM e CNPq pelo suporte a pesquisa.

Referências Bibliográficas

ACRITICA. **Remada Ambiental tem como meta construir uma ecobarreira no igarapé do Gigante**. Disponível em: <https://www.acritica.com/channels/manaus/news/remada-ambiental-tem-como-meta-construir-uma-ecobarreira-no-igarape-do-gigante>. Acesso em: 13 Maio 2018.

ALPHAVILLE Urbanismo. **Diagnóstico ambiental da bacia do igarapé do Gigante**. Manaus: Alphaville Urbanismo; 2008. 402 p.

BRAGA, K. A.; SILVA, F. F; SCHAFFRATH, V. R. Microbacia do igarapé do Gigante: Unidade de planejamento para a gestão da bacia do Tarumã. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v.5, n.1, p. 103-129, jan./abr. 2012.

BRASIL. Decreto n. 9.556/08, de 22 de abril de 2008. **Determina a implantação da área de proteção ambiental do Tarumã-Ponta Negra e dá outras providências**. Diário Oficial [do] Município de Manaus, Manaus, AM, n.1947, p. 5-7, 22 abr. 2008.

G1 Amazonas. **Seca dos rios em Manaus revela lixo e degradação ambiental em marina**. Disponível em:<http://g1.globo.com/am/amazonas/noticia/2015/11/seca-dos-rios-em-manaus-revela-lixo-e-degradacao-ambiental-em-marina.html>: Acesso em: 10 fev. 2019.

MAIA, L. B. **Impactos antrópicos na área do porto Marina do Davi e seus reflexos na qualidade da água do igarapé tarumã açu**. 2016. 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Geografia) – Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2016.

PEREIRA, U. A.; COSTA, R. C. **Impactos dos Resíduos Sólidos Urbanos de Manaus** – AM. Manaus: INPA, 2016.

SEMULSP. **Limpeza e Serviços Públicos**. Disponível em: <http://semulsp.manaus.am.gov.br>. Acesso em: 10 maio 2018.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

O EVENTO DE CHEIAS NA FOZ DO IGARAPÉ DO QUARENTA APÓS SUA REVITALIZAÇÃO PELO PROGRAMA SOCIAL E AMBIENTAL DOS IGARAPÉS DE MANAUS (PROSAMIM)

Andreia Oliveira de Andrade[(a)], Beatriz Diogo Pessoa[(b)], Carlossandro Carvalho de Albuquerque [(c)]

[(a)] Discente de Geografia; Universidade do Estado do Amazonas; aoa.geo@uea.edu.br
[(b)] Discente de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos; Universidade do Estado do Amazonas; bdp.mgr18@uea.edu.br
[(c)] Docente na Universidade do Estado do Amazonas; cscarvalho@uea.edu.br

EIXO: Dinâmicas e Gestão de Bacias Hidrográficas

Resumo

Apresenta-se uma análise da dinâmica hidrológica sazonal e excepcional de cheias na região Amazônica, especificamente em torno dos conjuntos habitacionais do PROSAMIM situados na foz do igarapé do Quarenta. Traçou-se uma linha comparativa do fenômeno entre a realidade passada e atual após revitalização da área, para poder perceber as condições ambientais e sociais que ocorreram. A pesquisa caracteriza-se com o estudo de caso no modelo sistêmico, pois, teve por objetivo principal analisar através do foco temporal as relações hidrográficas das cheias e a urbanização. O Programa PROSAMIM proporcionou melhorias nas condições de moradia, de saúde para a população que residem nesta área de intervenção, por meio da recuperação, implantação de sistemas de drenagem, abastecimento de água, redes de esgotamento sanitário, coleta e disposição final de lixo e recuperação do igarapé.

Palavras chaves: Igarapé; Cheias; Revitalização; Prosamim.

1. Introdução

Manaus-AM fica à margem esquerda do Rio Negro, sua paisagem é marcada pelos igarapés, cursos d'água de pouca profundidade, que são tributários dos rios Amazônicos. O regime de cheias dos rios é um fenômeno natural que acontecem anualmente na região

Amazônica, os maiores níveis de intensidade pluviométrica são de novembro a abril e junho a outubro (PRANCE e LOVEJOY, 1985).

Para Oliveira (2006), as principais mazelas urbanas são as ocupações inadequadas às margens dos rios, que se encontram em condições precárias. Os programas de revitalização e urbanização são planejamentos para a gestão, controle social e ambiental. As áreas à margem da foz do igarapé do Quarenta foram ocupadas por moradias precárias conhecidas regionalmente como "palafitas", que sofreram ao longo do tempo com as cheias (SOUZA et al., 2010).

Esta pesquisa buscou relacionar os períodos de cheias nos rios amazônicos, em especial da Sub-Bacia do Quarenta, dentro do perímetro urbano da cidade de Manaus-AM com destaque para a área de sua foz, tendo em vista que o Programa Socioambiental de Manaus-PROSAMIM atuou na construção de moradias e na infraestrutura com sistema de drenagem e esgoto para essas referidas moradias, tanto na margem direita como na margem esquerda.

2. Materiais e Métodos

A pesquisa caracteriza-se como análise no modelo sistêmico de forma analítica através do foco temporal e dinâmica de cheias na foz do igarapé do Quarenta no entorno dos Parques Residenciais do Prosamim. Segundo Bertalanffy (1968), é um método que surge de uma forma particular diante de uma visão completa e sistêmica que interagem entre si. Utilizou-se a abordagem de levantamento bibliográfico com apanhado histórico das grandes cheias da cidade de Manaus, pesquisas relacionadas ao processo de ocupação das margens dos cursos d'água, e as mudanças que ocorreram na área.

Figura 1 - Delimitação da área das habitações sociais

Fonte: Google Earth, 2019.

A pesquisa foi realizada nos cinco parques residências: Cajual, Prof. Gilberto Mestrinho, Prof. Jeferson Perez, Liberdade e Cachoeirinha, que foram entregues pelo governo do Estado do Amazonas.

3. Resultados e Discussões

Os igarapés de Manaus separam vários blocos urbanos da cidade, constituindo-se como divisor natural de inúmeros bairros. A bacia do Quarenta é um dos principais tributários da bacia do Educandos, se tornando um dos cursos d'água mais importantes para a contribuição da rede hidrográfica da capital. O curso total de água tem cerca de 8 km de extensão. A nascente fica na Zona Leste da cidade e percorre por doze bairros até chegar na sua foz, localizada no bairro Educandos. Devido as características do curso d'água, anualmente seus leitos ficam maiores culminado por fortes chuvas que ocorrem nos meses de novembro a junho, com temperaturas amenas e a vazante (verão) de julho a outubro com calor intenso e temperaturas elevadas que variam de 34 a 40ºC no mês de setembro (DINIZ, 1986). A ocupação desordenada na área se mostrou um cenário propício para ocorrências de grandes cheias com histórico de repetições, causando significativos prejuízos ambientais e sociais, como, alagamentos e perdas de materiais, como exemplo o desabamento de casas. A tabela abaixo mostra as grandes cheias ao longo dos anos.

Tabela I – Níveis históricos das grandes Cheias do Rio Negro

Nº DE ORDEM	ANO	COTA MÁXIMA (M)	MÊS
1	2012	29,97	Maio
2	2009	29,77	Julho
3	1953	29,69	Junho
4	2015	29,66	Junho
5	1976	29,61	Junho

Fonte: CPRM, 2015.

Os cursos d'água também acompanham o aumento da cota do Rio Negro, sendo assim, verificou-se que, no ano de 1953 a cota do rio foi de 29,69 m, a qual foi considerada durante cinquenta anos a maior cheia do Estado. As margens do igarapé do Quarenta ainda não eram ocupadas por moradias nesse período, o evento ocorria de forma natural sem causar problemas urbanos e ambientais. No ano de 1976 a cota de cheia chegou a 29,61 m, no auge da instalação da Zona Franca de Manaus, nesta década muitos imigrantes e ribeirinhos dos "beiradões" amazônicos foram atraídos para a capital na esperança de melhoria de vida, com o inchaço da

cidade e a falta de recursos para moradia os mesmos se alojaram em torno dos igarapés. Através do processo histórico a foz do igarapé do Quarenta também passou por essa transformação.

O processo de revitalização da área em torno da foz do igarapé do Quarenta aconteceu após o ano de 2009, quando ocorreu o aumento de cheia significativamente, com cota de 29,77 m. Com o aumento do nível de água e as alocações impróprias, começaram a surgir danos que afetavam a vida dos moradores e do curso hídrico, principalmente com o despejo de efluentes domésticos e sanitários, resíduos sólidos descartados no igarapé, captação de água de forma irregular, além de residirem em área de risco.

Figura 2 –Igarapé do Quarenta em 2002

Fonte: Site Eduardo Braga.AM.

Figura 3 – Igarapé do Quarenta em 2015

Fonte: G1.globo.com.

Em 2012 o Rio Negro teve a maior cota de nível d'água da história do Amazonas, com 29,97 m, em comparação com o ano de 2015 que teve cota de 29,66 m. Contudo, o PROSAMIM surgiu com o planejamento a fim de controlar os riscos causados pelas cheias, a recuperação dos igarapés e a melhoria social dos moradores que ali residem, que antes sofriam direta e indiretamente com os eventos naturais do igarapé. Os moradores foram retirados das antigas palafitas, e em 2015 foram entregues cinco conjuntos habitacionais no lugar, com infraestrutura de urbanização, recuperação e implantação de sistemas de drenagem, abastecimento de água, redes de esgotamento sanitário, coleta e disposição de resíduos sólidos, recuperação e limpeza do igarapé.

4. Considerações Finais

Este estudo mostrou o cenário atual das habitações em torno da foz do igarapé do Quarenta após revitalização, tal área antes esquecida pelo poder público. As melhorias mais importantes que o PROSAMIM proporcionou foram as estratégias de urbanização para

minimizar os efeitos da cheia, a paisagem urbanística, revitalização do igarapé, saúde e bem-estar. A educação ambiental foi uma estratégia usada pelo poder público para minimizar a poluição no igarapé e nos residenciais. É importante ressaltar que a educação ambiental, a manutenção nas áreas e o monitoramento precisam ser contínuos, com intuito de prevenir os impactos ambientais nas áreas revitalizadas, principalmente no que se refere ao curso d'água que sofre direta e indiretamente com o desequilíbrio urbano.

Agradecimentos

Trabalho realizado com apoio do Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos-ProfÁgua e da Universidade do Estado do Amazonas (UEA), aos quais agradecemos.

Referências Bibliográficas

BERTALANFFY, L. **Teoria Geral dos Sistemas: fundamentos, desenvolvimento e aplicações**. Tradução de Francisco M. Guimarães. 6. ed. Petrópolis: Vozes, 2012.

DINIZ, T.D. de A.S. **Característica climática da Amazônia Oriental. Pesquisa sobre utilização e conservação do solo da Amazônia oriental. Relatório Final de Convênio EMBRAPA/CPATU/GTZ**. Belém, 1986.

OLIVEIRA, J. A. A cultura, as cidades e os rios na Amazônia. **Ciência e Cultura**, v.58 (3), p. 27-29, 2006.

PRANCE, G.T. PIRES, J.M.; LOVEJOY, T. E. The vegetation types of the Brazilian Amazon. In: **Prance, G.T.; Lovejoy, T.E. (eds.)**. Key Environments: Amazonia. Pergamon Press, Oxford. vol. 35 p. 109-145,1985.

SOUZA, J. C. R.; et al. **Vazante e enchente na Amazônia Brasileira: Impactos ambientais, sociais e econômicos**. VI Seminário Latino-Americano de Geografia Física. Universidade de Coimbra, 2010.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

O PAPEL DOS CONDICIONANTES DA EVOLUÇÃO GEOMORFOLÓGICA NA BACIA DO RIBEIRÃO SOBERBO, SERRA DO ESPINHAÇO MERIDIONAL – MG

Alex de Carvalho[(a)], Fabrício Antonio Lopes [(b)]

[(a)] Coordenadoria da Área de Geografia/Instituto Federal de Minas Gerais, alex.carvalho@ifmg.edu.br
[(b)] Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Evolução Crustal e Recursos Naturais, Departamento de Geologia/Universidade Federal de Ouro Preto, fabricioantoniolopes@gmail.com

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo/

Este artigo busca verificar e discutir o papel da litologia, da estrutura e da neotectônica na evolução geomorfológica da bacia do ribeirão Soberbo, afluente da margem direita do rio Jequitinhonha, na Serra do Espinhaço Meridional. Para tal, foram realizadas análises morfométricas pautadas no cálculo dos índices relação declividade-extensão (RDE), fator de simetria topográfica transversal (FSTT) e fator de assimetria de bacia de drenagem (FABD). Os resultados indicam que a evolução geomorfológica área pode ter sido condicionada por uma dinâmica de blocos diferencial com soerguimentos e basculamentos, cujos vestígios podem ser observados na hidrografia: as inflexões e os deslocamentos da drenagem e a diferença altimétrica entre a alta e a média bacia. Os dados do FSTT, do FABD e do RDE corroboram com a proposição de um contexto geológico complexo em que as anomalias e outras características da drenagem permitem fazer tal proposição.

Palavras chave: fator de simetria transversal topográfica; fator de assimetria de bacia de drenagem; índice relação declividade-extensão; bacia do ribeirão Soberbo; Serra do Espinhaço Meridional.

Alex de Carvalho, Fabrício Antonio Lopes

1. Introdução

As análises morfométricas utilizam cálculos de parâmetros associados a sistemas fluviais e contribuem para a avaliação do comportamento dos cursos fluviais com relação às deformações crustais. Christofoletti (1980) que os sistemas fluviais são sensíveis às alterações ambientais, refletindo-as, de forma mais imediata. Horton (1945), foi pioneiro na análise morfométrica e, desde então, esse tipo de análise auxilia na interpretação da evolução do relevo.

Além da interpretação do perfil longitudinal, como realizado por Martinez (2005), vários estudos geomorfológicos têm utilizado parâmetros morfométricos para investigar os

condicionantes da evolução geomorfológica em bacias hidrográficas. Barbosa *et. al.* (2011), por exemplo, utilizaram o índice de relação declividade-extensão (RDE) e concluíram que a neotectônica teve papel importante na evolução da bacia do rio Guruji, na Paraíba. Tal índice tem se destacado por contribuir com a identificação de anomalias no perfil longitudinal fluvial, ajudando na identificação de influências tectônicas (FUJITA, 2009; ETCHEBEHERE *et. al*., 2004), litológicas ou estruturais sobre a drenagem (CAMOLEZI *et. al*., 2012).

Associado à morfologia da rede hidrográfica e do perfil longitudinal, o Fator de Assimetria de Bacia de Drenagem (FABD) e o Fator de Simetria Topográfica Transversal (FSTT) têm se destacado na identificação de possíveis influências tectônicas (basculamentos) em bacias hidrográficas. O FABD é uma técnica mais simples, mas que apresentou resultados positivos citados por Ibanez e Riccomini (2011) e por Camelozzi *et. al.* (2012). O FSTT, proposto por Cox (1994), é um índice mais apurado que permite a identificação de migrações do canal de forma mais efetiva e a associação destas, caso existam, a movimentações tectônicas. Alves *et. al.* (2014), utilizaram o FSTT na bacia Paraíba, no Nordeste do Brasil, e identificaram deformações e influências da neotectônica no desenvolvimento da drenagem.

Este trabalho busca verificar e discutir o papel da litologia, da estrutura e da neotectônica na configuração geomorfológica da bacia do ribeirão Soberbo, na Serra do Espinhaço Meridional, partindo da análise do perfil longitudinal, do RDE, do FSTT e do FABD. Acredita-se que a relação desses índices contribui para a identificação de anomalias da drenagem e permite refletir sobre os condicionantes da evolução geomorfológica da área.

1.1. Área de Estudo

O ribeirão Soberbo é um dos principais afluentes do alto curso do rio Jequitinhonha, na Serra do Espinhaço Meridional. A sua bacia hidrográfica possui 189,6 km² de área (Figura 1). A Serra do Espinhaço Meridional é caracterizada como um conjunto de terras altas, com forma de bumerangue de direção N-S e convexidade para oeste. É um terreno marcado pela presença de falhas, fraturas e dobramentos (SAADI, 1995). Valadão (2009) afirma que o

escarpamento da Serra do Espinhaço delimita o interior continental com maiores altitudes e a fachada atlântica com terreno mais rebaixado.

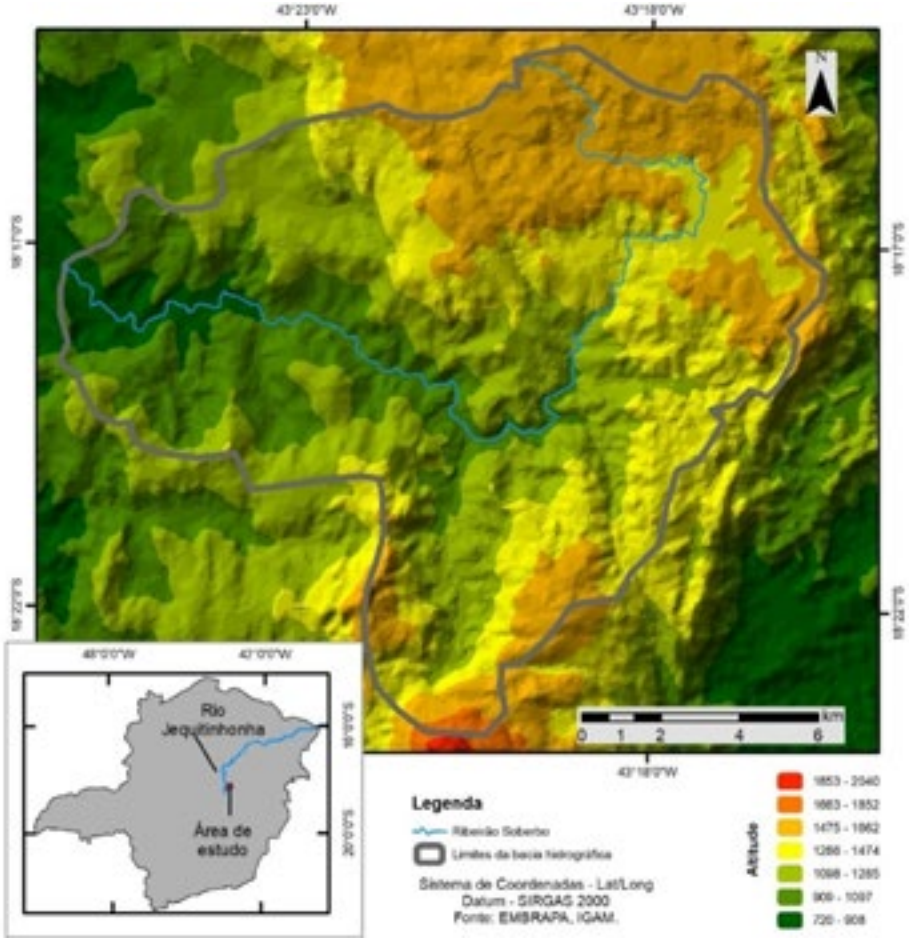


Figura 1: Localização da área investigada.

Knauer e Grossi-Sad (1997) e Saadi (1995) destacam que as rochas da região são mais resistentes ao intemperismo e à erosão, influenciando na diferenciação altimétrica da Serra do Espinhaço Meridional. O Supergrupo Espinhaço (SGE) possui rochas mais resistentes, sobretudo a formação Sopa-Brumadinho, que sustenta a Serra e modela seu escarpamento (KNAUER; GROSSI-SAD, 1997). Na bacia do ribeirão Soberbo afloram rochas do SGE, predominando a formação Sopa-Brumadinho, com quartzitos, no baixo curso, afloram as rochas da alternância rítmica de quartzito micáceos e sericita filito (Figura 2).

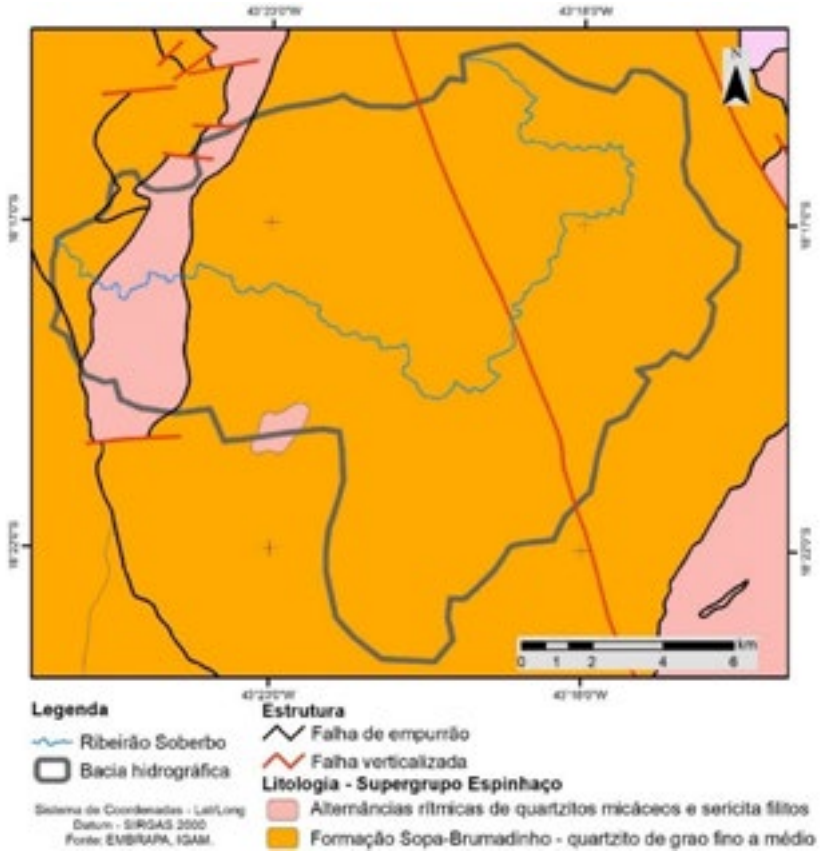


Figura 2: Quadro geológico da região da bacia do ribeirão Soberbo.

2. Materiais e Métodos

2.1. Relação Declividade vs. Extensão (RDE)

O RDE relaciona a capacidade de erosão e transporte de carga sedimentar com a declividade e volume de água que, por sua vez, é proporcional ao comprimento da drenagem. Seus valores podem indicar confluência com rios de caudal expressivo, diferentes resistências litológicas, controle estrutural e neotectônica. Áreas com rochas resistentes ou falhas tendem a apresentar RDE elevado, ocorrendo o contrário em regiões de rochas mais friáveis. A atividade neotectônica pode ser sugerida em casos diferentes dos citados (ETCHEBEHERE *et. al.* 2006).

Esse índice pode ser calculado para toda a extensão do rio considerando sua amplitude altimétrica e o logaritmo natural da extensão total do mesmo (ETCHEBEHERE *et. al.* 2006). Em estudos regionais, é possível calcular o RDE apenas para um segmento de rio (Figura 3).

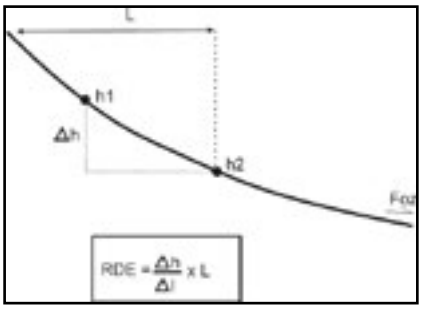


Figura 3: Parâmetros utilizados no cálculo do RDE para determinado segmento de um rio. L é o comprimento entre a nascente e a parte inferior do segmento em análise; Δh é a amplitude entre a cota superior e a cota inferior do segmento e Δl é a projeção do comprimento de drenagem do segmento (ETCHEBEHERE *et. al.* 2004).

O RDE foi calculado para toda extensão do rio e para seus respectivos segmentos. Em conformidade com Seeber e Gornitz (1983) *apud* Silva e Paes (2013), os valores segmentados foram divididos pelos da RDE total, de acordo com a Equação 01:

$$RDE = (\Delta h/\Delta l * L) / (\Delta H/Ln) \quad (01)$$

Os dados de altitude e extensão do rio foram retirados da carta topográfica da folha Rio Vermelho (IBGE, 1976) e trabalhados no *Microsoft Excel*. Os segmentos com anomalias de 1ª ordem possuem RDE superior a 10, de 2ª ordem entre 2 e 10 e sem anomalia entre 0 e 1,99. Os primeiros 800 m de extensão, medidos a partir da cabeceira, foram desconsiderados por estar em regiões elevadas, naturalmente com maior poder erosivo.

2.2. Fator simetria topográfica transversal (FSTT)

O FSTT está associado, majoritariamente, à migração lateral dos canais fluviais por processos tectônicos. Ibanez e Riccomini (2011) afirmam que esse fator verifica a proporção de assimetria do rio em relação a área de sua bacia e como ela varia ao longo de todo seu comprimento, permitindo verificar migrações dos canais de ordem maior e segregá-las em processos fluviais internos ou tectônicos. É calculado a partir do estabelecimento da linha média

da bacia e da confecção de perfis perpendiculares à drenagem principal. Depois, é preciso dividir a distância da linha média da bacia até seu curso d'água mais expressivo pela distância entre a mesma linha e o interflúvio, que representa o limite topográfico (Figura 4).

Figura 4: Parâmetros utilizados no FSTT: Da - distância do eixo principal da bacia ao percurso do canal principal; Dd - distância do eixo principal da bacia ao divisor no mesmo alinhamento (COELHO; LANA, 2017).

Os valores obtidos variam de 0 a 1, sendo que 0 representa uma bacia simétrica, com a linha média da bacia coincidindo com o talvegue. Valores iguais a 1 representam uma bacia extremamente assimétrica, com canal próximo à linha divisória da bacia.

2.3. Fator assimetria da bacia de drenagem (FABD)

O FABD é utilizado para verificar a migração lateral geral de uma bacia, sendo a assimetria um reflexo do deslocamento lateral drenagem principal de maneira perpendicular à direção de seu eixo (Figura 5). Basculamentos de áreas tectonicamente ativas são, de forma incipiente, elencados a partir do FABD.

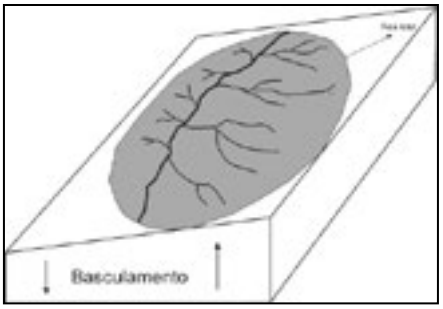


Figura 5:bloco esquemático da migração da bacia por basculamento (Coelho; Lana, 2017).

Para calcular o FABD é preciso considerar a Equação 02:

$$Af=100xAd/At \quad (02)$$

Onde, Af corresponde ao fator de assimetria, Ad é a área da margem direita e At é a área total da bacia. Valores próximos a 50 revelam a simetria da bacia e os valores inferiores ou superiores a 50 denotam assimetria da margem esquerda ou direita, respectivamente.

2.4. Análise do perfil longitudinal

O perfil longitudinal do ribeirão foi elaborado utilizando o software *Excel*, conforme a metodologia de Leopold *et. al.* (1964). Baseando-se na carta topográfica da área, os dados altimétricos foram extraídos a partir das curvas de nível em intervalos de 2 km. Após a elaboração do perfil, foi adicionada a curva teórica de equilíbrio, baseada na relação entre a distância de um determinado ponto com relação à cabeceira e seu respectivo logaritmo (LEOPOLD *et. al.,* 1964). Os *Knickpoints* (níveis de base local) foram inferidos em pontos dos perfis naturais que exibiram distanciamento considerável em relação às curvas teóricas.

3. Resultados e Discussões

3.1. Perfil Longitudinal e Índice Relação Declividade-extensão

Na Figura 6A é possível observar o perfil longitudinal e a linha de tendência. Verifica-se que parte do alto e do baixo curso apresentam segmentos do perfil longitudinal acima da linha de tendência, o que pode evidenciar o controle exercido pela atividade neotectônica na região. Por outro lado, o médio curso pode ser interpretado como um segmento de acúmulo de sedimentos, provavelmente associado à subsidência de blocos. Na Figura 6B é possível verificar que os segmentos com anomalias de 1ª ordem estão associados a falhas, contatos litológicos e confluência de canais fluviais. A correlação do RDE com a litoestrutura permite inferir que a litologia pode estar controlando a incisão fluvial e favorecendo o surgimento das anomalias. Ademais, a correlação dos segmentos anômalos com falhas, bem como a diferenciação altimétrica na área (Figura 1), permitem supor que a movimentação diferencial de blocos também pode explicar as anomalias.

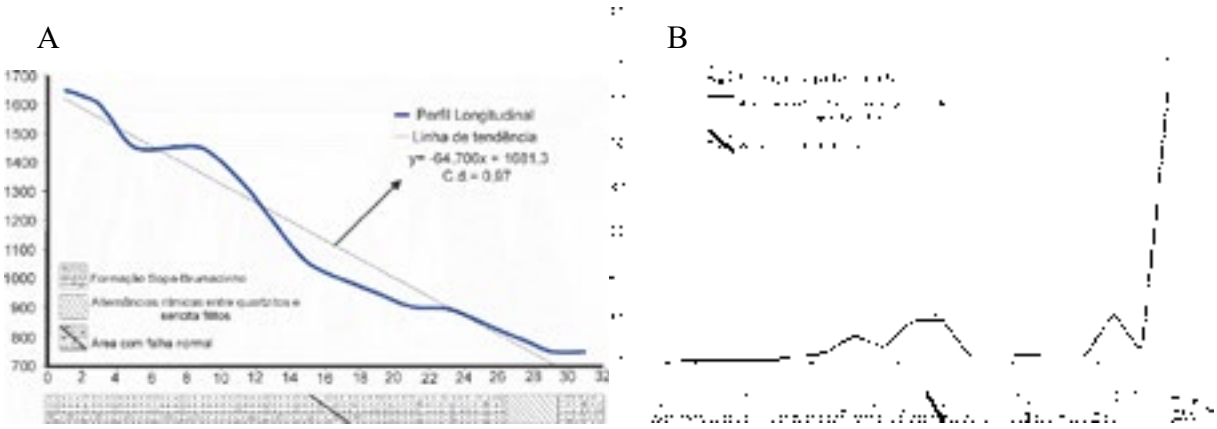


Figura 6: A – Perfil longitudinal e linha de tendência do ribeirão Soberbo; B – Valores de RDEtrecho/RDEtotal e localização de acordo com a geologia.

A partir da observação da Figura 1, verifica-se que existe uma diferença altimétrica entre a alta e a média bacia do ribeirão Soberbo, acompanhada por uma mudança abrupta de altitude entre os dois trechos, o que pode ser interpretado como um indício da dinâmica diferencial de blocos na região. Essa zona de mudança abrupta praticamente coincide com a falha que atravessa a área no sentido NNO-SSE (Figura 2). Tal interpretação, que considera o perfil longitudinal e o RDE, está de acordo com as proposições de Lima *et. al.* (2010), que associaram as anomalias observadas no perfil longitudinal e verificadas com o RDE a indícios de soerguimento e maior atuação tectônica na bacia do rio Machado, no Sul de Minas Gerais. Silva *et. al.* (2006), ao analisarem as anomalias da drenagem no médio vale do rio Paraíba do Sul, associaram-nas a dois fatores: controle litológico e movimentações neotectônicas.

3.2. Fator de Assimetria de Bacia de Drenagem e Fator de Simetria Topográfica Transversal

O FABD apresentou valor de 40,4, revelando a assimetria da bacia, com deslocamento do canal principal para a margem direita. Tal dado corrobora com a suposição de basculamento, o que explicaria a migração lateral do canal. No entanto, é prudente considerar que outras condições internas à bacia hidrográfica podem condicionar o deslocamento de canais.

Os resultados para o FSTT estão dispostos na Tabela I, a seguir.

Tabela I: Valores de FSTT por segmento do canal principal do ribeirão Soberbo.

FATOR DE SIMETRIA TRANSVERSAL TOPOGRÁFICA					
Segmento	**FSTT**	**Direção do deslocamento**	**Segmento**	**FSTT**	**Direção do deslocamento**
1	0,634278817	Margem direita	34	0,255056	Margem esquerda
2	0,305804878	Margem direita	35	0,176273	Margem esquerda
3	0,211144708	Margem direita	36	0,174441	Margem esquerda
4	0,111669086	Margem direita	37	0	Simétrico
5	0	simétrico	38	0,044346	Margem esquerda
6	0,003728403	Margem direita	39	0,027351	Margem esquerda
7	0,172950558	Margem direita	40	0,278375	Margem direita
8	0,247386983	Margem direita	41	0,310259	Margem direita
9	0,191021968	Margem direita	42	0,178926	Margem direita
10	0,217310127	Margem direita	43	0,109922	Margem direita
11	0,234109465	Margem direita	44	0	simétrico
12	0,095995893	Margem direita	45	0	simétrico
13	0	simétrico	46	0,336182	Margem esquerda
14	0,094112193	Margem esquerda	47	0,34521	Margem esquerda
15	0,027816663	Margem esquerda	48	0,515066	Margem esquerda
16	0,070062921	Margem esquerda	49	0,58649	Margem esquerda
17	0,094058321	Margem esquerda	50	0,624494	Margem esquerda
18	0,054656319	Margem esquerda	51	0,541322	Margem esquerda
19	0,093275109	Margem esquerda	52	0,228889	Margem esquerda
20	0,14924425	Margem esquerda	53	0,020387	Margem esquerda
21	0,215501654	Margem esquerda	54	0,030263	Margem direita
22	0,22600087	Margem esquerda	55	0,052549	Margem esquerda
23	0,346686877	Margem esquerda	56	0,061929	Margem esquerda
24	0,128845158	Margem esquerda	57	0,086026	Margem esquerda
25	0	simétrico	58	0,152266	Margem esquerda
26	0,159487179	Margem direita	59	0,237704	margem direita
27	0,146773163	Margem direita	60	0,151888	margem direita
28	0,147543076	Margem direita	61	0,148734	margem direita
29	0,059208679	Margem direita	62	0,22776	margem direita
30	0	simétrico	63	0,022615	Margem esquerda
31	0,0485625	Margem esquerda	64	0,069106	Margem esquerda
32	0,152526778	Margem esquerda	65	0,298466	margem direita
33	0,168576913	Margem esquerda	66	0,532192	Margem direita

Os dados do FSTT indicam que alguns segmentos do canal principal estão deslocados para alguma das margens. Em praticamente todo o alto curso se observa o deslocamento do canal para a margem direita. No médio e baixo curso há trechos com migrações para ambos os lados, predominando aqueles para a margem esquerda. Como não há diferenças significativas quanto à litologia, é possível inferir que o alto curso pode ter sofrido basculamento que culminou com o soerguimento do terreno correspondente com a margem esquerda, enquanto

que no médio e baixo curso o soerguimento deve ter afetado o terreno da margem direita, ocasionando o deslocamento do canal para a esquerda.

Lavarini (2012) destaca que a migração preferencial de canais tem sido explicada por basculamentos tectônicos, observando ainda que é preciso considerar as evidências de capturas fluviais ou outras condições hidrodinâmicas internas às bacias, as quais poderiam gerar tal migração. O autor, ao estudar a bacia do ribeirão Mata Porcos, no Quadrilátero Ferrífero, associou a migração preferencial de canais do Sinclinal Moeda às capturas fluviais observadas localmente e aos eventos tectônicos que geraram basculamentos. No caso da bacia do ribeirão Soberbo, é preciso considerar que não há indícios de captura fluvial em sua rede de drenagem e que a homogeneidade litológica deveria contribuir para uma evolução geomorfológica sem grandes influências sobre a localização do canal principal. Outro aspecto importante diz respeito ao quadro estrutural da área, onde predominam falhas e fraturas de direção aproximada N-S, as quais são atravessadas pelo curso d'água principal.

4. Considerações Finais

Com este estudo, conclui-se que: (i) o RDE e o perfil longitudinal apresentam anomalias no canal principal do ribeirão Soberbo que podem indicar o controle litoestrutural ou a dinâmica diferencial de blocos; (ii) o FABD revela indícios de deslocamento da drenagem, o que é corroborado com os dados do FSTT, fornecendo indícios que sustentam a hipótese de movimentos neotectônicos na região, os quais podem corresponder a basculamentos de blocos; (iii) a análise do quadro litoestrutural, juntamente com a hipsometria, contribui para a proposição da influência da dinâmica diferencial de blocos, já que a área mais elevada se encontra separada da mais baixa por um desnível topográfico ligeiramente abrupto; (iv) infere-se, portanto, que a evolução da dinâmica fluvial, bem como a evolução geomorfológica da área, tem ocorrido com a influência da junção de condicionantes litológicos, estruturais e tectônicos, este último representado por possíveis basculamentos.

Referências Bibliográficas

ALVES, F.C.; ROSSETTI, D. F.; ANDRADES FILHO, C. O. Fator de assimetria e deformações neotectônicas na bacia Paraíba, Nordeste do Brasil. **Revista Geonorte**, Edição Especial 4, V.10, N.6, p.128-134, 2014.

BARBOSA, M. E. F.; VITAL, S. R. O.; LIMA, J. C. F.; FREITAS, G. M. A.; SANTOS, M. S.; FURRIER, M. Aplicação do índice Relação Declividade-Extensão na bacia hidrográfica do rio Guruji para detecção de deformações neotectônicas sobre os sedimentos do Grupo Barreiras, litoral sul do estado da Paraíba, Brasil. **Geologia Colombiana**, vol. 36, n. 1, p. 123-133, 2011.

CAMOLEZI, B. A.; FORTES, E.; MANIERI, D. D. Controle estrutural da rede de drenagem com base na correlação de dados morfométricos e morfoestruturais: o caso da bacia do ribeirão são Pedro – Paraná. **Ver. Bras. de Geomorfologia**, v. 13, n. 2, p. 201-211, 2012.

CHRISTOFOLETTI, A..**Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 186 p. 1980.

COELHO V. S. C.; LANA, C. E. **A morfometria fluvial como indicadora de atividades neotectônicas na bacia do Ribeirão da Cachoeira - Ouro Preto, MG**. Dpto de Geologia/Escola de Minas/UFOP, Monografia (Graduação). 113 f. 2017.

COX, R. T. Analysis of drainage-basinsymmetry as a rapidtechniquetoidentifyareas of possibleQuaternarytilt-blocktectonics: anexamplefrom the Mississippi embayment. **Geol. Soc. Am. Bull**. 106, 571–581, 1994.

ETCHEBEHERE , M. L.; SAAD, A. R.; FULFARO V. J.; PERINOTTO, J. A. J. Aplicação do Índice Relação Declividade-Extensão – RDE na Bacia do Rio do Peixe (SP) para Detecção de Deformações Neotectônicas. **Rev. do Instituto de Geociências**, v. 4, n. 2, p. 43-56, out. 2004.

ETCHEBEHERE, M. L. C.; SAAD, A. R.; SANTONI, G.; CASADO, F. C.; FULFARO, V. J. Detecção de Prováveis Deformações Neotectônicas no Vale do Rio do Peixe, Região Ocidental Paulista, Mediante Aplicação de Índices RDE (Relação Declividade-Extensão) em Segmentos de Drenagem. São Paulo, UNESP**, Geociências**, v. 25, n. 3, p. 271-287, 2006.

ETCHEBEHERE, M.L.C. **Terraços neo-quaternários no vale do rio do Peixe, planalto ocidental paulista**: Implicações estratigráficas e tectônicas. Rio Claro: UNESP, (Doutorado), 2000.

FUJITA, R. H. **O perfil longitudinal do rio Ivaí e sua relação com a dinâmica de fluxos**. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, (Mestrado). 118 f. 2009.

HORTON, R. E..Erosionaldevelopment of streamstheirdrainagebasins: hidrophysical approach toquantitativemorphology. **Bulletin of the Geological Society of America**, Colorado, v. 56, p. 275-370, 1945.

IBANEZ, D. M.; RICCOMINI, C. O uso da assimetria de bacias para o estudo neotectônico na Amazônia Central. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, 15. **Anais XV Simpósio**, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p.3467-3474, 2011.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Carta Topográfica Rio Vermelho, escala 1:50.000. Belo Horizonte, IBGE., 1976.

KNAUER, L. G.; GROSSI-SAD, J. H.. Geologia da Folha Presidente Kubitschek. In: GROSSI-SAD, J. H.; LOBATO, L. M.; PEDROSA-SOARES, A. C.; SOARES-FILHO, B. S. (coordenadores e editores). **Projeto Espinhaço em CD-ROM**. Belo Horizonte, COMIG. p. 1901-2055, 1997.

LAVARINI, C. **Interações geomorfológicas entre bacias de cabeceira e vales fluviais principais: abordagem multiescalar na bacia do ribeirão Mata Porcos, Quadrilátero Ferrífero-MG**. Belo Horizonte, IGC/UFMG (Dissertação de Mestrado, 200f., 2012.

LEOPOLD, L. B.; WOLMAN, M. G.; MILLER, J. P. **Fluvial processes in geomorphology**. Freedman, San Francisco, 319p., 1964.

LIMA, H. C.; DORANTI, C.; HACHSPACHER, P. C.; RIBEIRO, M. C. S.; RIBEIRO, L. F. B. Análise Morfométrica da Rede de Drenagem da Bacia do Rio do Machado-MG. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, 22 (1): 23-34, abr. 2010.

SAADI, A. A Geomorfologia da Serra do Espinhaço em Minas Gerais e de suas Margens. Belo Horizonte, **Geonomos**, v. 1, n. 3, p. 41-63, 1995

SILVA, T. M.; MONTEIRO, H. S.; CRUZ, M. A.; MOURA, J. R. S. Anomalias de Drenagem e Evolução da Paisagem no Médio Vale do Rio Paraíba do Sul (RJ/SP). **Anuário do Instituto de Geociências**, UFRJ, vol. 29, n. 2, p. 210-224. 2006.

SILVA, T. M.; PAES, T. V. Perfis Longitudinais de Canais Fluviais na Análise Evolutiva da Paisagem. In: XV Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, Anais... Vitória, p. 276-285, 2013.

VALADÃO, R. C.. Geodinâmica de superfícies de aplanamento, desnudação continental e tectônica ativa como condicionantes da megageomorfologia do Brasil Oriental. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.10, n.2, p.77-90, 2009.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

O RELEVO DE *CUESTAS* NO ESTADO DE SÃO PAULO: ESTUDO EM BUSCA DO ENTENDIMENTO DE SUA DINÂMICA EROSIVA

Cenira Maria Lupinacci [(a)], Tissiana de Almeida Souza [(b)]

[(a)] Departamento de Planejameno Territorial e Geoprocessamento, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, cenira.lupinacci@unesp.br

[(b)] Departamento de Planejameno Territorial e Geoprocessamento, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, tissisouza@yahoo.com.br

Eixo: 6 -Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Cenira Maria Lupinacci, Tissiana de Almeida Souza

Resumo

Na região sudeste do Brasil, o estado de São Paulo caracteriza-se por apresentar uma sinuosa linha de escarpas, que constituem um sistema de *cuestas*, cujas feições que indicam a presença de considerável morfodinâmica. Assim, o objetivo desse trabalho é discutir a dinâmica erosiva da área drenada pelo rio PassaCinco, caracterizada pela presença de extenso front de *cuestas*. Para isso, foi elaborado um mapa geomorfológico da área e coletadas informações sobre os materiais constituintes do relevo. A partir desses dados, foi possível constatar a presença de várias rampas coluviais no sopé das escarpas da *cuesta* as quais se apresentam dissecadas por sulcos erosivos. Ainda, muitos afluentes do rio Passa Cinco apresentam leques aluviais em seus desagues, demonstrando a sobrecarga de sedimentos que essas drenagens carregam. Diante dessas constatações, considera-se que o mapeamento produzido, assim como sua análise, podem nortear futuras ações de planejamento e gestão da dinâmica erosiva da área.

Palavras chave: mapa geomorfológico, rampas coluviais, feições erosivas, *front* cuestiforme.

1. Introdução

Na região sudeste do Brasil, o estado de São Paulo caracteriza-se por apresentar extensa área de domínio sedimentar, de relevo suavizado, o qual é interrompido por uma sinuosa linha de escarpa, entendido como um sistema de *cuestas*. Desde os trabalhos clássicos, com destaque para Penteado (1976), já se afirmava que a morfogênese do relevo de *cuestas* da bacia do Paraná é resultado de fenômenos mais complexos do que aqueles típicos de circundesnudação. Neste viés, Penteado (1976, p. 42) destacava a necessidade de um cuidado nessa discussão, apontando para uma possível origem de duplo aspecto: tectônico e erosivo. Essa autora defendia que a explicação genética a esse conjunto de *cuestas* se encontra atrelada a uma escavação que "não foi exclusivamente erosiva guiada pelas camadas tenras, porém resultante de erosão diferencial desenvolvida por uma drenagem pós-cedente a falhamentos pós-cretácicos". (PENTEADO, 1976, p. 46)

Há estudos, por sua vez, que priorizaram uma abordagem estrutural, como por exemplo, a pesquisa de Facincani (2000). Em estudo sobre a ação da morfotectônica na modelagem da paisagem local, valendo-se de investigações litológicas, estruturais e geomorfológicas, Facincani (2000) identificou um sistema de falhamentos que pode exercer influência nos processos erosivos responsáveis pela elaboração desse relevo de *cuestas*.

Assim, ao considerar a referida complexidade da morfogênese desse relevo cuestiforme, Penteado (1976) já apontava a necessidade de estudos de tectônica, cronologia absoluta e geomorfologia das zonas de contato depressão-escarpa de *cuesta* para trazer mais luzes ao entendimento da sua dinâmica evolutiva.

Além disso, esse conjunto de relevos, quando avaliados *in loco*, apresentam feições que indicam a presença de considerável dinâmica erosiva a qual necessita ser analisada, visando diagnosticar e planejar um adequado uso da terra. Trata-se de setores do interior de São Paulo com intensa atividade agrícola, com destaque para o cultivo de cana de açúcar, visando o abastecimento das usinas sucroalcooleiras do interior paulista.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Considerando essas questões, foi selecionada como área de estudo a alta bacia do rio Passa Cinco (Figura 1) cujas nascentes caracterizam-se como drenagens obsequentes que recortam o front da *cuesta*.

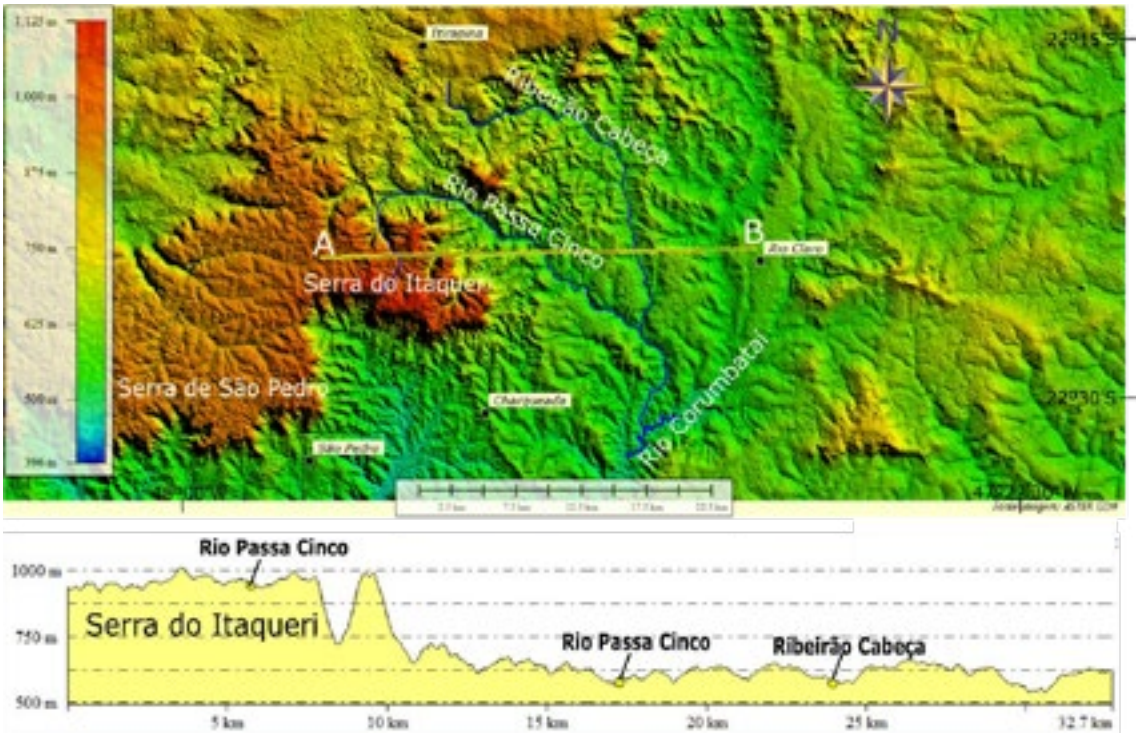


Figura 1 — Altimetria e perfil topográfico da área de estudo.

Elaboração: Carolina Doranti Tiritan

Assim, o objetivo desse trabalho é discutir a dinâmica erosiva da área drenada pelo rio Passa-Cinco, a qual é caracterizada pela presença de extenso *front* de *cuestas*. Para atingir esse objetivo, foi elaborado um mapa geomorfológico da área, cujos dados foram analisados conjuntamente com aqueles, obtidos por meio de informações bibliográficas, referentesaos solos, a litologia e as feições tectônicas existentes nesse setor.

ISBN: 978-85-7282-778-2

2. Material e Métodos

A carta geomorfológica da bacia do rio Passa Cinco foi organizada através da interpretação de pares estereoscópicos de fotografias aéreas disponíveis no acervo da UNESP, em escala aproximada de 1:40.000, datadas de 1988. Os dados obtidos nessa interpretação foram transformados para escala de 1:50.000 visto ser essa a escala disponível em termos de base topográfica da área. A base topográfica foi organizada a partir das cartas topográficas Itirapina (Folha SF-23-M-I-3) e Rio Claro (Folha SF-23-M-I-4), elaboradas pelo IBGE (1969 a, b).

O primeiro procedimento consistiu na digitalização, através de scanner, das 31 (trinta e uma) fotografias aéreas, que foram posteriormente trabalhadas no aplicativo para computador StereoPhoto Maker®, seguindo os procedimentos descritos por Souza e Oliveira (2012) para a elaboração de imagens tridimensionais através do método Anáglifo, que possibilita a interpretação visual através de óculos 3D. Esta técnica, conforme Souza e Oliveira (2012), permite a identificação e a inserção das simbologias associadas à cartografia do relevo diretamente sobre as imagens em ambiente digital, otimizando o trabalho dos pesquisadores e possibilitando a interpretação simultânea de uma imagem tridimensional por duas ou mais pessoas, o que não ocorre em ocasiões nas quais o par de fotografias aéreas é analisado através de estereoscópio.

O procedimento seguinte foi o georreferenciamento das imagens tridimensionais no ArcMap™ com a utilização de pontos comuns (pontes, confluências de drenagens, cruzamentos de estradas) presentes na base topográfica. Desta forma, gerou-se um mosaico de imagens em três dimensões para a área de estudo.

A próxima etapa consistiu na interpretação visual das imagens com óculos 3D comum e a inserção das simbologias que representam as formas de relevo cartografadas.A preparação das simbologias correspondentes às formas de relevo seguiu os procedimentos técnicos propostos por Paschoal, Conceição e Cunha (2010).

ISBN: 978-85-7282-778-2

Ainda, as propostas técnicas de Tricart (1965) e Verstappen e Zuidam (1975) orientaram o processo de elaboração da cartografia do relevo da área de estudo, assim como a escolha dos símbolos, cores e tramas que compõem o mapeamento. Como a área de estudo é bastante extensa, nesse artigo apresentar-se-á trecho relevante do mapa realizado o qual permite compreender os principais resultados obtidos.

3. Resultados e Discussão

O *front* das *cuestas* (Figura 2) abarca um conjunto de feições expressivas da paisagem da bacia do rio Passa Cinco. As litologias que sustentam este compartimento geomorfológico são compostas pela interdigitação entre os basaltos da Formação Serra Geral e os arenitos de ambiente continental desértico da Formação Botucatu, depositados a cerca de 145 milhões de anos (PERROTA et al., 2005). Esta linha destacada pelo desnível altimétrico é caracterizada por cornija bem demarcada por declives acentuados (acima de 47%) e talus *cuestiforme* com presença de rampas coluviais (Figura 2) que definem a transição para o compartimento da Depressão Periférica Paulista, no qual ocorrem declives predominantes de 12 a 30%. O desnivelamento topográfico provocado pela presença do *front cuestiforme* gera quedas d'água nos afluentes do rio Passa Cinco que nascem no reverso deste (Figura 3a).

ISBN: 978-85-7282-778-2

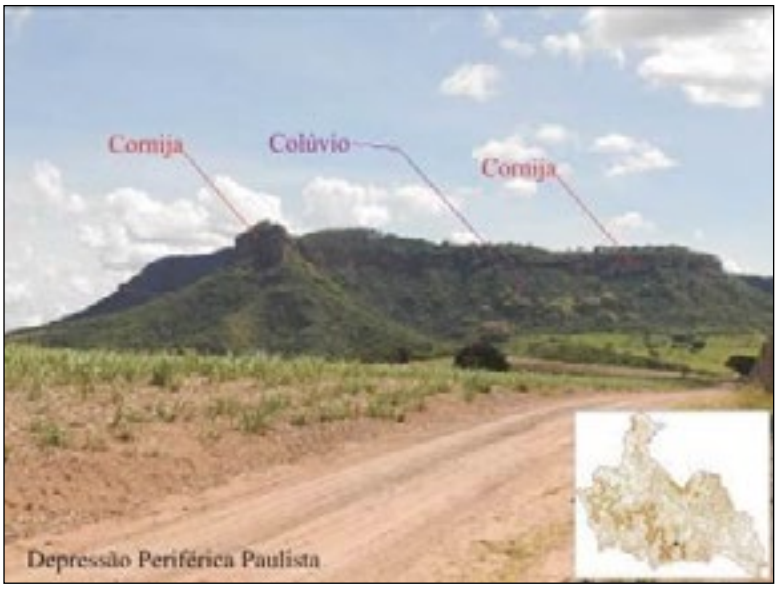


Figura 2 - Cuestas no setor SE da bacia do rio Passa Cinco.

A análise da figura 3b permite verificara presença de várias rampas coluviais no sopé das escarpas da *cuesta* as quais, conforme verificado *in loco*, se encontram dissecadas por sulcos erosivos, demonstrando a fragilidade desses materiais, transportados gravitacionalmente e com baixa agregação. Trata-se de extensas áreas de transição do relevo que em muitos casos já estão recobertas por pastagens e pela cultura da cana de açúcar (Figura 2). A cultura da cana de açúcar, em primeiro plano na figura 2, em sua fase inicial de desenvolvimento, recobre de forma parcial os solos, deixando-os expostos à dinâmica pluvio erosiva típica do início da estação chuvosa. Essa dinâmica erosiva leva a construção frequente de terraços agrícolas (Figura 3c), os quais nem sempre são eficazes na contenção da erosão visto que muito comumente se registra a presença de sulcos erosivos em áreas com esse tipo de prática conservacionista. Convém destacar ainda que, segundo IAC (1981, 2014), os solos da área estudada apresentam-se dominados pela fração arenosa, derivada dos sedimentos areníticos da Formação Botucatu. A conjunção desses fatores justifica a preocupação causada por processos erosivos na região.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Além disso, muitos afluentes do rio Passa-Cinco apresentam leques aluviais em seus desagues, assim como fundos de vale de fundo plano (Figura 3d), demonstrando a sobrecarga de sedimentos que essas drenagens carregam. Essa sobrecarga, abandonada principalmente ao longo do curso principal, advém também do perfil longitudinal dos afluentes do rio Passa Cinco, os quais têm suas nascentes no setor de montante do front (Figura 3), no reverso cuestiforme, e sua energia dinamizada a partir de cachoeiras que se desenvolvem na travessia da referida feição do relevo. No setor de reverso ainda, apresentado na porção inferior da figura 3e, destaca-se a frequência de rupturas topográficas. As rupturas topográficas, ao se desenvolverem em função das variações de resistência das fáceis litológicas, nesse caso da Formação Itaqueri ((PERROTTA et al., 2005), indicam que tal terreno encontra-se submetido a ação erosiva que, ao denudar tais resistências, criam as irregularidades no formato das vertentes. Dessa forma, os cursos fluviais a jusante do front cuestiforme apresentam dinâmicas deposicionais marcantes, com fundos de vale planos.

Essa dinâmica de movimentação dos materiais ainda é agravada pela presença de lineamentos tectônicos, identificados pela bibliografia (FACINCANI, 2000) e passíveis de serem reconhecidos pelos cotovelos e retilinidades (Figura 3f) presentes no sistema fluvial estudado.A presença de tais lineamentos responde ainda pela aceleração natural dos processos erosivos, levando a evolução e recuo do *front* da *cuesta* e a geração dos morros testemunhos. Assim, na figura 2 e 3g é possível observar a presença de morro testemunho e sua proximidade com o *front* cuestiforme. Essas feições encontram-se separadas por um sistema de drenagem cujas retilinidades e ângulos de mudança de rumo dos cursos fluviais demonstram a presença de lineamentos.

ISBN: 978-85-7282-778-2

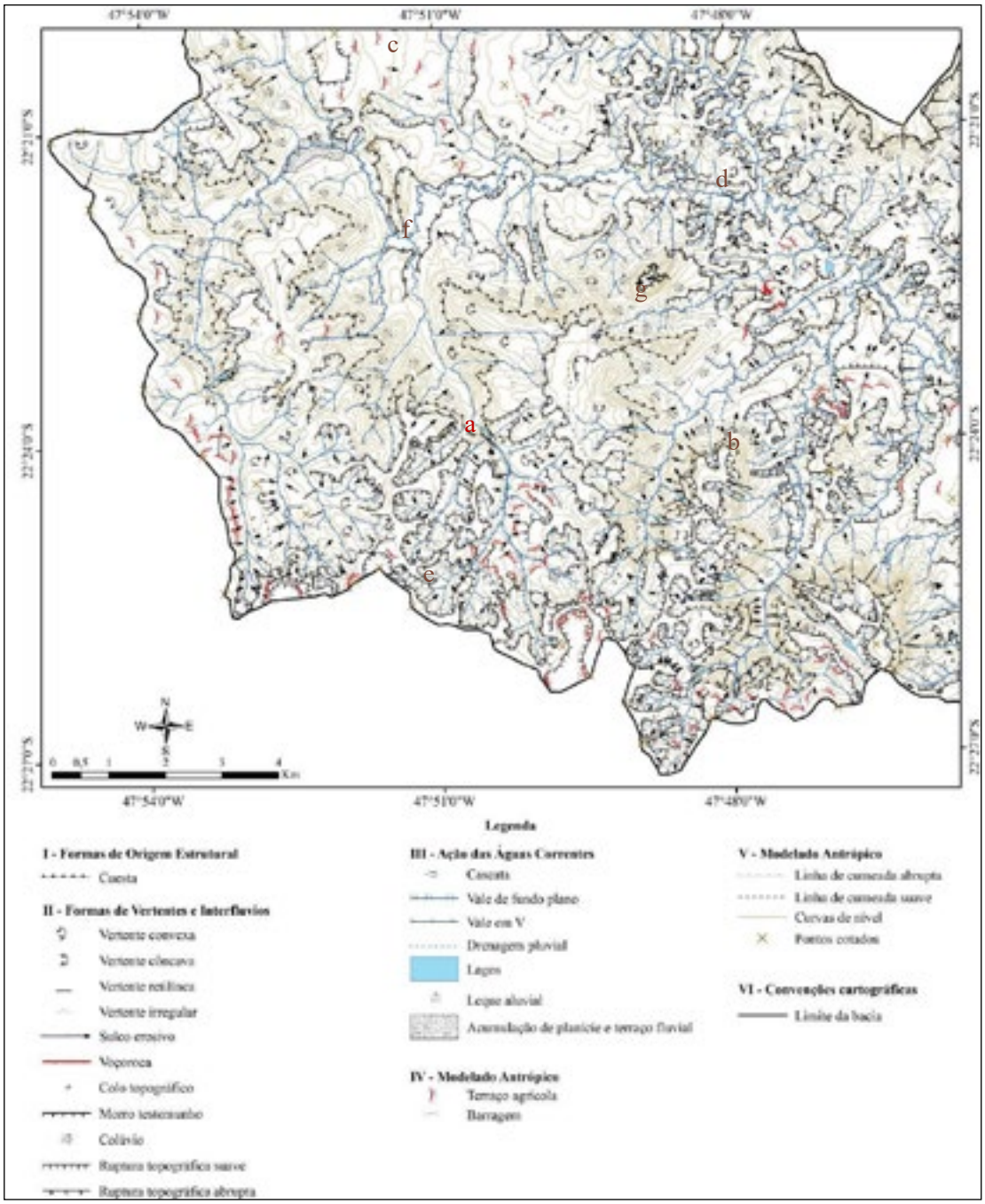


Figura 3 – Recorte de trecho da carta geomorfológica da bacia do rio Passa Cinco. Em **a** quedas de água, em **b** rampas de colúvio com sulcos erosivos, em **c** terraços agrícolas, em **d**vale de fundo plano, em **e** rupturas topográficas do reverso, em **f** cotovelos e em **g** morro testemunho.

ISBN: 978-85-7282-778-2

4. Considerações Finais

A área estudada apresenta especificidades geomorfológicas tanto em termos de feições do relevo como de dinâmica processual e de materiais. Assim, a dinâmica erosiva e deposicional do relevo torna-se bastante ativa, o que gera a presença de feições erosivas lineares em um cenário de atividades agropecuárias intensas. Essas feições erosivas lineares são registradas mesmo quando o uso da terra é acompanhado por práticas conservacionistas. Esse fato relaciona-se diretamente ao domínio arenítico dos solos e da litologia, com destaque para a presença da Formação Botucatu e de Latossolos e Argissolos com elevados índices de areia, conforme dados apresentados respectivamente por Perrota et al. (2005) e IAC (1981).

Além da fragilidade dos materiais constituintes apontada, ainda registram-se frequentes lineamentos sobre os quais se encaixam sistemas de drenagens, fato apontado por Facincani (2000) e possível de ser constatado também pela trajetória dos cursos fluviais (Figura 3).Assim, os rios, aproveitando-se da fragilidade estrutural, desenvolvem intensa dinâmica erosiva a qual se reflete na dinâmica das vertentes que são frequentemente marcadas por rupturas topográficas e feições lineares, principalmente sulcos erosivos. Tais lineamentos ainda auxiliam o recuo do *front* cuestiforme, que se apresenta intensamente festonado, assim como a individualização dos morros testemunhos (Figura 2 e 3).

A disposição espacial dos cursos fluviais, com nascentes no reverso da cuesta, e curso marcado pela presença de cachoeiras em função do *front*, também criam intensa dinâmica de materiais. Dessa forma, o desnível topográfico do *front*, além de se constituir em um degrau a ser equalizado pelos rios ao longo de seu perfil longitudinal, ainda gera a presença de rampas de colúvio em seu sopé, as quais, pela natureza dos materiais transportados por gravidade, constituem-se em terrenos de elevada suscetibilidade erosiva.

Além dessas características naturais dos terrenos, vinculadas aos materiais, lineamentos e morfologia, convém considerar que a área de estudo encontra-se em setor do Estado de São Paulo dominado pela cultura canavieira, a qual apresenta um ciclo de cultivo

ISBN: 978-85-7282-778-2

(Figura 2) que pouco protege os terrenos nas primeiras chuvas de verão, colaborando com a dinâmica erosiva.

Diante dessas constatações, considera-se que o mapeamento produzido, assim como sua análise, constitui-se em um diagnóstico dessas especificidades, podendo nortear futuras ações de planejamento e gestão da área.

Agradecimentos

Agradecemos à FAPESP pelo financiamento, processo n. 2016/25231-3

Referências Bibliográficas

FACINCANI, E. M. **Morfotectônica da Depressão Periférica Paulista e Cuesta Basáltica: regiões de São Carlos, Rio Claro e Piracicaba, SP**. Tese (Doutorado em Geologia Regional) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 2000.

IAC, INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS **Solos do estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 2014. Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/solossp/>. Acesso em: 16 jan. 2017.

IAC, INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS **Levantamento pedológico semi detalhado do estado de São Paulo: Quadrícula São Carlos** (SF-23-Y-A-I). Campinas: IAC, 1981. Escala 1:100.000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **ItirapinaFolha SF-23-M-I-3**. Rio de Janeiro, 1969a. 1 mapa, color., 63 cm x 74 cm. Escala 1:50.000. Disponível em: <http://portaldemapas.ibge.gov.br/portal.php#mapa15873>. Acesso em: 15 fev. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Rio ClaroFolha SF-23-M-I-4**. Rio de Janeiro, 1969b. 1 mapa, color., 63 cm x 74 cm. Escala 1:50.000. Disponível em: <http://portaldemapas.ibge.gov.br/portal.php#mapa15873>. Acesso em: 15 fev. 2017.

PASCHOAL, L.G.; CONCEIÇÃO, F. T.; CUNHA, C. M. L. Utilização do ArcGIS 9.3 na elaboração de simbologias para mapeamentos geomorfológicos: uma aplicação na área do complexo argileiro de Santa Gertrudes/SP. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 8. Recife. **Anais**... Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2010.

PENTEADO, M. M. **Geomorfologia do setor centro-ocidental da Depressão Periférica Paulista**. São Paulo: Instituto de Geografia/Universidade de São Paulo, 1976.

PERROTA, M. M. et al. (2005) **Mapa geológico do estado de São Paulo**. São Paulo. 1 mapa, color., Escala 1:750.000. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/Geologia/Geologia-Basica/Cartografia-Geologica-Regional-624.html>. Acesso em: 01 fev. 2017.

SOUZA, T. A.; OLIVEIRA, R. C. Avaliação da potencialidade de imagens tridimensionais em meio digital para o mapeamento geomorfológico. **Revista Geonorte**, v. 2, n. 4, 1348-1355, 2012.

STEREOPHOTO MAKER. **StereoPhoto Maker.** Versão 5.20. 2017. Disponível em: <http://stereo.jpn.org/eng/stphmkr/>. Acesso em: 05. fev. 2017.

TRICART, J. **Principes et méthodes de la géomorphologie**. Paris: Masson, 1965.

VERSTAPPEN, H. T.; ZUIDAM, R. A. V. **System of geomorphological survey**. Netherlands: Manuel ITC Textbook, vol.VIII, 1976.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

O RIO BERLENGAS E SUA IMPORTÂNCIA PARA O MUNICÍPIO DE VÁRZEA GRANDE -PIAUÍ

Francisco Wesley Marques Brandão[1]; Mara Célia Pereira da Silva Fontenele[3]; Fernanda da Silva Marques[3]; Jorge Eduardo Abreu Paula[4]

[1]Graduando em Geografia, Universidade Estadual do Piauí, wesley131@outlook.com.br
[2] Graduanda em Geografia, Universidade Estadual do Piauí, marafonte@hotmail.com
[3]Graduanda em Geografia, Universidade Estadual do Piauí, fernanda-marques18@outlook.com
[4] Professor Adjunto, Universidade Estadual do Piauí, jorgeabreupaula@yahoo.com.br

Eixo: **Dinâmica e gestão de bacias hidrográfica**

Resumo

O estado do Piauí tem como principal rio o Parnaíba, mas a presença de rios menores e temporários podem ser observados em todo o estado de norte ao sul. Um desses rios o Berlengas principal afluente da margem esquerda do Poti e sua importância para o município de Várzea Grande-PI são objetos desse estudo. Esse trabalho tem como objetivo principal: analisar a importância do rio Berlengas para o município de Várzea Grande-PI. Para a resolução do objetivo principal adotou-se três metodologias: Documental, Bibliográfica e Pesquisa direta na área de estudo. A bacia hidrográfica do rio Berlengas corresponde a uma área de 1.110 km² e o rio possui uma extensão de 188 km. Várzea Grande é um município que de acordo com o IBGE (2010) possui população de 4. 336 tem como principais produtos econômicos: Arroz, Feijão, Mandioca e Milho beneficiando-se principalmente da bacia hidrográfica do rio Berlengas e suas potencialidades socioambientais.

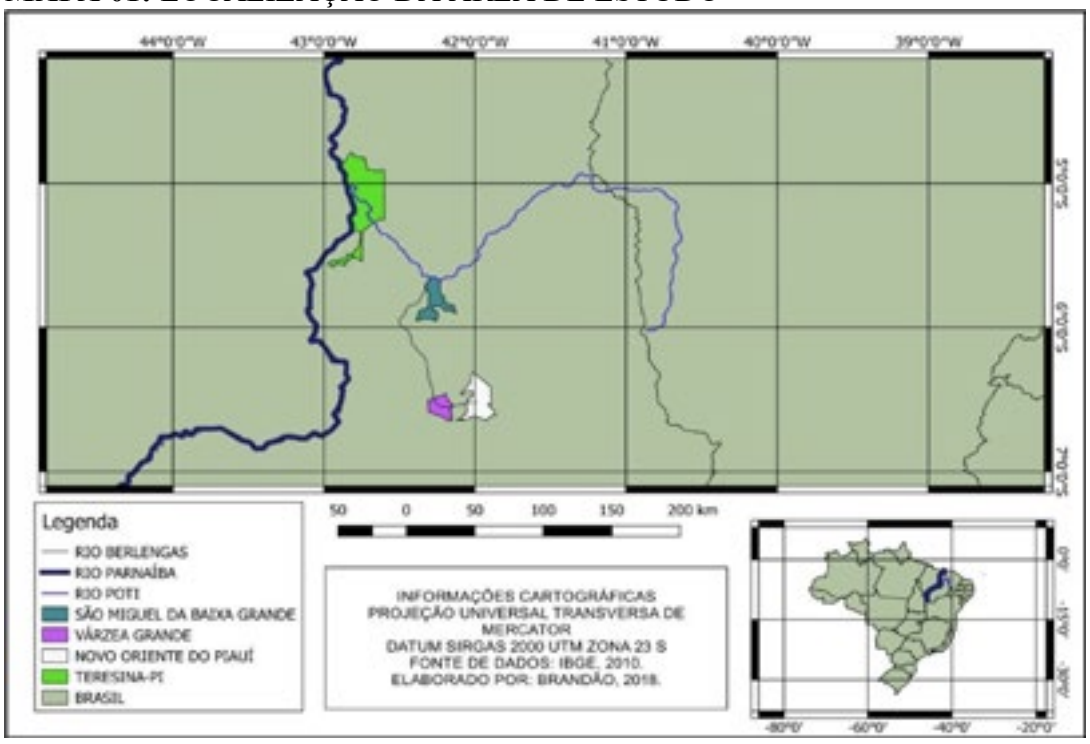
Francisco Wesley Marques Brandão[1]; Mara Célia Pereira da Silva Fontenele[3]; Fernanda da Silva Marques[3]; Jorge Eduardo Abreu Paula

Palavra chave: Rio Berlengas; Várzea Grande; Piauí.

1. INTRODUÇÃO

O Piauí é um dos estados do Nordeste com maior potencial de recursos hídricos, situando-se em uma região de transição do Semiárido e do Meio Norte possui bacias hidrográficas localizadas de norte a sul do estado. Essas bacias possuem rios perenes e temporários que fazem parte da Bacia do Parnaíba, principal rio do estado. A hierarquia fluvial do estado é composta além de rios perenes por rios temporários que são de suma importância para os munícipios que fazem partes dessas bacias hidrográficas como o caso da relação entre o Berlengas e o munícipio de Várzea Grande(V. Mapa 1).

MAPA 01: LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO



Fonte: Brandão, 2018.

Mesmo sendo um estado com grande potencial hídrico o Piauí ainda carece de informações sobre grande parte dos rios que compõem a bacia do Parnaíba, principal bacia do estado e uma das mais importantes do nordeste. Grande parte dos pequenos rios temporários do estado possuem defasagens em estudos, diagnósticos, mapas e dados sobre suas características principais, além de serem desconhecidos para a população que não dispõem diretamente das suas águas.

Como objetivo principal deste trabalho tem-se analisar a importância do rio Berlengas para o munícipio de Várzea Grande. Como objetivo especifico adotou-se: identificar as principais atividades econômicas realizadas no Município de Várzea Grande.

O Berlengas na região que sua bacia hidrográfica é de extrema importância para o desenvolvimento das atividades, sobretudo agrícolas, pesca e turismo além de abastecer várias

ISBN: 978-85-7282-778-2

residências no Piauí, sendo também um dos principais afluentes da margem esquerda do rio Poti.

Várzea Grande, fundada na década de 1960 após se desmembrar do município de Francinópolis, localiza-se na região centro norte do estado do Piauí e tem como principais atividades econômicas a agricultura e o comércio. A agricultura é realizada de modo quase exclusivamente familiar e o setor comercial como observou-se durante o estudo em campo ainda é tímido, tendo como maior dinamicidade os dias que são realizadas as feiras e a época "do festejos" da cidade. A agricultura beneficia-se principalmente da presença do rio Berlengas na área rural do munícipio sendo bastante importante economicamente para a região que integrante de sua bacia hidrográfica.

A justificativa principal para a elaboração dessa pesquisa é a necessidade de estudos em regiões que ainda possuem poucas pesquisas e informações sobre aspectos físicos, sociais e culturais. No caso ao serem buscados dados bibliográficos sobre a cidade e o rio foram obtidos poucos dados. Através dessa pesquisa também busca-se aliar o tripé universitário: Ensino, Pesquisa e Extensão trazendo a academia e pesquisas científicas para outras comunidades que não possuem um grande acervo bibliográfico sobre seu local.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para esse trabalho a metodologia utilizada baseou-se em uma pesquisa bibliográfica, documental e Direta. Realizou-se observações do rio Berlengas no município de Várzea Grande que o tem como principal recurso hídricos, apesar de que nessa área ele é temporário de acordo com observações diretas ao longo do ano. A obtenção dos resultados também realizou-se através de conversas com ribeirinhos e alguns moradores que se beneficiam do curso do rio,. Após essa etapa foram sistematizados os dados colhidos na pesquisa nesse estudo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

ISBN: 978-85-7282-778-2

A bacia hidrográfica do rio Berlengas corresponde a uma área de 1.110 km² e o rio possui uma extensão de 185 km. Dentro da sua bacia hidrográfica fazem parte 24 municípios de acordo com dados obtidos na Agência Nacional de Águas (ANA). As principais atividades econômicas encontradas nas áreas que pertencem a sua bacia hidrográfica são: o turismo no período das "cheias", a pesca, e a agricultura que ainda é realizada principalmente em menores escalas de produção ainda de modo familiar em boa parte do território drenado por essa bacia.

Como forma de enfrentar o período de estiagem são cavados poços dentro de sua bacia hidrográfica. Esses poços servem para abastecer também locais que ainda não contam com distribuição de água aproveitando assim o lençol freático presente nessa região. Alguns poços (V. Figura 2) ainda são cavados de modo artesanal sem a intervenção do Estado. Esses poços são cavados através do uso de enxadas, pás, cimento e tijolos pela própria população que vive nos locais.

Figura 2: Escavação de poço nas proximidades do rio Berlengas em Várzea Grande-PI.

Na região atingida pelo rio Berlengas e seus afluentes as principais atividades econômicas encontradas foram o cultivo de produtos agrícolas sendo os principais: arroz, batata-doce, feijão, mandioca e milho, em alguns casos também se observa a presença de

plantio de cana-de-açúcar e criação de animais como uma das atividades ligadas ao rio e sua bacia hidrográfica (Santos, 2011).

Segundo Andrade Junior (2004) o rio apresenta um clima que vai desde o semiárido na nascente até um clima mais tropical chuvoso perto da foz no Poti. Durante alguns meses do ano o rio possui trechos que secam como é o caso do munícipio em análise, no local o rio possuem períodos que seus trechos na área ficam secos.

Devido seu caráter sinuoso e topografia variada o rio apresenta durante o período chuvoso possíveis formações de boqueirões. A bacia hidrográfica do Berlengas é composta principalmente por riachões que abastecem o Rio ainda perto das nascentes possuindo em seu alto curso, ainda abrangendo Várzea Grande, uma variação de cotas altimétricas diminuindo de altitude até se estabilizar no seu médio curso.

Em Várzea Grande, Munícipio que de acordo com o IBGE (2010) possui população de 4. 336. Faz parte da bacia hidrográfica do rio Berlengas e consequentemente do rio Poti tem como principais produções econômicos os cultivos dos seguintes produtos agrícolas: Arroz, Feijão, Mandioca e Milho.

No período chuvoso é bastante comum a presença de pescadores e banhistas se beneficiando das potencialidades do Berlengas nas praticas de pescaria e turismo gerando mais renda ao município. No local é comum a pratica de banhos em açudes, no próprio leito do rio ou em barragens localizadas na zona rural.

O período da “cheia” do rio também é bastante aproveitado para atividades como pesca em duas modalidades principais: enganchos onde os pescadores deixam as redes no leito do rio e em barcos com varas feitas principalmente de talas de coco babaçu, bastante comum na região. Para atrair os peixes os pescadores utilizam principalmente farinha de mandioca lançada nas águas do rio.

Em Várzea Grande ao ser realizado o mapeamento da vegetação das margens notou-se que a mesma ainda apresenta poucas intervenções antrópicas seja através de desmatamento ou

ISBN: 978-85-7282-778-2

plantios de outras culturas, sendo as principais intervenções encontradas localizando-se distantes das margens sendo realizadas principalmente por irrigações e construções de poços.

Observou-se na região um aumento de latifúndios que tem como principal cultura o cultivo de eucaliptos beneficiando-se dos recursos hídricos presente na região, sendo uma pratica que requer grandes reservas hidrológicas para sua execução, acaba por causar grandes impactos ao lençol freático.

4 CONCLUSÃO

O rio Berlengas, apesar de não ser um dos rios com mais estudos realizados dentro do estado do Piauí é o principal afluente do rio Poti e possui grande importância para os municípios que integram a área de influência de sua bacia hidrográfica. Ainda contando com poucas informações sobre seus aspectos socioambientais, potencialidades e características hidrológicas na região onde localizam-se suas nascentes, na parte central do Piauí.

Conclui-se, portanto, que o rio Berlengas suas características são de suma importância socioeconômica para o munícipio de Várzea Grande possibilitando para essa região geração de renda derivada de produções agrícola, pesca e turismo principalmente. Através do rio e suas relações econômicas e culturais observa-se a necessidade de maiores estudos e valorização dos recursos hídricos presentes no Estado.

5 REFERÊNCIAS

ANA. **Bacia do Atlântico Leste**. Disponível em: http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb.asp?TocItem=4100. Acesso em 04 jan. 2011.

ANDRADE JÚNIOR, Aderson Soares de: et al. **Atlas Climatológico do Estado do Piauí**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2004.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSITCA. **Censo Populacional 2010**. Disponível em: https://censo2010.ibge.gov.br> acesso em: 11/02/2019.

SANTOS, Leilson Alves dos: et al. **bacia hidrográfica do rio berlengas** - piauí:aspectos do relevo e drenagem. revista geonorte, edição especial, v.3, n.4, p. 667-678, 2012.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

O SIGNIFICADO DA ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA NA COMPREENSÃO DA DINÂMICA AMBIENTAL EM DUAS SUB-BACIAS NA REGIÃO DE SOROCABA – SP

Ricardo Vinícius de Arruda [(a)], Emerson Martins Arruda [(b)]

[(a)] Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade na Gestão Ambiental, Universidade Federal de São Carlos UFSCar, ricardo.v.arruda@gmail.com

[(b)] Departamento de Geografia, Turismo e Humanidade/Centro de Ciências Humanas e Biológicas, Universidade Federal de São Carlos UFSCar, emersongeo@ufscar.br

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

Este artigo apresenta resultados da análise de ensaios analíticos de parâmetros físico químicos referentesàságuas de duas sub-bacias hidrográficas do rio Sorocaba, sendo do córrego do Gurgel localizado no município de Piedade e Ribeirão Fazenda Velha pertencente ao município de Ibiúna, ambas no interior do estado de São Paulo. Foram determinados cinco pontos de amostragem de água para posterior analise dos parâmetros Físico Químicos: DQO, DBO, Temperatura, Cor, Turbidez, Oxigênio Dissolvido, Nitrogênio Total, Fósforo Total, Condutividade elétrica, Sólidos Totais e pH, sendo que dois pontos foram identificados como vulneráveis com grande perda de qualidade da água principalmente apresentando alto nível de Eutrofização e consequentemente baixo nível de oxigênio dissolvido impossibilitando a sobrevivência de peixes. Documentos cartográficos também foram analisados contribuindo na análise da dinâmica ambiental da área bem como dos impactos presentes nas bacias hidrográficas.

Palavras chave: bacia hidrográfica, análise da qualidade da água, impactos ambientais

Ricardo Vinícius de Arruda,
Emerson Martins Arruda

1. Introdução

No mundo contemporâneo a temática da Sustentabilidade tem sido amplamente divulgada nos meios de comunicação, assim como discutida no âmbito dos grupos de pesquisa, artigos acadêmicos e eventos científicos. Acompanhando esta realidade, algumas políticas públicas também se têm embasado na abordagem da sustentabilidade para indicar ou definir diretrizes que conduzam o planejamento do uso dos recursos naturais.omo resultado das discussões levantadas a cerca dos riscos ambientais em 1972 foi aprovada a conferencia de Estocolmo que se realizou em meio ao impacto provocado pelo relatório do clube de Roma – *Limits to Growth* que propunha a desaceleração do desenvolvimento industrial nos países desenvolvidos e do crescimento populacional, nos países menos desenvolvidos, propondo que os países desenvolvidos ajudassem no desenvolvimento dos países subdesenvolvidos.

Resultante dos padrões tecnológicos, práticas de produção, organizações burocráticas e os aparelhos ideológicos do Estado, entre outras esferas do corpo social advindas do processo civilizatório moldados por princípios de racionalidade econômica e instrumental, a necessidade de reformas democráticas no Estado que incorpore normas ecológicas ao processo econômico e da criação de novas técnicas de controle sobre os efeitos contaminantes foi estabelecida. (LEFF, 2001).

Neste contexto, a questão dos recursos hídricos acaba sendo um dos temas mais abordados por estar diretamente relacionado à produção agrícola e ao abastecimento urbano. Aspectos estes, essenciais à vida das populações. A água faz parte do patrimônio do planeta e sua disponibilidade é limitada, apenas 3% da água do planeta pode ser considerada própria para o consumo humano de acordo com Begon (2007), além da viabilidade de captação a qualidade é um fator crucial a ser levado em consideração na utilização desse valioso recurso. (PIVELLI, 2006).

Deste modo, além da discussão sobre políticas de preservação e conservação de ambientes que se configurem como mananciais para os rios de uma determinada área deve-se

discutir a prática dos laboratórios de análise da água, as metodologias e parâmetros utilizados para indicar a qualidade deste recurso e avaliar os resultados dos ensaios analíticos considerando as questões de entorno e suas influencias sobremananciais, rios, lagos, represas e reservatórios de água.

O trabalho teve como objetivo identificar quais parâmetros Físico-Químicos mínimos e específicos que permitem a análise da dinâmica ambiental de duas sub-bacias hidrográficas da região de Sorocaba – SP, com base em suas especificidades geológicas, geomorfológicas e hidrológicas.

2. Materiais e Métodos

2.1. Organização dos Mapas das Bacias Hidrográficas

Os mapas organizados e/ou elaborados para análise das áreas e para determinação dos parâmetros físico-químicos utilizados no estudo foram: mapa de declividade, mapa hipsométrico e mapa do uso do solo.

2.2. Ensaios Analíticos

2.2.1 Definição dos parâmetros Físico-químicos

Para um controle eficiente da qualidade das águas, além do conhecimento de suas propriedades naturais, é necessário saber os conceitos, a importância, a aplicação, como determinar analiticamente e o significado dos parâmetros que no conjunto conferem à água, as suas características físicas, químicas e biológicas. (PIVELI et al., 2006)

2.2.2 Amostragem

De acordo com o guia de coleta e preservação de amostras da CETESB para o planejamento de um programa de coleta deve-se obter informações preliminares sobre a área de influencia do corpo d água a ser amostrado por meio de: localização exata do ponto através de

mapas cartográficos, características locais, atividades humanas tais como, industrial, agricultura, mineração, zonas urbanas etc.

Com base nessas diretrizes foram selecionados cinco pontos de amostragem para o monitoramento da qualidade da água conforme quadro abaixo:

Tabela I – Identificação dos locais de amostragem

Identificação dos locais de amostragem					
Ponto	**Coordenadas**	**Altitude (metros)**	**Local**	**Cidade**	**Observações**
01	23°45'44"S E 47°19'25"W	969	Lagoa Eutrofizada	Piedade	Afluente da alta bacia do córrego do Gurgel
02	23°44'31"S E 47°20'01"W	829	Córrego do Gurgel	Piedade	Baixo curso, próximo ao campo de futebol
03	23°41'39"SE 47°06'17"W	875	Rio Ribeirão Fazenda Velha	Ibiúna	-
04	23°46'07"S E 47°46'07"W	905	Afluente do Rio Ribeirão Fazenda Velha	Ibiúna	Alto curso
05	23°39'30"S E 47°05'59"W	865	Rio Ribeirão Fazenda Velha	Ibiúna	Baixo curso

As amostras foram coletadas e acondicionadas em frascos de OD (Oxigênio Dissolvido) com capacidade de 300 ml e uso de soluções de Sulfato Manganoso e Azida Sódica para fixação do oxigênio dissolvido e frascos de Politileno com capacidade de dois litros para analise dos demais parâmetros, os ensaios de pH e Temperatura foram realizados em campo com uso de um pHmetro portátil, os frascos foram acondicionados em diferentes caixas de isopor sendo que a caixa contendo os frascos de dois litros foram preenchidas com Gelo como forma de preservação e enviadas para o laboratório Hidrolabor Controle de Qualidade localizado na cidade de Sorocaba para realização das analises, os resultados analíticos dos ensaios foram apontados em relatórios de analise dentro dos critérios da Norma NBR ISO/IEC 17025:2005;

2.2.3 2.2.3 Ensaios

Levando em consideração o tempo de validade das amostras de forma que não ocorra a degradação do analitoa metodologia analítica descrita no *Standard Methods for the examination*

of water and wastwater 22º Edição preconiza que os ensaios de pH e Temperatura sejam realizados em campo.

Para realização dos referidos ensaios foi utilizado um pHmetroportátil devidamente calibrado pela RBC (Rede brasileira de Calibração).

2.2.4 Ensaios analíticos Físico-químicos laboratoriais

Os ensaios DQO, DBO, Oxigênio dissolvido, Cor, Turbidez, Condutividade elétrica, Sólidos Totais, Nitrogênio Total e Fósforo Total, foram realizados no laboratório Hidrolabor Laboratório de Controle de Qualidade, respeitando os critérios e itens de garantia da qualidade dos resultados de ensaios da norma NBR ISO/IEC 17025:2005, onde são mantidos os dados de rastreabilidade bem como a utilização de materiais de referencia rastreáveis a RBC.

3. Resultados e Discussão

Buscou-se elencar os principais problemas ambientais observados nas referidas bacias hidrográficas e relacionar às restrições ambientais associadas a determinado usos do solo. Assim foi possível identificar os conflitos quanto ao uso e interferência nos corpos hídricos, bem como identificar os principais problemas relacionados ao uso e ocupação do solo.

3.1 Análise dos impactos ambientais na área de estudo

De acordo com a resolução nº 1 de 23 de janeiro de 1986 do CONAMA considera-se Impacto ambiental como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população; II - as atividades sociais e econômicas; III - a biota; IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; V - a qualidade dos recursos ambientais (BRASIL, 1986). Com base na resolução foram enfatizados os principais problemas encontrados, identificados ora por aspectos quantitativos e também por aspectos qualitativos observados no trabalho de campo.

3.1.1 Poluição dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do córrego do Gurgel

A área de estudo é composta por pequenas propriedades rurais organizadas em pequenas vilas formadas principalmente nas áreas marginais dos cursos d´aguas da bacia, fato esse que se consolida por conta da considerável declividade presente na região, que por sua vez obriga os moradores buscarem essas áreas marginais por serem mais planas, demonstrando que pelo menos três setores necessitam de atenção especial: os setores < 3%, por constituírem áreas de risco a inundações e alagamentos; as áreas com classe entre 5 – 12%, limite máximo do emprego da mecanização na agricultura e a classe > 47%, onde não é permitida a derrubada de florestas, sendo tolerada a extração de toros, quando em regime de utilização racional, que vise a rendimentos permanentes. A presença dessas vilas as margens dos cursos d'aguas afeta a qualidade das águas e prejudica a preservação desses recursos, o fato de não existir saneamento básico nessas regiões se configura em um dos principais fatores responsáveis por essa perda de qualidade e consequentemente na poluição das aguas.

A maioria das casas se utiliza da fossa negra como forma de destinação para o esgoto gerado, tal prática contribui de maneira bastante elevada para poluição dos recursos hídricos principalmente através da percolação do esgoto atingindo o lençol freático e consequentemente indo parar nos rios, córregos e nascentes, ou ainda o arraste dos dejetos em casos de inundações da área, o que não é difícil de acontecer por conta de outro problema ambiental encontrado, que será tratado nesse trabalho mais adiante, que é o assoreamento. Ainda mais efetivo para a poluição das águas é o descarte de esgoto doméstico diretamente nas vias fluviais realizados pelas residências que não se utilizam nem mesmo das fossas negras. Tanto o descarte direto ou a percolação e arraste do esgoto para as águas implica na poluição dessas, principalmente pelos nutrientes Fósforo e Nitrogênio. Outro fator de grande contribuição para a contaminação das águas pelos nutrientes Fósforo e Nitrogênio, é a irrigação das plantações presentes em quase 100% das residências que ocupam a região, tais plantações utilizam grande volume de água para irrigação do cultivo das hortaliças e afins, onde mais uma vez a declividade da área favorece a poluição, através do escoamento superficial que carrega defensivos agrícolas e ou fertilizantes diretamente para os cursos d'águas e ou represas, uma vez que os fertilizantes são compostos por esses nutrientes.

Além da declividade, em muitos casos o manejo inadequado do solo, como arruamentos feitos de maneira inadequada potencializam ainda mais o escoamento superficial e por consequência possibilitam o carregamento das substancias até as águas. O problema da contaminação das águas

pelos nutrientes Fósforo e Nitrogênio é que esses, associados a outros compostos, presente em quantidades consideravelmente menor causam o enriquecimento do meio tornando-os mais fértil e potencializando o crescimento dos seres vivos que se utilizam desses nutrientes, principalmente as algas que passam a atingir um nível excessivo. Esse desequilíbrio causado chama-se eutrofização, por sua vez é um problema gravíssimo que pode prejudicar de forma grave o abastecimento público ou restringir as possibilidades de uso dos recursos atingidos por esse evento, alguns tipos de algas produzem toxinas venenosas que podem prejudicar a saúde humana ou até mesmo levar a morte. Em visita realizada na bacia do córrego do Gurgel foi possível constatar uma lagoa com alto nível de eutrofização (Figura 1), o que levou a escolha da mesma para compor o plano de amostragem e avaliação da qualidade da água através de análises químicas laboratoriais, embora a constatação seja possível de forma visual devido ao fato da superfície da lagoa estar coberta por algas.

Figura 1 –Lagoa Eutrofizada na bacia do Córrego do Gurgel. Fonte: Arruda (2013)

Buscou-se assim medir os níveis de Fósforo e Nitrogênio deste ponto, sendo possível o conhecimento da causa também de maneira quantitativa, o que por sua vez pode-se configurar numa forma de monitoramento para constatação das tendências presentes, ou seja, torna possível identificar se a situação está obtendo melhora ou piora ou ainda identificar rapidamente, por exemplo, um caso de

aumento desproporcional dessas substâncias na água. Para realização do estudo a lagoa foi identificada como: “Ponto 01”.

3.1.2 Poluição dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do córrego Ribeiro Fazenda Velha

Da mesma forma como discorrido sobre a poluição dos recursos hídricos da bacia do córrego do Gurgel, os cursos d’água que integram a bacia do Ribeirão Fazenda Velha estão vulneráveis a poluição e as consequências devido às atividades antropogênicas, embora territórios de significativa diferença de tamanho as questões de entornos e características das áreas são bastante semelhantes, inclusive no que se diz respeito a ausência de saneamento básico, visitas de campo na área de estudo permitiu identificar de forma qualitativa que a mesma é predominantemente composta de pequenas propriedades rurais que se utilizam de fossas negras para destinação do esgoto doméstico e ou nos piores casos o despejo direto nas vias fluviais, o que implica poluição das águas pelos nutrientes Fósforo e Nitrogênio, que resultam na eutrofização das águas. Lorca Neto (2013) que também integra o grupo de estudos do qual essa dissertação se insere, realizou pesquisas na bacia hidrográfica do Ribeirão Fazenda Velha e identificou fontes de poluição com despejos de esgoto doméstico diretamente nos cursos fluviais (Figura 2). O mesmo pontua a eutrofização como relevante problemática

ambiental.

Figura 2 –Indicação de efluente de esgoto doméstico sendo lançado no corpo hídrico Fonte: Lorca Neto (2013)

A figura acima ilustra as constatações de campo mostrando que a falta de saneamento se configura em um dos principais problemas da área de estudo. Por esse motivo, na presente pesquisa buscou-se avaliar a presença de nutrientes e também quantificá-los através das análises laboratoriais. Os resultados de análises químicas realizadas em laboratório apontam a presença de Fósforo e Nitrogênio em alguns dos pontos amostrados, permitindo concluir, que os problemas ambientais apontados de forma qualitativa e trabalhos de campo avaliando as características do uso e ocupação do solo das bacias, se correlacionam de forma quantitativa aos resultados encontrados nas análises laboratoriais da água.

Os resultados analíticos obtidos em campo e através do relatório de análise emitidos pelo laboratório que executa os ensaios são reportados na tabela abaixo:

Tabela II - Resultados dos Ensaios Físico-Químicos

Data da coleta: 02/02/2014 **Chuva nas últimas 24 horas ?:** Nã0					
Parâmetros	**Ponto 01**	**Ponto 02**	**Ponto 03**	**Ponto 04**	**Ponto 05**
DQO	111 mg/L	44 mg/L	< 25 mg/L	108 mg/L	84 mg/L
DBO	80 mg/L	8,92 mg/L	20 mg/L	20,42 mg/L	17,85 mg/L
TºC	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Cor	> 100 uC	> 100 uC	61 uC	56 uC	39 uC
Turbidez	27,4 NTU	70,2 NTU	21,8 NTU	7,01 NTU	18 NTU
Oxigênio Dissolvido	2,0 mg/L	7,6 mg/L	6,0 mg/L	7,8 mg/L	3,6 mg/L
Nitrogênio Total	< 0,28 mg/L	< 0,28 mg/L	0,35 mg/L	< 0,28 mg/L	< 0,28 mg/L
Fósforo Total	< 0,01 mg/L	< 0,01 mg/L	< 0,01 mg/L	< 0,01 mg/L	< 0,01 mg/L
Condutividade Elétrica	104 µS/cm3	75 µS/cm3	71 µS/cm3	35 µS/cm3	86 µS/cm3
Sólidos Totais	82 mg/L	26 mg/L	42 mg/L	20 mg/L	24 mg/L
pH	6,62	7,45	7,04	6,63	7,02

IBSN: 978-85-7282-778-2

Com relação ao ponto 2, os resultados encontrados foram bastante satisfatórios e mostram que a água nesse ponto apresenta um excelente nível de qualidade, embora os parâmetros analisados não sejam suficientes para classificar a água, são capazes de indicar que não há indícios da presença de matéria orgânica em excesso ou despejo de esgotos sanitários e a água apresenta um ótimo nível de oxigênio dissolvido, ou seja existe preservação dos recursos hídricos. Após análise dos mapas elaborados para as duas bacias hidrográficas objetos dessa pesquisa e correlação com as questões de entorno constatadas qualitativamente em visitas de campo, foram realizadas duas amostragens em dias diferentes ao longo dos cursos d'aguas de ambas bacias.

Os resultados dos ensaios realizados em 02/02/2014 com relação ao ponto 2, mostram que a qualidade da água nesse ponto requer atenção, dada a criticidade encontrada ao comparar os resultados com os valores máximos preconizados pela CONAMA 357, onde se verifica valores de DBO muito superiores aos 5 mg/L estabelecidos, sendo de 80mg/L na primeira amostragem e 13,6 na segunda onde deve-se levar em consideração que nas últimas 24 horas que antecederam a coleta houve chuva, o que pode ter diminuído o valor por diluição, mesmo assim o valor encontrado ultrapassa os valores máximos estabelecidos para água de classe 2 ou 3. Segundo Baird (2002), os peixes necessitam de pelo menos 5 mg/L de oxigênio dissolvido na água para manter-se vivos, com base nos resultados analíticos verifica-se que o resultado de 2,0 mg/L encontrado de oxigênio dissolvido nas duas coletas é crítico por serem significativamente inferiores ao padrão mínimo descrito impossibilitando o equilíbrio da vida aquática nesses ambientes.

Analisando os resultados dos ensaios referentes ao ponto 2, verifica-se que existe um nível de preservação satisfatório, frente a boa qualidade da água, no entanto, o parâmetro cor referente a primeira amostragem ultrapassa o limite estabelecido pelo CONAMA 357 para águas doces de classe 3, e o índice de DBO ultrapassa o valor máximo estabelecido para águas de classe 2, porém se enquadra na classe 3. Já os resultados referentes a segunda amostragem se enquadram na totalidade nos valores preconizados para águas de classe 2, devendo-se levar em consideração que ocorreu chuva nas últimas 24 horas que antecederam a coleta, uma vez que as

precipitações podem mascarar resultados devido a diluição de possíveis contaminantes presentes na água, ou em alguns casos até elevar esses valores.

Os resultados das análises do ponto 3 mostram excelente nível de preservação da qualidade da água nesse local, porém o parâmetro DBO ultrapassou o limite máximo estabelecido pelo CONAMA 357 para águas doces de classe 3, embora possa se tratar de resultado pontual, deve-se voltar a atenção para as questões de entorno, seja visto que nas avaliações qualitativa realizadas nas visitas de campo mostram casos de despejo de esgoto diretamente no curso d'água conforme tratado nesse trabalho referente as questões de saneamento básico ausente quase na totalidade da bacia hidrográfica do Ribeirão Fazenda Velha.

O ponto de amostragem 05 refere-se ao baixo curso do Rio Ribeirão Fazenda Velho localizado próximo à área urbana e a margem da Rodovia Bujiro Nakao (SP 250), na cidade de Ibiúna, tomando como norte os resultados de 3,6 mg/L de oxigênio dissolvido, 83 unidades de Cor, 84,0 mg/L de DQO e 17,85 mg/L de DBO, constata-se alto grau de criticidade, dado o insatisfatório nível de qualidade da água nesse ponto, apontando a necessidade de monitoramento e ações voltadas para melhoria da qualidade, os resultados dos ensaios físico-químicos confirmam de forma quantitativa, as considerações firmadas nas análises qualitativas por meio de visitas de campo e organização do material cartográfico e análise de imagens de satélite. Neste sentido constata-se a partir da integração dessas informações que existe forte correlação dos resultados analíticos com as questões de entorno da bacia hidrográfica.

4. Considerações Finais

Os parâmetros selecionados como ferramentas para o diagnóstico das águas, nesse estudo, podem contribuir de maneira positiva para o controle da qualidade das águas. A análise dos resultados obtidos pelo uso desses parâmetros tornou possível a identificação de pontos críticos, onde deve ser empregada maior atenção, com níveis satisfatórios de preservação ambiental, mostrando a importância do monitoramento e empenho para conservação da qualidade da água. O estudo mostra que os parâmetros DQO, DBO, Temperatura, Cor,

Turbidez, Oxigênio Dissolvido, Nitrogênio Total, Fósforo Total, Condutividade elétrica, Sólidos Totais e pH selecionados são suficientes para indicar problemas ambientais nos corpos hídricos, porém não podem substituir as análises preconizadas pelas normas e legislações vigentes que possuem maior números de parâmetros e podem diagnosticar com maior exatidão e forma mais especifica problemas com a qualidade da água. No entanto o uso de parâmetros mínimos permite o monitoramento com maior frequência tendo em vista o baixo custo financeiro e do ponto de vista prático por não requerer tanta mão de obra e otimização de tempo para sua realização.

5. Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO/IEC 17025:2005** Requisitos gerais para acreditação de laboratórios de ensaios e calibração. Rio de Janeiro, 2005.

BAIRD, COLIN; **Química ambiental**/ Colin Baird; Trad. Maria Angeles Lobo Recio e Luiz Carlos Marques Carrera – 2.ed. – Porto Alegre: Bookman, 2002

BEGON, M.; HARPER, J. L.; TOWNSEND, C. R.; **Ecologia - de indivíduos a ecossistemas.**4 ed. São Paulo, 2007. 752 p. ISBN 85-363-0884-2.

BOFF, L. **Sustentabilidade: Tentativa de definição** Em: <http://leonardoboff.wordpress.com/2012/01/15/sustentabilidade-tentativa-de-definicao/> .acesso em: 19/01/2013.

LEFF Enrique SABER AMBIENTAL, **Sustentabilidade, racionalidade, complexidade, pode**r. Petrópolis, RJ: Vozes, 2001.

LORCA NETO, Rafael Ocanha. **Análise ambiental da Bacia do Ribeirão Fazenda Velha, Ibiúna-SP: subsídios para o planejamento ambiental e conservação dos recursos hídricos**. Dissertação de Mestrado. PGGSGA-UFSCAR, Sorocaba, 2013. 120 f.

PIVELI, R. P.; KATO, M. T.; **Qualidade das águas e poluição: Aspectos Físico-Químicos.** ABES, 2006. 285p.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

O USO DA ÁGUA SUPERFICIAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOCE/ES: um panorama após o desastre-crime de Mariana/MG

Gabriel Pedro Alves Lopes [(a)], Viviane dos Santos Coutinho [(b)]

[(a)] PPGG, UFES, Gabriel14pedro@gmail.com
[(b)]PPGG, UFES, Vivianecoutinho74@gmail.com

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

A porção da bacia hidrográfica do Rio Doce situada no estado do Espírito Santo se constitui como a região hidrográfica mais importante em termos de volume de vazão, área de drenagem e quantidade de usuários no estado, além disso nos últimos anos passou a ser foco de vários processos envolvendo a ocupação, instalação de barragens e crimes ambientais. Nessa perspectiva o objetivo deste trabalho é apresentar um panorama do uso da água superficial da porção Espírito-santense da bacia do Rio Doce, de maneira a observar juntamente com o mapeamento de uso e cobertura do solo, quem são os atores e a finalidade das captações das águas superficiais da bacia, contextualizando assim um breve panorama da Bacia do rio Doce após o Desastre/Crime de Mariana, ocorrido em 2015, a partir da análise de mapa de densidade de usuários de água e de uso do solo.

Gabriel Pedro Alves Lopes
Viviane dos Santos Coutinho

Palavras chave: Bacia do Rio Doce. Uso da água superficial. Uso e cobertura do solo.

1. Introdução

A água é um bem comum e indispensável para a sobrevivência de todos os seres vivos, sendo essencial para grande parte dos processos biológicos, químicos e físicos. Ela é apropriada pelos seres humanos para os mais diversos usos, desde as razões de subsistência,

como o abastecimento humano, até os inúmeros processos produtivos, como a geração de energia, a produção de mercadorias agrícolas e industriais, entre outros.

Nesta perspectiva, para além do ciclo hidrológico há também a formação de um ciclo hidrossocial, por se tratar de um processo sócio-natural pelo qual água e sociedade se (re)produzem mutuamente, fazendo-se e refazendo-se ao longo do espaço e do tempo. Apesar do ciclo hidrológico ser predominantemente empregado como um meio de representar os fluxos de água na atmosfera, o ciclo hidrossocial atende a natureza social destes fluxos (que o ciclo hidrológico não atende), bem como o papel dinâmico desempenhado pela água, destacando os processos dialéticos e relacionais através dos quais a água e a sociedade se interrelacionam (LINTON e BUDDS, 2014).

Desta forma, considerando a noção da água como elemento apropriado pelo homem e direcionada pelos diversos usos, no Brasil, segundo a Agência Nacional das Águas, os principais usos da água são destinados à irrigação, ao abastecimento humano e animal, industrial, para a geração de energia, a mineração, aquicultura, navegação, turismo e lazer (ANA, 2017).

No âmbito de planejamento e gestão das águas enquanto políticas públicas direcionadas às águas se destacam a Política Nacional de Recursos hídricos, Lei 9.433 (BRASIL, 1997), no nível federal, que é um marco na gestão sistemática dos recursos hídricos. Tendo como uma de diretrizes centrais de ação à integração e a articulação da gestão de recursos hídricos com a do uso do solo. E no nível estadual a Lei Estadual de Recursos hídricos, Lei 10.179 (ESPÍRITO SANTO, 2014) que aponta de forma semelhante que do instrumento federal, a necessidade de se compreender de forma articulada uso da água e uso do solo.

O estabelecimento de correlações entre o uso e a ocupação dos solos e o uso da água, é extremamente importante para o entendimento e planejamento dos recursos hídricos (COELHO, 2007).

ISBN: 978-85-7282-778-2

Sendo assim, considerando a perspectiva do ciclo hidrossocial e da gestão articulada de recursos hídricos e uso do solo, o objetivo deste trabalho é apresentar um panorama do uso da água superficial da porção Espírito-santense da bacia hidrográfica do rio Doce (Figura 1). De maneira a identificar, juntamente com o mapeamento de uso e cobertura do solo, quem são os atores e para quê estão sendo utilizadas as águas superficiais da bacia. De modo a compreender qual a situação em relação ao uso e apropriação da água pelos diferentes atores da Bacia após o Desastre/Crime de Mariana, ocorrido em 2015.

A porção da bacia hidrográfica do rio Doce pertencente ao estado do Espírito Santo apresenta o maior volume de vazão do estado, com um total de 844 m^3/s (COELHO, 2009), sendo também a bacia que ocupa a maior área territorial abrangendo 28 municípios, o que significa um total de 15.666 km^2, o que pode ser observado na figura 1. Além disso a escolha da bacia do rio Doce para a realização deste estudo se deu também pelo recente Desastre/Crime de Mariana, ocorrido em 2015, que ocasionou impactos socioambientais inestimáveis, provocando a destruição de culturas e contaminação das mananciais, entre outros, ao longo dos territórios que atravessam o Rio Doce e seus afluentes.

A Bacia hidrográfica do rio Doce, como demonstra a figura 1, é a bacia com a maior densidade de usuários de águas superficiais do estado do Espírito Santo, principalmente na região ao norte do rio Doce, com grandes manchas de quantidade de usuários com áreas chegando a alcançar cerca de 405 usuários por quilômetro quadrado, algo que demonstra a intensa relevância de se entender mais a fundo os usos da água na bacia em questão.

ISBN: 978-85-7282-778-2

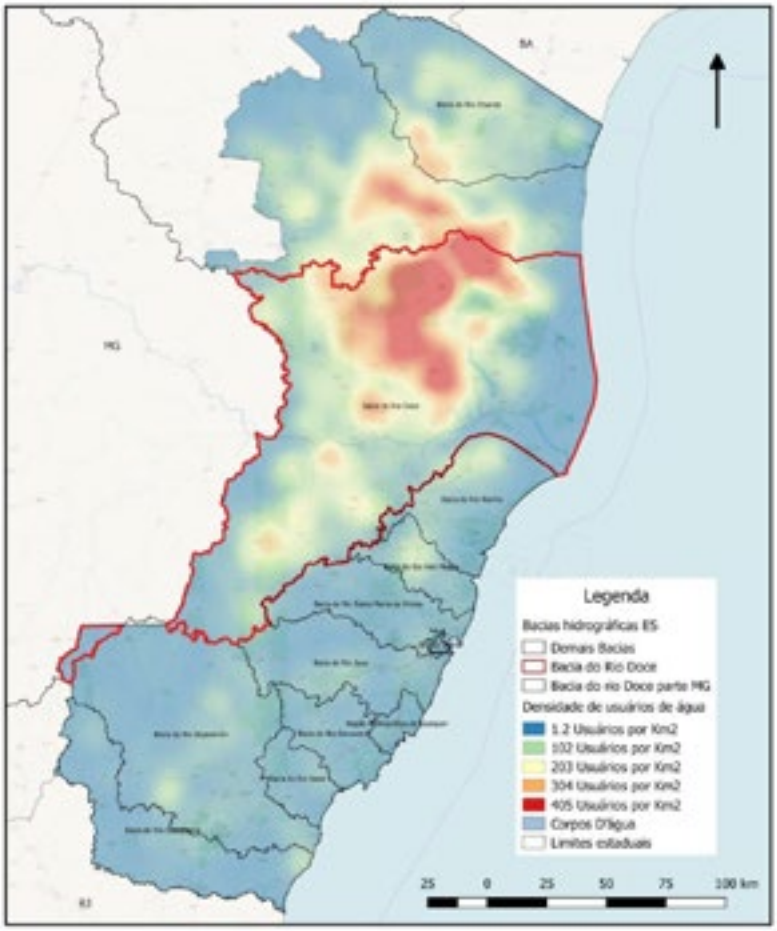


Figura 1 - Mapa da densidade de usuários de água por km2 no estado do Espírito Santo, com destaque para a área aqui estudada, bacia do rio Doce

2. Materiais e Métodos

No que concerne as bases cartográficas, foram utilizadas as disponibilizadas pelo GEOBASES, tanto do Estado do Espírito Santo, tanto das bacias hidrográficas, Todas utilizando o Datum SIRGAS 2000.

2.1 Levantamento e tratamento de dados

ISBN: 978-85-7282-778-2

Para o alcance dos objetivos, inicialmente foram realizados levantamentos bibliográfico e documental de estudos acerca da bacia do rio Doce, principalmente na porção situada no estado do Espírito Santo.

Posteriormente houve o levantamento de dados. Sendo que o conjunto de informações levantados sobre o uso da água dos rios com domínio estadual foram disponibilizados pela Agência Estadual de Recursos Hídricos (AGERH), através do cadastro estadual de usuários de recursos hídricos superficiais, feitos até dezembro de 2018 (AGERH, 2018), enquanto os dados dos rios de dominialidade federal foram cedidos pela Agência Nacional de Águas (ANA) disponíveis no site <http://www.ana.gov.br/>., cujo os dados são de outorgas concedidas até janeiro de 2019. já os dados de uso e cobertura do solo foram disponibilizados pelo Instituto Estadual de Meio Ambiente (IEMA), mapeamento feito a partir das ortofotos 2012-2015 com escala de 1:10.000.

Os dados quantitativos foram organizados e tratados no *software* estatístico *PSPP 1.2,* tanto os de uso da água, que foram separados apenas os dados da bacia estudada e removendo os cadastros já arquivados e repetidos, tanto os de uso do solo.

2.2 Elaboração dos mapas

Os mapas foram elaborados no *software Qgis 2.18 e ArcMap 10.3,* seguindo o Datum SIRGAS 2000. Sendo que os dados da Agência Estadual de Recursos Hídricos (2018) foram unificados com os da ANA (2018) em um novo *Shapefile,* onde foi elaborado um Mapa de densidade de usuários de água superficial, através da técnica de Kernel, que demonstra a densidade de usuários por quilômetro quadrado (Km^2) na escala de 1:100.000. O segundo mapa, o uso e cobertura do solo foi utilizado o mapeamento feito pelo IEMA em cima das ortofotos de 2012-2015.

A partir dos mapas foi feita análise espacial dos maiores acúmulos de usuários por Km^2 e comparado com as áreas de uso do solo para a verificação de quais são os usos nas áreas com maior número de usuários.

ISBN: 978-85-7282-778-2

3. Resultados e Discussões

3.1 Contexto atual da Bacia do rio Doce após Desastre-crime de Mariana/MG

No dia 05 de Novembro de 2015, no distrito de Bento Rodrigues, em Mariana, Estado de Minas Gerais, a Barragem de Fundão, Pertencente à mineradora Samarco uma empresa *joint venture* da companhia Vale do Rio Doce e da anglo-australiana BHP- Billiton, se rompia e jorrava cerca de 34 milhões de metros cúbicos de lama pela Bacia do rio Doce, contaminando com seus rejeitos de minério as águas, fauna e flora, solos e a população por toda a bacia, além do oceano atlântico. Resultou ainda em intensa destruição das vilas próximos à jusante da mineradora e diversos outros impactos que se estenderam por 650 km (FREITAS et.al, 2016).

Coelho (2007) já apontava em sua tese que o rio Doce já sofria com o assoreamento, mudanças nas características hidrológicas, tais como: a velocidade da corrente fluvial, a variabilidade das descargas e a morfologia do rio. Devido a processos de ordem socioeconômica como obras de engenharia de barragens, transposições, desmatamentos, urbanização de cidades, promovido com o passar do tempo ao longo da bacia (COELHO, 2007). Impactos estes que já haviam transformado a dinâmica da bacia.

Coelho (2009) também aponta as alterações hidrogeomorfológicas no médio-baixo Rio Doce, demonstrando que ao longo das últimas décadas a bacia passou por um intenso processo de ocupação, transformação e interferências direta no canal principal com a construção de barragens para usinas hidrelétricas e transposição de águas, ocasionando alterações nas vazões e nas geoformas do canal.

Autores como Lopes (2016) e Dias et.al (2018) trazem estudos recentes acerca da situação da bacia após o que ficou conhecido como desastre/crime de Mariana. Lopes (2016) demonstra que os rejeitos depositados nos rios elevaram consideravelmente os níveis de turbidez da água, tornando-a imprópria tanto para o consumo humano como para a agropecuária, fazendo também com que a população de peixes fosse praticamente aniquilada de todos os cursos d'água que foram atingidos pela lama. Em consequência disso, os

pescadores perderam seu principal meio de subsistência, além dos prejuízos sentidos por diversas localidades que dependiam do turismo.

Segundo Dias et.al (2018) os rejeitos de minério também destruíram cerca 1.469 hectares de vegetação natural e acarretou a modificação do pH do solo. Em relação a qualidade da água as análises realizadas ao longo de vinte anos demonstraram que o Rio Doce já apresentava contaminação por conta de alguns metais, mas foi potencializada após o rompimento da barragem, principalmente pelos níveis de alumínio, ferro, manganês e arsênio.

Partindo disso, na sequência apresentaremos os usos da água superficial na bacia comparando com os usos do solo a fim de obter uma compreensão do panorama do uso da água na bacia.

3.2 O uso da água superficial na Bacia do rio Doce

Os dados de usos da água 2018, da AGERH e ANA, demonstram que existem cerca de 16.118 usos da água superficial na Bacia do rio Doce, conforme Tabela 1, sendo majoritariamente para a irrigação, com cerca de 15.123, ou seja, 93,8 % dos usos. Seguido pelo lançamento de efluentes com 200, abastecimento industrial 167, aqüicultura com 89, abastecimento humano com 25 e as outras demais finalidades com 514 usos. Desta forma vê-se que a diluição de efluentes é uma finalidade muita expressiva nesta bacia, sendo maior inclusive que o abastecimento industrial e humano, o que vai em direção contrária dos valores de finalidade de uso no nível do país.

Tabela 1 - Quantidade de usos da água com as respectivas finalidades

Finalidade do uso	Quantidade de usos
Aqüicultura	89
Diluição de efluente	200
Abastecimento Humano	25
Abastecimento Industrial	167
Irrigação	15.123
Outras finalidades	514
Total	16.118

ISBN: 978-85-7282-778-2

A maioria dessas finalidades de uso decorrem a partir de captações direta dos cursos Hídricos, entretanto, a partir da tabela 2 pode se notar a significativa quantidade de barragens construídas na bacia.

Tabela 2 - Tipos de interferência

Tipo de Interferência	Quantidade de interferências
Captação direta	9.226
Captação em Barramento	4.943
Barramento sem Captação	1.749
Lançamento de efluente	200
Total	16.118

A partir da figura 2, nota-se que a maior quantidade de usuários encontram-se na porção norte do estado, se concentrando na porção centro-norte da bacia do rio Doce, exatamente na área onde podemos perceber um grande acúmulo do uso do solo para o plantio de café e de outras culturas como a da banana, mamão, coco entre outros cultivos.

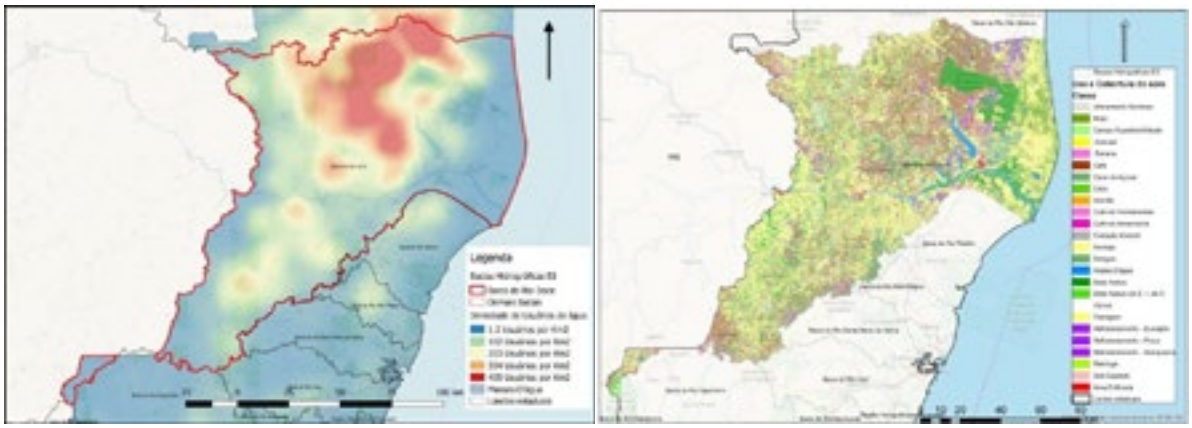


Figura 2 - Mapa de densidade de usuários de água à esquerda e de uso e cobertura do solo à direita

Já as áreas que apresentam os menores percentuais de captações e barramentos estão situadas mais próximas a foz do rio Doce, na zona costeira, tendo como cobertura do solo a restinga e os brejos e em áreas de mata nativa, que correspondem a áreas de preservação e conservação ambiental, como a reserva biológica de Sooretama.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Enquanto a pastagem, conforme figura 3, se mostra com o maior percentual do uso do solo, 34% da área da bacia, o que necessita de estudos que investiguem a sua influência na deterioração no ambiente, na medida em que pode contribuir com os processos de erosão e assoreamento dos cursos d'água, principalmente por ocupar grandes áreas ao longo dos rios.

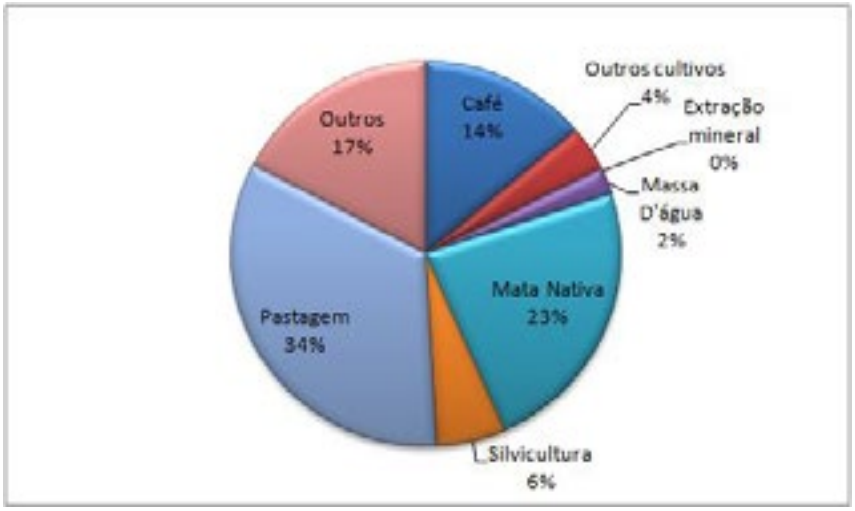


Figura 3 - Gráfico em Pizza demonstrando a porcentagem de usos do solo da bacia do rio Doce na porção situada no estado do Espírito Santo

Desta forma vê-se que as captações direta e em barramento de água superficial na bacia do rio Doce no Estado do Espírito Santo se dão principalmente para a irrigação de cultivos agrícolas.

4. Considerações finais

Contudo a porção da bacia hidrográfica do Rio Doce situada no estado do Espírito Santo se configura como a região hidrográfica mais importante em termos de volume de vazão, área de drenagem e quantidade de usuários do estado. Sendo predominantemente ocupada por pastagem e monoculturas como o café, tendo ainda o assoreamento, a diminuição de vazão e mudanças no canal do rio como principais impactos associados ao uso e ocupação do solo, consequentemente das atividades agrícolas e industriais desenvolvidas na região e os recentes acontecimentos associados a lama da samarco, fazem com que seja necessário, de

ISBN: 978-85-7282-778-2

forma permanente, a realização de estudos acerca da qualidade e quantidade da água na bacia, principalmente pela quantidade de usos da água para atividades agrícolas.

Agradecimentos

Agradecemos à Agência Estadual de Recursos Hídricos (AGERH) pelo incentivo à pesquisa e pela cessão dos dados, e também à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES) pela bolsa concedida.

Referências Bibliográficas

AGÊNCIA ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS (AGERH). Cadastro de usuários de recursos hídricos do estado do Espírito Santo, 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Outorgas concedidas, Disponível em: <http://www.ana.gov.br>. 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Conjuntura dos Recursos hídricos, 2017: Relatório pleno. Agência Nacional de Águas. Brasília: 2017.

BRASIL. Lei 9433: Política Nacional de Recursos Hídricos, 1997.

COELHO, A. L. N. Alterações Hidrogeomorfológicas no Médio-Baixo Rio Doce/ES 2007. 227 f. Tese de Doutorado (Universidade Federal Fluminense, Instituto de Geociências, Departamento de Geografia), Niterói, 2007.

COELHO, A. L. N. Bacia hidrográfica do Rio Doce (MG/ES): uma análise socioambiental integrada. **Geografares**, n. 7, 2009.

DIAS, C. A.; DA COSTA, A. S. V.; GUEDES, G. R.; de MATOS UMBELINO, G. J.; DE SOUZA, L. G.; ALVES, J. H. & SILVA, T. G. M. Impactos do rompimento da barragem de Mariana na qualidade da água do rio Doce. **Revista Espinhaço| UFVJM**, p. 21-35, 2018.

ESPÍRITO SANTO. Lei 10.179: Política Estadual de Recursos Hídricos, 2014.

FREITAS, C. M.; SILVA, M. A. e MENEZES, F. C. O desastre na barragem de mineração da Samarco: fratura exposta dos limites do Brasil na redução de risco de desastres.*Cienc. Cult.* [online], v.68, n.3, p. 25-30, 2016.

LINTON, J; BUDDS, J. The hydrosocial cycle: Defining and mobilizing a relational-dialectical approach to water. Geoforum, v. 57, p. 170-180, 2014.

LOPES, L. M. N.. O rompimento da barragem de Mariana e seus impactos socioambientais. Sinapse Múltipla, v. 5, n. 1, p. 1, 2016.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

O USO E COBERTURA DA TERRA: UMA ANÁLISE MULTITEMPORAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO ANHUMA, BONITO/MS

Rafael Brugnolli Medeiros[(a)], Lorrane Barbosa Alves [(b)] , Charlei Aparecido da Silva [(c)]

[(a)]Universidade Federal da Grande Dourados/Faculdade de Ciências Humanas, Email: rafael_bmedeiros@hotmail.com
[(b)] Universidade Federal da Grande Dourados/Faculdade de Ciências Humanas, Email: lorrane.iza@bol.com.br
[(c)] Universidade Federal da Grande Dourados/Faculdade de Ciências Humanas, Email: charleisilva@ufgd.edu.br

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

A unidade de estudo é a Bacia Hidrográfica do Córrego Anhuma, Bonito/MS, tendo grande parte de seus terrenos com características cársticas, apresentando um modelo econômico voltado à monocultura, típico do Estado do Mato Grosso do Sul. O objetivo deste trabalho é justamente analisar, de forma multitemporal, o uso e cobertura da terra da presente bacia hidrográfica nos anos de 1986 e 2017, sendo realizado esses mapeamentos mediante o processamento digital de imagens de satélite nos *softwares* Spring 5.2.7 e ArcGis 10®. Como resultados, aponta-se o avanço das monoculturas de soja até o tálus dos morros residuais, bem como, a borda leste do Parque Nacional da Serra da Bodoquena. Outro fator de destaque é a redução da vegetação florestal, sobretudo nos morros e áreas de preservação permanente. Concluiu-se que o avanço vem causando degradações significativas à bacia hidrográfica, podendo-se utilizar destes estudos para subsidiar propostas de mitigação e ordenamento do uso e cobertura da terra.

Rafael Brugnolli Medeiros, Lorrane Barbosa Alves , Charlei Aparecido da Silva

Palavras chave: monocultura de soja; ambiente cárstico; unidade de conservação; sensoriamento remoto.

1. Introdução

A crescente e intensa pressão exercida pelo atual modelo econômico voltado às monoculturas no Estado de Mato Grosso do Sul, seja pelo eucalipto à leste e soja no centro-

sul e sudoeste do estado, traz consigo, uma preocupaçao crescente com as bacias hidrográficas sul-matogrossenses, bem como, seus componentes, incluindo possivel supressão da vegetação nativa e florestal e a degradação dos mananciais hídricos. Estas observações não se apresentam diferentes na área de estudo, que é a Bacia Hidrográfica do Córrego Anhuma – BHCA, localizada no município de Bonito, onde o uso de suas terras é voltado, de forma massante, à monocultura da soja e milho, além de áreas, em menor proporção, destinadas a criação de gado.

Partindo-se deste pressuposto, o conhecimento do uso e cobertura da terra, sua evolução e impactos sobre bacias hidrográficas, é possibilitado mediante o processamento digital de imagens de satélites, que proporcionam uma facilidade na obtenção e manipulação de dados matriciais que comprovem possiveis degradações, aumento de áreas urbanas e as pressões que essas monoculturas trazem aos mananciais, unidades de conservação e áreas de preservação permanente, entre outros impactos que alteram o equilíbrio de uma bacia hidrográfica.

A BHCA por apresentar características peculiares, como seu ambiente cárstico (rochas carbonatadas), sua fragilidade natural, que somado às alterações antrópicas podem provocar graves distúrbios ao carste. Com o intutito de corroborar com a discussão frente as ações voltadas ao desenvolvimento sócioeconômico em áreas cárticas, Van Beyden e Van Beyden (2011) alegam que estes ambientes vem sendo fortemente alterados pelas ações antrópicas, seja por meio da extração de calcário e/ou avanço das monoculturas.

As monoculturas se destacam na BHCA pela mesma apresentar relevos plainados em algumas áreas e solos férteis, facilitando a mecanização, reduzindo-se os custos na produção por amortizar a necessidade de se efetuar a correção dos solos, elevando a lucratividade. Entretanto, esses avanços das monoculturas deixam o solo ainda mais frágil, perturbando o carste e causando possíveis solapamentos de dolinas (feição cárstica encontrada na BHCA). Liu et al. (2014) reforça essas questões, ressaltando que a mudança massiva do uso da terra é

ISBN: 978-85-7282-778-2

global, entretanto, são sentidas de forma mais clara no carste, sobretudo, por suas características favorecedoras para esse avanço.

Alguns estudos em bacias hidrográficas sul-matogrossenses têm sido destaque na busca por uma compreensão de possiveis impactos que essas atividades agrícolas acarretam, seja nos mananciais hídricos como Medeiros (2016) e Medeiros et al. (2017); avaliando a expansão destas atividades agrícolas como Ferreira (2016); evidenciando dinâmicas territoriais mediante a esta expansão agrícola, como Ferreira e Silva (2017); e apontando a fragilidade ambiental mediante o uso e cobertura da terra, como abordado por Gonçalves (2017) e Peixoto et al. (2018).

Logo, todos estes estudos analisam a expansão de monoculturas e como as mesmas alteram suas respectivas bacias hidrográficas, trazendos impactos, seja nos mananciais, supressão da vegetação, no solo, entre outros. Logo, analisar uma bacia que possui essas características cársticas, traz consigo uma importancia significativa devido à sua fragilidade, fazendo com que essa pesquisa objetive analisar, de forma multitemporal, o uso e cobertura da terra da BHCA nos anos de 1986 e 2017, avaliando a expansão agrícola e identificando possíveis impactos decorrentes deste avanço.

Frente as características descritas da BHCA e por estar localizado no município de Bonito, um importante polo turístico do Mato Grosso do Sul, que utiliza-se das águas para o turismo, é necessário enfatizar que o córrego Anhuma é o principal afluente, no tocante ao volume das águas superficiais, do córrego Formosinho, que apresenta diveros atrativos turísticos.

Ainda existem, inserido em seus limites, diversas cavernas e dolinas que necessitam de preservação diante do avanço das monoculturas, pois são áreas frágeis e passíveis de solapamentos. Outro importante fator é a presença do Parque Nacional da Serra da Bodoquena, uma unidade de conservação que demanda monitoramento sobre esses avanços,

ISBN: 978-85-7282-778-2

sobretudo pela BHCA estar localizada em sua zona de amortecimento, identificando o avanço da monocultura até o tálus dos morros residuais e da serra da Bodoquena.

O córrego Anhuma é afluente da margem direita do córrego Formosinho, Figura 1, que por sua vez deságua no rio Formoso, principal manancial hídrico de Bonito, caracterizado por suas águas translúcidas e com grande atratividade turística. Logo, a BHCA apresenta uma dimensão territorial de 189,14 km², destes, 88,26% estão sobrepostos em terrenos cársticos, sobretudo das Formações Bocaina e Cerradinho (calcário calcítico e dolomítico). Os solos férteis descritos neste trabalho é represetando, em sua maioria, pelo chernossolo rêndzico órtico, que somado ao calcário das Formações Bocaina e Cerradinho, trazem uma fertilidade natural à região, porém, demandando um manejo adequado em seu uso por serem extremamentes frágeis.

ISBN: 978-85-7282-778-2

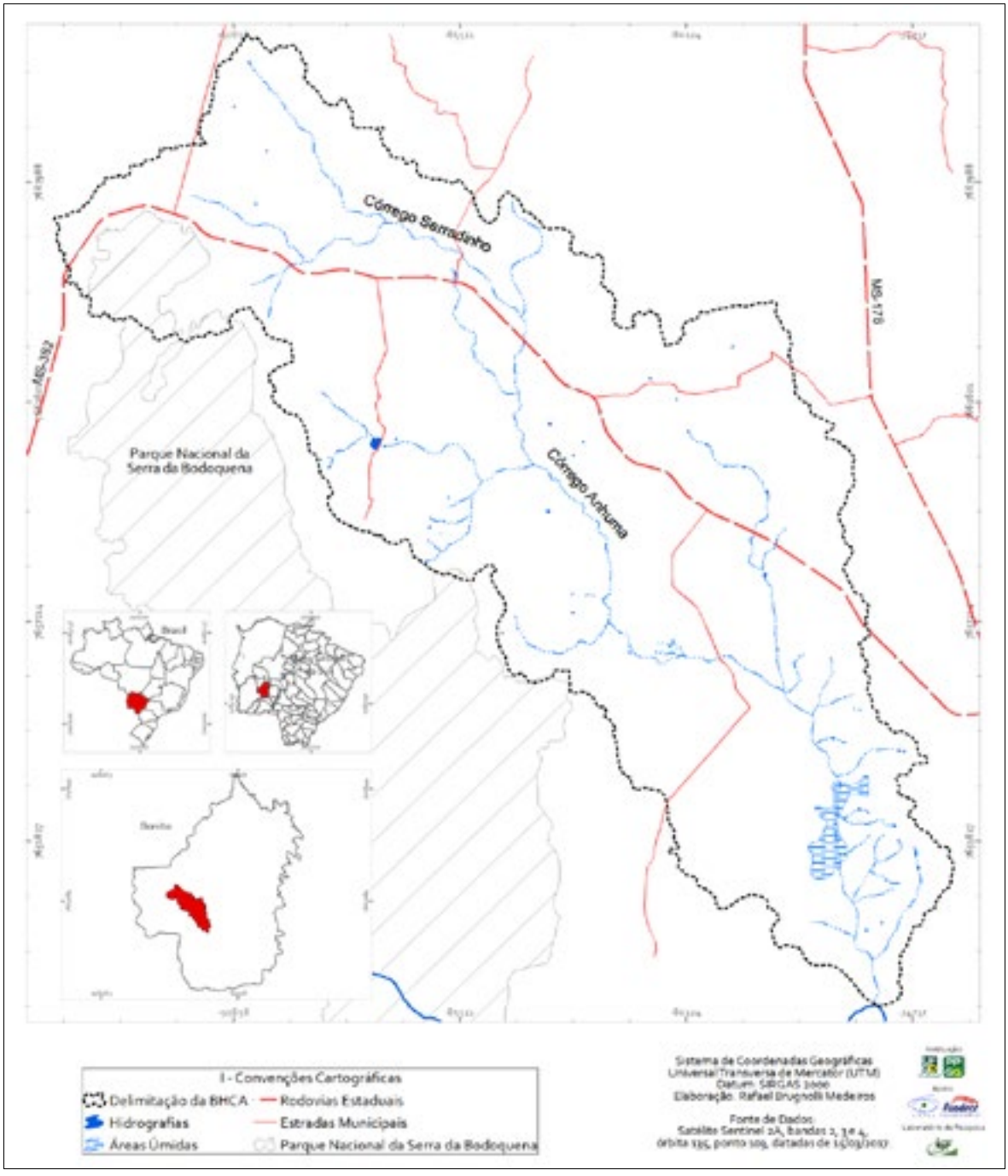


Figura 1 – Localização da BHCA, Bonito/MS.

ISBN: 978-85-7282-778-2

2. Metodologia

A metodologia para a elaboração deste trabalho parte dos conceitos que permeiam o processamento digital de imagens de satélite, utilizando os Sistemas de Informação Geográfica – SIGs SIG Spring 5.2.7® e ArcGis 10®, na análise multitemporal, utilizando-se dois períodos (1986 e 2017). Portanto, adquiriu-se imagens gratuitamente, por meio do catálogo do Instituto Nacional de Pesquisa Espacial - INPE, para as imagens Landsat 5, sensor TM, do ano de 1986, sensor 224, pontos 74 e 75, datadas de 11 de abril. Já para o ano de 2017, utilizou-se a Sentinel 2A, sensor MSI, órbita 135, ponto 101, datadas de 15 de março, disponibilizada gratuitamente pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos – USGS.

Para o processamento digital das imagens e sua classificação, optou-se pela proposta de Medeiros (2016) que consiste na sequência de algumas etapas:

a) Criação do Banco de Dados Geográficos no ArcGis 10®: inicialmente para adicionar as imagens e realizar os primeiros tratamentos, consistindo na mudança dos sistemas de referência para a Universal Transversa de Mercator – UTM, juntamente com sua alteração mediante a projeção SIRGAS 2000, adotando a zona 21 sul.

b) Tratamentos iniciais: consiste no georreferenciamento da imagem Landsat 5, utilizando como base a própria imagem Sentinel 2A que já vem georreferenciada.

c) Composições das Bandas: consiste na composição (*Red – R, Green – G, Blue – B)*, permitindo que assinaturas espectrais evidenciem os usos e coberturas da terra da área.

d) Criação do Bando de Dados Geográficos no Spring 5.2.7®: definir as coordenadas e adicionar as imagens de satélite para realizar os procedimentos posteriores.

e) Realce: consiste em equalizar histograma, realçando as assinaturas espectrais, trazendo maiores diferenciações nas colorações, procedendo em melhores resultados na segmentação.

f) Segmentação: consiste na separação (por regiões) das assinaturas espectrais, utilizando os valores de similaridade um (1) e para área (pixels) quinze (15), que foi determinado e trouxe resultados satisfatórios diante do objetivo principal desta pesquisa.

g) Classificação e Mapeamento: cada seguimento em separado, é classificado por meio de temas, cada um com sua assinatura espectral, definindo assim que, quanto mais temas trabalhados, maior será a diferenciação das assinaturas espectrais. Logo, utilizou-se o limite imposto pelo SIG SPRING (50 temas), definindo cinquenta tons de assinaturas diferentes, reduzindo possíveis conflitos no procedimento a seguir, isto é, a reclassificação.

h) Reclassificação das Classes: última etapa e realizada com a exportação dos dados para o SIG ArcGis 10®, consistindo na conferência dos seguimentos com a realidade mostrada na imagem de satélite, saídas de campo e conhecimento empírico sobre reflectâncias dos usos da terra, bem como, seu comportamento mediante possíveis áreas úmidas e relevo. Assim, foram encontradas seis classes de uso e cobertura da terra, Tabela I e Figura 2.

Tabela I – Interpretação das classes de uso e cobertura das terras da BHCA, Bonito/MS, em 1986 e 2017.

Classes	**Características que definiram tais classes**
Culturas	Cultivo de soja e milho, que mesmo entressafras, foi classificada como culturas, oferecendo, em certas épocas do ano, falta de vegetação que recobra o solo.
Pastagem	Classe que varia de assinaturas espectrais mediante os locais, seja pela umidade ou relevo, porém, apresenta vegetação de porte baixo, servindo ou não para criação de gado.
Vegetação Campestre	Predomínio de uma vegetação natural, nativa da região, seja com árvores do cerrado ou outras vegetações rasteiras.
Vegetação Florestal	Classe natural, com vegetações de porte elevado, seja do cerrado, cerradão ou resquícios de mata atlântica.
Áreas Úmidas com Vegetação Florestal	Classe natural, com vegetações de porte elevado, seja do cerrado, cerradão ou resquícios de mata atlântica. O que difere da classe de vegetação florestal, é a mesma estar situada em terrenos úmidos, permanentemente ou periodicamente saturados por água, com outra característica espectral e uma dinâmica diferenciada para o uso e cobertura das terras.
Áreas Úmidas com Vegetação Campestre	Predomínio de uma vegetação natural, seja com árvores do cerrado ou outras vegetações rasteiras. O que difere da classe de vegetação campestre, é a mesma estar situada em terrenos úmidos, permanentemente ou periodicamente saturados por água, trazendo outra característica espectral e uma dinâmica diferenciada para o uso e cobertura das terras.
Massas de Água	Toda a rede de drenagem em que foi possível realizar o mapeamento, lembrando que está classe apresenta distorções inerente à classificação, pois os pequenos mananciais são encobertos pelas copas das árvores, não oferecendo um valor exato para sua classificação.

Org.: Elaborado pelos autores.

ISBN: 978-85-7282-778-2

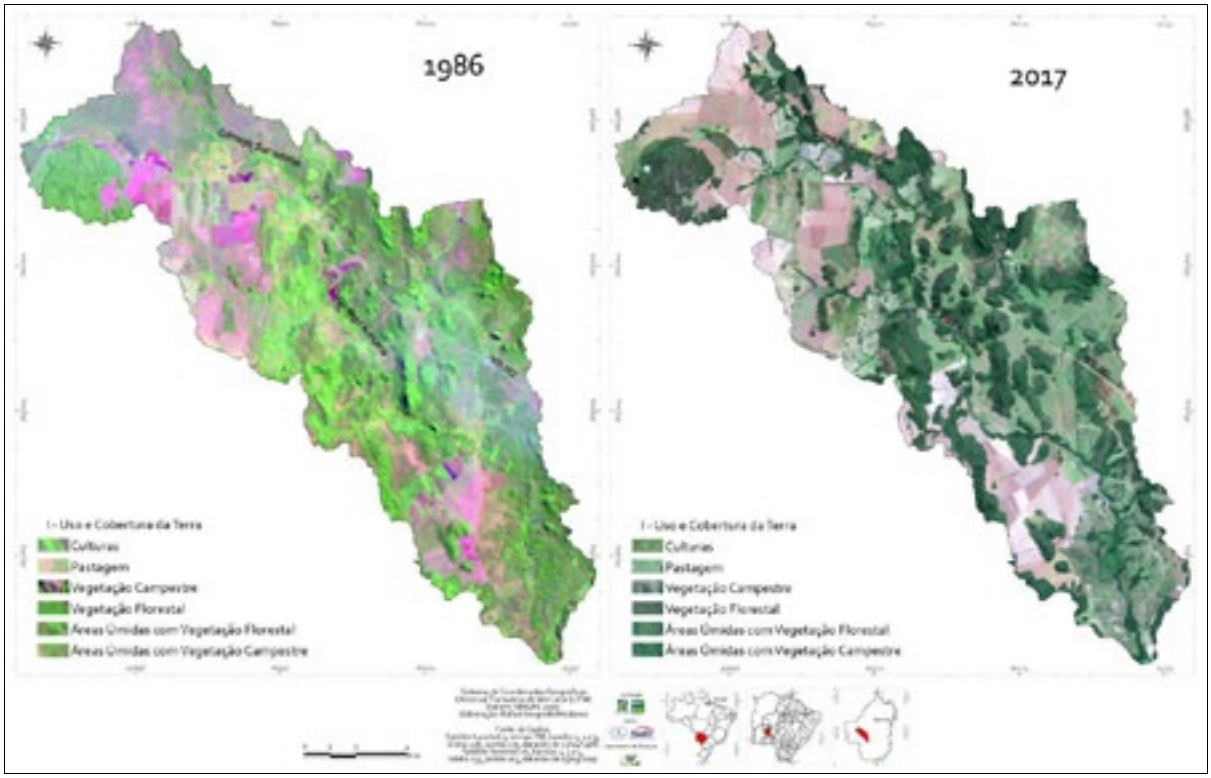


Figura 2 – Chave de interpretação das imagens de satélite para classificação do uso e cobertura da terra da BHCA, Bonito/MS.

3. Resultados

Nesta pesquisa, a análise multitemporal aponta para a caracterização do uso e cobertura da terra em dois tempos distintos, objetivando constatar alterações ocorridas na BHCA, sobretudo pela expansão agrícola, preocupando-se em observar possível supressão das vegetações nativas, campestre e/ou florestal, Figura 3, Figura 4 e Tabela II.

ISBN: 978-85-7282-778-2

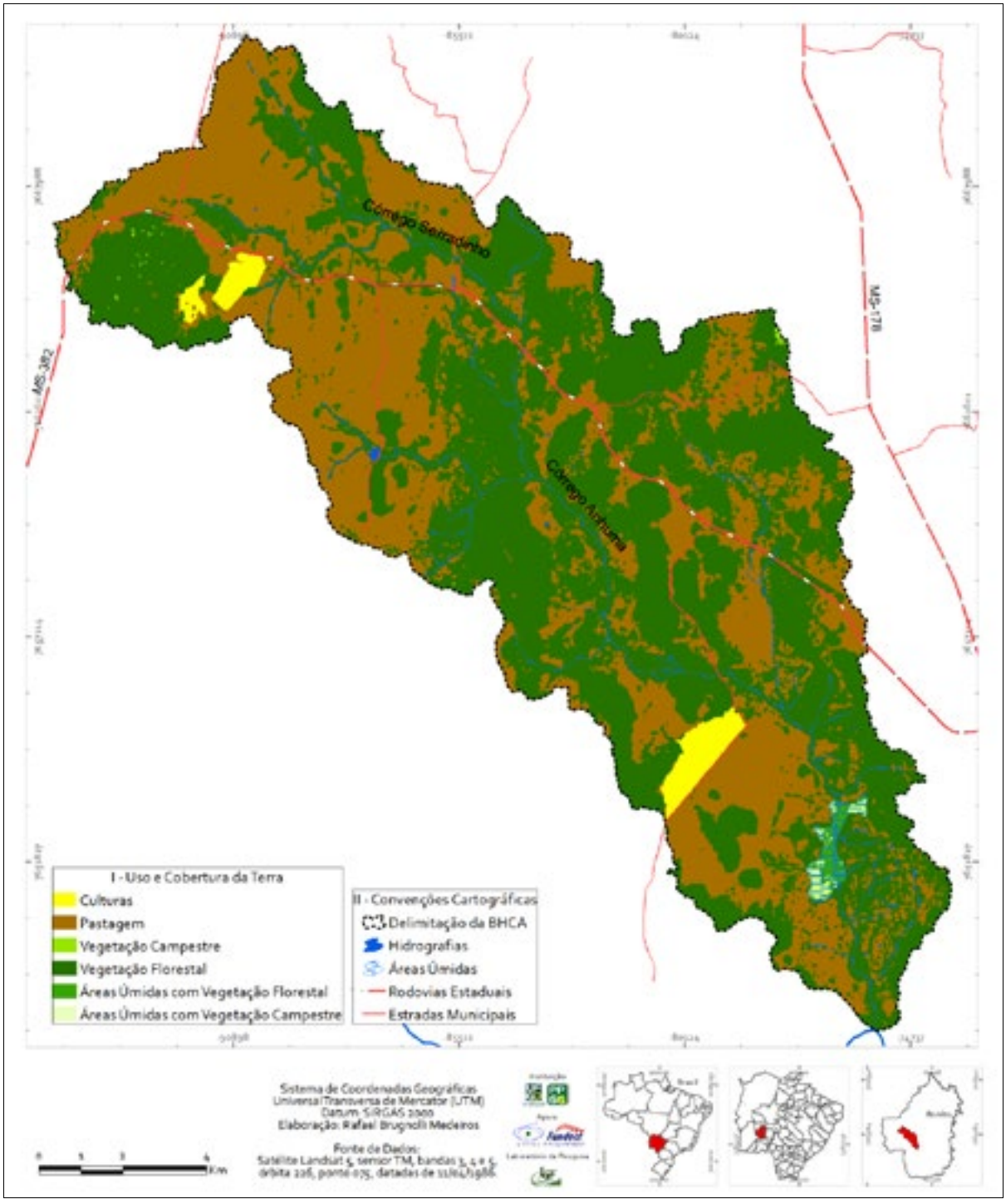


Figura 3 – Uso e cobertura da terra da Bacia Hidrográfica do Córrego Anhuma, Bonito/MS, em 1986.

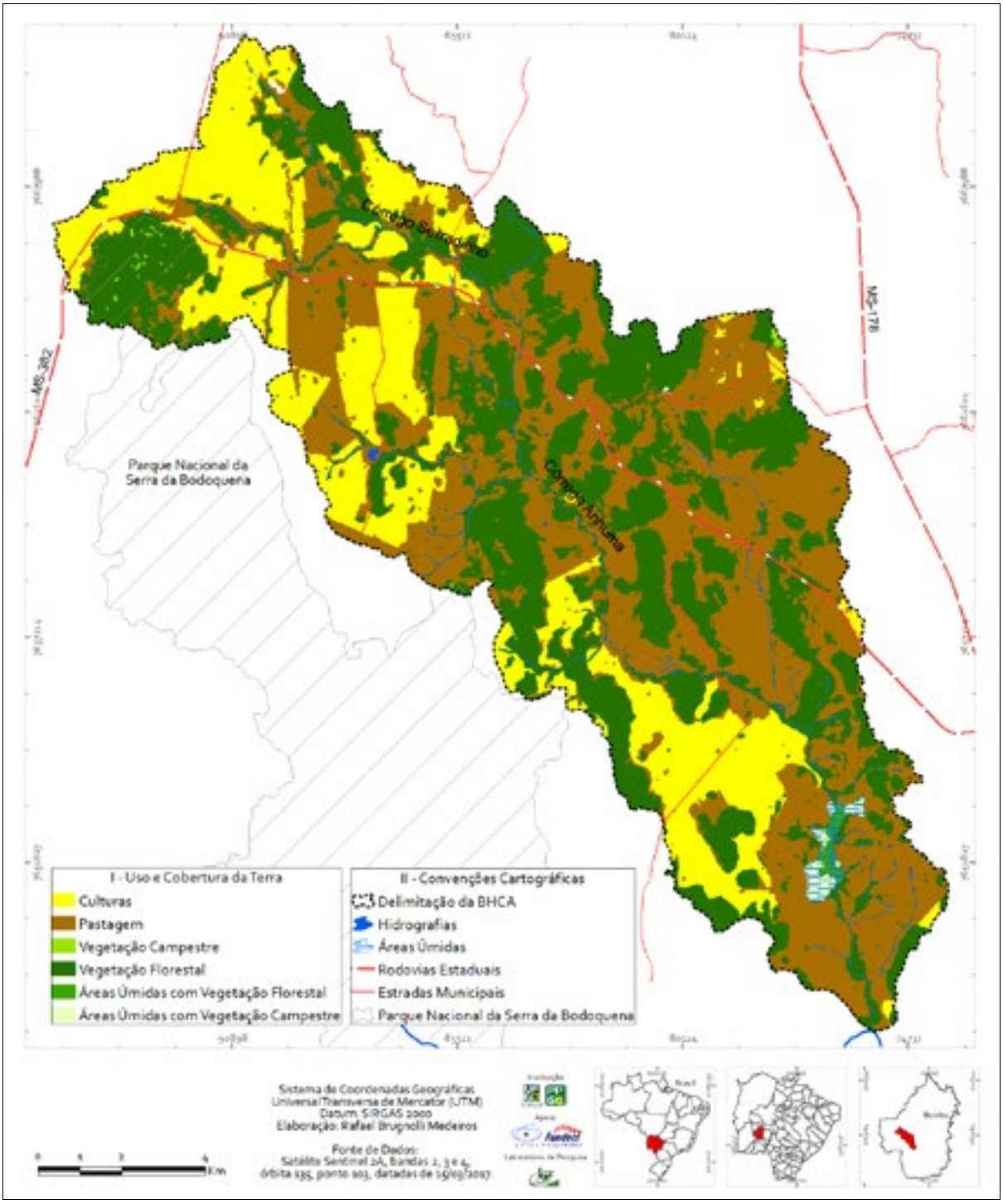


Figura 4 – Uso e cobertura da terra da Bacia Hidrográfica do Córrego Anhuma, Bonito/MS, em 2017.

Tabela II – Análise temporal do uso da terra na Bacia Hidrográfica do Córrego Anhuma, Bonit/MS, em 1986 e 2017.

Classes	1984		2017			
	Área (km²)	Área (%)	Área (km²)	Desvio (km²)	Área (%)	Desvio (%)
Culturas	3,48	1,84	49,70	46,21	26,27	24,43
Pastagem	90,76	47,98	65,26	-25,50	34,50	-13,48
Vegetação Campestre	0,19	0,10	0,09	-0,10	0,05	-0,05
Vegetação Florestal	90,15	47,66	70,35	-19,80	37,19	-10,47
Áreas Úmidas com Vegetação Florestal	0,93	0,49	0,73	-0,20	0,39	-0,11
Áreas Úmidas com Vegetação Campestre	0,67	0,35	0,59	-0,08	0,31	-0,04
Massas de Água	2,95	1,56	2,42	-0,53	1,28	-0,28

Org.: Elaborado pelos autores.

Observa-se, com os resultados encontrados, uma predominância da vegetação florestal, com 90,15km² no ano de 1986, em contrapartida, o ano de 2017 apresentou uma redução de 10,47% deste componente, represetando 70,35km² na bacia, sendo encontrados, em sua maioria, nas proximidades dos mananciais hídricos e nos morros residuais localizados ao longo de toda a BHCA.

Diante das observações da figura 3 e figura 4, nota-se a supressão dessa vegetação, perdendo 19,80km² devido ao avanço das atividades agrícolas (cultura de soja e milho), bem como, a entrada das pastagens em alguns casos. Corroborando com a exposição de tal degradação, Ribeiro (2017) declara que no século XX os rebanhos bovinos já ocupavam as pastagens próximas ao planalto da Bodoquena, substituindo a vegetação florestal para a utilização voltada ao gado de corte, mas que no século XXI inicia-se um novo ciclo econômico, voltado ao turismo e a monocultura, transformando as áreas, antes destinadas à vegetação florestal e pastagens, em monoculturas de soja e milho (entressafras).

As grandes extensões de terras voltadas à pecuária e/ou pastagem abrangem um total de 90,76km² em 1986, passando para 65,26km² em 2017, apontando essa queda devido ao fato dessas pastagens serem alteradas por culturas ao longo dos anos, sobretudo pela rentabilidade que as culturas passaram a ter, mediante o desenvolvimento da agronegóçio. Essas áreas de culturas adentraram, no ano de 1986, apenas 3,48km², havendo um aumento

significativo no ano de 2017, alcançando 46,21km², cerca de 26% do total da área da BHCA, Figura 5.

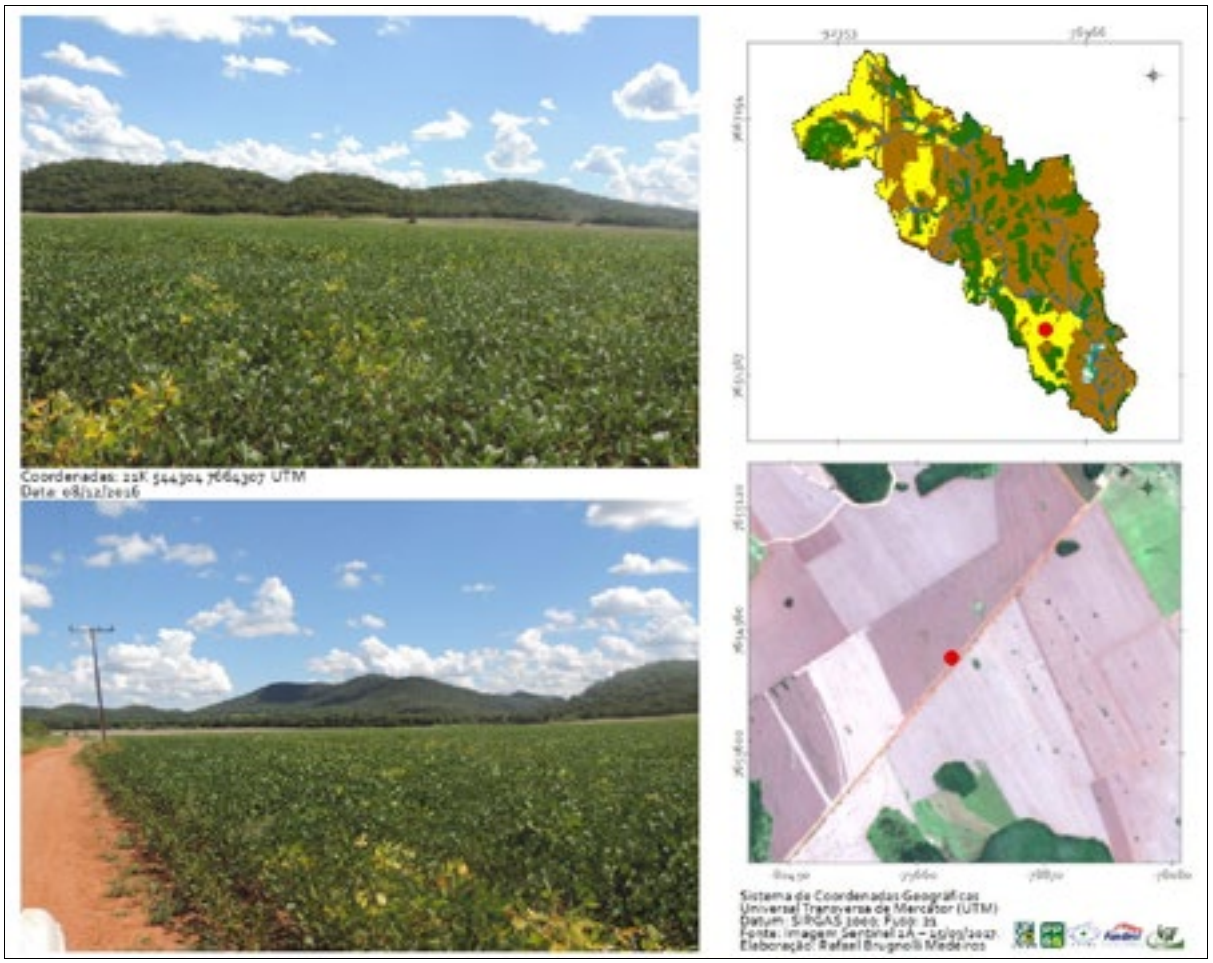


Figura 6 – Grandes extensões de terras utilizadas para o cultivo de soja e milho (entressafras).

As degradações e supressões da vegetação florestal frente a estas atividades é um dos principais embates entre os ambientalistas e o setor agropecuário, isso vem sendo notado veementemente em todo o município de Bonito, já trazendo impactos significativos aos mananciais hídricos e à dinâmica da BHCA.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Estes impactos foram constatados em campo nos dois principais mananciais hídricos da BHCA, isto é, o córrego Serradinho, que expressa um considerável volume de água, mas no final do período chuvoso (março) apresentou a ausência das águas, mesmo observando uma vegetação ciliar bem composta. Diante desta observação, nota-se, ao avaliar o uso da BHCA, a presença de 40% de sua sub-bacia voltada ao cultivo da soja e milho, sendo mais abrangente que a vegetação florestal, que atingiu 36%. O outro manancial é o córrego Anhuma, que também apresentou problemas com relação ao volume de suas águas, sendo classificado como temporário por não constar águas em seu leito fluvial no mês de março de 2017, figura 6.

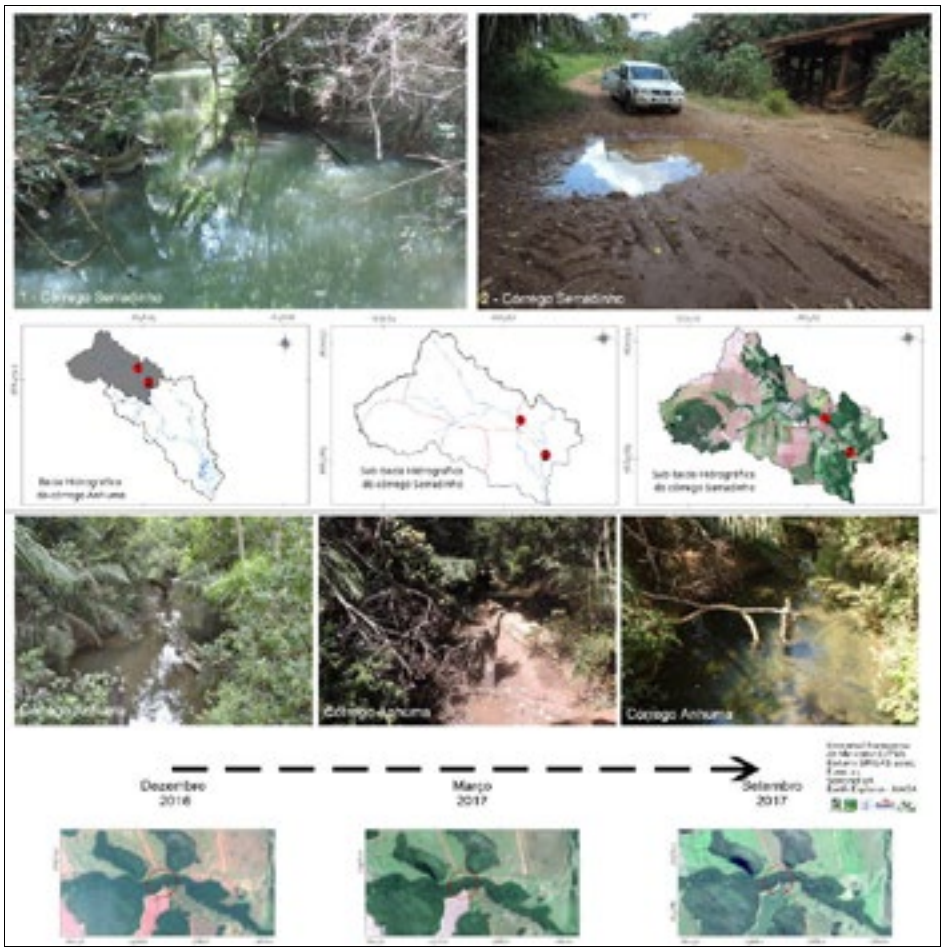


Figura 6 – Perda do volume das águas do córrego Anhuma, Bonito/MS, em 2017.

ISBN: 978-85-7282-778-2

O que proporcionou uma relativa conservação das áreas que ainda restam de vegetação florestal e que propiciou a predominância em ambos os anos, foi a criação do Parque Nacional da Serra da Bodoquena, segundo Brasil (2000) pelo decreto sem número de 21 de setembro de 2000, auxiliando na preservação de seus padrões originais. Em seu artigo 1º, define-se que a criação do parque tem o escopo de preservar os ecossistemas naturais de ampla importância ecológica e beleza cênica, permitindo assim, realizar estudos científicos e o incremento de atividades de educação e interpretação ambiental, divertimento em contato com a natureza e de turismo ecológico.

Ribeiro (2017) salienta que a criação do parque foi idealizada por estudos técnicos do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA e universidades, que somados às audiências públicas, parte-se da perspectiva de conservar a área com características singulares, desde seu ambiente cárstico e relevo, até a fauna e flora, com resquícios de mata atlântica.

Essa criação foi essencial para a manutenção da vegetação florestal, entretanto, as culturas vêm adentrando com cada vez mais intensidade, alcançando o tálus dos morros residuais e na borda leste da serra da Bodoquena, provocando uma pressão sobre estes ambientes.

Os outros usos relacionados à vegetação nativa, como a vegetação campestre, vegetação florestal em áreas úmidas e vegetação campestre de áreas úmidas não sofreram grandes alterações em suas áreas de abrangência, destacando somente a importância de seu monitoramento e manutenção, pois são áreas com vegetação natural, requerendo sua preservação e/ou conservação, mantendo o equilíbrio desses ambientes.

3. Conclusões

A análise temporal do uso e cobertura da terra da BHCA se mostrou satisfatória no que se refere a interpretação de suas modificações, bem como a dinâmica territorial dessas

ISBN: 978-85-7282-778-2

áreas. Diante desta análise foi possível compreender o desenvolvimento da área, observando a predominância da pastagem no século XX e, posteriormente, a substituição desta atividade por cultivo de soja e milho sobre o município de Bonito.

Ao observar as informações dispostas pelo mapa de uso e cobertura da terra da BHCA, constatou-se um aumento significativo das áreas de culturas de soja e milho, trazendo impactos na supressão da vegetação florestal, bem como, na redução das áreas que anteriormente eram ocupadas por pastagens. Concluiu-se que essa evolução se deve às características físicas da área de estudo, como seus terrenos aplainados, solos férteis e rochas ricas em carbonato de cálcio, que auxiliam na fertilização, reduzindo os custos para manutenção das terras, elevando a produtividade e rentabilidade.Vale destacar que o relevo cárstico apresenta extrema fragilizadade, podendo ocorrer possíveis solapamentos caso não haja um manejo adequedo para tal área.

Devido ao uso predatório da BHCA pelas monoculturas, da supressão da vegetação e da redução da vazão dos principais mananciais presentes na bacia, consta-se a necessidade de elaborar planejamentos e projetos que objetive promover a minimização dos impactos promovidos pelas atividades econômicas identificadas nestas áreas frágeis, além da preocupação em revitalizar as áreas de APPs, que apresenta importante função no equilibrio da bacia e, em alguns locais, foram substituidas pelo cultivo de milho/soja e/ou pastagem que adentram até as margens dos mananciais, sobretudo os afluentes do alto e médio curso do córrego Serradinho.

4. Referências Bibliográficas

BRASIL, MATO GROSSO DO SUL. **Decreto de 21 de setembro de 2000.** Cria o Parque Nacional da Serra da Bodoquena, no Estado de Mato Grosso do Sul, e dá outras providências. Art. 84, inciso IV, e de acordo com art. 225, § 1º, inc. III, da Constituição, e tendo em vista o disposto no art. 11 da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, e no Decreto nº 84.017, de 21 de setembro de 1979.

ESRI 2011. ArcGIS Desktop: Release 10. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute.

FERREIRA, P. S.; SILVA, C. A. . **A expansão das lavouras de cana-de-açúcar na bacia hidrográfica do Rio Brilhante/MS e na área de influência das usinas sucroenergéticas.** In: Marcos Norberto Boin; Patrícia Cristina Statella Martins. (Org.). Planejamento e análises ambientais. 1ed.Tupã - SP: Associação Amigos da Natureza da Alta Paulista, 2017, v. 1, p. 29-44.

FERREIRA, Patricia Silva. **Dinâmicas Territoriais:** uso e ocupação das terras da bacia hidrográfica do rio Brilhante – MS, a expansão da cana-de açúcar. 2016. 165 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia - Mestrado, Faculdade de Ciências Humanas, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2016.

GONÇALVES, Alexandre da Silva. **Análise dos impactos ambientais negativos na sub-bacia hidrográfica do córrego Panduí – município de Amambai/MS.** 2017. 118 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia - Mestrado, Faculdade de Ciências Humanas, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2017.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Catálogo de Imagens – DGI/INPE. Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>. Acesso em: 12 jun 2016.

LIU, Y.; HUANG, X.; YANG, H.; ZHONG, T. Environmental effects of land-use/cover change caused by urbanization and policies in Southwest China Karst area—A case study of Guiyang. **Habitat International**. v. 44, p. 339–348, 2014.

MEDEIROS, R. B.; PINTO, A. L. ; MIGUEL, A. E. S. . Influência do Uso e Manejo Florestal dos Hortos de Eucalipto na Qualidade das Águas Superficiais da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS. **Revista de Geografia (Recife)**, v. 34, p. 186-200, 2017.

MEDEIROS, Rafael Brugnolli. **Procedimentos Metodológicos para análise da Vulnerabilidade Ambiental em Bacias Hidrográficas com um Estudo de caso da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS em 2014.** 2016. 341 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia - Mestrado, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Três Lagoas, 2016.

PEIXOTO, C. S.; SILVA, C. A. ; MATTOS, S. H. V. L. ; BOIN, M. N. . Fragilidade potencial e emergente no município de Ivinhema (MS). **Revista eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros**, seção Três Lagoas, v. 1, p. 9-30, 2018.

RIBEIRO, A. F. N. **Desafios e Conflitos na Produção do Espaço no Planalto da Bodoquena:** Agricultura, Turismo e Apropriação da Natureza.. 2017. 184 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia - Doutorado, Faculdade de Ciências Humanas, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2017.

SPRING. *Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling*. Camara G, Souza RCM, Freitas UM, Garrido J Computers & Graphics, 20: (3) 395-403, May-Jun 1996.

ISBN: 978-85-7282-778-2

USGS – United States Geological Survey. *Earth Explorer.* Disponível em: <http://earthexplorer.usgs.gov>. Acesso em: 07 de Fevereiro, 2015.

VAN BEYNEN, P. E.; VAN BEYDEN, K. M. **Human Disturbance of Karst Environments**. In: VAN BEYNEN (eds.). Karst Management. Springer, Dordrecht. pp 379-397. 2011.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

PERFIL LONGITUDINAL E RELAÇÃO DECLIVIDADE-EXTENSÃO (RDE) DO ALTO CURSO DO RIO CORUMBÁ, COCALZINHO DE GOIÁS (GO)

Yan de Mello Aleixo [(a)], Márcio Henrique de Campos Zancopé [(b)]

[(a)] Instituto de Estudos Socioambientais, Universidade Federal de Goiás. E-mail: yanma.095@gmail.com
[(b)] Instituto de Estudos Socioambientais, Universidade Federal de Goiás. E-mail: zancope@ufg.br

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas.

Resumo

Análises sobre a forma do perfil longitudinal de um rio permite identificar alterações na dinâmica fluvial devido a confluência com tributários, a variações no substrato litológico ou a atividades tectônicas. O objetivo deste trabalho é analisar a forma e identificar anomalias no perfil longitudinal, aplicando o índice RDE, para um trecho do alto curso do rio Corumbá, no município de Cocalzinho de Goiás, região central de Goiás. Os resultados mostraram a tendência de entalhamento próximo as cabeceiras e de agradação pouco expressiva na porção de jusante do trecho analisado do alto Corumbá. Foi identificada apenas uma anomalia nos últimos 200 m do perfil do alto Corumbá, devido a mudança do nível de base local provocada pelo entalhamento da cachoeira do Salto Corumbá.

Palavras chave: Morfometria fluvial, Anomalias de drenagem, Salto Corumbá.

Yan de Mello Aleixo, Márcio Henrique de Campos Zancopé

1. Introdução

O perfil longitudinal de um rio apresenta a relação entre a altimetria e o comprimento do canal dispostos em um plano cartesiano. A linha do perfil representa a variação do gradiente fluvial, cujas maiores declividades localizam-se próximo às cabeceiras de drenagem e as declividades menores ficam mais próximas do exutório (CHRISTOFOLETTI, 1980, p. 96). A forma do perfil de um rio se aproxima de uma curva côncava logarítmica (ETCHEBEHERE et al., 2006). Com esta forma, há equilíbrio entre a entrada e saída de sedimentos, quando erosão e sedimentação não atuariam sobre a bacia hidrográfica, ocorrendo apenas o transporte de sedimentos ao longo do canal fluvial (ZANCOPÉ; PEREZ FILHO; CARPI JR., 2009).

Porém, na natureza, o perfil longitudinal de um rio apresenta trechos com remoção de matéria, enquanto outros trechos ocorre transporte de sedimentos ou agradação de cargas detríticas. A

confluência de canais, a variação da litologia ao longo do leito do rio, a erosão remontante e a deformação neotectônica alteram a forma do perfil do rio (FUJITA *et al*, 2011), desenvolvendo esses trechos com processos dominantes diferentes.

A análise da forma do perfil longitudinal permite identificar processos neotectônicos, zonas de falha e mudanças no nível de base autantes ao longo do rio. Hack (1973) propôs o índice SL, que demonstra a relação entre o declive (Slope) e a extensão do canal (Length), para identificar anomalias no perfil longitudinal. No Brasil, Etchebehere et al. (2006) popularizaram o índice de Hack como RDE (Relação Declividade vs. Extensão), buscando atividades neotectônicas sobre bacias hidrográficas.

Este trabalho tem como objetivo analisar a forma e identificar anomalias no perfil longitudinal, por meio da aplicação do índice RDE, para um trecho do canal do alto curso do rio Corumbá, no município de Cocalzinho de Goiás (GO), a oeste do Distrito Federal.

2. Materiais e métodos

O trecho estudado do rio Corumbá se estende da nascente, na Serra dos Pirineus, centro do estado de Goiás, até as coordenadas 15°49'32,50" S e 48°46'37,70" O, próximo a cachoeira do Salto do Corumbá. O contexto geológico compreende a Formação Chapada dos Pilões, com predomínio de filitos e quartizitos mesoproterozóicos (MOREIRA, *et al.,* 2008), inseridos no Planalto Central Goiano, sob dissecação estrutural (LATRUBESSE, CARVALHO; 2006).

O perfil do rio foi elaborado em ambiente SIG pelo cruzamento do modelo digital de terreno (TOPODATA), de pixels de 30 metros, com o vetor do canal do Corumbá, na escala 1:10.000. No plano cartesiano, considerou-se trechos sujeitos ao entalhamento do leito aqueles posicionados acima da linha de melhor ajuste do perfil, e trechos de agradação aqueles posicionados abaixo da mesma linha (ZANCOPÉ; PEREZ FILHO; CARPI Jr., 2009).

As anomalias no perfil foram identificadas quando a relação $RDE_{segmento}/RDE_{total}$ for maior que 2, conforme Etchebehere et al. (2006). O RDE foi calculado por $RDE=(\Delta h/\Delta l)\cdot L$, onde Δh

é a diferença altimétrica entre dois pontos do canal, Δl é a distância entre os mesmos pontos, e L é o comprimento desde a nascente até o ponto estudado (CELARINO, LADEIRA; 2014).

3. Resultados e discussões

A forma do perfil longitudinal do alto rio Corumbá possui dois trechos com tendências diferentes (Figura 1 – A). No trecho superior, há a tendência de entalhamento do leito e, no trecho inferior, há a tendência a agradação. A geologia parece não influenciar na delimitação dos dois trechos, uma vez que ambos possuem mesma litologia.

Aplicando a escala logarítmica no trecho inferior (Figura 1 – B), verifica-se a agradação superestimada na Figura 1 – A, pois os dados de montante estão contidos na determinação da linha de melhor ajuste. Nota-se no trecho inferior (Figura 1 – B) a ocorrência de três partes distintas. Na parte superior, há a tendência ao entalhamento devido ainda ao recuo das cabeceiras. Na parte central (abaixo da linha de melhor ajuste), observa-se a tendência de agradação, notando o domínio dos filitos da Formação Chapada dos Pilões. Na parte inferior (acima da linha de ajuste), há novamente a tendência ao entalhamento, devido a influência do Salto Corumbá, cuja ação remontante gera um *knickpoint* e o rebaixamento do leito.

Os valores da RDE por segmento (RDEs) no rio Corumbá (Figura 1 – C) variaram de 3,16 a 189,22 em quase todo trecho avaliado. Ao final do trecho avaliado, o RDEs alcançou o valor de 697,58, devido a influência exercida pela cachoeira do Salto Corumbá. As variações de RDEs foram maiores no trecho superior do que no trecho inferior. As diferenças geológicas ao longo do curso hídrico parecem não afetar os valores do índice RDEs, porém é preciso avançar as análises de correlação nessa direção.

A relação entre RDE por segmento e o RDE total (RDEs/RDEt) apresenta uma variação de 0,019 a 4,29 (Figura 1 – D). O trecho superior do rio demonstra uma variação maior de RDEs/RDEt do que o trecho superior, similar o desempenho do RDEs (Figura 1 – C). Próximo ao fim do trecho avaliado, é identificada uma anomalia no perfil associada a

cachoeira do Salto Corumbá, uma vez que RDEs/RDEt>2. Conforme Etchebehere et al. (2006), somente valores superiores a 2 da RDEs/RDEt podem ser consideradas anomalias no perfil. As diferentes formações geológicas parecem não influenciar nas anomalias do perfil. A anomalia no final do trecho avaliado se deve a mudança no nível de base local provocada pelo entalhamento do Salto Corumbá.

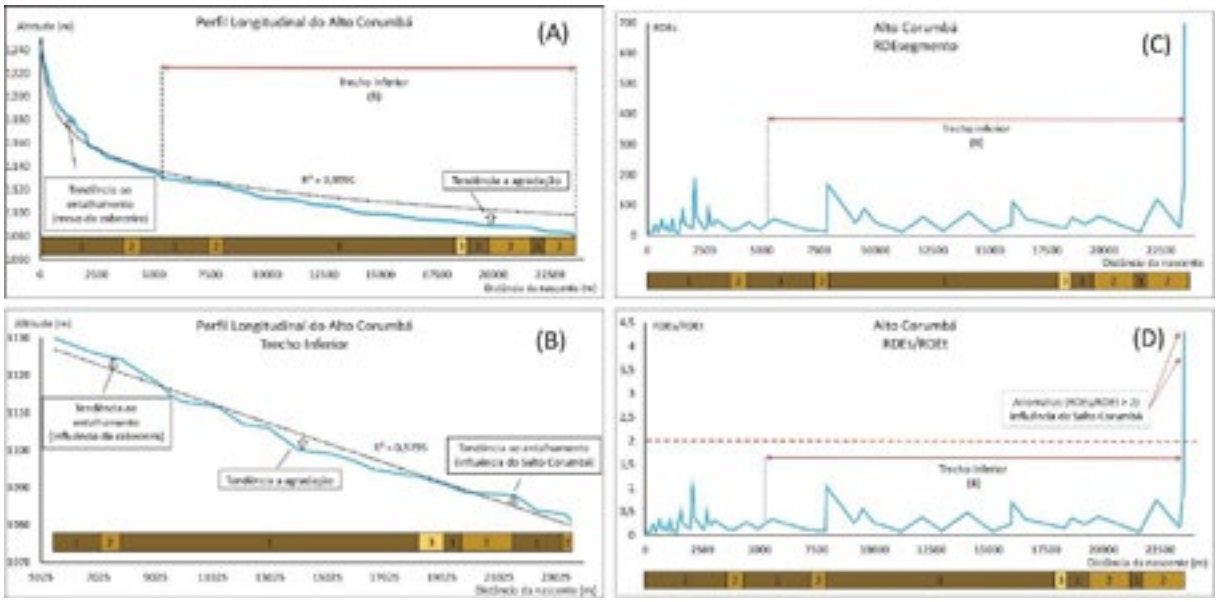


Figura 1 – (A) Perfil longitudinal do Alto Corumbá; (B) Perfil do trecho inferior do Alto Corumbá; (C) Variação do RDEs do Alto Corumbá; e (D) Variação da relação RDEs/RDEt do Alto Corumbá. A linha azul é o perfil do rio. A linha pontilhada é o perfil ideal. (1) MPcp - Grupo Canastra - Formação Chapada dos Pilões (filitos); (2) MPcp(qt) - Grupo Canastra - Formação Chapada dos Pilões (quatzitos); (3) PP - Sequência Metavulcanossedimentar Rio do Peixe. Fonte: MOREIRA, *et al.* (2008).

4. Considerações finais

O perfil longitudinal do rio Corumbá possui a tendência de entalhamento nas cabeceiras e agradação pouco expressiva em seu trecho inferior. Entretanto, próximo ao Salto Corumbá, a tendência é de entalhamento. A aplicação do índice RDE identifica o Salto Corumbá como a gênese da única anomalia encontrada no perfil do alto Corumbá. O contexto geológico ao longo do canal fluvial não exercem controle litoestrutural a ponto de provocar anomalias no perfil; porém é necessário avançar as análises nessa direção.

Agradecimento

Agradecemos ao LABOGEF por disponibilizar os equipamentos necessários para as análises de laboratório. Agradecemos a natureza, por nos proporcionar o rio Corumbá.

Rerefênciais bibliográficas

CELARINO, A.L.S.; LADEIRA, F.S.B. Análise morfométrica da bacia do rio Pardo (MG e SP). **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.15, n. 13, p. 471-491, 2014. DOI: http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v15i3.472

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia fluvial. In: CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia.** 2° ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1980.

ETCHEBEHERE, M. L. C.; SAAD, A. R.; SANTONI, G.; CASADO, F. C.; FULFARO, V. J. Detecção de prováveis deformações neotectônicas no vale do Rio do Peixe, região ocidental paulista, mediante aplicação de índices RDE (Relação Declividade-Extensão) em segmentos de drenagem. **Revista Geociências – Unesp,** v. 25, n. 3, p. 271-287, 2006. Disponível em: <http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/GEOSP/article/view/9686/9046>. Acessado em: 12/02/2019.

FUJITA, R.H.; GON, P.P.; STEVAUX, J.C.; SANTOS, M.L.; ETCHEBEHERE, M.L. Perfil longitudinal e a aplicação do índice de gradiente (RDE) no rio dos Patos, bacia hidrográfica do rio Ivaí, PR. **Revista Brasileira de Geociências,** v. 41, n. 4, p. 597-603. 2011. Disponível em: <http://ppegeo.igc.usp.br/index.php/rbg/article/view/7856/7283>. Acessado em: 12/02/2019.

HACK, J. T. Stream-profile analysis and stream-gradient index**. Journal of Research of the United States Geological Survey**, v. 1, n. 4, p. 421-429, 1973. Disponível em: <https://pubs.usgs.gov/journal/1973/vol1issue4/report.pdf#page=49>. Acessado em: 12/02/2019.

LATRUBESSE, E. M.; CARVALHO, T.M. **Geomorfologia do Estado de Goiás e Distrito Federal.** Goiânia, Goiás. SIC: Superintendência de Geologia e Mineração. 2006. 143 p.

MOREIRA, M.L.O.; MORETON, L.C.; ARAÚJO, V.A.; LACERDA FILHO, J.V.; COSTA, H.F. **Geologia do Estado de Goiás e Distrito Federal.** Goiânia, Goiás. CPRM/SIC – FUNMINERAL. 2008. 143 p.

ZANCOPÉ, M.H.C.; PEREZ FILHO, A.; CARPI JR., S. Anomalias no perfil longitudinal e migração de meandros do rio Mogi Guaçu. **Revista Brasileira de Geomorfologia,** v. 10, n. 1, p. 31-42, 2009. DOI: http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v10i1.115.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

PRESSÕES E IMPACTOS EM ÁREAS ÚMIDAS SITUADAS EM PARQUES MUNICIPAIS DE BELO HORIZONTE-MG

Luisa Lima Borges Ferreira[(a)], Catharina de Oliveira Maia[(b)], Felipe Gabriel Silva Alves[(c)], Paulo Henrique Batista[(d)], Antônio Pereira Magalhães Jr[(e)]

[(a)] Departamento de Geografia/ Instituto de Geociências, UFMG, luisalbferreira06@gmail.com
[(b)] Departamento de Geografia/ Instituto de Geociências, UFMG, catharinaolm@gmail.com
[(c)] Departamento de Geografia/ Instituto de Geociências, UFMG, felipegabriel.silvaalves@gmail.com
[(d)] Departamento de Geografia/ Instituto de Geociências, UFMG, paulo.henrique.batista.96@gmail.com
[(e)] Departamento de Geografia/ Instituto de Geociências, UFMG, antonio.magalhaes.ufmg@gmail.com

Eixo: Dinâmica e Gestão de Bacias Hidrográficas

Resumo

As áreas úmidas (AUs) são sistemas ambientais complexos e de pronunciada importância devido à papéis como perenização de cursos d'água, atenuação de cheias, suporte à biodiversidade, dentre outros. O Brasil é signatário da Convenção de Ramsar sobre proteção de AUs, mas pouco faz institucionalmente para sua conservação em larga escala. As AUs urbanas são particularmente vulneráveis, sujeitas às modificações e pressões das bacias altamente antropizadas. Nesse sentido, o objetivo deste artigo é analisar os contextos de pressões e impactos humanos sobre as Áreas Úmidas urbanas em parques municipais de Belo Horizonte-MG, a partir do estudo de caso de três parques. Buscou-se identificar e analisar as mudanças quanto ao uso e ocupação e apontar os principais focos de pressões e impactos antrópicos nas áreas estudadas. Verificou-se que o adensamento urbano e o mercado imobiliário atuam como vetores de pressões e impactos sobre os sistemas hídricos especialmente nas zonas de cabeceira.

Palavras chave: áreas úmidas, parque urbano, recursos hídricos, wetlands.

1. Introdução

As Áreas Úmidas (AUs), referidas como *wetlands* na literatura internacional, são sistemas abertos naturais ou artificiais de substrato encharcado ou de águas rasas com vegetação e solo adaptados, que compõem a dinâmica hídrica de uma região, periódica ou permanentemente

inundados (JUNK et al, 2012). Definidas pelo Código Florestal Brasileiro – Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012) como "pantanais e superfícies terrestres cobertas originalmente por florestas ou outras formas de vegetação adaptadas à inundação" que englobam brejos, várzeas, veredas, mangues e nascentes difusas. Há registros históricos da relação direta da humanidade com as AUs para obtenção de alimentos, água e mesmo combustíveis fósseis (FERREIRA, 2017). Contudo, essa relação expressa uma linha tênue entre a necessidade de proteção e os processos de degradação ao longo da história (MITSCH; GOSSELINK, 2007).

Nos últimos 50 anos, houve vários avanços relacionados à temática, que proporcionaram, acima de tudo, o entendimento das funções ambientais das áreas úmidas. Embora a definição e delimitação de AUs representem paradigmas conceituais (GOMES, 2017), estes sistemas revelam-se cada vez mais eficientes na manutenção dos sistemas hídricos e da qualidade ambiental, ainda que permaneçam pouco estudados. As AUs contribuem para a manutenção e/ou melhoria na qualidade das águas através da regulação dos ciclos de nitrogênio, enxofre e carbono, atuam na proteção da biodiversidade, atenuação de cheias, recarga de aquíferos e apresentam diversos papéis socioeconômicos (GOMES *et al*, 2016).

Após a assinatura do tratado de Ramsar em 1993, o Brasil não avançou significativamente nos âmbitos da proteção, gestão e pesquisa de AUs. Estima-se que 20% do território brasileiro corresponda a AUs (JUNK *et al*, 2014), dado que aponta para a necessidade de se estudar e proteger essas áreas. Segundo o Tratado de Ramsar as áreas úmidas são ecológica, social e economicamente insubstituíveis pelos inúmeros serviços que prestam. O colapso desses serviços decorrente da degradação e supressão das áreas úmidas pode resultar em danos ambientais, com elevados custos em termos de vidas humanas e econômicos (MITSCH; GOSSELINK, 2007)

A legislação brasileira não sistematiza, de forma clara e eficaz, aparatos voltados para a proteção das AUs. Segundo o Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas os sítios Ramsar

devem ser considerados Unidades de Conservação segundo o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC). Para as AUs de menor dimensão, no entanto, que correspondem à expressiva maioria não são estabelecidas pautas específicas voltadas para a sua proteção, além de a própria definição, muitas vezes, apresentar-se de modo impreciso, tornando o entendimento sobre Áreas Úmidas subjetivo.

A temática das AUs urbanas é recente em todo o planeta, tendo sido reconhecida oficialmente pelo Ramsar Convention Secretariat, apenas em 2008 por meio da Resolução X.27 "*Wetlands and Urbanization*" (RCS, 2008), o que sinaliza uma lacuna significativa. Estas AUs apesar de apresentarem frequentemente as mesmas funções ambientais que AUs situadas em meio rural, sofrem com pressões e impactos específicos do ambiente urbano em que estão inseridas. (FERREIRA, 2017). Nesse sentido, os parques em áreas amplamente antropizadas são oportunamente foco nos estudos sobre recursos hídricos e AUs urbanas (FELIPPE, 2009; FERREIRA, 2017).

O objetivo geral do artigo é analisar os contextos de pressões e impactos humanos sobre as AUs urbanas em parques municipais de Belo Horizonte-MG, particularmente nos parques Telê Santana (regional Venda Nova), Vila Clóris (regional Norte) e Mata das Borboletas (regional Centro-Sul). Como objetivos específicos pretende-se identificar e analisar as mudanças quanto ao uso e ocupação e apontar os principais focos de pressões e impactos antrópicos nas AUs estudadas; e contribuir para o panorama de estudos, pesquisas e processos de proteção de Áreas úmidas urbanas e, particularmente, dos estudos de caso abordados.

2. Procedimentos Metodológicos

Partiu-se de um levantamento bibliográfico acerca do tema e da análise de imagens de satélite para seleção das áreas de estudo. A seleção das áreas de estudo partiu de um levantamento prévio sobre as AUs de Belo Horizonte situadas em parques municipais (FERREIRA, 2018) e

levou-se em consideração mudanças expressivas no uso e ocupação no entorno das AUs, em suas bacias de contribuição e a localização em diferentes regionais do município de Belo Horizonte de forma a refletir sobre a dinâmica de urbanização do município como um todo.

A análise das pressões e impactos ocorreu via sensoriamento remoto, dados de campo secundários (FERREIRA, 2017) e inferências apoiadas na literatura. Utilizou-se a série histórica de imagens de satélite disponibilizadas pelo Google Earth Pro entre os anos de 2009 e 2018 e a bacia de contribuição das AUs situadas em cabeceiras e, portanto, de área restrita.

A bacia hidrográfica de contribuição foi vetorizada a partir das curvas de nível de 1m disponibilizadas pela prefeitura (PBH, 2018) e as imagens de satélite. Por se tratar de cabeceiras de drenagem e canais de pequena ordem os procedimentos automatizados de extração de bacias hidrográficas por meio de SIG foram inviabilizados. O mapa de uso e ocupação do município foi elaborado a partir de classificação supervisionada realizada pelo software Multispec considerando cinco classes, área urbana, vegetação arbórea, vegetação rasteira, solo exposto e corpos d'água utilizando-se imagem RapidEye de Setembro de 2014 disponibilizada pelo Ministério do Meio Ambiente.

3. Parques Municipais estudados

Belo Horizonte ocupa uma área de aproximadamente 331 km², inserida em grande parte, sob o domínio do Complexo Belo Horizonte, de rochas gnáissicomigmatíticas, e as porções ao sul sob o domínio das Serras da borda norte do Quadrilátero Ferrífero de rochas metassedimentares, marcadamente itabiritos, dolomitos quartzitos, dentre outras. O relevo da maior parte do município é marcado por sequência de colinas de vertentes convexas e topo planos com incisão da hidrografia (SILVA et al., 1995; SANTOS, 2001) O município possui clima tropical de altitude, caracterizado por duas estações bem definidas, seca no inverno e chuvosa no verão, com temperatura média de 21,1ºC e total médio anual de chuvas de 1463,7 mm (INMET, 1992).

Anteriormente à ocupação e modificações antrópicas apresentava uma zona de transição entre os biomas da Mata Atlântica e Cerrado (IBGE, 2004).

Os três parques em estudo (Figura 1), Parque Ecológico Telê Santana, Parque Vila Clóris e Parque Mata das Borboletas, estão sob gestão e manutenção da Fundação de Parques Municipais (FPM). Os três parques estão inseridos nas regionais Venda Nova, Norte e Centro-Sul de Belo Horizonte, respectivamente. As AUs identificadas apresentam diferentes caraterísticas fisiográficas. No parque Telê Santana (Figura 2a) foi identificada somente uma AU, a qual localiza-se em fundo de vale com presença de contínua lâmina d'água, com extensão de aproximadamente 600 m² (FERREIRA, 2018); esse parque possui extensão total de 30.600 m² e a área de sua bacia de contribuição é de cerca de 157.000 m².

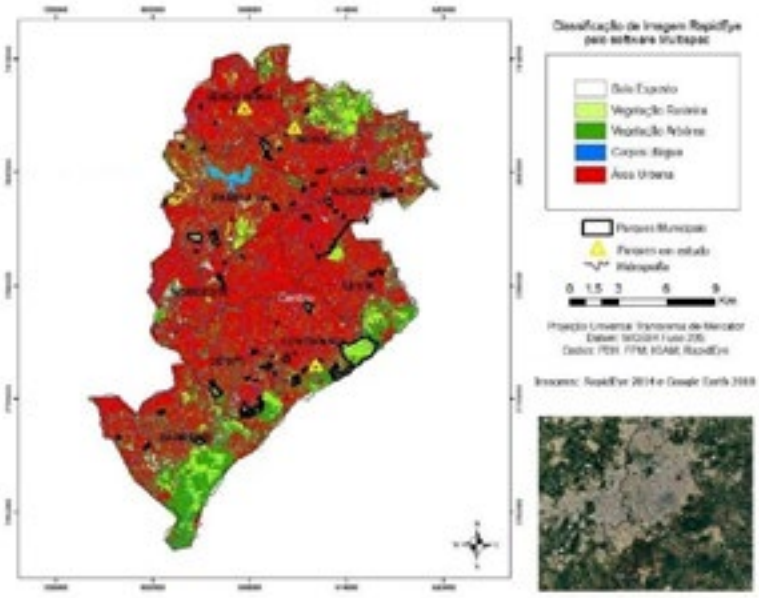


Figura 1 – Parques Municipais de Belo Horizonte e áreas de estudo

O Parque Vila Clóris (Figura 2b) possui três AUs: uma situada em fundo de vale à margem esquerda do canal principal, com área de cerca 150 m²; outra em área de planície no fundo de vale, com área de cerca 60 m²; e uma em cabeceira de drenagem, em zona de nascente difusa

do canal principal com área de cerca 30 m² (FERREIRA, 2018). Essas AUs estão inseridas em um parque de 9000 m² para uma bacia de contribuição de aproximadamente 156.000 m².

O Parque Municipal Mata das Borboletas (Figura 2c) apresenta uma AU extensa, localizada em fundo de vale, nas duas margens do canal principal que nasce no parque, ocupando uma área próxima de 700 m², com contribuição de nascentes difusas. A AU está inseria em parque com área de 35.000 m² com uma bacia de contribuição com aproximadamente 315.000 m².

Figura 2 – Parques em estudo e Bacias de contribuição

4. Resultados e Discussão

Atualmente praticamente todo o município de Belo Horizonte é considerado zona urbana. Ainda que as unidades de conservação municipal estejam implantadas, os objetivos de proteção dos recursos naturais se mostram desafios frente ao poder do mercado imobiliário, suas necessidades e demandas. O Código Florestal Brasileiro, Lei nº12.651 de 12 de maio de 2012, dispõe, dentre outras medidas, sobre as faixas de APP que deveriam obedecer ao raio de 50m para nascentes e 30m para faixas marginais de cursos d'água de menos de 10m de largura, podendo ter essas medidas flexibilizadas em área urbana conforme interesse público.

O Parque Telê Santana situa-se na regional Venda Nova, Bacia do Ribeirão do Onça. Foi criado inicialmente como parque ecológico, mas atualmente não cumpre bem esse papel. Um campo para prática de esportes atrai a população que cobra da prefeitura investimentos na área, mas as propostas de conservação ambiental se mostram ausentes. Entre os anos de 2009 e 2018 o

Parque apresentou significativas mudanças quanto ao uso e ocupação do solo (Figura 3). Nota-se a ampliação de focos de solo exposto, especialmente na porção norte onde também está situada a infraestrutura para prática de esportes em condições precárias.

A única AU presente no parque encontra-se fragilizada, verificando-se lançamento de esgoto proveniente das residências no entorno (FERREIRA, 2018). Esse quadro exemplifica como a proteção de AUs destoa dos interesses da secretaria responsável pelo parque, principalmente devido à precária gestão da bacia de contribuição, o que favorece a transmissão de passivos ambientais para jusante, prejudicando a dinâmica dos sistemas hídricos e afetando a população que usufrui de modo direto ou indireto desse sistema ambiental. É possível verificar no entorno da AU (Figura 3a) que a cobertura vegetal apresentava-se menos densa em comparação com seu estado atual (Figura 3b).

Ainda que o uso e a ocupação do solo não tenham sido alterados drasticamente, nota-se certo avanço das residências no entorno do parque em sua direção, na porção leste. Na cabeceira de drenagem há certo aumento da impermeabilização, a potencialização dos processos erosivos e solos expostos e o maior direcionamento de sedimentos para jusante, consequentemente, ameaçando e exercendo pressões sobre a AU.

A situação do parque Telê Santana ilustra o distanciamento da população em relação à conservação ambiental e o direcionamento da gestão para sanar as deficiências de lazer no município sem, no entanto, articular os dois interesses em uma mesma área.

Figura 3 – Parque Telê Santana e respectiva bacia de contribuição em 2009(A) e 2018(B)

O Parque Vila Clóris, localizado na Regional Norte e pertencente à Bacia do Ribeirão do Onça, foi criado pelo Decreto Municipal n°11.819 de 2004. O bairro Vila Clóris, localizado entre as avenidas Pedro I e Cristiano Machado, configura-se como parte do Vetor Norte da Região Metropolitana de Belo Horizonte - RMBH e sofre com variados fatores socioeconômicos que estimularam o crescimento urbano da zona norte da cidade. O parque apresenta três nascentes entre pontuais e difusas além de áreas úmidas em seus limites.

Em, 2009, cinco anos após sua criação e um ano após sua implantação, o Parque apresentava focos de solo exposto (Figura 4a) na entrada e em toda a faixa circundante, pouca vegetação de grande porte e concentração desta nas matas ciliares. A porção à montante da cabeceira de drenagem situada no parque não apresentava construções nem solo impermeabilizado nesta ocasião. No ano de 2018 (Figura 4b), é perceptível o crescimento e consolidação das matas ciliares, a cobertura vegetal rasteira passa a ser predominante na entrada do parque e nota-se a construção de três prédios residenciais bem como a implantação da praça Bico de Lacre - construções estas que ocuparam a cabeceira de drenagem, adjacente ao parque.

Figura 4 – Parque Vila Clóris e respectiva bacia de contribuição em 2009(A) e 2018(B)

A implantação de infraestrutura urbana na bacia de contribuição de sistemas hídricos pode afetar de inúmeras formas o que está à jusante, seja pelo ocasional ou contínuo lançamento de efluentes, falhas no sistema de saneamento, pelo maior aporte de sedimentos e poluentes ou pela impermeabilização do substrato. Quando a implantação de infraestrutura se dá muito próxima aos sistemas hídricos as pressões e impactos antrópicos são acentuados. A edificação de prédios residenciais e implantação de praça na cabeceira do parque geram pressões

antrópicas sobre os sistemas hídricos e evidenciam o não cumprimento da legislação - a via que circunda a praça está à cerca de 35m da nascente mais à montante do parque, não obedecendo a disposição de 50m de APP de nascentes do Código Florestal.

Com a impermeabilização do solo na bacia de contribuição e com o direcionamento das águas pluviais para microdrenagem urbana, ocorre ainda relativa deficiência na recarga do aquífero, que pode afetar a vazão dos sistemas e mesmo ameaçar sua existência. A localização do parque dentro do tecido urbano-metropolitano ilustra como as imposições do meio antrópico podem exercer pressões sobre as áreas de preservação e áreas naturais como um todo. No ano de 2009 (Figura 4a) é notável a maior presença de árvores, tanto na Rua das Gaivotas, quanto na Rua dos Bem te Vis, situadas a norte do parque; já em 2018 (Figura 4b) nota-se a redução de vegetação na bacia de contribuição como um todo. Em contrapartida, é notável que desde a criação do Parque Vila Clóris até o presente momento a cobertura da terra é, majoritariamente, de edificações residenciais; a criação desta unidade de conservação municipal em nada mudou o ordenamento territorial do bairro.

Além disso, em 2018 (Figura 4b) nota-se uma pequena mudança na cobertura da terra, tanto na bacia de contribuição do parque, quanto no entorno - prédios situados à margem da Avenida Pedro I, à noroeste**,** o que expõe a lógica de urbanização e pressões que o setor imobiliário impõem sobre as áreas de proteção ambiental sem muito critério e sem preocupar-se com as dinâmicas naturais do meio, o funcionamento da bacia hidrográfica, o parque apresenta área de aproximadamente 9000m² enquanto sua bacia de contribuição chega a 156.000 m². Ainda que a mudança no uso e ocupação como um todo não seja drástica, há uma tendência de crescente impermeabilização, seja para construções ou implantação de vias.

O parque Mata das Borboletas (Figura 5) localizado na regional Centro-sul de Belo Horizonte, apresenta riqueza pronunciada de recursos hídricos em seus limites, com nascentes, áreas úmidas e cursos d'água. A região é extremamente valorizada, com alta procura do setor imobiliário, o que afeta intrinsecamente a bacia de contribuição na qual a AU e o parque estão

inseridos, atualmente cercados por edifícios, que exercem pressões na sua área e entorno com maior impermeabilização, maior transito de pessoas, descarte de lixo e até mesmo pelas limitações na incidência de luz solar.

Figura 5 – Parque Mata das Borboletas e respectiva bacia de contribuição em 2009(A) e 2018(B)

Em Belo Horizonte, a principal fonte de poluição provém de deficiências no saneamento (FELIPPE; MAGALHÃES JR 2012) e à poluição urbana durante eventos de chuva\ que carreiam sedimentos, poluentes e contaminantes via escoamento superficial (WRIGHT *et al.*, 2006). Estes podem representar efeitos negativos para a biota das AUs e mesmo afetar as funções naturais desempenhadas, como a purificação da água e a denitrificação (ZEDLER; LEACH, 1998). As condições de contaminação e degradação dos sistemas hídricos em áreas urbanas interferem também na saúde pública. Segundo Barbosa e Barreto (2008), cerca de 70% das ocorrências médicas no mundo se dá através do contato e consumo de água imprópria.

Embora parte da bacia de contribuição do parque esteja preservada, os cerca de 25% da área com ocupação e usos antrópicos estão impermeabilizados, seja por construções ou vias. A impermeabilização do solo provoca impactos na dinâmica e qualidade ambiental dos sistemas hídricos. Destaque-se o aumento do escoamento superficial, a redução da infiltração e consequente redução da recarga dos aquíferos, além do aumento expressivo de retirada da cobertura vegetal que pode intensificar processos erosivos acentuados e alterar progressivamente as AUs (DUNNE; LEOPOLD, 1978; SCHUELER, 1994).

Isso seria minimizado caso o planejamento urbano contemplasse adequadamente a gestão dos sistemas hídricos, buscando respeitar a área de contribuição dos parques, ou ao menos atenuar alguns impactos, reduzindo a impermeabilização, por exemplo. Nem mesmo o Código Florestal tem suas determinações cumpridas eficientemente. Nota-se que em algumas porções das áreas dos parques, à sudoeste do Parque Mata das Borboletas e ao Nordestes do Parque Vila Clóris, especialmente em cabeceiras de drenagem, ocorreu um adensamento da urbanização, muito próxima a área de nascentes, entre os anos 2009 e 2018 (Figura 4 e 5). Ainda que as faixas de APP em área urbana possam ser flexibilizadas para interesse público, é discutível que prédios particulares em regiões tão valorizadas, à exemplo do bairro Sion onde se situa o Parque Mata das Borboletas, se enquadrem como tal.

5. Agradecimentos

Ao Grupo de Pesquisa Áreas Úmidas da UFMG; ao grupo de pesquisa RIVUS - Geomorfologia e Recursos Hídricos (CNPq); à CAPES pela bolsa de mestrado; ao CNPq pela bolsa de pesquisa.

6. Referências Bibliográficas

BRASIL. Lei nº12.651, de 25 de maio de 2012. **Novo Código Florestal**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em: 23/09/18.

DUNNE, Thomas; LEOPOLD, Luna. ***Water in environmental planning*.** 1ed. Nova York: Freeman, 1978. 818p.

FELIPPE, Miguel Fernandes. **Caracterização e tipologia de nascentes em unidades de conservação de Belo Horizonte-MG:** com base em variáveis geomorfológicas, hidrológicas e ambientais. 2009. 1v. (Dissertação – Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

FELIPPE, Miguel Fernandes; MAGALHÃES JR, Antônio Pereira. Impactos ambientais macroscópicos e qualidade das águas em nascentes de parques municipais em Belo Horizonte-MG. **Geografias**, Belo Horizonte, v. 15, p.08-23, set. 2012. Semestral. Disponível em: <http://www.igc.ufmg.br/portaldeperiodicos/index.php/geografias/index>. Acesso em: 05/11/18.

FERREIRA, Luisa Lima Borges. **Inventário das Áreas Úmidas urbanas em Parques Municipais de Belo Horizonte/MG**. 2017 1v (Monografia – Bacharelado Geografia) - Instituto de Geociências. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017.

FERREIRA, Luisa Lima Borges. Inventário das áreas úmidas urbanas em parques municipais de Belo Horizonte/MG. **Caderno de Geografia**, v.28, n.54, p.702-730. 2018

GOMES, Cecília Siman. **Áreas Úmidas (AUs)**: Bases teórico-conceituais e proposta de classificação hidrogeomorfológica de áreas úmidas para Minas Gerais. 2017. 1v. (Dissertação – Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017.

GOMES, Cecilia, et al, Sistema de Classificação das Áreas Úmidas da África do Sul: Contribuições de critérios hidrogeomorfológicos para o sistema brasileiro. In: XI Simpósio Nacional de Geomorfologia, n.11, 2016, Maringá. **Anais do XI SINAGEO.** Maringá: União da Geomorfologia Brasileira, 2016. Disponível em: < http://www.sinageo.org.br/2016/trabalhos/8/8-148-875.html > Acesso em: 05/11/18.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa de vegetação do Brasil**. Brasília: IBGE, 2004. 1 mapa, color. Escala 1:5.000.000.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Normais Climatológicas (1961- 1990)**. Brasília-DF, 1992. Disponível em: http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisclimatologicas. Acesso em: 23/09/18.

JUNK, Wolfgang, et al. **Classificação e delineamento das Áreas Úmidas Brasileiras e de seus Macrohabitats Parte I:** Definição e Classificação das Áreas Úmidas (AUs) Brasileiras: Base Científica para uma Nova Política de Proteção e Manejo Sustentável, 2012. 67p. Disponível em: <http://www.inau.org.br/classificacao_areas_umidas_completo.pdf>

JUNK, Wolfgang. *et al. Brazilian wetlands*: *Their definition, delineation, and classification for research, sustainable management, and protection*. ***Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems***, v. 24, n. 1, p. 5–22, 2014.

MITSCH, William J.; GOSSELINK, James G. ***Wetlands***. 4 ed. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc., 2007. 582p.

PBH - Prefeitura de Belo Horizonte. **Parques de Belo Horizonte**. Apresenta informações básicas sobre os parques cadastrados. 2018. Disponível em: <http://www.belohorizonte.mg.gov.br/atrativos/parques>. Acesso em: 10/11/2018

RCS - RAMSAR CONVENTION SECRETARIAT. Resolution X.27: Wetlands and Urbanization**.** ***X Meeting of the Conference of the Contracting Parties to the Convention on Wetlands*** (Ramsar, Iran, 1971) **-** COP10, Changwon, 1ed., v.27, 2008. 4p.

SANTOS, L. M. **O meio natural em Belo Horizonte:** caracterização e análise de potencial para uso e ocupação preservacionista. 2001. 207 p (Dissertação - Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2001.

SCHUELER, T.R. The importance of imperviousness. ***Watershed Protection Techniques***, v. 1, n. 3, p. 100–111, 1994.

SILVA, A.; CARVALHO, E.; FANTINELI, L.; ROMANO, A.; VIANA, C. **Estudos geológicos, hidrogeológicos, geotécnicos e geoambientais integrados no município de Belo Horizonte:** projeto estudos técnicos para o levantamento da carta geológica do município de Belo Horizonte; relatório final. Belo Horizonte: FUNDEP/UFMGIGC, 1995.

WRIGHT, Tiffany; TOMLINSON, Jennifer; SCHUELER, Tom; CAPPIELLA, Karen; KITCHELL, Anne; HIRSCHMN, Dave. *Direct and indirect impacts of urbanization on wetland quality*. ***Wetlands & Watersheds***. Ellicott City: [s.n.], 2006. Disponível em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0016510706023510>.

ZEDLER; LEACH. Managing urban wetlands for multiple use: research, restoration, and recreation. *Urban Ecosystems*. v.2, p189-204. 1998.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

PROJETO "CONHECENDO O COMITÊ E MAPEANDO A BACIA": contribuição metodológica na análise e gestão da UGRHI Turvo/Grande-SP

Salvador Carpi Junior [(a)], Flávia Darré Barbosa [(b)], Maria Conceição Lopes [(c)]

[(a)] Laboratório de Geomomorfologia e Análise Ambiental/Departamento de Geografia/Instituto de Geociências/Unicamp-Campinas/SP, salvador@ige.unicamp.br

[(b)] Doutoranda, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Universidade Federal de São Carlos-SP, flaviadbarbosa@ufscar.br

[(c)] Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios – APTA, Polo Regional Centro Norte, Pindorama-SP, conceicao@sp.gov.br

Salvador Carpi Junior, Flávia Darré Barbosa, Maria Conceição Lopes

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

Este trabalho expõe métodos aplicados e resultados obtidos em módulos de formação em metodologias participativas desenvolvidas na UGRHI Turvo/Grande, com o objetivo de promover um melhor conhecimento sobre seu território sobre seu sistema de gestão. Foram aplicados os métodos Mapeamento Ambiental Participativo, construção do Perfil Hidroambiental Longitudinal, e Análise SWOT. Foram obtidos mapas ambientais participativos de cada setor da UGRHI e de toda a área, perfis hidroambientais com análise da qualidade da água de trechos fluviais, e listagens e mapas das variáveis da Matriz SWOT. A realização das atividades e os resultados obtidos trouxeram subsídios importantes para um conhecimento mais detalhado da situação ambiental da área, incentivaram no desenvolvimento de ações de Educação Ambiental, e promoveram

ISBN: 978-85-7282-778-2

um interesse maior na participação dos envolvidos em atividades relacionadas a gestão ambiental, principalmente focadas na questão da água.

Palavras chave: Bacia Hidrográfica; Gestão da Água; Metodologias Participativas; Turvo/Grande

1. Introdução

O presente trabalho apresenta as principais atividades, métodos e resultados do projeto "Conhecendo o Comitê e Mapeando a Bacia: Formação para uma Gestão Participativa do Território", aplicado na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) Turvo-Grande.

A UGRHI 15 – Turvo-Grande totaliza uma área territorial de 15.975 km2, sendo a 4ª maior do Estado, dentro da qual estão inseridas as sedes de 64 municípios. Destes, 21 possuem território em UGRHIs adjacentes, enquanto outros 11 municípios, com sede em outras UGRHIs, possuem território na UGRHI 15. (CBH-TG, 2018).

O principal objetivo do projeto foi o de realizar diagnóstico espacializado, com base na percepção ambiental de diversos atores sociais da UGRHI 15, de riscos e potencialidades ambientais regionais, de modo a contribuir para o planejamento de ações do CBH-TG.

Assim, as atividades foram direcionadas no sentido de promover um melhor conhecimento sobre o território da UGRHI e sobre seu sistema de gestão, por meio de um curso de capacitação com potencial para ser replicado e adaptado para distintos contextos vivenciados pelo público-alvo.

2. Métodos e técnicas

2.1. Organização e realização dos seminários e módulos de formação

Para a realização das atividades práticas a UGRHI 15 foi dividida em 4 setores, de tal modo que os 04 Módulos de Formação em Diagnóstico e Planejamento Ambiental Participativo, respeitaram a divisão por grupos de municípios (figura 1) respectivamente após a divulgação destes em cada Seminário, por grupo de público-alvo.

ISBN: 978-85-7282-778-2

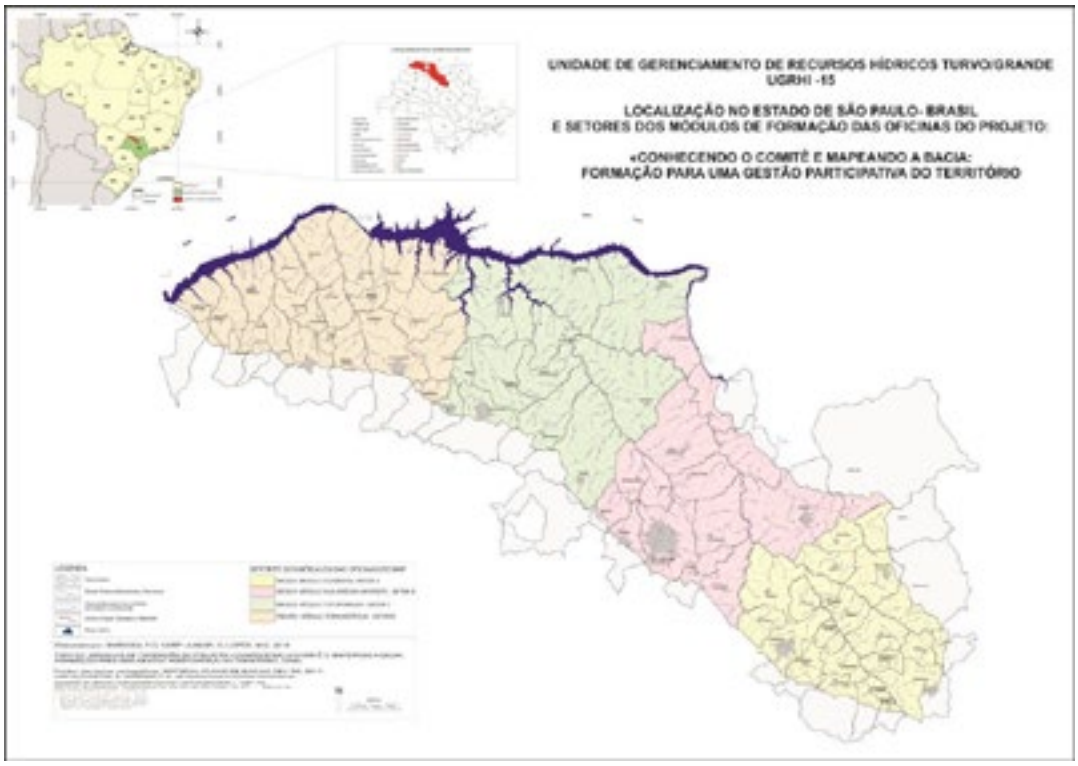


Figura 1: Localização da UGRHI Turvo/Grande e grupos de municípios para as oficinas.
Fonte: Organizado pelos autores

As atividades principais da pesquisa durante 2018 - organização e realização de 04 (quatro) seminários e 04 módulos de formação (quadro I), foram realizadas em 4 cidades-sede. O número de participantes dos módulos de formação variou entre 16 e 26, sendo oriundos principalmente das respectivas cidades-sede, de municípios próximos ou vizinhos, e eventualmente de cidades um pouco mais distantes.

Nos seminários e módulos de formação, os perfil dos participantes foi composto basicamente por: Técnicos e pesquisadores de instituições estaduais e municipais, estudantes de graduação e pós-graduação (nos seminários e oficinas), e de ensino médio e fundamental (nos seminários), integrantes de entidades da sociedade civil, principalmente Organizações Não-Governamentais; professores da rede pública e particular, docentes de universidades; consultores, profissionais liberais, empresários e funcionários de empresas.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Quadro I – Atividades realizadas no projeto "Conhecendo o Comitê e Mapeando a Bacia".

EVENTOS	LOCAIS E DATAS			
	S. J. Rio Preto	Catanduva	Fernandópolis	Votuporanga
Seminário de divulgação	20/02	24/05	14/08	18/10
Módulos de formação (Oficina 1)	27/03	19/06	11/09	22/11
Módulos de formação (Oficina 2)	03/04	26/06	19/09	29/11
Módulos de formação (Oficina 3)	10/04	03/07	25/09	06/12

Organização: autores

Além das atividades realizadas de organização e realização dos módulos e seminários, ficou previsto igualmente um evento de entrega de publicação final e apresentação de resultados no mês de abril de 2019. Essa "prestação de contas" para os participantes das atividades, os integrantes do comitê de bacia e público em geral tem por objetivo a socialização e divulgação das informações geradas, a promoção do debate sobre as questões ambiental na UGRH e subsidiar o CBH e demais instituições em ações emergenciais, corretivas e preventivas de cunho ambiental.

2.1. Aplicação dos métodos e técnicas nos módulos de formação

Os módulos de formação foram embasados por referencial teórico e métodos utilizados como subsídios para diagnóstico e educação ambiental, no que tange ao exercício de práticas participativas e de trabalhos de campo. São eles: Mapeamento Ambiental Participativo, construção do Perfil Hidroambiental Longitudinal, e Análise SWOT com aplicação na análise e gestão de bacias hidrográficas.

O método participativo de mapeamento abordado neste trabalho é decorrente de inúmeras adaptações e avanços metodológicos realizados desde os anos 1990 em várias áreas do Estado de São Paulo, considerando principalmente riscos ambientais (DAGNINO; CARPI JR, 2016). Uma das experiências anteriores ocorreu na própria UGRHI Turvo/Grande, quando cerca de 50 participantes, na maior parte educadores e técnicos atuantes na área ambiental e oriundos de 11 municípios da UGRHI

apontaram as situações de risco que conheciam conforme sua vivência e área de atuação (CARPI JR et. al., 2016).

A metodologia de Mapeamento Ambiental Participativo (MAP) é realizada em determinadas etapas que podem ser adaptadas em função da realidade local em que encontra-se inserida.

Para a realização de trabalho de campo específico para estudo em bacias, uma das técnicas que pode ser utilizada para o levantamento de dados, exposição dos resultados e construção do conhecimento é a construção do Perfil Hidroambiental Longitudinal. Segundo BARBOSA (2012, p. 30), "a técnica do Perfil permite relacionar os elementos analisados da bacia hidrográfica em questão, fornecendo assim uma visão sistêmica do objeto a ser estudado". Selecionado o curso fluvial, as pessoas envolvidas percorrem suas margens, anotando todos os elementos que visualizarem, para no fim representar esses elementos em forma de desenho, bem como efetuam a coleta da água em alguns pontos para a análise de sua qualidade conforme os parâmetros específicos.

Por sua vez, a escolha da análise SWOT (Strenghts, Weakness, Oportunities, Threats) ou FOFA (Forças, Oportunidades, Fraquezas, Ameaças) para este trabalho foi decorrente do potencial desse método para a obtenção de uma visão abrangente da situação de uma determinada bacia hidrográfica e do respectivo Comitê de Bacia. Desse modo, sua aplicação na UGRH Turvo/Grande e no seu respectivo CBH pode subsidiar a análise da situação e a tomada de decisões pelos gestores e membros de seu colegiado, juntamente com os benefícios relacionados a um melhor conhecimento da situação ambiental, política e social por parte dos moradores da área. Para a aplicação da análise SWOT, tomou-se por base as etapas realizadas na Unidade de Gestão de Recursos Hídricos Paranapanema-UGRH-Paranapanema (LEAL et. al., 2015; CARPI Jr et al., 2015).

2.1.1. Mapeamento Ambiental Participativo-MAP

No contexto geral desta pesquisa, a aplicação do MAP objetivou principalmente o conhecimento dos riscos ambientais e dos elementos do ambiente que caracterizam a preservação e recuperação ambiental sob uma escala regional, considerando ainda suas repercussões a nível local. Assim, foram produzidos materiais com abrangência de cada grupo (A-B-C-D) e de toda a UGRHI.

Nos módulos, os participantes foram divididos em grupos, com cerca de cinco integrantes cada, para apontar, relatar e descrever os riscos ambientais e os elementos do ambiente identificados

ISBN: 978-85-7282-778-2

no respectivo território. Buscou-se nos grupos diversificar o perfil dos participantes conforme os municípios representads no mapa-base, este elaborado com características que facilitaram a inserção das informações. Em São José do Rio Preto e em Votuporanga houve a formação de grupos específicos para os municípios-sede, mas em todos os módulos a ênfase foi numa abordagem regional.

Foram entregues lápis e canetas coloridas para apontamentos e inserção dos grafismos nos mapas e elaboração de legenda. Para facilitar os trabalhos e auxiliar na familiarização com o território a ser analisado, foi entregue aos grupos um roteiro de identificação de riscos e materiais de apoio (mapas) que traziam informações das áreas delimitadas.

Foram elaborados diversos mapas em cada módulo, depois compilados num único mapa de cada grupo de municípios, com os registros dos apontamentos efetuados pelos participantes do curso, retratando a situação ambiental da área (Quadro II). Juntamente, foi organizada uma listagem de apontamentos não mapeados, com conjuntos de textos, um para cada grupo. O material foi recolhido pela equipe de pesquisa para ser digitalizado, compor o acervo de material produzido, e posteriormente ser divulgado para os participantes, membros do CBH e interessados em geral.

Quadro II – Principais apontamentos realizados nas oficinas com a aplicação do método MAP

GRUPOS DE MUNICÍPIOS	PRINCIPAIS APONTAMENTOS - MAP
Grupo A (Catanduva)	Monocultura de cana-de-açúcar; erosão; ausência de mata, instalação de grandes empresas em centro urbano, usinas, aterros sanitários, estação de tratamento de esgoto deficientes, captação de água irregular (poços clandestinos), queimadas irregulares, ferrovia
GRUPO B (S.J. Rio Preto)	Cultura de cana-de-açúcar, erosão, áreas de alagamento urbano, usinas, aterros sanitários, captação de água irregular (poços clandestinos), fossas sépticas, parcelamento do solo, ausência de mata, atropelamento de fauna, loteamento clandestino, queimadas irregulares.
GRUPO C (Votuporanga)	Ocupação do solo com monoculturas, ocorrência de queimadas de cana-de açúcar, falta de prática conservacionista do solo, erosão, assoreamento de corpos d'água, ausência de mata, atividades de piscicultura inadequadas, instalações de alta-tensão.
GRUPO D (Fernandópolis)	Monocultura de cana-de-açúcar, erosão, ausência de mata, instalação de frigoríficos, portos de areia, usinas, aterros sanitários, estação de tratamento de esgoto deficientes, captação de água irregular (poços clandestinos), queimadas irregulares

Organização: autores

ISBN: 978-85-7282-778-2

O Mapa Ambiental Participativo da UGRH 15- Turvo/Grande (figura 2) foi resultante da compilação dos mapas parciais obtidos em cada módulo, e elaborado com o intuito de fornecer uma visão geral da situação ambiental da área segundo a visão dos participantes.

Ao total foram identificados 52 itens na compilação da legenda final do mapa, e uma grande quantidade e variedade de situações de risco. Juntamente, convém destacar os elementos do ambiente que representam ações de preservação ou recuperação ambiental.

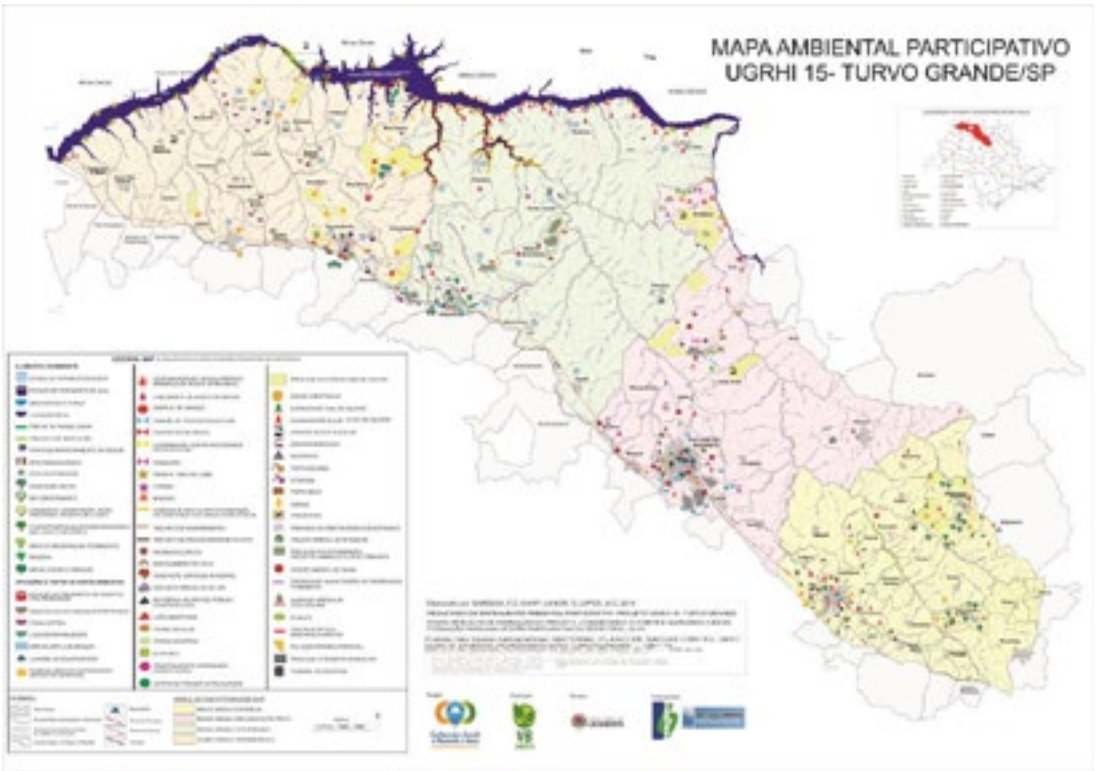


Figura 3 – Mapa ambiental participativo da UGRHI Turvo/Grande.

Fonte: organizado pelos autores

2.1.2. Construção do Perfil Hidroambiental Longitudinal

Perfil Hidroambiental Longitudinal foi adotado nesta experiência de trabalho visando ao detalhamento de algumas situações de risco ambiental e as características do uso das terras, com implicações na qualidade da água em trechos fluviais selecionados com base nos apontamentos dos participantes no MAP.

A primeira etapa necessária para a construção do perfil foi a escolha do curso d'água a ser percorrido e os pontos previstos para coleta, por parte dos participantes do curso, mas em consenso com a equipe de pesquisa. Essa seleção foi sempre realizada no primeiro dia do módulo de formação, em seguida à realização do MAP, facilitando aos participantes ter em mãos um roteiro de campo que incluía uma imagem de satélite da área, entregue assim que se iniciava o trabalho de campo.

As atividades relacionadas ao Perfil Hidroambiental e análises de qualidade de água com Ecokit e sonda multiparâmetros foram realizadas em rios e córregos elencados pelos grupos de participantes das oficinas e considerados importantes mananciais de contribuição para a rede de drenagem da Bacia dos Rios Turvo e Grande, a saber: Rio São Domingos em Catanduva e Pindorama; Rio Preto em São José do Rio Preto, Córrego Marinheirinho e um de seus formadores - Córrego Paineiras, em Votuporanga, e Ribeirão Santa Rita, em Fernandópolis (Quadro III).

Em cada ponto foi realizada a coleta e análise de água com Ecokit, que utiliza reagentes químicos e colorimetria. *In loco* foram analisados com o *kit* os seguintes parâmetros: pH e oxigênio dissolvido. Além disso, também foi realizada *in loco* a análise de água com a Sonda Multiparâmetro da marca Horiba, que avaliou os parâmetros pH, turbidez, condutividade, sólidos totais e salinidade. Ainda foi feita coleta de água para análise posterior dos parâmetros termotolerantes, amônia, ortofosfato e nitrato.

Os pontos avaliados estão localizados em zona rural e zona urbana dos municípios. Foi verificado que de um modo geral os cursos d'água escolhidos apresentam melhor qualidade de água nas zonas rurais, reduzindo esta qualidade nos pontos localizados em perímetro urbano. Os resultados da análise da água também revelaram que as fontes de poluições se apresentam na maioria das vezes pontuais em perímetros urbanos e difusas em áreas rurais.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Quadro III – Principais resultados obtidos com a aplicação do método do Perfil Hidroambiental

Município	Curso d'água selecionado	Pontos de coleta	Principais resultados da análise da água	Principais observações sobre o entorno
Pindorama e Catanduva	Rio São Domingos	2 pontos, de montante a jusante: um na zona rural, outro na zona urbana	De montante a jusante: aumento de coliformes fecais e de ortofosfato; redução de OD e de amônia	Na zona rural: cultivo de cana-de-açúcar, presença de animais silvestres, mata ciliar ausente ou degradada, assoreamento no rio, domínio de plantas aquáticas e macrófitas; Na zona urbana: urbanização densa, grande quantidade de indústrias, represa, presença de lixo nas margens do rio, coloração da água cinzenta e com odor, obras de construção e pavimentação , presença de aves
S.J. Rio Preto	Rio Preto	3 pontos de montante a jusante: um na zona rural (1), dois na zona urbana (2 e 3)	De montante a jusante: aumento de coliformes fecais e de amônia; redução significativa de OD.	Próximo da nascente: cultivo de cana-de-açúcar; Na zona urbana: conjuntos habitacionais situados próximo ao rio, estação de tratamento de esgoto presença de lixo nas margens do rio, presença de fauna (cágados e capivaras); Na represa: presença de macrófitas; Em todo o trecho: erosão e assoreamento,
Votuporanga	Córr. do Marinheirinho e Córr. Paineiras	3 pontos de montante a jusante: um na zona rural, dois na zona de expansão urbana	De montante a jusante: aumento de coliformes fecais e de ortofosfato; redução significativa de OD. Ortofosfato e Nitrato com valores significativos em todos os pontos	Na zona rural: assoreamento no córrego, entulho e lixo nas margens, ausência de mata ciliar ou com espécies exóticas invasoras Zona expansão urbana: itens anteriores e presença de loteamentos e condomínios próximos
Fernandópolis	Rib. Santa Rita	3 pontos de montante a jusante: um na zona urbana (nascente), dois em zona de expansão urbana	De montante a jusante: aumento de coliformes fecais; redução de Amônia e de nitratos; redução significativa de OD; Em todos os pontos: pouca ocorrência de ortofosfato	Próximo da nascente: bairro residencial, pouca mata ciliar com pequena diversidade e espécies exóticas, erosão, lixo, resíduos de construção civil, mau cheiro; Demais pontos: erosões e solo arenoso, cultura de cana-de-açúcar, pastagens e criação de gado, água limpa sem odor; lixo, indústrias e rodovia nas proximidades, assoreamento e pouca mata ciliar

Organização: autores

ISBN: 978-85-7282-778-2

As sub-bacias analisadas nas atividades apresentavam uso, ocupação e manejo das terras não muito distintas, com quase todos os municípios apresentaram em zonas rurais ocupação com plantio de cana de açúcar, solo expostos, a ausência de práticas conservacionistas, presença de processos erosivos. As margens dos córregos e rios apresentaram pouca quantidade ou ausência de mata ciliar, e frequentemente assoreamento nos corpos d'água e existência de resíduos ou presença de lixo nos locais. Os locais situados em zona urbana também apresentaram alguma semelhança entre si, como presença de condomínios, indústrias, presença de lixos e resíduos e mau cheiro na água.

2.1.3. Aplicação do método SWOT/FOFA

A análise SWOT, por considerar tanto fatores internos como externos num determinado território e no seu sistema de gestão da água, teve o papel de trabalhar com o contexto da UGRHI m relação a escalas menores de abordagem, mas também com exemplos em escala local e regional.

Para a matriz SWOT/FOFA os participantes das oficinas foram igualmente divididos em grupos. Os integrantes da equipe MAP explicaram as diretivas para aplicação da análise SWOT e sua importância na análise e gestão de bacias.

A seguir foram entregues os materiais representativos aos temas: Força, Oportunidade, Fraqueza e Ameaças que compõem a matriz, para cada grupo. Foram distribuídas canetas esferográficas coloridas e tarjetas de cartolina, com uma cor para cada tema da matriz, a fim de que os grupos relatassem suas observações e aspectos discutidos na área da bacia em questão. Os grupos também receberam um mapa-base para que fizessem as inserções dos pontos levantados na matriz.

No total, foram efetuadas 242 citações, sendo 75 fraquezas, 68 forças, 51 oportunidades e 48 ameaças. Por fim, os participantes efetuaram a escolha das prioridades para cada elemento da matriz, podendo ser destacadas abaixo (quadro IV).

Quadro IV: prioridades apontadas pelos participantes para cada variável da Matriz SWOT/FOFA

Grupo /cidade-sede	Forças	Oportunidades	Fraquezas	Ameaças
Grupo A – Catanduva	Secretaria de Meio Ambiente Municipal/Estrutura Ambiental	Convênios intermunicipais	Falta de saneamento	Contaminação dos corpos hídricos
	Conselho de Meio Ambiente	Cursos oferecidos pelo CBH-TG	Indústrias próximas ao rio	Crescimento urbano desordenado
Grupo B – São José do Rio Preto	Educação ambiental nas escolas	Integração entre os municípios	Falta de fiscalização	Falta de campanhas de educação ambiental para toda a população
	Unidade de conservação	Construção de novas ETE's (Estações de Tratamento de Esgoto)	Falta de gestão pública	Expansão territorial urbana sem planejamento
Grupo C – Votuporanga	Estação de tratamento de efluentes em todas as cidades	Educação Ambiental	Falta de mata ciliar	Falta de prioridade ambiental municipal
	PSA – pagamento por serviços ambientais em Votuporanga	Pagamento por serviços ambientais em outros municípios	Êxodo rural	Expansão urbana
Grupo D – Fernandópolis	Secretaria de Meio Ambiente	Pagamento por serviços ambientais	Descaso político	Falta de vida útil dos aterros
	Existência do Comitê de Bacia	Promoção da Educação Ambiental	Ausência de fiscalização e cadastro dos poços	Sucateamento da estrutura de gestão

Organização: autores

3. Conclusões

A integração do Mapeamento Ambiental Participativo à Análise SWOT e ao Perfil Hidroambiental permitiu o trabalho em diferentes escalas, temas e formas de abordagem. Os métodos adotados se constituíram em ferramentas importantes e efetivas em três principais frentes de aplicação: no diagnóstico da situação ambiental da UGRHI; no potencial para novos trabalhos e projetos de educação ambiental formal e informal; e em processos que envolvem a identificação de prioridades em relação à gestão ambiental a fim de melhorar a qualidade de vida da área.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Quanto as opiniões dos participantes sobre as atividades realizadas, a maioria não conhecia as metodologias participativas e muito menos não sabiam sobre a atuação e importância do Comitê de Bacia, e ressaltaram a necessidade de outros cursos semelhantes ou continuidade das ações sugeridas nos módulos para ampliar esse conhecimento e incrementar a participação nas ações ligadas à gestão da água e melhoria da qualidade ambiental.

3. Referências bibliográficas

BARBOSA, F. D. **Diagnóstico hidroambiental da microbacia do córrego Novo Rincão - Rincão/SP**. 2012. 166 f. Dissertação - (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2012. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/95703>. Acesso em: 25 jan. 2019

CARPI JUNIOR, S.; LOPES, M.C. ; BARBOSA, F. D. ; MARTINS, A.L. . Mapeamento Ambiental Participativo: Experiência de Educação Ambiental Na UGRHI Turvo e Grande. In: DIAS, L.S.; BENINI, S.M.. (Org.). **Estudos ambientais aplicados em bacias hidrográficas**. 2ed.Tupã-SP: ANAP, 2016, v. 1, p. 29-57. Disponível em: <www.amigosdanatureza.org.br/biblioteca/livros/item/cod/97. Acesso em: 12 fev. 2019

CARPI JUNIOR, S.; LEAL, A.C. ; AMORIM, B. ; MELLO, L. G. M. ; NUNES, R. S. . Planejamento participativo e gestão da água na bacia hidrográfica do Rio Paranapanema, Brasil.. In: VII ENCUENTRO DE GEÓGRAFOS DA AMÉRICA LATINA, 2015, Havana. **Ponencias por Temáticas**. Havana-Cuba, 2015. v. VI. p. 452-467.

DAGNINO, R.; CARPI JR, S. História e desafios do Mapeamento Ambiental Participativo no Estado de São Paulo. In: DIAS, L.S.; BENINI, S.M.. (Org.). **Estudos ambientais aplicados em bacias hidrográficas**. 2 ed.TUPÃ-SP: ANAP, 2016, v. , p. 11-27. Disponível em: <https://www.amigosdanatureza.org.br/biblioteca/livros/livro/cod/122>. Acesso em: 05 fev. 2019

LEAL, Antonio Cezar; AMORIM, B.; MELLO, L. G. M.; NUNES, R. S.; CARPI JR, Salvador. **UGRH Paranapanema - Oficinas de Diagnóstico Participativo**. Nota Técnica nº 5/2015/CINCS/SAS. Brasília/DF: Agência Nacional de Águas, 2015. Disponível em: http://paranapanema.org/plano/admin/upload/documento/28.pdf. Acesso em: 11 fev. 2019

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA TURVO/GRANDE. **Relatório da Situação dos Recursos Hídricos 2018 da UGRHI 15 — ano base 2017**. São José do Rio Preto: CBH-TG, 2018. Disponível em: http://www.comitetg.sp.gov.br/cbhtg/attachments/article/175/RS_CBH-TG_2018.pdf. Acesso em: 05 fev. 2019

Agradecimentos: os autores agradecem ao Fundo Estadual de recursos Hídricos – FEHIDRO pelo auxílio financeiro necessário para o desenvolvimento da pesquisa. Gratidão também aos participantes dos módulos do projeto, pelo envolvimento nas atividades e pelas informações fornecidas, muito úteis à realização do trabalho.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

PROPOSTA DE DELIMITAÇÃO AUTOMÁTICA DE ÁREAS DE PROTEÇÃO PERMANENTE DE TOPO DE MORRO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAMANDUCAIA

Marcel Granadier Bizelo de Assis [(a)], Raul Reis Amorim [(b)]

[(a)] Departamento de Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), E-mail: marcel-assis@hotmail.com Email

[(b)] Departamento de Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), E-mail: raulreis@unicamp.br

Eixo: DINÂMICA E GESTÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

Marcel Granadier Bizelo de Assis, Raul Reis Amorim

Resumo

Para uma efetiva gestão dos recursos hídricos é necessária a integração da conservação da água e do solo. É fundamental que determinados compartimentos das bacias hidrográficas tenham uso e ocupação das terras adequadas a manutenção da qualidade e quantidade da água. Destacamse assim os Topos de Morro, responsáveis pela existência de grande número de nascentes, que garantem o suprimento de água para os canais a jusante. Tendo o exposto, este trabalho tem como objetivo espacializar a distribuição das Áreas de Preservação Permanente (APPs) de Topo de Morro da Bacia hidrográfica do Rio Camanducaia. Para atender aos objetivos propostos, foi necessário especializar tais APPs utilizando geoprocessamento como ferramenta. A área de estudo favorece pesquisas de caráter ambiental, pois é uma região com grande densidade de drenagem, caracterizado pela presença de morros, devendo ter seus topos preservados conforme diz o Código Florestal brasileiro, lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.

Palavras chave: APP Topo de Morro; Geotecnologias; Bacia Hidrográfica.

1. Introdução

A bacia hidrográfica do rio Camanducaia apresenta aproximadamente área de 870 km², e a gestão dos seus recursos hídricos se dá através do Comitê de Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí – PCJ. O rio Camanducaia nasce a aproximadamente 1.500 metros de altitude a noroeste do município de Toledo no Estado de Minas Gerais e tem sua foz no Rio Jaguari na cidade de Jaguariúna (SP), sendo assim um dos principais tributários do Rio Jaguari, que ao confluir com o Rio Atibaia, forma o Rio Piracicaba." (MARTINS, 2011, p. 27).

O papel do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) é o de criar regulamentações e diretrizes que possibilitem a aplicação da legislação ambiental vigente no Brasil, e neste trabalho vamos destacar o Código Florestal Brasileiro, atualizado com a Lei Nº 12.651 em 2012, que assim como em todas suas outras versões tem como essência a manutenção da qualidade de vida de toda a sociedade brasileira, pois entende que a conservação dos ecossistemas e a proteção dos recursos naturais são de interesse comum. (CAMPAGNOLO, et al. 2017)

Um conceito apontado no Código Florestal Brasileiro é o de Área de Preservação permanente (APPs), conceito essencial na implantação das políticas de planejamento e gestão de bacias hidrográficas.

Define-se como Área de Proteção Permanente, conforme o art.3:

> II – Área de Preservação Permanente - APP: área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (BRASIL, 2012).

Para Hott, et al (2005), num pais de dimensões continentais como o Brasil, torna-se indispensável a representação das APPs em mapas, pois é de suma importância para o planejamento territorial, na fiscalização e nas ações de campo de âmbito, local,

ISBN: 978-85-7282-778-2

regional e nacional" no trabalho em questão a atribuição se dá em escala local. Contudo a legislação ambiental vigente acerca de áreas de preservação permanente não especifica qual a escala ou resolução espacial das bases a serem utilizadas na determinação das APPs. Assim, esta escolha ISBN: 0000.0000.000 Página 3 é feita pelo analista (ou instituição) que irá elaborar o mapa e, na maioria das vezes, o critério de facilidade em adquirir as bases bem como disponibilidade das mesmas é utilizado para escolhê-las. (GUIMARÃES, CARVALHO, 2013)

Dentre as Áreas de Proteção Permanente, podemos elencar, as APPs de Topo de Morro, que tem sua definição contemplada a partir das resoluções nº 302 e 303 do CONAMA (2002), a qual dispôs os parâmetros, definições e limites das mesmas:

> No topo de morros, montes, montanhas e serras, com **altura mínima de 100(cem) metros e inclinação média maior eu 25º**, as áreas delimitadas **a partir da curva de nível correspondente a 2/3 (dois terços) da altura mínima da elevação sempre em relação a base,** sendo esta definida pelo plano horizontal determinado por planície ou espelho d'agua adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota do ponto de sela mais próximo da elevação (CONAMA, 2002).

Tendo o exposto, o objetivo geral deste trabalho é espacializar a distribuição das Áreas de Proteção Permanentes (APPs) de Topo de Morro da Bacia Hidrográfica do Rio Camanducaia, com o uso de geotecnologias, testando a veracidade da metodologia proposta por Santos (2013).

2. Material e Método

Para atender os objetivos propostos, a espacialização das Áreas de Proteção Permanentes (APPs) de Topo de Morro primeiramente foi necessário definir a escala de mapeamento. A proposta do projeto é a adoção da escala 1:50.000.

Na sequência, elaborou-se um Modelo Digital de Elevação (MDE). Para tal, foram vetorizadas as cartas topográficas produzidas pelo IBGE/IGC: Amparo (SF-23-Y-A-VI-1), Bragança Paulista (SF-23-Y-A-VI-4), Cosmópolis (SF-23-Y-A-V-2), Extrema (SF-23-Y-

BIV-4), Munhoz (SF-23-Y-B-IV-1), Socorro (SF-23-Y-A-VI-2), e Valinhos (SF-23-Y-A-VI-3). Para gerar o MDE utilizou-se o software ArcGIS 10.5.1 no módulo ArcToolBox, na ferramenta Interpolação de Raster, no comando Topo para Raster, e nele ocorreu a interpolação dos layers "curvas de nível", "pontos cotados" e "rede de drenagem", "lagos e rios de margem dupla" e ISBN: 0000.0000.000 Página 4 "limite da bacia hidrográfica". Este mapa foi elaborado a fim de identificar as áreas as áreas de topos e nascentes.

Seguidamente, corrigiram-se as inconsistências do MDE (verificação e correção de depressão espúria). Para tal, utilizou-se a ferramenta ArcHydro. E já com o MDE corrigido, foi possível a extração dos Topos de Morros. Este procedimento só é possível após a inversão do MDE, ou seja, será gerado um arquivo raster, no qual os topos de morros do MDE original se tornarão depressões no MDE invertido. Para cumprir esta etapa serão necessários cinco passos, apontados na Tabela I:

Tabela I – Procedimentos para extração dos Topos de Morros

Passo 1	Uso da ferramenta *Raster Calculator* disponível no ArcToolbox, na aba de Álgebra de Mapas. Para a inversão do modelo, será adotada a seguinte equação: MDE corrigido*(-1).
Passo 2	Obtenção da direção de fluxo do MDE invertido, utilizando o comando *Flow Directon* do *ArcHydro*.
Passo 3	Definir os pontos de depressões espúrias do MDE invertido, utilizando o comando *Sink* do *ArcHydro*.
Passo 4	Obtenção da altitude real dos pontos de topos de morro, com uso de duas ferramentas: o *Reclassify* do *Spatial Analyst Tools* e o *Raster Calculator.*
Passo 5	Obtenção da área de abrangência de cada morro, utilizando o comando *Watershed*, no *Hydrology*, utilizando a direção de fluxo do MDE invertido e a imagem dos pontos de Topo de Morro obtidas na etapa 4.

Outra etapa foi a extração da base do morro. Para tal foi necessário obter os pontos e as áreas de abrangências referentes às bases dos topos de morro. "Considera-se como base de um morro a altitude da confluência da rede hidrográfica adjacente a este" (SANTOS, 2013, p. 6).

Para tal foram obtidos os pontos de confluência da rede hidrográfica, a partir da ferramenta *Features Vertices to Points*, inserindo a opção END, para gerar tais pontos. Na sequência, foi necessário obter a altitude de cada ponto de confluência. Para tal, utilizou-se a ferramenta *Extraction*, correlacionando os pontos de confluência e o MDE corrigido. Os pontos de confluência foram convertidos do formato vetorial para o raster. E, para obter a área de abrangência do ponto da base do morro, também foi aplicado o comando *Watershed*, no *Hydrology* utilizando o arquivo raster de direção de fluxo, extraído a partir do MDE corrigido e os pontos da base de morro.

Necessitou-se também delimitar o terço superior dos topos de morros. Para tal, foi necessário ter posse da altitude do topo e da base dos morros. Foram calculadas as áreas que estão no terço superior desta amplitude de altitude entre a base e o topo do morro. Foi utilizada a seguinte equação proposta por Santos (2013):

$$\frac{(MDE\ corrigido - imagem\ base)}{(imagem\ topo - imagem\ base)} > 0.667$$

Os passos para a delimitação do terço superior dos topos de morros foram seguidos conforme orienta Santos (2013).

E, por fim, serão extraídas as APPs de Topo de Morro. Para tal serão seguidos seis passos:

Tabela 2 – Procedimentos para extração das APPs de Topos de Morros

Passo 1	Obtenção da declividade do terreno em porcentagem, com uso do comando *Slope*;
Passo 2	Aquisição da área de abrangência de cada morro que tenham identificações únicas. Para tal será necessário usar novamente o comando *Watershed*, no *Hydrology*, utilizando a direção de fluxo do MDE invertido e a imagem dos pontos de topo de morro sem nenhuma reclassificação.
Passo 3	Definição da declividade média para cada morro, a partir de um operador zonal.

Passo 4	Reclassificação das áreas dos morros com declividade media igual ou superior a 25% para o valor 1, e menores que 25% para 0.
Passo 5	Transformar as áreas do terço superior dos morros e declividade média superior a 25% do formato raster para vetorial;
Passo 6	E, para obter as áreas referentes às APPs de Topo de Morro, bastará selecionar as áreas de terço do morro que interceptam as áreas de morro com declividade média maior ou igual a 25%.

3. Resultados e Discussões

A partir da obtenção do Modelo Digital de Terreno (MDT) pode-se observar a amplitude altimétrica da bacia hidrográfica do rio Camanducaia apresentam desníveis altimétricos que ISBN: 0000.0000.000 Página 6 variam de 560 metros nas porções mais baixas, na confluência com o rio Jaguari, no município de Jaguariúna, chegando a topos com altitude de 1.595 metros no município de Toledo-MG.

As áreas de topo de morro localizadas na área do alto curso situam-se no município de Pedra Bela, Socorro e Toledo, conforme pode ser observado na Figura 1. O maior número de APP topo de morro estão situadas na área do médio curso principalmente nas áreas que correspondem aos municípios de Monte Alegre do Sul-SP, região norte e nordeste de Amparo e sul de Serra Negra. Destaca-se no perfil (Figura 2) a APP de Topo de Morro com maior área no município de Amparo.

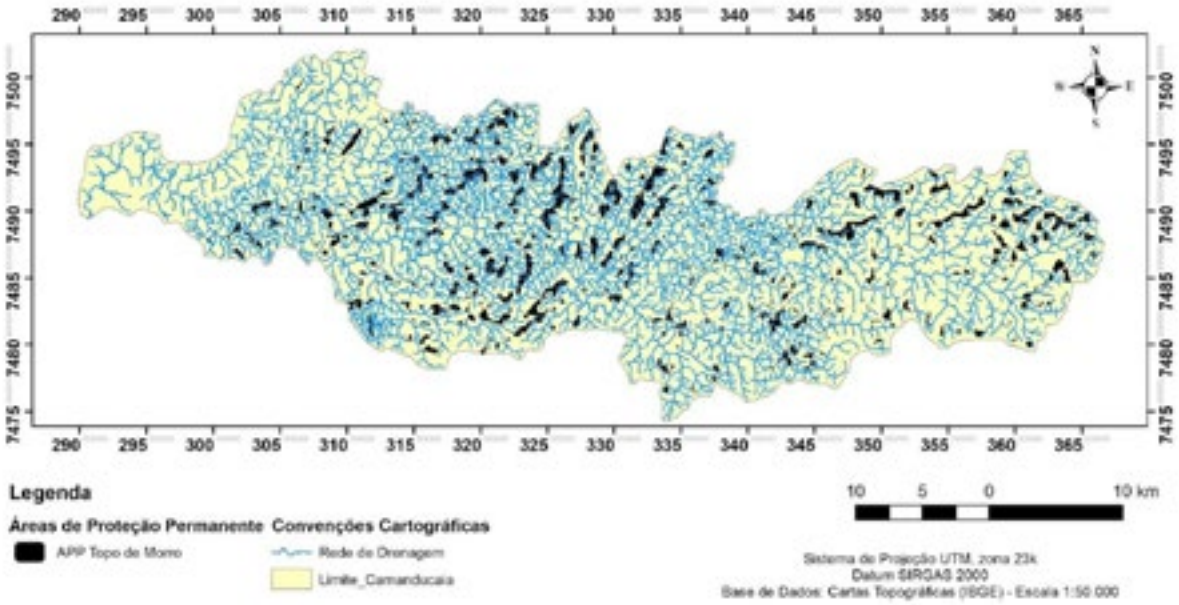


Figura 1 - Áreas de Proteção Permanente de Topo de Morro da área de estudo.

Figura 2 – Perfil Topográfico da Área de Proteção Permanente de Topo de Morro no município de Amparo.

Observa-se que a bacia hidrográfica do rio Camanducaia apresenta uma alta densidade de drenagem, especialmente nas cidades de Amparo, Monte Alegre do Sul, Socorro, região sul de Serra Negra, além de boa parte de Pedreira e Pinhalzinho. Nota-se também que à montante da bacia, isto é, área onde nasce o rio Camanducaia a densidade de drenagem é

ISBN: 978-85-7282-778-2

visualmente menor. Tais padrões de distribuição devem-se as características litológicas e geomorfológicas da área de estudo.

4. Considerações Finais

A adoção da metodologia proposta por Santos (2012) para a delimitação de APPs de Topo de Morro se mostraram muito eficiente na área em estudo. É fundamental o uso das ferramentas de geotecnologias em estudos ambientais, pois contribui para a conservação dos recursos naturais, em especial os recursos hídricos na área em estudo.

5. Agradecimentos

Ao CNPq pelo financiamento da Bolsa de Iniciação Científica ao autor do trabalho; ao Prof. Dr. Raul Reis Amorim pelas orientações. Também agradecimentos à Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de São Paulo (FAPESP), processo 2018/09401-1 pelo Auxílio à Pesquisa que financiou esta pesquisa.

6. Referências Bibliográficas

BRASIL. **Código Florestal**. Lei n° 12.651 de 25 de maio de 2012.

CAMPAGNOLO, K.; SILVEIRA, G. L.; MIOLA, A. C.; SILVA, R. L. L. **Área de Preservação Permanente de um rio e análise da legislação de proteção da vegetação nativa**. Ciência Florestal, v. 27, n. 3, p. 831-448, 2017.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução Nº 302**, de 20 de março de 2002 – Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno. 2002.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução Nº 303**, de 20 de março de 2002 – Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de áreas de preservação permanente. 2002. ISBN: 0000.0000.000 Página 8

GUIMARÃES, F. S.; CARVALHO, G. A.; **Determinação de áreas de preservação permanente no município de Moeda-MG, utilizando bases de diferentes escalas topográficas.** Caderno de Geografia, v. 23, n. 39, p. 22- 43, 2013.

HOTT, M. C.; GUIMARÃES, M.; MIRANDA, E. E. **Um método para a determinação automática de áreas de preservação permanente em topos de morros para o Estado de São Paulo**. In: Embrapa Monitoramento por Satélite-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2005, Goiânia. Anais eletrônicos... São José dos Campos: INPE, 2005., 2005.

MARTINS, S. C. **Caracterização geoambiental como subsídio ao planejamento urbano e turístico em Amparo (SP)**. 2011. 121 f. Dissertação - (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2011. Disponível em: . Acesso em: 02 Agosto 2018.

SANTOS, A. P. S. **Delimitação de Área de Preservação Permanente (APP) de Topo de Morros**. In: Capítulo 17 do Material de Cartografia Digital II do Curso de Engenharia de Agrimensura e Cartográfica da Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2013.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

PROPOSTA TEÓRICO-METODOLÓGICA PARA MONITORAMENTO DE CÓRREGOS URBANOS

Anne Krummenauer [(a)], Luís Alberto Basso [(b)]

(a) Engenheira Ambiental, aluna de Mestrado em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul-UFRGS, krummenaueranne@gmail.com

(b) Professor Titular, Instituto de Geociências/Departamento de Geografia, UFRGS, lbasso@terra.com.br.

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

Muitos municípios brasileiros ainda adotam a visão higienista no tratamento das águas urbanas. Sem programas de monitoramento ambiental, a integridade ambiental de muitos cursos fluviais é ignorada. Este artigo aborda os efeitos da urbanização e da canalização para cursos fluviais urbanos e propõe uma metodologia de avaliação de integridade ambiental rápida e de baixo custo, voltada para análises físicas, químicas, bacteriológicas e de diversidade de habitats, e que poderia ser aplicada ao córrego José Joaquim, em Sapucaia do Sul, RS.

Palavras chave: canalização, monitoramento ambiental, desenvolvimento sustentável.

1. Introdução

A gestão das águas urbanas no Brasil ainda não ultrapassou o paradigma higienista, que consiste na priorização do afastamento dos esgotos e do excesso de água para locais a jusante dos mananciais das cidades, com objetivo de evitar doenças e inundações, sem preocupar-se com o impacto causado no local de lançamento e com os possíveis efeitos cumulativos e sinérgicos para

o ambiente (TUCCI, 2008). Há décadas discute-se a necessidade de adotar uma visão sustentável na gestão das águas urbanas, abandonando as medidas que atuam apenas sobre os canais e passando a se considerar a bacia hidrográfica em sua totalidade. No Rio Grande do Sul (RS), a situação não é diferente. O município de Sapucaia do Sul (RS), por exemplo, atua para ampliar a canalização de seu principal curso fluvial, o córrego José Joaquim, justificando tal ação como necessária para evitar inundações.

O córrego é um afluente do rio dos Sinos, o 4º rio mais poluído do Brasil (BELMONTE, 2017), e sua canalização não contribui para a melhoria da qualidade ambiental da bacia hidrográfica, podendo, até mesmo, agravar a situação, ao permitir a intensificação da ocupação urbana (MACHADO, 2016). A falta de informações sobre os recursos hídricos dificulta a tomada de decisão pelos gestores ambientais, permitindo que obras sejam realizadas sem conhecimento suficiente sobre o ecossistema aquático e área de entorno. Para contribuir com o avanço da perspectiva da drenagem sustentável no Brasil, almejando-se, futuramente, a recuperação de rios como o dos Sinos, este trabalho propõe abordar as consequências da urbanização e canalização de cursos fluviais, para, após, tecer comentários sobre metodologias de monitoramento ambiental disponíveis.

2. Efeitos da urbanização e canalização sobre os cursos fluviais

As condições ambientais da bacia hidrográfica determinam características como o padrão de drenagem, o leito e a forma do canal (largura, profundidade e geometria) dos cursos fluviais. Quando ocorrem alterações na bacia hidrográfica que modificam a circulação da água através do ciclo hidrológico, sejam elas naturais ou antropogênicas, essas características buscam ajustar-se à nova realidade através de processos que podem durar anos ou milênios (BINDER, 2001). Assim, não é necessário agir diretamente sobre o canal para causar drásticas alterações em cursos fluviais. A urbanização da bacia hidrográfica, por exemplo, com a substituição da vegetação por concreto e asfalto e ocupação de fundos de vale nas adjacências de cursos fluviais, leva a

alterações como aumento da frequência das inundações, erosão e assoreamento do leito dos canais, variação de parâmetros físico-químicos e contaminação da água, elevação da temperatura do núcleo urbano e, consequentemente, comprometimento dos ecossistemas ligados ao ambiente fluvial (SANDER *et al*., 2012).

Em condições naturais, a precipitação, ao cair sobre o terreno, escoa lentamente em direção às áreas mais baixas, ocorrendo infiltração no solo e retenção de água pela vegetação, até alcançar o sistema receptor (rios, lagos, mares ou oceanos). Na situação de urbanização, com o solo impermeabilizado, aumenta o escoamento superficial e, devido à existência de condutos de drenagem e pavimentos, este escoamento ocorre mais rapidamente até o curso fluvial. Dessa forma, as vazões máximas aumentam e têm o pico no tempo antecipado, logo, as inundações podem tornar-se mais frequentes (TUCCI, 2006).

Com a remoção da cobertura vegetal para o manejo do solo, o impacto da água sobre o solo desprotegido e a velocidade da água promovem a erosão e o transporte de sedimentos. À medida que a cidade se consolida, a tendência é de que a deposição de sedimentos em função da exposição do solo (por obras de construção civil, abertura de estradas ou manejo incorreto do solo) seja substituída pela disposição de resíduos sólidos (lixo, resíduos da construção civil, etc.). As principais consequências do acúmulo de sedimentos são o assoreamento, com redução da capacidade de escoamento de condutos e cursos d'água; o transporte de poluentes particulados ou agregados aos sedimentos; o aumento da turbidez e a diminuição da transparência da água, deteriorando aspectos estéticos da água e prejudicando a fotossíntese e busca de alimentos pela biota aquática. As alterações nas condições hidrológicas e hidrossedimentares em rios, muitas vezes, resultam na degradação de habitats físicos e na integridade biótica dos sistemas lóticos (DAVIS *et al*., 2003), pois, ao buscar reequilibrar-se às novas condições, o curso d'água sofre remoção de solo e deposição de sedimento.

A deterioração da qualidade da água superficial e subterrânea, em razão da poluição,

pode ter origem nos esgotos domésticos, nas águas residuárias industriais, na drenagem urbana, na drenagem de áreas agrícolas, nos resíduos sólidos e na poluição atmosférica.

O aumento da temperatura devido a urbanização ocorre pela predominância de concreto e asfalto, que absorvem radiação solar e emitem radiação térmica, formando as chamadas "ilhas de calor" na parte central dos centros urbanos (TUCCI, 2006). O aumento da temperatura cria condições para movimentos de ar ascendente, que pode levar ao incremento da precipitação, contribuindo para o agravamento das inundações.

Com a degradação da qualidade da água e inundações, a tendência é que as cidades passem a realizar a canalização de trechos críticos dos cursos fluviais, como é exemplificado por Tucci (1995, p. 26), figura 1: **estágio 1:** a bacia começa a ser urbanizada de forma distribuída, com maior densificação a jusante; aparecem locais de inundação devido a estrangulamentos naturais ao longo do curso; **estágio 2:** as primeiras canalizações são executadas com base na urbanização atual; assim, o hidrograma a jusante aumenta, contido por áreas inundáveis a montante, que ainda não foram densificadas; **estágio 3:** com a densificação da urbanização, o leito do curso d'água a montante passa a ser canalizado. Quando a canalização se completa, o problema das inundações volta a afetar a jusante devido ao aumento na vazão máxima (aceleração do escoamento a montante). Nesse estágio, já não existem espaços laterais para ampliar os canais a jusante, as soluções que restam são aprofundar o canal, com custos elevados.

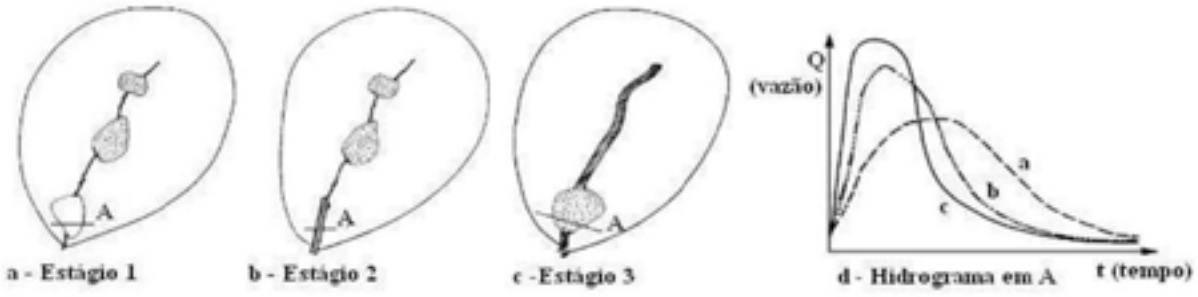


Figura 1. Estágios da transferência de enchentes por canalização. Fonte: adaptado de Tucci (1995, p.26).

A canalização ocorre, normalmente, pelo aprofundamento e aumento da declividade do canal, concretação do leito e margens e redução do percurso (pela extinção dos meandros e sinuosidades), e é realizada, em sentido amplo, para alargar, retificar, margear ou proteger um canal existente, ou ainda envolver a criação de novos canais (ASSUMPÇÃO, 2009).

O ecossistema fluvial depende da dinâmica natural de modificações no cursos fluviais, pois a variação das vazões, a renovação contínua da morfologia e as inundações ribeirinhas levam à criação de grande variedade de núcleos biológicos, estruturas e condições específicas. Com a necessidade do curso fluvial assumir a forma geométrica da canalização, buscando equilibrar-se nessa situação imposta, as possibilidades de modificações naturais dos cursos d'água são fortemente limitadas. A extinção das rugosidades do leito e da sequência natural de depressões e soleiras retira áreas que serviam para descanso e reprodução de peixes (BINDER, 2001). Altera-se a dinâmica de transporte e deposição de sedimentos e aumenta-se o poder erosivo das águas, especialmente a montante do trecho modificado (SANDER *et al*., 2012). .

A canalização reduz a frequência dos transbordamentos devido às cheias menores e às médias que ocorriam no curso d'água, porém, permanecem as grandes enchentes. Nas inundações periódicas estão envolvidos processos de ciclagem de nutrientes e deposição de sedimentos, além de criação de ambientes para desova de peixes. Essa ruptura da interação natural entre rio e baixada inundável concorre para o empobrecimento dos ecossistemas, com a perda da diversidade biótica (BINDER, 2001).

A vegetação ribeirinha é normalmente removida junto com a canalização, sendo substituída por calçadas e avenidas, plantas exóticas e/ou espécies mais resistentes. Além de funções como habitat de espécies e ciclagem de nutrientes, a vegetação atua na manutenção da umidade, na regulação da temperatura ambiente e da água, e na filtragem mecânica e físico-química de poluentes (ASSUMPÇÃO, 2009). A elevação da temperatura da água diminui a solubilidade de gases na água, e aumenta a atividade biológica, que consome oxigênio

dissolvido (OD). Além dos efeitos da canalização sobre a fauna e flora, as atividades humanas intensificam a poluição das águas. O escoamento em um curso fluvial passa, muitas vezes, a ser composto majoritariamente por esgotos e pela drenagem pluvial (TUCCI, 1995).

Os efeitos para os sistemas fluviais atribuídos à canalização são complexos e somam-se àqueles relacionados à urbanização, culminando na total artificialização do leito fluvial. Considerando a exposição feita, alguns elementos que merecem destaque na avaliação da influência da canalização são: **1. variação de temperatura (T)**: entre os fatores intervenientes estão a insolação, os efluentes industriais, a remoção da cobertura vegetal marginal, a concretação do leito e a atividade biológica no curso d'água; **2. determinação da concentração de OD**: varia, entre outros condicionantes, pelo balanço entre o consumo de OD (consumido na atividade biológica ou oxidação química), reaeração do corpo d'água (influenciada por fatores físicos, como a geometria do canal), temperatura do curso d'água (quanto maior T, menor a concentração de gases dissolvidos); **3. avaliação da sustentação da vida aquática:** a canalização do curso d'água prejudica a sobrevivência da biota pela supressão de habitats.

3. Cursos fluviais e a drenagem urbana sustentável

Com a justificativa de drenar o excesso de água e combater a poluição, obras de canalização foram e estão sendo realizadas sem critérios objetivos, reduzindo ainda mais a função hidrológica e os valores ambientais associados aos rios. A canalização pode ser a solução adequada em algumas situações, porém, não deve ser adotada sem uma análise criteriosa feita caso a caso, levando em consideração aspectos ecológicos, sociais e econômicos e, certamente, deveria estar acompanhada de medidas complementares.

Souza (2013) explica que é necessária a mudança de paradigma na gestão das águas urbanas, passando do que ele chama de uma gestão da oferta (abordagem higienista) para uma gestão da demanda (abordagem sustentável). Na gestão da oferta, atua-se sobre os canais, sendo

que, quanto mais escoamento for gerado pela impermeabilização do solo da bacia, mais se devem ampliar os canais de drenagem. Na gestão da demanda, ou sustentável, volta-se do canal para toda a bacia hidrográfica, de forma mais complexa, buscando reduzir a geração do escoamento, ou seja, a compensação dos efeitos da urbanização sobre o ciclo hidrológico (SOUZA, 2013).

Na Europa, para evitar os problemas como os mencionados, adotam-se medidas para recuperar o funcionamento dos sistemas lóticos, como obras hidráulicas adaptadas à natureza e conservação e recuperação das áreas de inundação (BINDER, 2001). Neste artigo, o termo recuperação designa qualquer tipo de ação que vise melhorar em alguma medida a qualidade de um rio sob aspectos que podem ser paisagísticos, urbanísticos, ecossistêmicos ou hidrológicos (BOF, 2014). Dentro dessa nova abordagem, um exemplo a ser mencionado é o programa Programa de Recuperação Ambiental e Saneamento dos Fundos de Vale e dos Córregos em Leito Natural de Belo Horizonte-DRENURBS, desenvolvido pela Prefeitura de Belo Horizonte, Minas Gerais, que busca reintegrar os cursos fluviais impactados à cidade e ao ambiente, através de ações de recuperação de cursos d'água não-canalizados. O programa contempla ações que propiciem um aspecto menos artificializado aos córregos, com a manutenção da permeabilidade das bacias hidrográficas e dos leitos, condições de diversidade de habitats fluviais e de oxigenação para comunidades aquáticas, recolhimento de efluentes e dos resíduos sólidos (MACEDO, 2009). Programas de sucesso, como o DRENURBS, são essenciais para divulgar e incentivar a realização de propostas semelhantes em outros estados, como no RS.

4. Avaliação da integridade ambiental de córregos urbanos

A ausência de informações sobre a qualidade das águas superficiais impede, muitas vezes, a compreensão das condições reais dos cursos d'água e das medidas necessárias para o seu gerenciamento. Por vezes, os estados e municípios brasileiros não têm condições de manter um monitoramento constante pelos elevados custos logísticos e/ou ausência de pessoal capacitado. Entretanto, há diversas metodologias à disposição dos gestores e técnicos para avaliar a

integridade ambiental dos sistemas lóticos urbanos. A escolha do método depende de fatores como: objetivo do monitoramento, praticidade da aplicação e fatores econômicos.

A avaliação de características físicas, químicas e bacteriológicas são amplamente difundidas e os resultados podem, por exemplo, fornecer informações sobre o enquadramento do curso fluvial, identificar fontes de poluição e a necessidade/eficiência de metodologias de controle da poluição. Alguns parâmetros relevantes da qualidade da água podem ser sintetizados na forma de um índice, que é, em geral, um número associado ao estado de um fenômeno ou de um ambiente no qual tais informações se inserem (LIBÂNIO, 2016). É possível comparar a qualidade de distintos corpos d'água e, também, inferir o impacto de ações que visem à preservação dos ecossistemas aquáticos. Como exemplo, pode ser citado o Índice da Qualidade da Água (IQA) desenvolvido pela *National Sanitation Foundation* (NSF) dos Estados Unidos e adaptado para o Brasil por agências ambientais, como a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb), em São Paulo, e que utiliza nove parâmetros da qualidade da água (OD, demanda bioquímica de oxigênio-DBO, coliformes termotolerantes-CT, potencial hidrogeniônico, temperatura e turbidez da água, nitrogênio total, fósforo total e resíduo total). Para não se perder de vista o monitoramento integrado do curso d'água, Koide e Souza (2003) indicam que é desejável que variáveis hidrológicas também sejam mensuradas, visando considerar os dois aspectos do ecossistema aquático: qualidade e quantidade de água.

Índices também podem ser utilizados para sintetizar informações biológicas, cuja avaliação parte do princípio de que, ao introduzir um poluente em um ecossistema, esse é perturbado, e terá de ocorrer um reajuste na comunidade a fim de estabelecer-se um novo equilíbrio. Espécies mais resistentes terão vantagem, enquanto as mais sensíveis irão perecer. De modo geral, indicadores biológicos apresentam, em relação aos métodos físico-químicos, a vantagem de representar os efeitos acumulados da degradação e de contaminação crônica, entretanto, as interpretações são de extrema dificuldade, demandando, via de regra, mão de obra

especializada (BOLLMAN; MARQUES, 2000).

Quando se trata da qualidade ambiental, uma avaliação voltada apenas para a medida da qualidade da água é, normalmente, inadequada. Um ambiente com boa qualidade da água poderá ter medidas de diversidade biológica pobres, enquanto um ambiente com uma baixa qualidade da água poderá apresentar, surpreendentemente, boa diversidade. Isso só é compreensível quando se avaliam outras condições ambientais, como as condições de habitats: em locais com boa qualidade da água, mas pobres em habitats, as comunidades aquáticas não irão prosperar; já em ambientes com diversidade de habitats e com uma baixa qualidade da água, é possível que as comunidades aquáticas não prosperem, mas os habitats certamente oferecerão vantagens para sobrevivência biológica (HERRICK, 1996).

Diante disso, uma metodologia disponível para avaliar qualitativamente a presença e as condições dos habitats é o uso de um Protocolo de Avaliação Rápida (PAR). Callisto *et al.* (2002), por exemplo, propuseram um PAR que afere a diversidade de habitats a partir de características da água e do sedimento, do tipo de ocupação das margens, erosão e assoreamento, extensão da mata ciliar, largura de rápidos e remansos. Os resultados do PAR, aliados às avaliações da qualidade da água, conferem um caráter holístico às avaliações, sendo um método barato e que não exige conhecimento especializado para a sua aplicação (RODRIGUES; CASTRO, 2008).

5. Proposta teórico-metodológica aplicada ao córrego José Joaquim

O córrego José Joaquim possui 7,8 km de comprimento, drenando uma sub-bacia de 40,28 km^2 de áreas urbanas e rurais (GONÇALVES, 2013). Ao longo de suas margens, verifica-se a existência de residências, focos de erosão e remoção da mata ciliar, lançamentos de esgotos domésticos in-natura e resíduos sólidos, fatores que comprometem a qualidade da água (COMITESINOS, 2010). Apesar do que preconiza a gestão sustentável da drenagem urbana, o

córrego está sofrendo intervenções para ampliação da canalização do seu leito, e não de recuperação ou medidas para compensar os efeitos da urbanização. Pouco se conhece sobre a situação ambiental do córrego, que não experimenta nenhum tipo de monitoramento quali-quantitativo da água ao longo de sua extensão.

Para implantar um monitoramento de avaliação da integridade ambiental no córrego José Joaquim é necessário compreender as condições do curso d'água em relação à urbanização e à canalização: demonstrou-se que a degradação está relacionada à perda da qualidade da água, à perda dos habitats físicos necessários à sobrevivência biótica e a alterações no regime hidrológico. Algumas considerações se fazem importantes e são apresentadas a seguir: **1. Qualidade da água:** a degradação da qualidade da água ocorre pela presença de poluentes e também por efeito das condições físicas e biológicas do curso fluvial. A avaliação da qualidade da água contaminada com esgotos pode ser realizada através de parâmetros quantitativos como: DBO, OD e CT. A avaliação pode ser realizada através da aplicação do IQA adaptado pela Cetesb e prospecção de poluentes potencialmente tóxicos, como metais pesados associados aos ramos industriais desenvolvidos na cidade; **2. Condições de sobrevivência da biota:** indica-se uso de um PAR para avaliação da integridade ecológica, a ser aplicado em pontos representativos ao longo da extensão do córrego. Obtém-se, como resultado, a indicação semi-quantitativa de degradação do ecossistema aquático. **3. Estudo das características hidrológicas da bacia hidrográfica:** como o córrego José Joaquim não conta com estações flúvio e/ou pluviométricas em seu leito, deverão ser realizadas medidas de vazão e pluviometria. Com estes dados será possível analisar as características da qualidade da água considerando os dados hidrológicos.

6. Considerações finais

O presente trabalho teve o objetivo de abordar os efeitos da urbanização e da canalização nos ambientes fluviais, de forma a sustentar a escolha de metodologias para monitoramento da integridade ambiental de cursos d'água. Apresentou-se uma proposta teórico-metodológica que

poderia ser aplicada no córrego José Joaquim, Sapucaia do Sul (RS), composta por avaliações físico, químicas, bacteriológicas e hidrológicas da água e de diversidade de habitats.

Referências bibliográficas

ASSUMPÇÃO, A. P. **Retificação de canais fluviais no baixo de canais fluviais no baixo curso da bacia do rio Macaé (RJ) – uma abordagem geomorfológica**. Dissertação (Mestrado em Geografia). Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2009.

BELMONTE, A. Entre os dez mais poluídos, Sinos, Gravataí e Caí ainda têm esgoto como principal vilão. **Jornal NH**, Novo Hamburgo, 08 de out. de 2017.

BINDER, W. **Rios e Córregos. A Recuperação de Rios, Possibilidades e Limites da Engenharia Ambiental**. 3a ed. Rio de Janeiro: SEMADS, 1998. P. 41.

BOF, P. H. **Recuperação de rios urbanos: o caso do Arroio Dilúvio**. Monografia (Curso de Graduação em Engenharia Ambiental). Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2014.

BOLLMANN, H. A; MARQUES, D. L. M. Bases para a estruturação de indicadores de qualidade da água. **RBRH**, v.5, n.1, 2000, pp. 37-60.

CALLISTO M; FERREIRA, W. R.; MORENO, P.; GOULART, M. D. C. & PETRÚCIO, M. M. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). **Acta Limn. Bras.**, v.14, n.1, pp. 91-98. 2002.

COMITESINOS. Trabalhos Técnicos. **Conhecendo e divulgando as águas e banhados do meus município - Sapucaia do Sul**. 2010. Disponível em: <http://www.comitesinos.com.br/trabalhos-tecnicos>. Acesso em: 11/10/2018.

DAVIS, N.M., WEAVER, V., PARKS, K., LYDY, M.J. An assessment of water quality, physical habitat, and biological integrity of an urban stream in Wichita, Kansas, prior to restoration improvements (phase I). **Arch. Environ. Contam. Toxicol**. v.44, n.3, 2003, pp. 351-359.

GONÇALVES, F. de S. **A expansão sobre o relevo do município de Sapucaia do Sul-RS**. Dissertação [Mestrado]. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Geociências. Programa de Pós-Graduação em Geociências. Porto Alegre: UFRGS, 2013.

HERRICK, E. E. Water Quality Issues in River Channel Restoration. In: BROOKES, A; SHIELDS JR., F. D. (Edt). **River Channel Restoration: Guiding Principles for Sustainable Projects.** Chinchester: John Wiley & Sons, 1996, pp. 179-199.

KOIDE, S; SOUZA, M. A. A. de. Capítulo 20: monitoramento da qualidade da água. In: PAIVA, J. B. D; PAIVA, E. M. C. (Org.). **Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas**. Porto Alegre: ABRH, 2003, pp. 567-585.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento da água**. Campinas: Átomo, 2016.

MACEDO, D. R. **Avaliação de Projeto de Restauração de Curso d'água em Área Urbanizada: estudo de caso no Programa Drenurbs em Belo Horizonte**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, Departamento de Geografia. Belo Horizonte: UFMG, 2009.

MACHADO, P. J. de O. Urbanização e qualidade das águas do córrego Independência, Juiz de Fora/MG. **Revista Equador (UFPI)**, v.5, n.5, 2016, pp. 20-35.

RODRIGUES, A. S de L; CASTRO, P. de T. A. Protocolos de avaliação rápida: instrumentos complementares para monitoramento dos recursos hídricos. **RBRH**, v.13, n.1, 2008, pp. 161-179.

SANDER, C; WANKLER, F. L; EVANGELISTA, R. A. de O; SANTOS, M. L. dos; FERNANDEZ, O. V. Q. Intervenções antrópicas em canais fluviais em áreas urbanizadas: rede de drenagem do igarapé Caranã, Boa Vista - RR. **ACTA Geográfica**, Boa Vista, v.6, n.12, 2012, pp. 59-84.

SOUZA, V. C. B. de. Gestão da drenagem urbana no Brasil: desafios para a sustentabilidade. **Gesta**, v.1, n.1, 2013, pp. 057-072.

TUCCI, C. E. M. Água no meio urbano. Em: REBOUÇAS, A. da C; BRAGA, B; TUNDISI, J. G. [Org.]. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 3a edição. São Paulo: Escrituras Editora, 2006. 399-432 p.

_____. Águas urbanas. **Estudos Avançados**, v.22, n.63, 2008, pp. 97-112.

_____. Inundações Urbanas. Em: TUCCI, C. E. M; PORTO, R. L. L; BARROS, M. T. de. [Orgs.]. **Drenagem Urbana**. Porto Alegre: ABRH//UFRGS, 1995. P. 15-31.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA PARA RIOS COMO POSSIBILIDADE DE ANÁLISE NO MEIO URBANO: APLICAÇÃO NO RIO DOS SEIXOS, SALVADOR - BAHIA

Cassio de Jesus Viana [(a)], Juliana P. P. dos Santos [(a)], Jorge R. A. Góes Junior [(b)], Plínio Martins Falcão[(b)]

[(a)] Discentes do curso de Lic. em Geografia, Instituto Federal da Bahia (Campus Salvador), bolsistas PIBITI-CNPq e PIBIC-FAPESB, juliana2pere@gmail.com / cassioviana1992@gmail.com

[(b)] Discente da Licenciatura em Geografia, Instituto Federal da Bahia (Campus Salvador), jjr.goes@gmail.com

[(c)] Departamento de Geografia, Instituto Federal da Bahia (Campus Salvador), Grupo de Pesquisa Terra&Mar, plinio@ifba.edu.br

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo/

Cassio de Jesus Viana, Juliana P. P. dos Santos, Jorge R. A. Góes Junior, Plínio Martins Falcão

Compreender os agentes urbanos envolvidos na degradação dos rios urbanos se faz importante pelo fato de contribuir com a minimização dos impactos ambientais decorrentes desse processo. Assim, colocamos em evidência o rio dos Seixos, que é um sistema totalmente urbano, localizado na cidade de Salvador (BA), cujos objetivos foram os de identificar e analisar os impactos decorrentes da pressão provocada pela urbanização ao longo do seu curso. Para isso, seguiu-se duas etapas: (i) pesquisa bibliográfica acerca da poluição e demais problemas em rios inseridos em área urbana; (ii) aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida de Rios (PAR), uma metodologia de caracterização qualitativa de rios, em três trechos do rio. Os resultados obtidos indicaram que estes se encontram impactados, nutrindo relações diretas com as atividades antropogênicas espacializadas pela deficiência do poder público. Sendo assim, o diagnóstico realizado permitiu a discussão e proposição de ações que possam viabilizar melhorias no rio.

Palavras chave: Rios urbanos, Rio dos Seixos, Poluição hídrica.

1 Introdução

Atualmente tem se discutido bastante a respeito da ineficiência na gestão dos corpos d'água no território brasileiro. Nesse contexto, faz-se necessário compreender os impactos ocasionados

pelas alterações antropogênicas sobre os rios, principalmente os situados em áreas urbanas, que vêm sofrendo diversos impactos ambientais e alterações em sua estrutura devido à urbanização mal planejada pelos gestores do espaço urbano. Em função da sua localização geográfica, os rios no perímetro da cidade foram aqui denominados de rios urbanos.

No contexto dessa temática é colocado em evidência o rio dos Seixos, que é um sistema totalmente urbano, localizado na cidade de Salvador (BA), cujos objetivos foram os de identificar e analisar os impactos decorrentes da pressão provocada pela intensa urbanização ao longo do seu curso. O rio dos Seixos é o principal rio encaixado na bacia hidrográfica de mesmo nome, a qual encontra-se limitada pelos divisores de drenagem, no sentindo norte pela bacia do Lucaia e a leste pela bacia de Ondina (SANTOS et al., 2010). Percorre durante todo o seu curso, áreas bem valorizadas pelos agentes imobiliários e por isso sua bacia encontra-se densamente ocupada.

Suas duas nascentes estão localizadas na capital baiana, nos bairros do Canela, no Vale do Canela, e no bairro da Graça, na Fonte Nossa Senhora da Graça. Após isso, seu curso segue ao centro da Avenida Reitor Miguel Calmon, até ser tamponado nas proximidades com a Rua Padre Feijó. Devido ao tamponamento, o rio segue sem deixar registros na paisagem de sua existência por todo o bairro da Barra, até desembocar neste mesmo bairro, próximo ao Morro do Cristo.

2 Materiais e Métodos

Para a realização desse trabalho, duas etapas foram seguidas: (i) pesquisa bibliográfica acerca dos problemas encontrados em rios urbanos; (ii) aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida de Rios (PAR) proposto por Callisto et al. (2002) em três trechos do rio, selecionados conforme a possibilidade de acesso. O protocolo possui 22 parâmetros para caracterizar trechos de rios de forma qualitativa, permitindo a elaboração de um diagnóstico acerca da sua qualidade ambiental, baseado em um sistema de pontuação: 0 a 40 caracterizados como “impactado”; 41

a 60 pontos correspondem a trechos "alterados"; e de 61 pontos em diante é considerado como trecho "natural".

3 Resultados e Discussão

Os três trechos (figura 1) submetidos à análise foram caracterizados como "Impactado", respectivamente: 28, 20 e 24 pontos. Dentre estes impactos, identificou-se a ausência da mata ciliar, que deu lugar a canteiros com vegetação paisagística (figura 2a). Ademais, a construção da Avenida Reitor Miguel Calmon sobre a planície de inundação do rio consolida a urbanização da localidade e impede a presença da mata ciliar com espécies nativas.

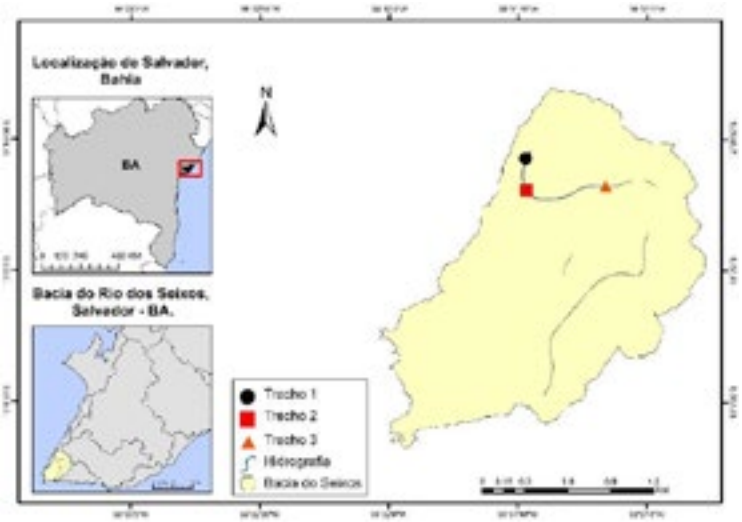


Figura 1: Bacia hidrográfica do rio dos Seixos com os trechos de aplicação do PAR.
Fonte: os autores (2018)

Outro fator responsável por suprimir a matar ciliar é a adoção da canalização (figura 2a) para conter os transbordamentos em períodos de cheia, que no caso do rio dos Seixos foi imposta a todo seu curso. Para Botelho (2011), esse tipo de intervenção, causa alterações nocivas ao curso d'água, como: o aumento da velocidade das águas; diminuição do espaço físico e facilita a ocupação da planície de inundação. Porém, o aumento do volume das águas dos rios e seus transbordamentos em períodos chuvosos são processos naturais. Logo, as enchentes são provocadas devido a presença do homem e suas alterações nos cursos d'água, a exemplo: da remoção da mata ciliar; ocupação e impermeabilização da planície de inundação.

ISBN: 978-85-7282-778-2

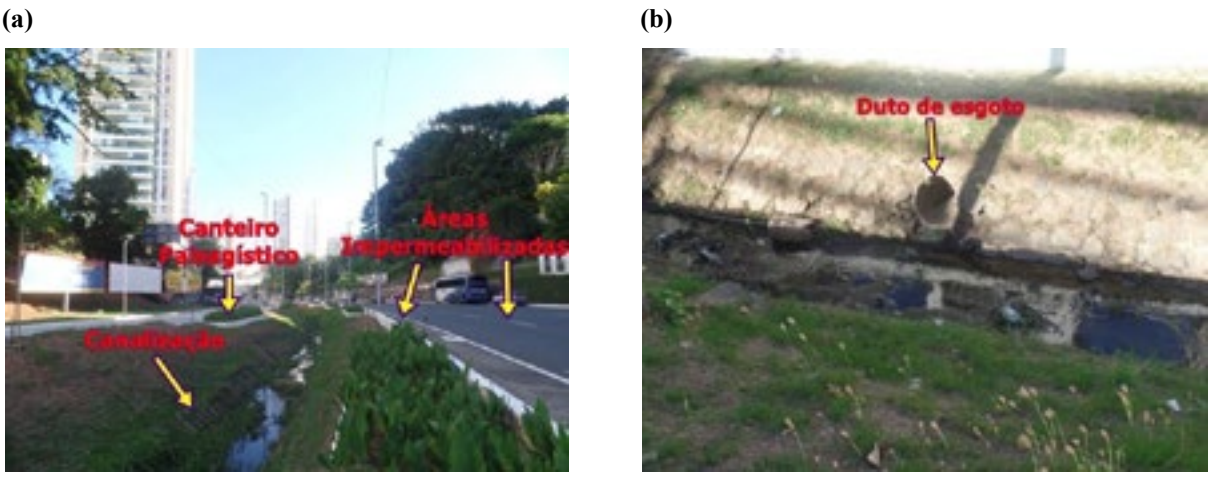


Figura 2 – Problemas ambientais no rio dos Seixos: (a) Canteiros paisagísticos, canalização e áreas impermeabilizadas no Trecho 1; (b) Duto de esgoto no Trecho 2
Fonte: os Autores (2018)

As margens do rio dos Seixos encontram-se impermeabilizadas através das calçadas cimentadas e o uso de asfalto nas vias (figura 2a). Essas estruturas intensificam o escoamento superficial, colaborando para a elevação do volume das águas em períodos chuvosos, assoreamento e drenagem de esgotos para o leito. Em rios com planície arborizada, as gotas de chuvas são interceptadas pelas folhas e escoadas pelo caule facilitando a infiltração no solo. Assim, a impermeabilização, também, altera a dinâmica do ciclo hidrológico da localidade, pois dificulta os processos de infiltração e percolação da água.

O rio dos Seixos é considerado um rio de pequeno porte (SANTOS et al., 2010), com seu canal apresentando medições nos trechos analisados, entre 2,40 e 3m de largura, e consistindo em um fluxo laminar, sem corredeiras expressivas, exceto no Trecho 3 (T3), em função dos dutos (figura 2b) responsáveis por despejar efluentes em seu curso. Estes efluentes também contribuem para tornar as águas escuras e com odor de esgoto neste trecho.

Ainda sobre a coloração das águas, o Trecho 1 (T1) e o Trecho 2 (T2) apresentaram coloração transparente sem oleosidade, porém T2 com odor de esgoto (figura 2b). Em relação aos sedimentos de fundo, todos os trechos analisados estão cobertos por lama ou areia. Exceto T1, todos os outros trechos apresentaram odor de esgoto no sedimento de fundo. Ademais, todos os

trechos analisados mostram substrato rochoso instável para a fixação dos organismos aquáticos e pequenas concentrações de bancos de sedimentos com algumas plantas rasteiras.

De acordo com Botelho (2011), mesmo com as alterações antropogênicas que os rios em áreas urbanas estão submetidos, estes não deixam de realizar os seus processos naturais: erosão, transporte e deposição, a exemplo do rio dos Seixos. Todavia, resta saber até quando, pois os constantes avanços da urbanização sobre a bacia, já provocaram diversos problemas, a exemplo do tamponamento do seu médio curso até a sua desembocadura.

4 Considerações finais

A urbanização desenvolvida nas margens do rio dos Seixos não levou em consideração a qualidade das suas águas. Por isso, o rio apresenta condições, segundo o PAR, "impactadas" nos três trechos analisados, tornando as suas águas impróprias para consumo e atividades recreativas. Contudo, a fim de minimizar os impactos e contribuir para a melhora da condição ambiental, algumas intervenções se fazem necessárias, como: neutralização das fontes poluentes; implantação de mata ciliar nas margens; dragagem e limpeza do canal; e monitoramento da qualidade da água.

Referências

BOTELHO, R. G. Bacias Hidrográficas Urbanas. IN: GUERRA, A. J. (org). **Geomorfologia Urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. Cap. 3, Pg. 71-110.

CALLISTO, M. et al. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). **Acta Limnologica Brasiliensis**, v. 14, n. 1, p. 91-98, 2002.

SANTOS, E. et al. (Orgs.). **O Caminho das Águas em Salvador**: Bacias Hidrográficas, Bairros e Fontes. Salvador: CIAGS/UFBA, 2010.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

PROTOCOLOS DE AVALIAÇÃO RÁPIDA (PAR's) PARA AVALIAÇÃO AMBIENTAL DE CURSOS D´ÁGUA: APLICAÇÃO NO RIBEIRÃO DA PRATA (QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG)

Nayara Mariana Gonzaga Rosa [(a)], Antônio Pereira Magalhães Jr [(b)]

[(a)] Departamento de geografia, Universidade Federal de Minas Gerais, nayara.mariana07@gmail.com

[(b)]Departamento de Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais, antonio.magalhaes.ufmg@gmail.com

Eixo: Dinâmica e Gestão de Bacias Hidrográficas

Resumo

Informações qualificadas dão bases para a gestão e proteção de recursos hídricos. No Brasil, os diagnósticos ambientais de rios se baseiam principalmente em análises de parâmetros físico-químicos e bacteriológicos da água. Estas avaliações ocorrem por meio das estações de monitoramento que, apesar de gerarem dados significativos, apresentam alto custo de funcionamento. Assim, torna-se desejável a utilização de ferramentas práticas e pouco onerosas para avaliar a qualidade ambiental de sistemas fluviais. Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo discutir as potencialidades dos Protocolos de Avaliação Rápida (PARs) para avaliação ambiental de cursos d'água a partir do estudo de caso do Ribeirão da Prata (Quadrilátero Ferrífero, MG). Os resultados demonstraram que o PAR pode ser considerado como uma ferramenta viável para o diagnóstico, uma vez que a partir de sua aplicação foi possível detectar alterações gradativas na qualidade ambiental do curso d'água avaliado.

Palavras chave: Sistemas fluviais, Protocolos de Avaliação Rápida (PARs), Qualidade ambiental.

Nayara Mariana Gonzaga Rosa, Antônio Pereira Magalhães Jr

1. Introdução

Os processos decisórios de gestão de bacias hidrográficas dependem de informações qualificadas, pautadas na realidade e diversidade dos sistemas hídricos (LEMOS, *et al*. 2014). No Brasil, o diagnóstico ambiental de cursos d'água se dá principalmente por meio de estações de monitoramento de parâmetros quantitativos e qualitativos da água. Apesar de gerarem dados significativos, estas análises são onerosas, já que envolvem a manutenção de equipamentos e contratação de profissionais especializados (CASTRO e RODRIGUES, 2008). Este aspecto se reflete em lacunas de informações, já que o número de estações varia entre localidades devido a restrições financeiras (MAGALHÃES JR, 2000).

Considerando esta limitação, são desejáveis iniciativas voltadas para o monitoramento de rios através de ferramentas práticas e de baixos custos. Neste contexto se inserem os Protocolos de Avaliação Rápida (PARs), que consistem em instrumentos

desenvolvidos para o diagnóstico ambiental de cursos d'água, a partir da avaliação de parâmetros macroscópicos (BIZO *et. al*; 2014). Os PARs se configuram como ferramentas de fácil aplicação, que permitem uma análise prática, eficaz e pouco onerosa.

Diante da problemática, o presente trabalho pretende discutir as potencialidades dos Protocolos de Avaliação Rápida (PARs) para avaliação ambiental de sistemas fluviais a partir do estudo de caso do Ribeirão da Prata (Serra do Gandarela, MG). Buscou-se elaborar um PAR específico e aplicá-lo para fins de teste em segmentos do Riberão, que nasce no Parque Nacional da Serra do Gandarela (PARNA Gandarela- MG) e se estende até o município de Raposos (MG).

2. A bacia hidrográfica do Ribeirão da Prata

A Serra do Gandarela localiza-se no domínio geológico-geomorfológico do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais.Devido à riqueza paisagística, biodiversidade e potencial hídrico, em 2014 a área foi indicada para a criação do Parque Nacional da Serra do Gandarela (Decreto s/n, de 13 de Outubro de 2014) (Figura 1). Conforme levantamento do ICMBio (2010), no parque foram encontradas mais de mil nascentes, além de rios enquadrados nas Classes Especial e 1, conforme a resolução CONAMA nº 357 de Março de 2005.

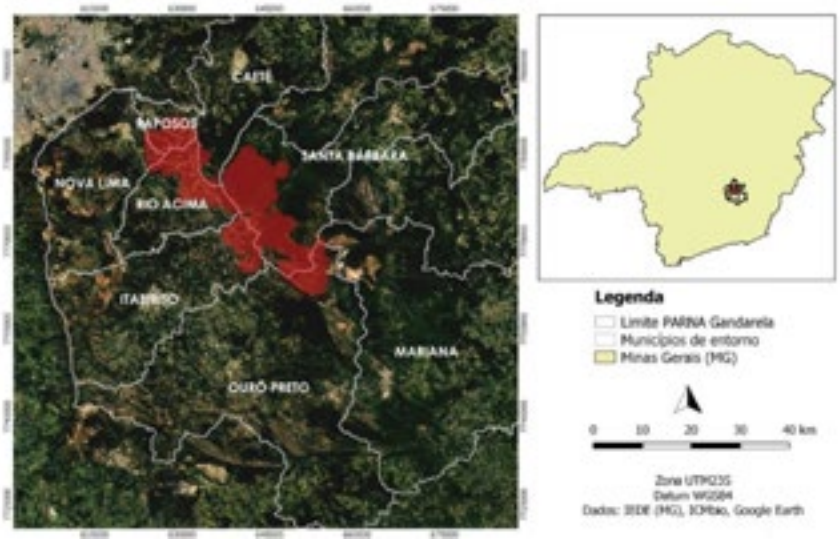


Figura 1 - Localização do PARNA Gandarela

Com nascentes no interior do Parque, a bacia hidrográfica do Ribeirão da Prata apresenta uma área de 100km², desaguando na altura do município de Raposos (Figura 2). Enquadrado na classe 1 conforme resolução CONAMA nº 357 (*op. Cit*), acredita-se que o Ribeirão contribui com a melhora de qualidade do Rio das Velhas, seu receptor. Além disso, configura-se como o principal bem natural com potencial de lazer em Raposos, sendo utilizado para fins recreacionais de contato primário (LEITE, *et al*. 2015).

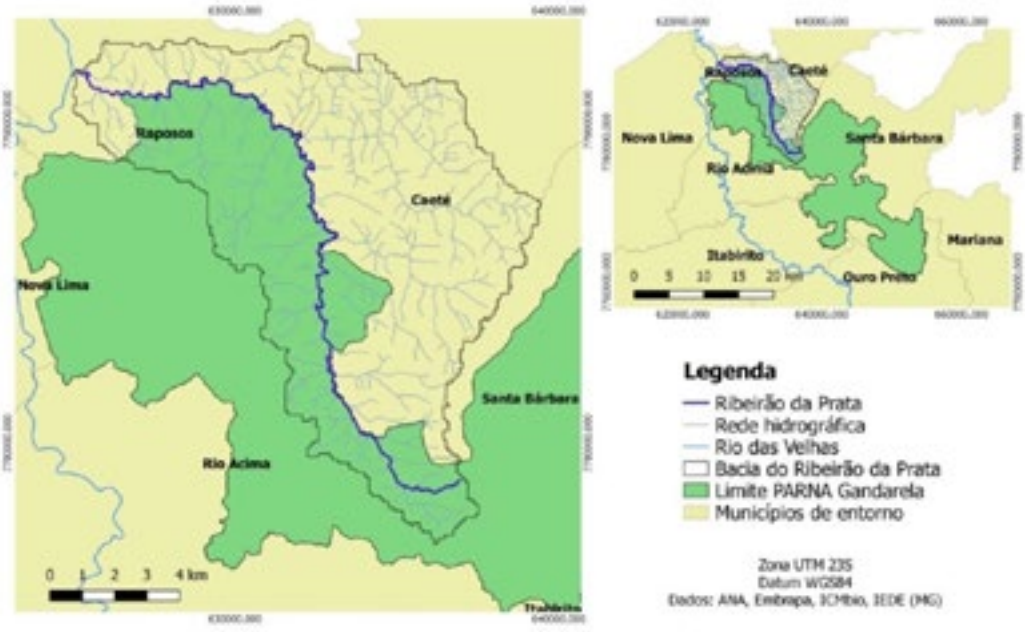


Figura 2 - Bacia hidrográfica do Ribeirão da Prata (MG)

3. Procedimentos metodológicos

A elaboração do protocolo se deu a partir de um levantamento bibliográfico. Baseando-se na literatura, foi selecionado um modelo de PAR de onde foram adaptados indicadores e o sistema de pontuação. A este modelo foram incluídos parâmetros encontrados em outros trabalhos. O protocolo modelo selecionado foi o Quadro I apresentado por Callisto, *et al* (2002), em estudo intitulado "Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG – RJ)":

Tabela 1 - Quadro 1 aplicado por Callisto, *et al.* 2002

Parâmetros	Pontuação		
	4 pontos	2 pontos	0 pontos
1. Tipo de ocupação das margens do corpo dágua (principal atividade)	Vegetação natural	Campo de pastagem/Agricultura/Monocultura/Reflorestamento	Residencial/Comercial/Industrial
2. Erosão próxima e/ou nas margens do rio e assoreamento em seu leito	Ausente	Moderada	Acentuada
3. Alterações antrópicas	Ausente	Alterações de origem doméstica (esgoto/lixo)	Alterações de origem industrial/urbana (fábricas, siderurgias, canalização, retilização do curso do rio)
4. Cobertura vegetal no leito	Parcial	Total	Ausente
5. Odor da água	Nenhum	Esgoto (ovo podre)	Óleo/industrial
6. Oleosidade da água	Ausente	Moderada	Abundante
7. Transparência da água	Transparente	Turva/cor de chá forte	Opaca ou colorida
8. Odor do sedimento (fundo)	Nenhum	Esgoto (ovo podre)	Óleo/industrial
9. Oleosidade do fundo	Ausente	Moderada	Abundante
10. Tipo de fundo	Pedra/cascalho	Lama/areia	Cimento/canalizado

Este protocolo atribui notas de 0 a 4 aos parâmetros. A partir do somatório de todos os valores têm-se as pontuações finais de cada segmento fluvial, que refletem seu nível de conservação (impactados, alterados e naturais). Deste modelo foram incluídos os indicadores: tipo de ocupação das margens do corpo d'água; avaliação de focos de erosão próxima e/ou nas margens do rio; alterações antrópicas; odor da água; oleosidade da água e transparência.

Foram selecionados outros três estudos de referência. Do trabalho de Gomes, *et al.* (2005), que avaliou impactos ambientais em nascentes, foram incluídos os parâmetros "presença de resíduos sólidos"; "materiais flutuantes"; "espumas"; "presença de animais"; "sinais de usos humanos"; e "proximidade de residências ou estabelecimentos". Do trabalho de Minatti - Ferreira e Beaumord (2006), cujo objetivo foi adequar um PAR para avaliar ecossistemas fluviais, foram utilizados os indicadores "estabilidade dos barrancos"; "proteção dos barrancos por vegetação"; e "grau de sombreamento das margens". Por fim, o último

parâmetro adaptado ("alterações nos canais fluviais") está no estudo de Rodrigues (2008), que elaborou um PAR para monitoramento de rios inseridos em campos rupestres.

O PAR elaborado foi aplicado na análise de 6 segmentos do Ribeirão da Prata, representados na figura 3. Para que diferentes condições do ambiente fluvial fossem representadas, foram selecionados trechos localizados no interior e fora dos limites do parque. A cada parâmetro foram atribuidas notas que variam de 0 a 4, conforme o protocolo modelo. Ao final as notas foram totalizadas, gerando os diagnósticos de qualidade ambiental dos segmentos fluviais, enquadrados nas categorias "ótima", "intermediária" ou "ruim".

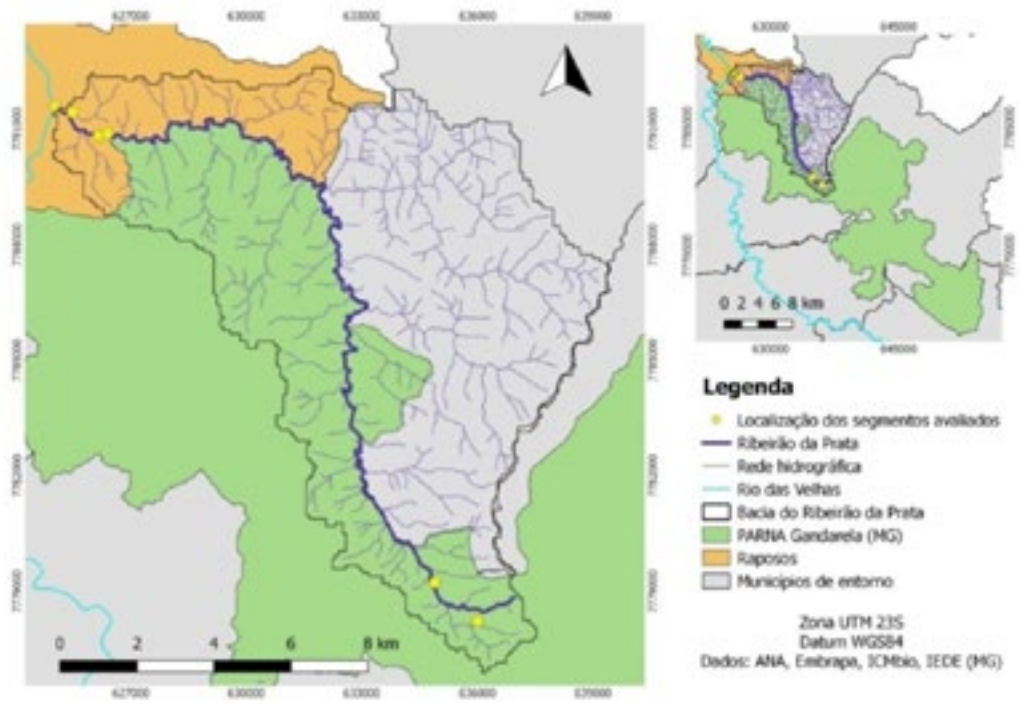


Figura 3 - Segmentos avaliados no Ribeirão da Prata

4. Resultados

A proposta de PAR elaborada encontra-se apresentada na tabela 2. Esta foi aplicada nos seguimentos selecionados, gerando os resultatos descritos a seguir.

Tabela 2 – Protocolo elaborado

Localização:				
Data da coleta: __/___/___ Hora da coleta:				
Tempo (situação do dia):				
Parâmetros	**Pontuação**			
	4 pontos	**2 pontos**	**0 pontos**	**Avaliação**
1. Tipos de ocupação das margens	Vegetação natural	Campo de pastagem/agricultura/monocultura/ reflorestamento	Residencial/comercial/ industrial	
2. Proximidade de instalações residenciais, comerciais ou industriais	Mais de 100 metros	Entre 50 em 100 metros	Menos de 50 metros	
3. Obras e estruturas hidráulicas	Ausência. O curso d'água segue com padrão natural	Presença de área para apoio de pontes; canalização pouco extensiva	Preseça de barragens ou desvios; margens revestidas por gabiões ou cimento; extensa canalização do curso d'água	
4. Fontes pontuais de emissão de efluentes	Ausência.	Emissão de esgoto/efluentes domésticos	Emissão de efluentes químicos/industriais	
5. Resíduos sólidos nas margens	Ausência	Pouco	Muito	
6. Materiais flutuantes	Ausência	Pouco	Muito	
7. Espumas	Ausência	Pouca	Muita	
8. Odor da água	Nenhum	Esgoto	Químico/industrial	
9. Oleosidade da água	Ausente	Moderada	Abundante	
10. Transparência da água	Transparente	Turva/cor de chá forte	Opaca ou colorida	
11. Proteção das margens	70% ou mais da superfície coberta por vegetação natural, afloramentos rochosos ou outras estruturas naturais estáveis	40 a 70% da superfície coberta por vegetação, afloramentos rochosos e outras estruturas naturais estáveis	Menos de 40% das superfície coberta por vegetação, afloramentos rochoros e outras estruturas naturais estáveis	
12. Estabilidade das margens à erosão e movimentos de massa	Poucas evidências de cicatrizes de rupturas (quedas) e focos de erosão acelerada (sulcos, ravinas)	Moderada perda de massa sedimentar, com sinais recentes de erosão e/ou quedas	Evidências de deslizamentos e quedas recentes, com barrancos instáveis	
13. Sombreamento	Vegetação com várias alturas	Sombreamento completo da superfície da água	Superfície da água totalmente exposta à luz solar	
14. Uso por animais domésticos	Não detectado	Sinais pouco expressivos	Presença	
15. Usos humanos	Não detectado	Sinais pouco expressivos	Presença	

O Segmento 1 (Figura 4) corresponde a um trecho da zona de cabeceira do Ribeirão da Prata. Este foi classificado com 60 pontos (nota máxima), sendo enquadrado na categoria de condição ambiental "ótima". A ocupação no entorno corresponde a vegetação natural ciliar, que se associa a afloramentos rochosos garantindo estabilidade às margens. A vegetação também exerce o papel de fornecer sombreamento adequado para a superfície.

Figura 4 - Segmento 1

O Segmento 2 (Figura 5) também se insere no alto curso da bacia. Classificado com 56 pontos (categoria "ótima"), o trecho possuía margens ocupadas por vegetação natural ciliar, que não apresentavam processos erosivos. Além disso, existiam boas condições de sombreamento, proporcionadas pelos diferentes estratos da vegetação. Como alterações antrópicas, foi identificada uma pequena ponte.

Figura 5 – Segmento 2

O Segmento 3 (Figura 6) insere-se na porção média da bacia, no município de Raposos. Classificado com nota 48 (categoria "ótima"), têm as margens recobertas por vegetação natural, não havendo ocupações humanas próximas. Haviam poucas evidências de processos erosivos. Apesar das boas condições aparentes de qualidade, a água foi caracterizada como opaca, indicando significativa carga sólida em suspensão. No que se refere ao uso por animais domésticos, foi identificada a presença de fezes e pegadas (nota 0). Com relação ao uso por humanos, este foi identificado através da existência de trilhas logo ao lado do curso (nota 0).

Figura 6 – Segmento 3

O segmento 4 (Figura 7), foi classificado com 34 pontos (categoria "intermediária"). A ocupação das margens é predominantemente natural, sendo poucas as evidências de processos erosivos. A água apresentava-se opaca e, ao longo das margens, foram encontrados resíduos sólidos. Foi identificada uma barragem de pequeno porte, que modifica a dinâmica do sistema fluvial. Deste modo, foi atribuída nota 0 ao parâmetro "obras e estruturas hidráulicas". O parâmetro "usos humanos" também foi avaliado com nota 0. Além da própria barragem, foi identificada a existência de dois casebres; de uma pequena instalação comercial nas proximidade; da trilha que deu acesso ao local; resíduos sólidos nas margens e escritos nas estruturas de concreto. Além disso, no momento da avaliação observou-se a presença de um grupo de pessoas que utilizava o rio para recreação com contato primário.

Figura 7 – Segmento 4

O Segmento 5 (Figura 8) encontra-se inserido no centro de Raposos e foi classificado com nota 24 (categoria "intermediária"). Neste contexto, a ocupação era predominantemente residencial e comercial e as margens possuíam menos de 40% de área protegida por vegetação natural. Haviam poucos sinais de processos erosivos. Foi identificada grande quantidade de resíduos sólidos ao longo das margens. A água possui odor característico de esgoto, que é despejado diretamente no rio através de estruturas visíveis.

Figura 8 – Segmento 5

O segmento 6 (Figura 9) corresponde à confluência do Ribeirão da Prata com o Rio das Velhas e foi classificado com nota 20 (categoria "ruim"). As margens são ocupadas por construções residenciais e comerciais que despejam efluentes diretamente no curso. Foram identificadas grandes quantidades de resíduos sólidos nas margens e materiais flutuantes na

água. Esta possui odor forte de esgoto e grau elevado de opacidade. No que se refere a processos erosivos, foram detectadas evidências recentes. Com relação a obras e alterações, foi identificada a presença de área para apoio de uma ponte. Não foram identificados trechos canalizados, tendo-se ainda um padrão morfológico natural do canal.

Figura 9 – Segmento 6

5. Discussões

A partir da aplicação do PAR foi possível perceber que, por se tratar de uma ferramenta qualitativa, este carrega certo grau de subjetividade que pode acarretar em variações na avaliação. Além disso, os critérios utilizados para pontuar os segmentos, como qualquer outro modelo, podem levar à desconsideração de certos aspectos importantes para o diagnóstico ambiental. Uma forma de reduzir a distorção é aumentar o número de categorias avaliadas. Essa ação, no entanto, pode levar a um aumento da complexidade da ferramenta, limitando sua aplicação.

Apesar destas limitações, a aplicação do PAR permitiu a obtenção de resultados coerentes acerca das condições ambientais dos segmentos fluviais avaliados: dentro dos limites do Parque os segmentos apresentaram qualidade satisfatória. No entanto, na medida em que se aproxima do município de Raposos nota-se uma deterioração gradativa nas condições ambientais do rio, em consonância com o aumento nos níveis de intervenções antrópicas. Sendo assim, entende-se que o PAR cumpriu seu propósito como ferramenta de

avaliação. A viabilidade de aplicação do instrumento também favorece sua utilização: além do baixo custo, sua aplicação é rápida, levando cerca 20 minutos no caso do protocolo utilizado.

Diante deste contexto, acredita-se que o PAR deva ser utilizado como um instrumento para avaliação ambiental preliminar, cuja aplicação deverá ser sucedida por estudos mais aprofundados. A ferramenta pode ter grande utilidade para o monitoramento de recursos hídricos e pode ser utilizada, também, para ações de educação e conscientização ambiental.

6. Considerações finais

A elaboração do PAR adaptado para avaliação da qualidade de sistemas fluviais e sua aplicação no estudo de caso do Ribeirão da Prata (MG) demonstrou uma ferramenta potencial para análises práticas, pouco onerosas e consistentes das condições ambientais. Os avanços e aprimoramentos da técnica, por sua vez, podem contribuir para a elaboração de outras ferramentas com este caráter, dando subsídio a ações de gestão e planejamento.

7. Referências bibliográficas

BIZZO, M. R. O.; MENEZES, J.; ANDRADE, S.F. Protocolos de avaliação rápida de rios (PAR). **Caderno de estudos geoambientais.** Rio de Janeiro, v. 4, n. 1, p. 5 – 13, 2014.

BRASIL. Decreto s/n, de 13 de outubro de 2014. Disponível em:< http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2014/Dsn/Dsn14013.htm>.Acesso em: 26 de Jul. 2017.

BRASIL, Resolução nº 357, de 17 de Março de 2005. Disponível em:< http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>.Acesso em:10 de Jun. 2017.

CALLISTO, M.; FERREIRA, W.R.; MORENO, P.; GOULART, M.; PETRUCIO, M. Aplicação de um Protocolo de Avaliação Rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG – RJ). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 14, n. 1, p. 91- 98. 2002.

CASTRO, P. T. A.; RODRIGUES, A. S. L. Protocolos de Avaliação Rápida: Instrumentos Complementares no Monitoramento dos Recursos Hídricos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos.** Ouro Preto, v. 13, n.1, p. 161 – 170.

GOMES, P. M.; MELO, C.; VALE, V. S. Avaliação de impactos ambientais em nascentes na cidade de Uberlândia – MG: análise macroscópica. **Sociedade e Natureza.** Uberlândia, v. 17, n. 32, p. 103 – 120, 2005.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMbio) Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Proposta de Criação do Parque Nacional Serra do Gandarela. Setembro**, 103p., 2010. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/o-que-fazemos/PARQUE_GAN DARELA _proposta_ICMBio.pdf>. Acesso em: 14 de abr. 2017.

LEITE, A. C. C; MAGALHÃES Jr, H; LOPES, F.W.A. Avaliação da qualidade das águas para o uso recreacional na bacia do Ribeirão da Prata por meio do Índice de Condições de Balneabilidade – ICB. In: XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. 2015. **Anais...** Brasília: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2015, p. 1 – 8.

MAGALHÃES JR, Antônio Pereira. A SITUAÇÃO DO MONITORAMENTO DAS ÁGUAS NO BRASIL – INSTITUIÇÕES E INICIATIVAS. RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume 5 n.3 Jul/Set 2000, 113-135.

MINATTI-FERREIRA, D.D.; BEAUMORD, A.C. Adequação de um protocolo de avaliação rápida de integridade ambiental para ecossistemas de rios e riachos: aspectos físicos. **Revista saúde e ambiente**. Brusque, v. 7, n. 1, p. 39 – 47, 2006.

RODRIGUES, Aline Sueli de Lima. **Adequação de um protocolo de avaliação rápida para o monitoramento e avaliação ambiental de cursos d'água inseridos em campos rupestres**. 2008. (Dissertação – Mestrado em geologia). Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2008.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Proposta de classificação da conectividade vertical relativa em bacias urbanas: uma releitura dos estudos sobre o potencial de infiltração, baseado na cobertura vegetal e usos da terra

Regina Paula Benedetto de Carvalho[(a)], Paulo Walter Freire do Nascimento [(b)], Vivian Castilho da Costa[(c)]

[(a)] Pesquisadora Pós Doutora do IGC/UFMG, Doutora em Geografia, PPGEO/UERJ, reginapaulabenedettodec@gmail.com

[(a)] Mestrando em Geografia, PPGEO/UERJ, paulow-rj@hotmail.com

[(c)]Professora do Instituto de Geografia (DGF-IGEOG) da Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ, vivianuerj@gmail.com

Eixo: Dinâmica e Gestão de Bacias Hidrográficas

Resumo:

O estudo da conectividade vertical tem sido realizado por estudiosos para caracterizar a capacidade que um sistema possui de transferir água e sedimentos de superfície para a subsuperfície. Esta é condicionada pela geologia, clima, relevo, pedologia e cobertura vegetal e uso da terra. Em bacias urbanas, o uso da terra se destaca como fator de forte impacto no potencial de infiltração e, portanto, na conectividade vertical dos terrenos. O objetivo do trabalho é apresentar uma proposta de classificação para o estudo da conectividade vertical, baseada em Carvalho (2017) e Nascimento et al. (2017), sobre as bacias do Rio Grande e Anil, no município do Rio de Janeiro. Os resultados mostram que a bacia do Anil é mais eficiente na conectividade vertical do que a bacia do Rio Grande. Conclui-se que o modelo teve êxito em sua proposta, sendo um importante instrumento de planejamento e gestão territorial.

Palavras chave: Conectividade vertical. Bacias urbanas. Cobertura e uso da terra. Potencial de infiltração.

Regina Paula Benedetto de Carvalho, Paulo Walter Freire do Nascimento, Vivian Castilho da Costa

1. Introdução

Sistemas urbanos são ambientes complexos, profundamente alterados em sua morfologia e dinâmica devido às rápidas e intensas mudanças nas formas de uso da terra (JORGE, 2011). Tais mudanças podem acelerar e/ou retardar os fluxos de água que entram

nos sistemas, reduzindo a capacidade de transferência de sedimentos e nutrientes entre a superfície e subsuperfície dos sistemas devido a diferenças de permeabilidade dos terrenos.

Na Geomorfologia a capacidade que um sistema possui de transferir água e sedimentos entre seus compartimentos é chamada de conectividade, e quanto maior o seu potencial, maior será a complexidade e integração da unidade assim como maior será também sua resiliência as mudanças ambientais (HARVEY, 2002; BRIERLEY & FRYIRS, 2005; LIMA e MARÇAL, 2013; SOUZA, 2013; CARVALHO, 2017). Quando a conectividade se refere aos mecanismos de ligação que atuam no sentido da superfície para a subsuperfície, é chamada de conectividade vertical (BRIERLEY & FRYIRS, 2005; FRYIRS et al., 2013). Portanto, a*s ligações na dimensão vertical* ocorrem através de trocas de fluxos de água e sedimentos entre a superfície e subsuperfície, sendo controladas por mudanças na textura dos materiais (solo/regolito, por exemplo), e pelo regime hidrológico. Bloqueios verticais podem aumentar a sensibilidade de conectividade, causando desconectividades. Estes bloqueios são identificados na paisagem quando um depósito ou tipo de material recobre outro tipo de depósito seja nas encostas, planícies ou mesmo dentro dos canais, impedindo ou dificultando a transferência de fluxos da superfície para a subsuperfície (BRIERLEY & FRYIRS, 2005; FRYIRS et al., 2013). Junto as características estruturais (geológicas), as condições climáticas, geomorfológicas, pedológicas e, consequentemente, da cobertura vegetal e uso da terra influenciam no condicionamento da conectividade vertical.

Nas bacias urbanas, as formas de uso da terra são fatores que interferem intensamente na capacidade de transferência (conectividade ou ligação) vertical devido e aos impactos da ação antrópica nos terrenos tais como aterramentos, impermeabilizações, mudanças na capacidade de suporte (peso) devido a infraestruturas urbanas, e exposição dos solos. Estas e outras atividades modificam intensamente a superfície, e consequentemente modificam a capacidade de infiltração e escoamento dos fluxos de água e materiais (sedimentos e nutrientes) nos solos, alterando também o regime hidrológico das zonas de recarga desses sistemas (CARVALHO, 2017).

ISBN: 978-85-7282-778-2

Mediante tais considerações, o objetivo do trabalho é apresentar uma nova proposta de classificação para o estudo da conectividade vertical relativa, baseada na forte influência da cobertura vegetal e uso da terra de bacias urbanas. Esse modelo foi defendido por Carvalho (2017), onde a autora discute o papel de geoindicadores físico-ambientais no estudo da conectividade de bacias urbanas, a partir da reinterpretação do trabalho de Nascimento et al. (2017), sobre o potencial de infiltração relativo das bacias hidrográficas urbanas do Rio Grande e Rio Anil, município do Rio de Janeiro (Figura 1).

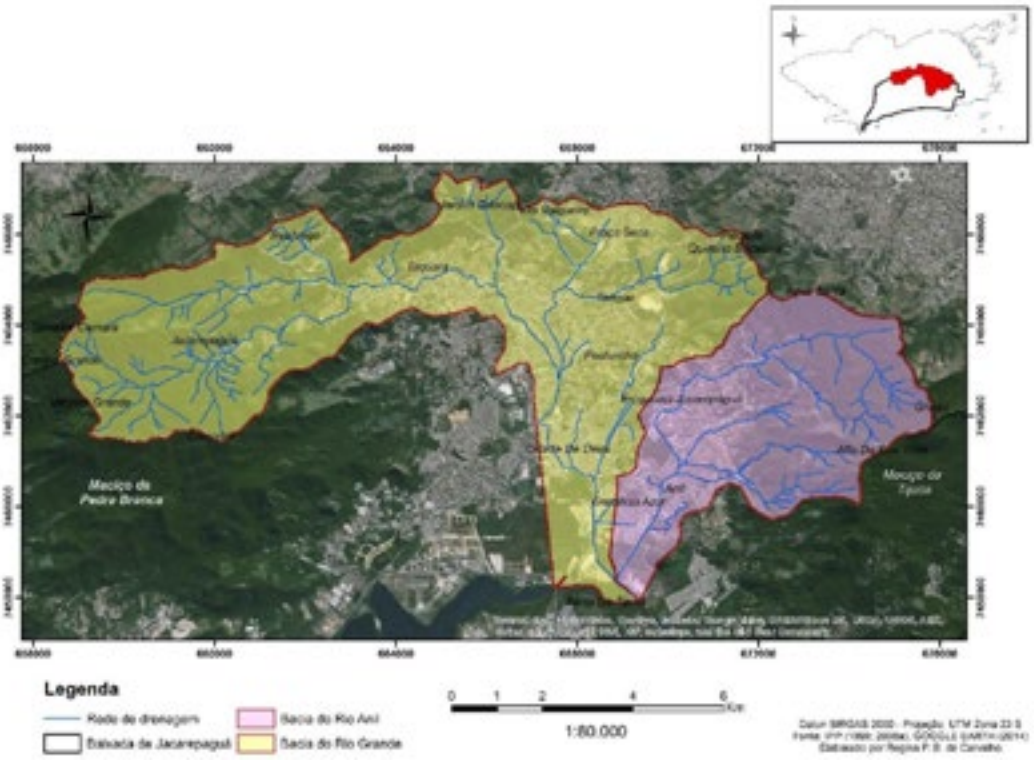


Figura 1 – Localização das bacias do Rio Grande e Rio Anil, no município do Rio de Janeiro. Fonte: Carvalho, 2017.

As bacias do Rio Grande e do Rio Anil, localizadas no município carioca, são espacialmente contíguas e compõem a macrodrenagem do sistema de drenagem da Baixada de Jacarepaguá. A bacia do Rio Grande nasce no Maciço da Pedra Branca (a oeste) enquanto a bacia do Rio Anil nasce no Maciço da Tijuca (a leste), porem, ambas se encontram na

ISBN: 978-85-7282-778-2

planície flúvio-lacustre e confluem para a Lagoa do Camorim, que atualmente apresenta comportamento de um canal devido ao intenso processo de ocupação que se desencadeou na região, especialmente a partir de 1970 (MARQUES, 1990; CARVALHO, 2017).

2. Metodologia

Para identificar as condições qualitativas da conectividade vertical relativo nas encostas, a pesquisa se baseou no trabalho de Carvalho (2017) e Nascimento et al. (2017). Em um primeiro momento os autores realizaram um profundo estudo bibliográfico a respeito das características geomorfológicas e pedológicas que dão suporte às áreas ocupadas pelos diferentes tipos de cobertura vegetal e uso da terra das bacias do Rio Grande e Rio Anil (município do Rio de Janeiro). Essa primeira e importante caracterização sobre a qualidade físico-ambiental das bacias proporcionou uma primeira categorização e análise de diferenças das áreas quanto ao seu potencial de infiltração (NASCIMENTO et al., 2017).

Após essa etapa, foi feita a reclassificação do mapa de cobertura vegetal e uso da terra da Secretaria Municipal de Meio Ambiente do ano de 2010 (SMAC, 2010). Para isso, este mapa foi sobreposto à ortofotos do município do Rio de Janeiro relativas ao ano de 2013, as quais possibilitaram que fosse realizada uma nova vetorização das áreas que seriam incluídas em cada categoria de potencial de infiltração relativo. Este processo possibilitou uma interpretação mais recente das informações sobre as características superficiais das áreas das bacias em estudo (NASCIMENTO et al., 2017). A metodologia de classificação de análise do potencial de infiltração relativo foi desenvolvida em função da maior/menor semelhança do comportamento da água nos tipos de uso e cobertura da terra, com base em estudos bibliográficos referentes ao tema (NASCIMENTO et al., 2017).

Para Nascimento et al. (2017), o termo “potencial de infiltração relativo” é empregado para enfatizar o caráter comparativo entre a abrangência de áreas espacialmente ocupadas por tipos de uso da terra com maior/menor potencial de infiltração (NASCIMENTO et al., 2017). De acordo com as pesquisas de Barros et al. (2010) e Carvalho (2017), a

ISBN: 978-85-7282-778-2

identificação dessas diferenças podem indicar, também de forma relativa, o potencial de conectividade vertical de um sistema sobre aquelas condições de uso da terra.

Dessa forma, Nascimento et al. (2017) fizeram uma síntese dos tipos de cobertura vegetal e uso da terra existentes nas bacias do Rio Grande e Rio Anil, agrupando-os em sete classes de potencial de infiltração relativo (Tabela 1). A partir desta classificação, o presente trabalho relacionou cada classe com o potencial de conectividade vertical dos sistemas do Rio Grande e Anil, permitindo uma reinterpretação visual e atualizada e, portanto, a apresentação de uma nova metodologia de classificação para o estudo da conectividade vertical das bacias (CARVALHO, 2017). A relação das classes de conectividade com as classes propostas por Nascimento et al. (2017) podem ser observadas na Tabela 1, e foram descritas a seguir.

Tabela 1- Classes do potencial de infiltração relativa relacionadas a padrões de conectividade vertical.

Classes de potencial de infiltração Nascimento et al. (2017)	**Classes de conectividade vertical** Carvalho (2017)
Potencial condicionado	Conectividade potencialmente saturada
Potencial alto	Sistemas conectados
Potencial restrito	Conectividade moderada
Potencial muito restrito	Conectividade baixa
Sem potencial	Sistemas desconectados
Escoamento superficial	Afloramento rochoso
Áreas de acumulação	Drenagem

Fonte: Adaptado de Carvalho (2017) e Nascimento et al. (2017).

a) *Conectividade potencialmente saturada:* Neste grupo se encontram as classes que apresentam seu potencial de infiltração diretamente condicionados pela configuração do relevo rebaixado, podendo por isso sofrer inclusive com a influência das marés (no caso dos manguezais). Dessa forma, criam situações específicas em relação à capacidade de infiltração de água nos solos (dentre outros aspectos minerais e orgânicos) que dependem da situação de encharcamento (constante ou periódico) desses terrenos. Aqui a conectividade vertical é favorecida em relação as demais dimensões dos mecanismos de ligação devido à ausência de declividade (BARROS et al., 2010; FRYIRS et al., 2013) junto a características de outros

condicionantes ambientais (tipo de solos e vegetação). Algumas vezes, os fluxos de água e materiais ficam periodicamente estagnados devido a baixa energia do ambiente. São áreas suscetíveis ao periódico ou constante encharcamento dos terrenos, onde a capacidade da conectividade vertical pode apresentar saturação. São comuns em planícies inundáveis.

b) *Sistemas conectados:* Aqui foram agrupadas as classes que contribuem para a retenção de matéria orgânica nos solos e de sua umidade, aumentando a capacidade de absorção e infiltração de água (COELHO NETO, 2007). São áreas onde a conectividade vertical é favorecida devido a cobertura vegetal proporcionar maior infiltração de água nos solos, contribuindo com o potencial de ação do mecanismo de ligação vertical (FRYIRS et al., 2013).

c) *Conectividade moderada:* Neste grupo estão representadas as áreas de uso agrícola ou que possuem alguma cobertura vegetal de pequeno porte (campestre ou herbáceas), apresentando, portanto, um potencial de infiltração mais baixo do que as áreas de cobertura vegetal arbórea, mas ainda sim maior com relação as áreas de solo exposto e exploração mineral. Nestas áreas a conectividade vertical do sistema é relativamente mais baixa do que nos sistemas conectados. Vai ocorrer de forma mais ou menos variada, de acordo com o tipo de cultivo e de uso urbano, que vão possibilitar, mais ou menos, o processo de infiltração e, de ação do mecanismo de ligação vertical. Assim, a relação moderada de infiltração e, portanto, da conectividade vertical, é em função do comparativo das tipologias de uso da terra agregadas nesta classe.

d) *Conectividade baixa:* Neste grupo foram incluídas as classes de solo exposto por diferentes processos (terraplanagens, movimentos de massa, erosão, desmatamento). São áreas desprotegidas do impacto direto das gostas de chuva (*splash*), causando salpicamento de partículas, ruptura dos agregados, e com o tempo, a selagem do topo dos solos, o que dificulta a infiltração de água e minerais (GUERRA & CUNHA, 2007). Ao restringir a infiltração, o mecanismo vertical perde força, com o aumento do escoamento superficial e dos processos erosivos, causando desequilíbrio da conectividade no sistema encosta (FRYIRS, 2013).

ISBN: 978-85-7282-778-2

e) *Sistemas desconectados:* Nesse grupo estão enquadradas as classes onde as mudanças do uso da terra trouxeram profundas modificações no comportamento dos fluxos de água e detritos. Nessas áreas o potencial de infiltração é praticamente nulo devido a predominância de impermeabilizações nos terrenos, estabelecendo a desconectividade vertical nessas áreas.

f) *Afloramentos rochosos:* São áreas que por suas características geológicas e geomorfológicas, são naturalmente desfavoráveis à infiltração e favoráveis ao escoamento superficial. São rochas expostas do embasamento cristalino. Essas áreas não foram avaliadas em termos do seu potencial de conectividade vertical.

g) *Drenagem***:** Representam rios e lagoas, e são propícias a convergência e transporte de fluxos de água e materiais. São áreas ocupadas pela rede de drenagem e lagoas. Assim como os afloramentos rochosos, essa classe não foi avaliada no seu potencial de conectividade vertical.

Assim, a partir dessa nova classificação, foi possível retratar as mudanças espaciais relativas de potencial da conectividade vertical das bacias do Rio Grande e Rio Anil para o ano de 2013.

3. Resultados

Conforme Nascimento et al. (2017), a análise recente do percentual de áreas ocupadas pelas classes de potencial da conectividade foi baseada na atualização do mapa de cobertura vegetal e uso da terra de 2010 sobreposto às ortofotos de 2013, pela qual foi feita a sua atualização por meio da vetorização das feições e reinterpretação visual.

Assim, a partir da análise do mapa de potencial da conectividade para o ano de 2013 foi observado que as bacias do Rio Grande e Anil apresentaram percentuais semelhantes no que tange a abrangência de cada classe. Ou seja, em ambas as bacias o maior valor de área percentual é ocupado pela classe de “sistemas conectados” seguido pela classe “sistemas desconectados”, “conectividade moderada” e “conectividade potencialmente saturada”. A

ISBN: 978-85-7282-778-2

partir desta classe há uma diferença em relação a participação da classe "conectividade baixa", que só foi identificada na bacia do Rio Grande, conforme mostra a Tabela 2:

Tabela 21 - Comparação dos percentuais das classes de potencial da conectividade relativa das bacias no ano de 2013.

Classes - Potencial da conectividade vertical	**Bacia do Rio Anil**		**Bacia do Rio Grande**	
	Área (Km²)	%	Área (Km²)	%
Drenagem	0,08	0,31	0,2	0,36
Afloramento rochoso	0,21	0,83	0,26	0,46
Sistemas conectados	15,81	63,64	29,87	52,69
Conectividade potencialmente saturada	0,52	2,11	0,99	1,75
Conectividade moderada	0,96	3,86	3,66	6,45
Conectividade baixa	0	0	0,53	0,93
Sistemas desconectados	7,26	29,25	21,18	37,36
TOTAL	**24,84**	**100**	**56,69**	**100**

Fonte: Adaptado de Carvalho (2017).

Ao comparar os valores percentuais das classes em cada bacia no ano de 2013, pode-se destacar a classe "sistemas conectados", que teve maior expressão espacial na bacia do Rio Anil, ocupando 10% a mais da área total desta bacia com relação a área percentual total da bacia do Rio Grande. Em contrapartida, na bacia do Rio Grande o percentual de área ocupada pela classe "conectividade moderada" é quase duas vezes maior do que na bacia do Rio Anil. Da mesma forma, a classe "sistemas desconectados", que na bacia do Rio Grande ocupa aproximadamente 7% a mais da área total em relação a área percentual ocupada pela mesma classe na bacia do Rio Anil.

Quanto a classes de "conectividade potencialmente saturada", áreas com "afloramento rochoso" e "drenagem", a comparação dos percentuais no total das áreas das bacias é relativamente semelhante. São áreas de pouca abrangência representadas por terrenos impróprios para a ocupação como as áreas úmidas com vegetação de turfas ou mangues, rochas expostas do embasamento cristalino, rios e canais.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Em relação a classe "conectividade baixa", sua ausência na bacia do Rio Anil é fruto da não identificação de solo exposto ou mineração. Ao contrário da bacia do Rio Grande que apresentou 0,93% de sua área total ocupada por essa classe, o que, de forma geral, diminui o percentual de áreas com alguma capacidade de infiltração desta bacia.

Em suma, foi observado que o potencial da conectividade vertical nas encostas da bacia do Rio Grande é menor do que o da bacia do Anil, pois nesta os valores de área da classe "sistemas conectados" são maiores, e os valores de área dos "sistemas desconectados" são menores, além de não terem sido identificadas áreas de "conectividade baixa" (Figura 2).

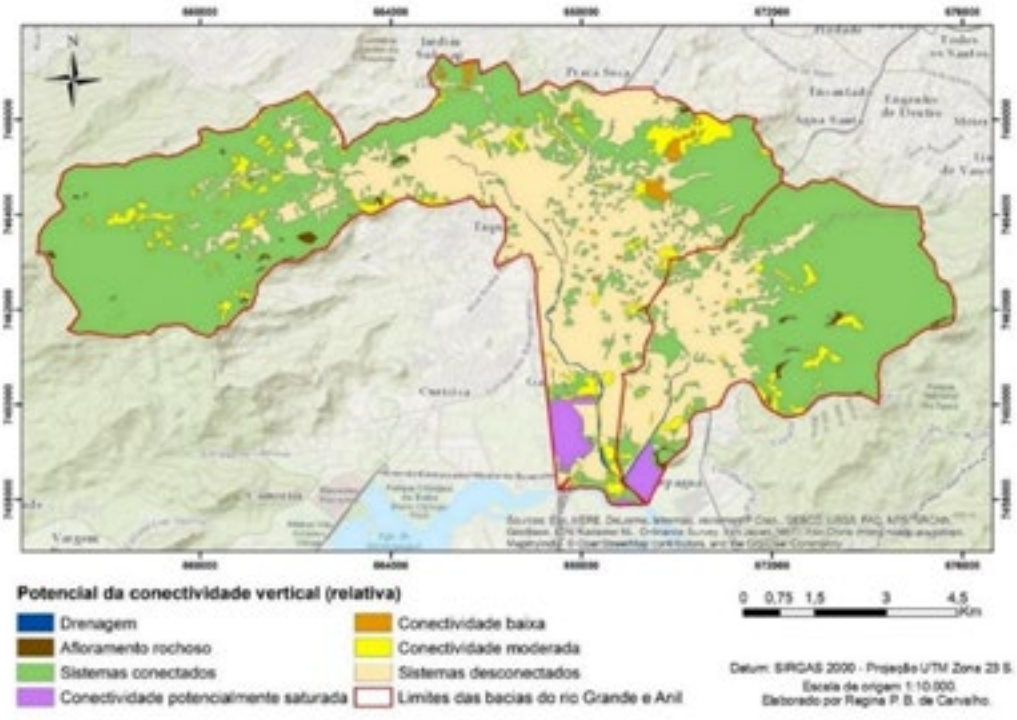


Figura 2 - Potencial da conectividade vertical (relativa) com base na cobertura vegetal e uso da terra do ano de 2013 nas bacias do Rio Grande e Anil. Fonte: Carvalho (2017).

Assim, avalia-se que na bacia do Rio Grande a desconectividade pelo bloqueio do mecanismo de ligação vertical abrange mais áreas do que na bacia do Rio Anil, sendo por isso

mais sensíveis às mudanças ambientais e aos efeitos de processos de superfície como erosão, movimentos de massa, enchentes e inundações.

4. Conclusão

De acordo com o modelo de classificação da conectividade vertical proposto foi comprovado que a sensibilidade dos mecanismos de ligação vertical de bacias urbanas como a do Rio Grande e do Rio Anil no município do Rio de Janeiro, são em grande parte controlados por mudanças nos condicionantes funcionais da conectividade, em especial pelo tipo de cobertura vegetal e uso da terra.

A classificação do potencial de conectividade vertical relativa, avaliado a partir da comparação entre as áreas de abrangência da cobertura vegetal e uso da terra no ano de 2013, indicou que a proporção de áreas desconectadas verticalmente, devido a diferenças de permeabilidade entre as categorias estabelecidas pelo modelo, é maior na bacia do Rio Grande do que na bacia do Anil. Assim, em termos relativos, considerando os tipos de usos da terra como condicionantes funcionais da conectividade, pode-se afirmar que a eficiência da conectividade na bacia do Rio Anil é maior do que na bacia do Rio Grande e, portanto, esta apresenta maior sensibilidade aos efeitos das mudanças ambientais.

O modelo de estudo da conectividade vertical relativa de Carvalho (2017), com base em Nascimento et al. (2017), teve êxito em sua proposta, e pode ser aplicada no estudo da análise da capacidade de transferência de água e sedimentos entre a superfície e subsuperfície de bacias urbanizadas ou não. Isso porquê a ponderação e a relativização do potencial de conectividade vertical são atribuídas de forma qualitativa, mediante a caracterização integrada dos diferentes fatores físicos-ambientais que condicionam os terrenos (geomorfologia, pedologia, por exemplo) além dos tipos de uso da terra e cobertura vegetal.

Por fim, considera-se que o modelo apresentado pode subsidiar o planejamento e gerenciamento do uso e ocupação do território das bacias hidrográficas, identificando áreas potenciais e prioritárias a recarga de mananciais.

ISBN: 978-85-7282-778-2

5. Referências Bibliográficas

BARROS, A.C.M.; SOUZA, J.O.P.; CORRÊA, A.C.B. Sensitividade da paisagem na bacia do riacho do Mulungu, Belém de São Francisco, Pernambuco. **Revista de Geografia**. ¨Recife: UFPE – DCG/NAPA, v. especial VIII SINAGEO, n. 2, 2010.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. São Paulo: Ícone, 1990. 355p.

BOTELHO, R. G. M. Bacias Hidrográficas Urbanas. In: Antônio José Teixeira Guerra. (Org.). **Geomorfologia Urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011, v., p. 71-115.

BOTELHO, R. G. M; SILVA, A. S. Bacia hidrográfica e a gestão ambiental. In: A. C. Vitte; A. J. T. Guerra. (Org.). **Reflexões sobre a Geografia Física brasileira**. Rio de Janeiro: BCD - União de Editoras S/A - Bertrand Brasil, 2004, v., p. 153-192.
BRIERLEY, G. J.; FRYIRS, K. A. Geomorphology and River Management: Applications of the River Styles Framework. **Blackwell Publishing,** Oxford, UK. 398 pp., 2005.

COELHO NETTO, A. L. Hidrologia de Encosta na Interface com a Geomorfologia. In: Antônio José Teixeira Guerra; Sandra Baptista da Cunha. (Org.). **Geomorfologia: uma revisão de conceitos e bases.** Rio de Janeiro: Bertrand, 2007, v. 1, p. 93-148.

CARVALHO, R. P. B. **Geoindicadores físico-ambientais aplicados na avaliação da conectividade de bacias hidrográficas e seus efeitos em sistemas urbanos:** O exemplo das bacias do Rio Grande e do Rio Anil (município do Rio de Janeiro). 2017. 272f. Tese (Doutorado), Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Geografia. Rio de Janeiro, 2017.

FRYIRS, K. A. (Dis)Connectivity in catchment sediment cascades: aa fresh look at the sediment delivery problem. **Earth Surface Processes and Landforms**. North Ryde, v. 38, p. 30–46, 2013.

GONÇALVES, T.D. et al. Metodologia para elaboração de mapas hidrogeológicos: estudo de caso da bacia hidrográfica do rio Palma, DF, Brasil. **Ambi-Agua**, Taubaté, v.2, n.2, p. 47-68, 2007.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Orgs.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos.** 7ª. Editora Bertrand do Brasil. Rio de Janeiro. 2007, 472 p.

HARVEY, A.M. Effective timescales of coupling within fluvial systems. **Geomorphology.** 44, 2002, 175–201p.

INSTITUTO MUNICIPAL DE URBANISMO PEREIRA PASSOS (IPP). **Ortofotos da Baixada de Jacarepaguá, município do Rio de Janeiro, do ano de 2013**, resolução de 10 cm. Rio de Janeiro: IPP, Gerência de Cartografia, 2013.

JAIN, V.; TANDON, S.K. Conceptual assessment of (dis)connectivity and its application to the Ganga River dispersal system. **Geomorphology** 118. 349–358 p., 2010.

MENDONÇA, L. A. R; et al. Avaliação da capacidade de infiltração de solos submetidos a diferentes tipos de manejo**. Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 14, p. 89-98, 2009.

NASCIMENTO, P. W.; CARVALHO, R. P. B. de; COSTA, V. C. da. Avaliação do potencial de infiltração relativo das bacias urbanas do Rio Anil e Rio Grande (município do Rio de Janeiro). **GEOUERJ** (2007), v. 30, p. 364-390, 2017.

PANACHUKI, E. **Infiltração de água no solo e erosão hídrica, sob chuva simulada, em sistema de integração agricultura -** pecuária. 67 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal da Grande Dourados, 2003.

PAZ, A. R.. **Hidrologia Aplicada.** Disponível em: <http://www.ct.ufpb.br/~adrianorpaz/artigos/apostila_HIDROLOGIA_APLICADA_UERGS.pdf> Acesso em: 14 jan. 2016.

RIBEIRO, M. F.; TRIANE, B. P.; COSTA, N. M. C. Zoneamento de bacias urbanas com base em processos hidrológicos e erosivos: uma aplicação no maciço da Pedra branca – RJ. In: RIANE, T. S. N., MARCOS, A.V.F., ROSA, L. P. (Org) **Vulnerabilidade dos recursos hídricos no âmbito regional e urbano**. Rio de Janeiro: Interciência, 2011, p. 111 -156.

ROY, A. H.; SHUSTER, W. D. Assessing impervious surface connectivity and applications for watershed for management. **Jornal of the American water Resources Association (JAWRA),** v. 45(1), p.198-209, fev. 2009.

SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE - SMAC. Prefeitura. **Mapa de Uso dos Solos e Cobertura Vegetal do Município do Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro: SMAC; 2010. 1 mapa. Escala 1:10.000.

SILVA, I. C. da. Estudo da capacidade de infiltração de água diante de diferentes usos do solo no município de Itapororoca/PB. **Revista Geonorte**, Edição Especial, Amazonas, v. 1, n. 4, p. 648 – 662, 2012.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

QUANTIFICAÇÃO MORFOMÉTRICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BACANGA, SÃO LUÍS – MA

Denyse Rayanna Rodrigues Ribeiro[a], Elison André Leal Pinheiro[b], Antonio Carlos Leal de Castro[c], Arkley Marques Bandeira [d] e Leonardo Silva Soares[e]

[a] Graduanda em Engenharia de Pesca, Universidade Federal do Maranhão, Email: denyserayanna07@outlook.com.br
[b] Mestrando em em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Email: andrew_lealk@hotmail.com
[c] Professor do Departamento de Oceanografia e Limnologia, Universidade Federal do Maranhão, Email: alec@ufma.br
[e] Professor do Programa de pós graduação interdisciplinar em cultura e sociedade, Universidade Federal do Maranhão, Email: arkleymbandeira@gmail.com.br
[e] Professor do Departamento de Oceanografia e Limnologia, Universidade Federal do Maranhão, Email: leonardoufma@yahoo.com.br

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Denyse Rayanna Rodrigues Ribeiro, Elison André Leal Pinheiro, Antonio Carlos Leal de Castro, Arkley Marques Bandeira e Leonardo Silva Soares

Resumo

O estudo objetiva aplicar, por meio dos índices morfométricas, caracterizar a forma, relevo e hidrografia das sub-bacias hidrográficas (SBHs) do rio Bacanga. Para tanto foram utilizados parâmetros morfométricos descritos na literatura. As SBHs estudadas podem ser classificadas como de pequena dimensão, para o planejamento ambiental a característica é positiva, otimiza o manejo e o reflexo das ações ambientais em um pouco tempo. As SBHs estudadas podem ser classificadas como de pequena dimensão, para o planejamento ambiental esta característica é positiva, pois facilita o manejo e o reflexo das ações ambientais em um curto espaço de tempo. Os resultados dos parâmetros morfométricos indicam que as SBHs analisadas não são propensas a inundações, sobretudo as mais alongadas. Cabe salientar que o uso da bacia hidrográfica como unidade de gerenciamento da paisagem configura-se como uma estratégia para gerar bases para o planejamento territorial.

Palavras chave: morfometria, geoprocessamento, drenagem, relevo, planejamento territorial

1. Introdução

A Bacia hidrográfica (BH) é uma unidade hidrológica complexa, possui uma área definida topograficamente, geralmente drenada por um curso de água ou abastecida por um

sistema interligado de cursos de água, estes efluentes devem descarregar através de uma única saída secção de referência da bacia (GUIMARÃES, 2012).

Para se entender o desvairamento de uma bacia hidrográfica é de fundamental importância salientar quantitativamente as manifestações de forma, de processos e de suas inter-relações (LIMA, 2008). Para Schiavetti e Camargo (2002) a bacia hidrográfica representa o conjunto de terras drenadas por um corpo d'água principal e seus afluentes, julgam a unidade mais apropriada para o estudo qualitativo e quantitativo do recurso e dos fluxos de sedimentos, além de seus nutrientes.

Entretanto, nas bacias hidrográficas da cidade de São Luís, as atividades antrópicas são praticadas sem o devido planejamento e os recursos naturais estão sendo explorados e degradados. A expansão urbana expande-se de forma desordenada, potencializam a supressão das áreas verdes, os processos erosivos, a deterioração da qualidade da água e a ampliação das áreas de risco. Tal cenário, reflete diretamente na qualidade de vida das pessoas, especialmente aquelas de menor poder aquisitivo e que vivem de subsistência dos recursos naturais.

Para Soares (2010), as bacias hidrográficas localizadas na Ilha do Maranhão estão inseridas neste cenário, onde historicamente observa-se rápido crescimento demográfico, acompanhado de uma multiplicidade de atividades humanas que exploram e consomem os recursos naturais e, simultaneamente, produzem diversas quantidades de resíduos, poluentes e interferências no ambiente natural.

Desta forma, este estudo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar por meio das características morfométricas as características de relevo, hidrológicas e de área das sub-bacias hidrográficas do Bacanga, São Luís – MA.

2. A bacia hidrográfica do rio Bacanga

A bacia do rio Bacanga, com uma superfície da ordem de 11.030,00 ha, ocupa a porção Noroeste da Ilha do Maranhão, fazendo parte do município de São Luís com localização definida pelas coordenadas 2°32'26" e 2°38'07" S e 44°16'00" e 44°19'16" W. A bacia do

Bacanga correspondente a 12,33% do território do município de São Luís, com perímetro de 44,2 km e curso d'água principal com 19 km de extensão. É composta por 10 (dez) sub-bacias hidrográficas, onde se encontram aproximadamente 64.000 domicílios, o que corresponde a uma estimativa populacional de aproximadamente 256.000 habitantes, distribuídos por cerca de 60 bairros, entre conjuntos habitacionais e invasões (Figura 1).

Figura 1 – Localização da bacia hidrográfica do rio Bacanga.

3. Material e métodos

As etapas da pesquisa necessárias para caracterização morfométrica das sub-bacias hidrográficas do rio Bacanga seguiram as recomendações de Soares et al. (2016), conforme procedimentos apresentados a seguir:

Primeira etapa: iniciou-se com a aquisição dos dados cartográficos (formato digital) nos sites do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que foram utilizados para a elaboração dos mapas temáticos baseados nas seguintes fontes:

- Plano de Informação (PI) contendo a malha viária dos municípios brasileiros, em formato shapefile, referente ao ano 2010 (IBGE, 2010);
- Dados do projeto Topodata que oferece o Modelo Digital de Elevação (MDE): folhas 02s45 e 03s45 (INPE, 2008);
- Cartas Planialtimétricas na escala 1:100.000 da Bacia Hidrográfica do Bacanga (DSG-SUDENE, 1980);
- Imagem do satélite Landsat - 5 Thematic Mapper (15 de agosto de 2010), com resolução espacial de 30 metros (INPE, 2015);
- Sistema para Processamento de Informações Georreferenciadas SPRING/INPE, versão 5.0.

Segunda etapa: Executada no Sistema para Processamento de Informações Georreferenciadas SPRING/INPE, versão 5.0, consistiu na criação e modelagem do banco de dados, ou seja, na definição de categorias (tipos de dados). Em seguida, foram definidos os limites da área de estudo, a projeção cartográfica e demais parâmetros cartográficos. Optou-se pela utilização da projeção Universal Transversa de Mercator, modelos da Terra em DATUM – SAD 69, hemisfério sul. Todas as informações cartográficas foram preparadas em ambiente de geoprocessamento, com geração de um banco de dados digital no SIG Quantum GIS Desktop XX, na projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), fuso 23S e Datum SIGAS 2000, com implementação de produtos de sensoriamento remoto e mapas temáticos produzidos.

Terceira etapa: Elaboração do odelo Digital de Elevação (MDE) a partir das curvas de nível com resolução espacial de 10 metros, utilizando-se a ferramenta Topo to Raster do programa ArcGIS 9.2TM (ESRI, 2006), que emprega método de interpolação especificamente projetado para criar modelos digitais do terreno hidrologicamente corretos. Com base nessas informações foram estabelecidos os limites das SBHs foram delimitados pela análise dos topos das curvas de nível. Obtiveram-se, ainda, resultados de altitude, declividade e rede de drenagem, que se constituíram como informações de base para a caracterização morfométrica das SBHs da bacia do Bacanga.

Quarta etapa: Com base das informaçãoes da rede de drenagem, área, perimetro e hipsometria das sub-bacias, foram calculados os seguintes índices morfométricos: Relação de relevo, Razão de Relevo Relativo, Índice de rugosidade, Coeficiente de compacidade, Fator de forma, Índice de circularidade, Densidade de Drenagem, Densidade hidrográfica, Razão de Textura, Índice de sinuosidade, Coeficiente de manutenção, Gradiente de canais e Razão de alongamento. Para tanto, foram utilizados publicaçoes clássicas e reconhecidas internacionalemnete, como os de Horton (1945), Smith (1950), Muller (1953), Schumm (1956), Strahler (1957) e Christofoletti (1980).

4. Resultados e discussão

As características físicas e morfométricas identificadas para as dez SBHs do Bacanga na escala 1:5.000 estão apresentadas na Tabela 1. Com relação a área de drenagem e perímetro, os menores e maiores valores mensurados foram respectivamente para a SBH-10 (2,92 km^2 e 7,58 km) e SBH-5 (34,86 km^2 e 34,49 km).

A análise da hidrografia, com base na classificação proposta por Christofoletti (1980), permitiu reconhecer que nove das dez das SBHs do Bacanga possuem disposição dendrítica. A única exceção ocorreu na SBH-9, que se enquadra com padrão de retilíneo, ressalta-se que este padrão não é natural da SBH-9, e sim, resultado da artificialização da drenagem da SBH (Figura 2).A rede hidrográfica das dez SBHs totalizou 440 cursos d'águas, dos quais 44% são de primeira ordem, 29% de segunda ordem, 12% de terceira ordem, 7% de quarta ordem e 4% de quinta ordem. Na área de estudo, a SBHs-2 e 6 foram as únicas classificada como de quinta ordem, as SBHs 1, 3 e 8 são de 4º ordem, as SBHs 4, 5 e 10 são de 3º ordem e as SBHs 7 e 9 são de 2º ordem.

Com relação ao relevo, as maiores cotas altimétrica variaram entre 25,55 m na SBH-1 até 59,25 na SBH-6. Quanto as altitudes mínimas, as cotas variaram entre 0 - 1,29 m, os baixos valores justificam-se devido a construção da barragem do Bacanga, intervenção que controla a influência do nível do mar na bacia e faz com que ocorram área baixas em seus territórios. Destaca-se que estas zonas estão mais são propensas a inundações e alagamentos, esta

possibilidade, indica a necessidade de priorização de ações que controlem o uso e a ocupação das SBHs. A figura 3 ilustra o Modelo Digital de Elevação da bacia do Bacanga.

Como afirma Tonello et al. (2006), sistemas de drenagem que apresentam ordenamento inferior ou igual a quatro são relativamente comuns em pequenas bacias hidrográficas e os efeitos do uso da terra são refletidos diretamente sobre sua qualidade ambiental. O relevo torna-se de fundamental importância nas ações de planejamento e gestão na preservação futura das SBHs. Foi constatado que o relevo predominante é classificado nas tipologias plana e suavemente ondulada.

Compreender sobre os agentes de gradientes de declividade em determinada bacia hidrográfica é fundamental no processo de planejamento ambiental, pois tende a auxiliar o entendimento da interação entre os eventos de precipitação e o deflúvio (precisão de enchentes), a delimitação das Áreas de Preservação Permanente (APP_S) e do potencial erosivo das SBHs (SOARES et al., 2016). Os índices morfométricos relação de relevo (Rr) e a razão de relevo relativo (Rrl) apresentaram baixos valores e poucas variações entre as SBHs investigadas. Os valores da Rr variaram de 0,003 na SBH-5 até 0,119 na SBH-10. Para Rrl a variação revelou amplitudes entre 0,0015 na SBH-5 até 0,0042 na SBH-7. As características observadas indicam que as SBHs possuem baixa relação entre seus componentes horizontais e verticais topográficos.

O índice de rugosidade (Ir), apresentou coeficientes baixos, com variações entre 0,001 (SBH-7) até 0,104 (SBH-2), os resultados são reflexo da baixa amplitude altimétrica, indicando que ocorrem vertentes de baixa declividade e de pouca extensão.

Em relação ao coeficiente de compacidade (Kc), foram constatados resultados variando entre 1,25 (SBH-10) até 1,68 (SBH-8). Os valores mais afastados da unidade (1) ocorreram nas SBHs 5, 6 e 8 e indicam que estas são menos propensas a eventos de enchentes, considerando condições normais de precipitações. As demais também apresentam baixo risco às enchentes, com Kc variando entre 1,25 na SBH-10 até 1,29 nas SBHs 2 e 7 (Tabela 3). As SBHs do Bacanga apresentam valores do Fator de Forma (Kf) variando entre 0,32 (SBH-8) até 0,79

(SBH-3), com amplitude de 0,47. Do conjunto em análise, considerando o Kf, a SBH-3 e SBH-8 apresentam a menor e maior probabilidade de ocorrência de enchentes, respectivamente. As demais SBHs apresentam tendência mediana para ocorrência destes eventos hidrológicos.

Quanto ao índice de circularidade (Ic), valores menores que 0,51 sugerem que a bacia tende a ser mais alongada, favorecendo o processo de escoamento (SCHUMM, 1956). Essa tendência foi observada para as SBHs 4, 5, 6 e 8, enquanto que as SBHs 1, 2, 9 e 10 apresentam disposição mais circular. De acordo com a proposta de Strahler (1957), que utiliza a razão de alongamento (Re), foi observado que as SBHs 3 e 10 podem ser classificadas como circulares, as SBHs 5, 7 e 9, como ovais, e as demais, com tendência alongada.

Para a Densidade de drenagem (Dd) a variação encontrada foi de 0,03 km/km² (SBH-7) até 2,62 km/km² (SBH-2). No conjunto, os valores mais baixos ocorreram nas SBHs 4, 6, 7 e 8 indicam que estas sub-bacias apresentam menor capacidade de drenagem. Para Densidade hidrográficas (Dh) os resultados variaram entre 1,02 canais/km^2 na SBH-10 até 5,57 canais/km^2 na SBH-2. A Razão de Textura busca expressar o espaçamento entre os canais de drenagem. Considerando o enquadramento proposto por Smith (1950), as dez SBHs foram enquadradas como tipologia média, com padrão de relevo pouco dissecado pelo sistema de drenagem. Os resultados para o índice variaram entre 0,396 rios/km (SBH-10) até 3,566 rios/km (SBH-5).

Em relação ao índice de sinuosidade (Is), a SBH-9 apresentou padrão retilíneo, as SBHs 1, 2, 6, 7 e 8 foram classificadas com características transicionais e as SBHs 3, 4, 5 e 10 como sinuosas. Quanto ao coeficiente de manutenção (Cm), as SBHs necessitam de área mínima e máxima para a manutenção de um metro do canal de escoamento são, respectivamente, a SBH-2 (381,7) e a SBH-7 (5229,8). As SBHs-3, 7 e 10 foram as que apresentaram maior gradiente de canais, com valores de 0,012, 0,015 e 0,015, respectivamente. Nas demais SBHs, as variações foram de 0,007 (SBH-5) até 0,01 (SBH-9).

Tabela I. Características morfométricas das sub-bacias hidrográficas do baixo curso do rio Bacanga.

Características	Unid.	SBH-1	SBH-2	SBH-3	SBH-4	SBH-5	SBH-6	SBH-7	SBH-8	SBH-9	SBH-10
Área total	Km^2	3,71	5,02	5,81	12,13	34,86	17,90	3,58	15,25	4,59	2,92
Perímetro	Km	8,77	10,28	11,22	17,76	34,49	23,49	8,72	23,32	9,79	7,58
Comprimento total dos cursos d'água	Km	7,79	13,15	9,61	2,28	59,33	3,42	0,097	3,11	8,56	3,79
Número de cursos d'água	Unid	18	28	24	35	123	80	16	60	16	3
Altitude máxima	m	29,55	40,41	40,68	45,20	52,59	59,25	37,56	55,43	32,05	31,71
Altitude mínima	m	0,40	0,81	0,32	0,031	0	0	0,84	1,29	0,49	0,32
Altitude média	m	14,98	20,61	20,50	22,61	26,29	29,62	19,20	28,36	16,27	16,02
Amplitude Altimétrica	Km	0,029	0,039	0,040	0,045	0,052	0,059	0,0367	0,054	0,031	0,031
Comprimento do eixo da bacia	km	3,12	3,25	2,71	5,40	7,77	6,31	2,45	6,85	3,02	2,12
Altitude máxima do canal	m	22,49	22,49	15,95	9,95	41	44,2	8,3	42,58	3,15	3,32
Altitude mínima do canal	m	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,96
Distância vetorial do canal principal	Km	2130	3330	1840	2920	5180	5130	1820	6045	2800	100
Relação de relevo	-	0,010	0,007	0,010	0,006	0,003	0,007	0,010	0,006	0,084	0,119
Razão de Relevo Relativo	-	0,003	0,003	0,0036	0,0025	0,0015	0,0025	0,0042	0,0023	0,0032	0,0041
Índice de rugosidade	-	0,061	0,104	0,067	0,008	0,090	0,011	0,001	0,011	0,059	0,041

Coeficiente de compacidade	-	1,28	1,29	1,312	1,43	1,64	1,56	1,29	1,68	1,28	1,251
Fator de forma	-	0,38	0,47	0,79	0,41	0,58	0,45	0,60	0,32	0,50	0,65
Índice de circularidade	-	0,61	0,60	0,58	0,48	0,37	0,41	0,59	0,35	0,60	0,64
Densidade de Drenagem	(km/km^2)	2,10	2,62	1,65	0,19	1,70	0,19	0,03	0,20	1,87	1,30
Densidade hidrográfica	($canais/km^2$)	4,84	5,57	4,12	2,88	3,52	4,46	4,463	3,932	3,484	1,026
Razão de Textura	(Nt/km)	2,05	2,72	2,13	1,97	3,56	3,40	1,835	2,572	1,633	0,396
Índice de sinuosidade	-	1,31	1,60	2,13	2,58	3,08	1,69	1,95	1,48	0,13	2,64
Coeficiente de manutenção	-	476,3	381,7	604,7	5317,8	587,6	5229,8	2757,8	4898,2	536,1	771,3
Gradiente de canais	-	0,009	0,012	0,015	0,008	0,007	0,009	0,015	0,008	0,010	0,015
Razão de alongamento	-	0,39	0,44	0,57	0,41	0,48	0,43	0,49	0,36	0,45	0,51

5. Considerações finais

As SBHs do rio Bacanga são de pequena dimensão, com rede de drenagem onde prevalecem canais intermitentes e de primeira ordem. Faz-se necessário executar estratégias que busquem ajustar o uso e ocupação da terra com a proteção das nascentes, manutenção dos ecossistemas naturais e dos recursos hídricos.

Verificou-se que as SBHs não são propensas a inundações, sobretudo as mais alongadas. O relevo plano, associado à baixa densidade de drenagem e densidade hidrográfica indicaram tendência de resposta hidrológica lenta. Em contrapartida, o uso, ocupação desordenado e a ampliação das áreas impermeabilizadas podem torna-se susceptíveis a inundações e alagamento, sobretudo, aquelas situadas em áreas de topografia mais rebaixadas ou ainda as áreas de risco que recebem perenemente as ações antrópicas.

A baixa declividade das SBHs indicadas pelo relevo, relevo relativo e a rugosidade podem acentuar o processo de erosão laminar de suas respectivas áreas de drenagem, considerando o escoamento superficial que será mais lento em função destas características. Deve-se atentar para as atividades antrópicas para que não conduzam ao assoreamento e erosão as nascentes que predominam na rede de drenagem.

Cabe salientar que o uso da BH como unidade de gerenciamento da paisagem é mais licito a aplicação do desenvolvimento econômico e social. O relevo torna-se de vital importância nas ações de planejamento e gestão na preservação futura das SBHs.

Agradecimento

Agradecemos a Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão – FAPEMA pelo financiamento do projeto "Planejamento ambiental integrado: Subsídios para o desenvolvimento sustentável da bacia hidrográfica do rio Bacanga, São Luís-Maranhão" o qual esta produção vincula-se;

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pela concessão de bolsa na modalidade PIBIC.

Referências Bibliográficas

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia.** 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980. 188 p.

COELHO, C. J. C. 2006. **Aspectos da Disponibilidade e dos Usos da Água na Bacia do Bacanga/Ilha do Maranhão (Ilha de São Luis) - MA.** São Luis, 125 p. Monografia (Curso Ciências Aquáticas). Departamento de Oceanografia e Limnologia, Universidade Federal do Maranhão.

DSG-SUDENE. Divisão do Serviço Geográfico do Exército Nacional-Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. **Cartas Planialtimétricas na escala 1:100.000, folhas 549 e 610**. Escala: 1:100.000. DSG/SUDENE, 1980.

ESRI. Environmental Systems Research Institute. A**rcGIS Professional GIS for the desktop, version 9.2**. Software. 2006.

GUIMARÃES, R. C. 2012. **"Capitulo 2 – Bacia Hidrográfica",** in: SHAIDIAN, S.; GUIMARÃES, C. R.; RODRIGUES, C. M. (editores), Hidrologia Agrícola. ECT, ICAAM, Universidade de Évora. Disponível em: http://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/7988/1/Capitulo_2_Bacia_Hidrogr%C3%A1fica.pdf. Acesso em: 20 de abr. de 2018.

HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. **Geological Society of America Bulletin**. v. 56, v. 3, p. 275-370, 1945.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **TOPODATA: Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil**. 2008. Disponível em: <www.dsr.inpe.br/topodata>. Acesso em: 10 de nov. de 2017.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**. Imagem LANDSAT TM e ETM. 2009**. Disponível em: <www.dgi.inpe.br/siteDgi/ATUS_LandSat.php>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2016.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Catalogo de Imagens**. 2015. Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>. Acesso em: 18 de nov. de 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Localidades. 2010**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/territ_localidades.shtm>. Acesso em 10 de mar de 2018.

LIMA, W. P. **Hidrologia florestal aplicada ao manejo de bacias hidrográficas**. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Universidade de São Paulo. 2008. 253p. Disponível em: http://www.ipef.br/hidrologia/hidrologia.pdf. Acesso em: 15 de mar. de 2018.

MÜLLER, V. C. A quantitative geomorphology study of drainage basin characteristic in the Clinch Mountain Area. New York: Virginia and Tennesse. **Dept. of Geology**. n. 3, 1953. 30 p.

SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. **Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações**. Ilhéus, BA: Editus, p. 17-65, 2002.

SCHUMM S. A. Evolution of drainage systems and slopes in badlands of Perth Amboy. **Geological Society of America Bulletin,** v. 67, p. 597-646, 1956.

SMITH, K. G. Standards for grading textures of erosional topography. **American Journal of Science**, v. 248, p. 655–668, 1950.

SOARES, L. S. **Avaliação da Aplicação do "Índice de Sustentabilidade de Bacias Hidrográficas" como Subsídios para Formulação de Políticas Públicas de Conservação das Sub-bacias Hidrográficas dos Rios Batatã e Maracanã, Ilha de São Luís – MA.** 2010. 216 p. Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade de Ecossistemas), Universidade Federal do Maranhão. 2010.

SOARES, L. S; LOPES, W. G. R; CASTRO, A. C. L; ARAUJO, G. M. C. Análise morfométrica e priorização das bacias hidrográficas como instrumento de planejamento ambiental integrado. **Revista do departamento de geografia**, v.31, p.82-100, 2016.

STRAHLER, A. N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. **Transaction of American Geophysical Union,** v. 38, p. 913-20, 1957.

TONELLO, K. C.; DIAS, H. C. T.; SOUZA, A. L.; RIBEIRO, C. A. A. S.; LEITE, F. P. Morfometria da bacia hidrográfica da cachoeira das pombas, Guanhães – MG. **Revista Árvore**, v.30, p.849-857, 2006.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS RIOS CHAPECÓ E IRANI (RH2) NA PAISAGEM E DINÂMICA REGIONAL DO OESTE CATARINENSE

Janete Facco [a], Daiane Regina Valentini [b], Manuela Gazzoni dos Passos[c], Sival Francisco de Oliveira Junior[d]

[a] Geógrafa, pós-doutoranda em Geografia pela Universidade Federal de Santa Catarina, membro comitê das Bacias dos Rios Chapecó e Irani, pesquisadora do Projeto Rede Guarani/Serra Geral (UFSC)
janetefacco1@gmail.com
[b] Arquiteta e Urbanista, Professora Assistente A - UFFS - Campus Erechim, doutoranda DINTER UFFS/UFRJ.
arqvalentini@yahoo.com.br
[c]Bióloga, Doutora em Ciências Biológicas pela UEL-PR, professora da Unoesc – Chapecó-SC.
biologamanu@gmail.com
[d] Acadêmico Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Fronteira Sul – Campus Chapecó-SC.
jr_sival@hotmail.com

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

A Região Hidrográfica 2 (RH2) - localizada no meio oeste do Estado de Santa Catarina - é delimitada pelas bacias do Rio Chapecó e Rio Irani. Abrange 60 municípios, dos quais 44 (74%) possuem população abaixo de 10.000 habitantes: são pequenos municípios que tiveram o processo de ocupação do território (colonização) a partir do início do século XX e modificaram a paisagem natural a partir das atividades econômicas ligadas ao extrativismo, agricultura, pecuária e à agroindústria. Dessa forma, este trabalho tem por objetivo caracterizar a paisagem da RH2, de forma a contribuir para o planejamento e a gestão do espaço e para o seu desenvolvimento no contexto regional. A caracterização da paisagem foi elaborada a partir da sistematização de uma base cartográfica georreferenciada, processada em software livre – QGis 2.18 - abordada sob dois aspectos da paisagem: natural e cultural.

Janete Facco a, Daiane Regina Valentini b, Manuela Gazzoni dos Passos c, Sival Francisco de Oliveira Junior d

Palavras-chave: Paisagem; Dinâmica regional; Bacia hidrográfica; Rio Chapecó; Rio Irani.

INTRODUÇÃO

Cada território possui uma identidade regional, construídos a partir das características naturais e dos processos humanos implantados no decorrer do tempo histórico. Essas características naturais e as construídas pelos homens são a essência que molda a paisagem numa bacia hidrográfica, que é determinante na influência da região onde localiza-se. “A água pode ser reconhecida como elemento essencial de toda Paisagem Cultural – entendida como a valorização das inter-relações entre homem e meio ambiente, entre o natural e o cultural” (FERRÃO; BRAGA, p. 2, 2015).

ISBN: 978-85-7282-778-2

Há uma diversidade de conceitos e entendimentos da "paisagem" e em todos tem-se a noção da relação do homem com seu ambiente. Bertrand conceituou a Paisagem como "[...] o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução" (BERTRAND, 1971, p. 2).

"Outros conceitos são apresentados: o conjunto de elementos naturais e artificiais que fisicamente caracterizam uma área" (SANTOS, 2001, p. 67) e como expressão morfológica das diferentes formas de ocupação e portanto, de transformação do ambiente em um determinado tempo (MACEDO, 1993, p. 11).

AB'Saber, (2003, p. 9) afirma que a paisagem é uma "herança de processos fisiográficos e biológicos, e patrimônio coletivo dos povos que historicamente as herdaram como território de atuação de suas comunidades" e que essas heranças são remodeladas e modificadas por processos de atuação recentes.

Monteiro (1978) contribui no conceito de paisagem, propondo mudanças para considerar a conjuntura da organização funcional, abrindo probabilidades para análise temporal-evolutiva, deixando os geossistemas originais para geossistemas provenientes das ações antrópicas.

Cada território possui especificidades atuais em suas paisagens o que leva a observar o passado histórico de tal espaço, para assim procurar entender as formas que se apresentam atualmente, como consequências e marcas desse passado: "territórios existem e são construídos (e desconstruídos) nas mais diversas escalas, da mais acanhada rua, à internacional" (SOUZA, p. 81, 2011). Percebe-se que nesse sentido, a paisagem também é modificada a partir das atividades econômicas desenvolvidas na bacia hidrográfica objetivando o desenvolvimento regional.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Dessa forma, este trabalho tem por objetivo caracterizar paisagem da Região Hidrográfica 2 (RH2) de forma a contribuir para o desenvolvimento da região Oeste Catarinense.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

Esta pesquisa foi realizada na Região Hidrográfica 2 do Estado de Santa Catarina, localizada no oeste catarinense. A Figura 1 apresenta a RH2, formada pelas Bacias Hidrográficas dos Rios Chapecó e Irani (Rios principais). A região hidrográfica é um recorte territorial estabelecido pelo Governo do Estado de Santa Catarina por meio da Lei Estadual nº 10.949 de novembro de 1998, "que congrega de duas a três bacias hidrográficas contíguas e afins cujos limites são os mesmos divisores de águas das bacias que os compõe" (SANTA CATARINA, 1998).

Figura 1: Localização da área de estudo na Bacia do Rio Uruguai; Oeste Catarinense; 60 municípios que conformam a RH2, com destaques para os principais rios da RH2 - Rio Chapecó e Rio Irani

Elaboração: VALENTINI, D. R. (2017).

Fonte: Base cartográfica fornecida pela Secretaria de Desenvolvimento Econômico Sustentável do Estado de Santa Catarina (2013) e IBGE (2010).

ISBN: 978-85-7282-778-2

Com uma área de extensão de aproximadamente 11.122 km², abrangência de 60 municípios e uma população de aproximadamente 700.000 habitantes (IBGE, 2015; SANTA CATARINA, 2017). Chapecó é o município mais populoso da RH2, com 205.000 habitantes (IBGE, 2015), também considerado polo do Oeste Catarinense.

Cabe evidenciar que as regiões hidrográficas são amplamente tomadas como unidade de planejamento, por possuírem estruturas ambientais que influenciam toda uma região: "apresentam-se como unidades fundamentais para o planejamento do uso e conservação ambiental, principalmente no que diz respeito aos recursos hídricos, e mostram-se extremamente vulneráveis às atividades antrópicas" (FACCO, p. 1, 2011).

2.2 Método

Esse trabalho, de caráter descritivo e qualitativo, foi realizado a partir de pesquisa bibliográfica e documental. O embasamento para a caracterização da paisagem da área de estudo foi estruturado conforme o diagrama da Figura. 2.

Figura 2 - Diagrama metodológico.

Fonte: elaboração das autoras, 2017.

A análise da paisagem foi abordada sob dois aspectos: paisagem natural e paisagem cultural.

As informações relativas à hipsometria e clinografia foram geradas a partir do raster Modelo Digital de Elevação, gerado a partir de imagem SRTM - EMBRAPA, escala 1:250.000;

ISBN: 978-85-7282-778-2

tais cartografias analisadas em conjunto com a hidrografia e remanescentes de vegetação nativa, fizeram parte da estrutura da paisagem natural da RH2.

A partir da análise de como o espaço manifesta a materialização da ocupação humana, a paisagem cultural foi abordada a partir da cartografia Uso do Solo (EPAGRI/CIRAM, 2013). Os dados foram analisados em conjunto com a espacialização das áreas protegidas (unidades de conservação e terras indígenas) e indicadores de desenvolvimento municipal, tais como IDH e PIB per capta.

A discussão apresentada a seguir se estrutura a partir de uma abordagem geográfica, que privilegia o estudo da influência do homem sobre a paisagem e a gestão do território (METZGER, 2001).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Contextos da ocupação do Oeste Catarinense

O oeste Catarinense teve um processo de ocupação que precedia os imigrantes descendentes de italianos, alemães e poloneses, oriundos do Rio Grande do Sul, nas áreas de colonização induzida através da concessão de terras a empresas colonizadoras particulares. Esse ambiente foi modelado por diferentes grupos étnicos, como Guaranis, Kaingangs e fazendeiros, que possuíam organizações sociais distintas (BERNARDY; ZUANAZZI; MONTEIRO, p. 86, 2013).

Para o Oeste catarinense, "é possível descrever quatro ciclos econômicos: a pecuária, a erva-mate, a madeira e as agroindústrias" (FACCO, p.16, 2011). Dessas atividades econômicas, destaca-se a exploração das florestas pela indústria madeireira - principalmente junto aos rios (BAVARESCO, 2006) - e/ou seu corte para liberação do solo para a agricultura e pecuária (KLEIN, 1978; ROSSETO, 1995; SILVA, 2010). "A criação de suínos era típica na região desde a colonização, porém a partir da década de 1950, essa região iniciou um novo ciclo econômico, gerado pela agroindústria de carnes e derivados" (FACCO et. al., 2014). Assim, a região Oeste Catarinense tem se destacado em termos agrícolas e agroindustriais, cuja

ISBN: 978-85-7282-778-2

economia é estruturada por uma agricultura familiar diversificada e agroindústrias - com destaque à produção de suínos e aves (CANCELIER, p. 124, 2013).

Entre as principais variáveis consideradas para determinação das características espaciais que orientam o desenvolvimento, tanto locais quanto regionais, está a dinâmica populacional, especialmente pelas possibilidades que representa em processos endógenos de motivação de distintas formas de desenvolvimento territorial (BERNARDY; ZUANAZZI; MONTEIRO, p. 85, 2013). A região encontra-se fortemente ligada à dinâmica econômica nacional e internacional, o que, por sua vez, transforma este território num espaço onde as tendências globais se manifestam em nível local (CANCELIER, 2013) e regional, modificando constantemente a paisagem.

O principal suporte econômico, embasado na produção familiar rural vinculada à indústria alimentícia, tornou-se gradativamente 'seletivo', fazendo com que expressivos contingentes populacionais rurais migrassem para os novos espaços, especialmente urbanos, tanto locais quanto regionais e nacionais (BERNARDY; ZUANAZZI; MONTEIRO, p. 88, 2013).

As agroindústrias encontraram na pequena propriedade familiar um campo fértil para disseminar o programa de fomento para suinocultura, e também outros produtos como a avicultura (FACCO, p.20, 2011).

Apesar de sua ocupação datar de meados do século XX, a região Oeste Catarinense chama a atenção pelo fato de que até o fim da década de 1970, a tendência demográfica do Oeste Catarinense era expressiva, isto é, recebia pessoas que migravam principalmente do Rio Grande do Sul e se estabeleceram em pequenas propriedades rurais daqui. A inversão do fluxo populacional ocorreu no início da década de 1980, quando pessoas da região Oeste de Santa Catarina migravam para outras regiões do país consideradas prósperas, como centro-oeste e norte (FACCO, p.19, 2011). Fatores estruturais, como a distância dos principais mercados consumidores, dificuldade de escoamento da produção e a estrutura fundiária excessivamente

ISBN: 978-85-7282-778-2

subdividida também condicionam a dinâmica econômica dos estabelecimentos. A insuficiência de terras próprias para a lavoura inviabiliza a permanência dos indivíduos na unidade agrícola, (CANCELIER, 2013).

3.2 Análise e estruturação da paisagem na RH2

A formação geomorfológica da RH2 é de planalto (unidades: dissecado e campos gerais). Conforme pode ser observado no Mapa Hipsométrico da RH2 (Figura 3-A), o Rio Chapecó tem 248 Km de extensão, sua nascente está a 1.321 m de altitude, enquanto o Rio Irani, com 213 Km de extensão, possui a nascente a altitude de 1.200 metros enquanto sua foz é a 200 metros de altitude.

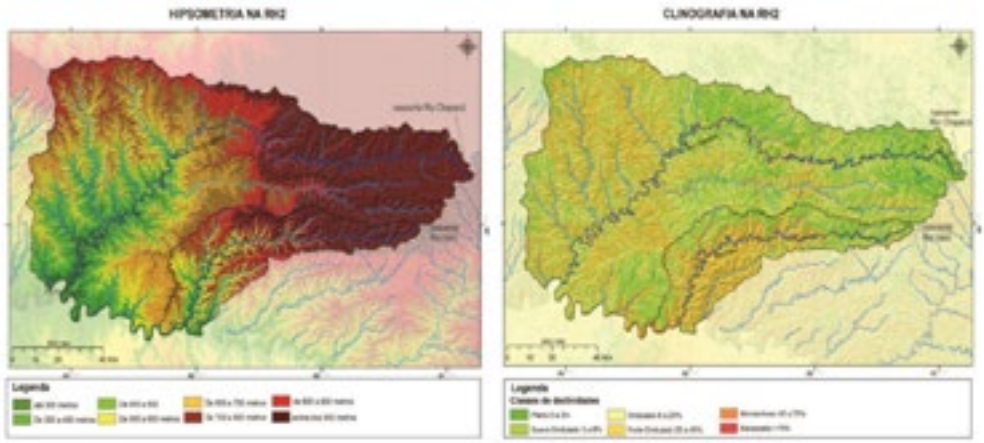


Figura 3: (A) Mapa Hipsométrico da RH2. (B) Mapa Clinográfico da RH2

Elaboração: VALENTINI, D. R. (2017).

Fonte: imagem SRTM Embrapa. Base cartográfica fornecida pela Secretaria de Desenvolvimento Econômico Sustentável do Estado de Santa Catarina (2013) e IBGE (2010).

Observa-se no Mapa Clinográfico (Figura 3-B) que na RH2 predomina relevo com declividades entre suave ondulado (3 a 8% de declividade) a forte ondulado (de 20 a 45%). As maiores declividades encontram-se localizadas nos pequenos municípios com menores altitudes, principalmente a oeste do Rio Chapecó e junto a seus principais afluentes. Junto ao Rio Irani encontram-se as porções mais acidentadas da RH2, pequenas porções com inclinações

ISBN: 978-85-7282-778-2

montanhosas (de 45 a 75% de declividade), principalmente nas cotas altimétricas próximas a 600 metros ou inferior.

O diagnóstico da realidade territorial da RH2 é fundamental para o planejamento e desenvolvimento num contexto regional. Todo planejamento começa com amplo conhecimento do espaço geográfico, principalmente dos recursos naturais locais e da forma e dimensão do assentamento humano (BERNARDY; ZUANAZZI; MONTEIRO, p. 220, 2008).

Os rios principais da RH2 possuem características físicas naturais de sinuosidade, encachoeirados e lóticos. Essas características apresentam potencial hidrelétrico em toda sua extensão e seus afluentes permitindo um número elevado de PCHs e CGHs nesta região hidrográfica. Este fator leva a uma alteração da paisagem criando ambientes com águas lênticas e com a formação de lagos.

Em relação à apropriação da paisagem na RH2, pode-se destacar o Mapa de uso do solo (Figura 4) e na Tabela I. O uso predominante na paisagem da RH2 é pastagens e/ou campos naturais (39,77%), seguida de 27,29% de remanescentes de floresta nativa em estágio sucessional secundário e 26,11% de agricultura.

Tabela I: Distribuição do Uso do Solo na RH2.

USO DO SOLO NA RH2	%
Agricultura	26,11%
Area de mineracao	0,01%
Corpos d'agua	0,90%
Florestas em estagio inicial (pioneiro)	0,32%
Florestas em estagio medio ou avancado e/ou primarias	27,29%
Reflorestamentos	4,58%
Area urbana	1,02%
Pastagens e campos naturais	39,77%
Solo exposto	0,01%

Fonte: Elaboração das autoras a partir da base cartográfica fornecida pela Secretaria de Desenvolvimento Econômico Sustentável do Estado de Santa Catarina (2013).

ISBN: 978-85-7282-778-2

Reafirmando o caráter rural da paisagem da RH2, apresenta-se que somente 1,02% são áreas urbanizadas. Um dos pontos que chama a atenção é que o percentual correspondente às áreas cobertas por reflorestamento na RH2 é mais de 4,4 vezes maior do que as áreas urbanizadas, chegando a 4,58%. Pode-se afirmar que o fenômeno do abandono das atividades rurais, bem como o decréscimo populacional dos menores municípios de base agrícola na RH2 (ALBA et al, 2015) tem contribuído para o aumento das áreas de florestas implantadas em toda a região oeste catarinense.

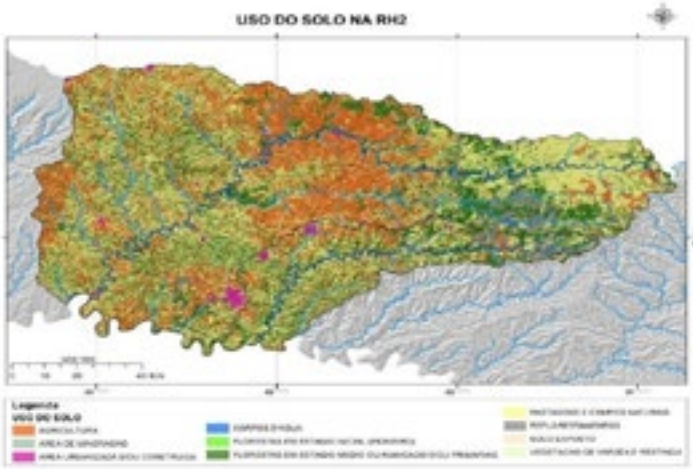


Figura 4: Mapa de uso do solo na RH2

Elaboração: VALENTINI, D. R. (2017).

Fonte: Base cartográfica fornecida pela Secretaria de Desenvolvimento Econômico Sustentável do Estado de Santa Catarina (2013) e IBGE (2010).

Os municípios localizados à leste da RH2 e mais próximos às nascentes do rio principal, possuem maior área territorial, menor declividade e usos do solo predominante pastagens e campos naturais, cuja exploração econômica é relacionada à pecuária e à agricultura mecanizada. Nesses municípios também se destacam grandes áreas de reflorestamentos destinadas à indústria da celulose, que é a base econômica do município de Vargem Bonita (5.200 habitantes), município que possui o maior PIB per capta dos municípios integrantes da RH2.

ISBN: 978-85-7282-778-2

As áreas que possuem destaque para a agricultura (Abelardo Luz, São Domingos, Ipuaçu, Xanxerê, entre outros) localizam-se desde a divisa com o estado do Paraná se estendendo até o divisor de águas das bacias do Rio Chapecó e Rio Irani. A produção agrícola é destaque também em pequenas manchas a oeste da RH2 (municípios de Cunha Porã e Maravilha) e nas proximidades de Chapecó. Essas áreas possuem altitudes médias e menores declividades no contexto da RH2, facilitado também pela oportunidade de maior mecanização do solo e pedologia favorável ao desenvolvimento agrícola. Segundo Valdati et al (2017, p. 42) as áreas ocupadas por latossolos são muito usadas para cultivos agrícolas "por possuírem um bom desenvolvimento vertical, com horizontes bem desenvolvidos e boa drenagem". Por isso, predomina uma combinação geomorfológica e pedológica de solos, com boa capacidade de retenção de água boas condições de drenagem. Nesses locais os leitos dos rios e áreas adjacentes estão mais vulneráveis ao assoreamento e contaminação pela produção intensiva e, sem dúvida contribui para o assoreamento dos rios. Essa condição pode contribuir para a ocorrência de enchentes e enxurradas.

Nos demais municípios da RH2, principalmente os menores, predomina a agricultura familiar. Pertile (2013, p. 156) destaca que os produtores rurais do Oeste Catarinense têm necessidade exercer múltiplas funções para contornar dificuldades socioeconômicas e naturais. Essa característica é mais evidente nos municípios de menor urbanização, cujo padrão fundiário é baseado em pequenas propriedades (BERNARDY; ZUANAZZI; MONTEIRO, 2008). Sem dúvida, pela conformação natural do espaço que gera dificuldade de mecanização das atividades do campo, mantém-se a característica regional da produção agrícola familiar. A maioria desses produtores possuem economia de base agrícola com diversificação e rotação de culturas, com tendência a maior atrelamento à agroindústria com a produção de aves e suínos e gado leiteiro.

Do ponto de vista do desenvolvimento social, como compreensão da paisagem sociocultural, destaca-se o Índice de desenvolvimento humano (IDH) e o PIB per capta. Os municípios localizados nas áreas de maior altitude e menos declinosos, que possuem atividades

ISBN: 978-85-7282-778-2

predominantes na pecuária a leste da RH2, são os que possuem os menores IDHs. Enquanto isso os municípios, mesmo com as maiores dificuldades de apropriação natural do território e que possuem base fundiária na agricultura familiar mantiveram índices médios. Os maiores índices do IDH são dos municípios que vem incrementando o setor industrial, com destaque para Chapecó, Cordilheira Alta (4.253 habitantes) e Pinhalzinho (18.696 habitantes), que também possuem PIB per capta médio-alto em relação aos demais municípios da RH2.

Em relação às áreas não exploradas economicamente na RH2, pode ser observado no Mapa da Figura 5 que os remanescentes de vegetação nativa em estágio secundário são bastante fragmentados. Essas manchas de pequena extensão são escassas nas áreas de intensa exploração agrícola, pecuária ou nas áreas urbanizadas dos municípios mais populosos. Nas demais áreas, se localizam em áreas de declividade forte-ondulada ou montanhosa, onde as condições morfológicas conformam difícil a exploração econômica do solo. Observa-se que o padrão de fragmentação não se altera nas margens dos rios, mesmo junto aos rios principais, o que denota a fragilidade das áreas destinadas à proteção permanente e do comprometimento da conectividade dos corredores ecológicos na área de estudo.

As extensões das manchas de vegetação remanescentes são mais significativas nas Unidades de Conservação (destaque a leste e a norte da área de estudo), ou em outras poucas nas terras indígenas.

Das áreas vegetadas não protegidas, destacam-se as manchas de remanescentes de floresta nativa de maior extensão entre as nascentes dos Rios Chapecó e Irani, localizadas nas áreas mais altas e planas da RH2. Nessa área localizam-se também as maiores áreas de florestas implantadas ligadas à indústria da celulose e sua manutenção pode ser associada às áreas de compensação ambiental ligada à essa atividade.

ISBN: 978-85-7282-778-2

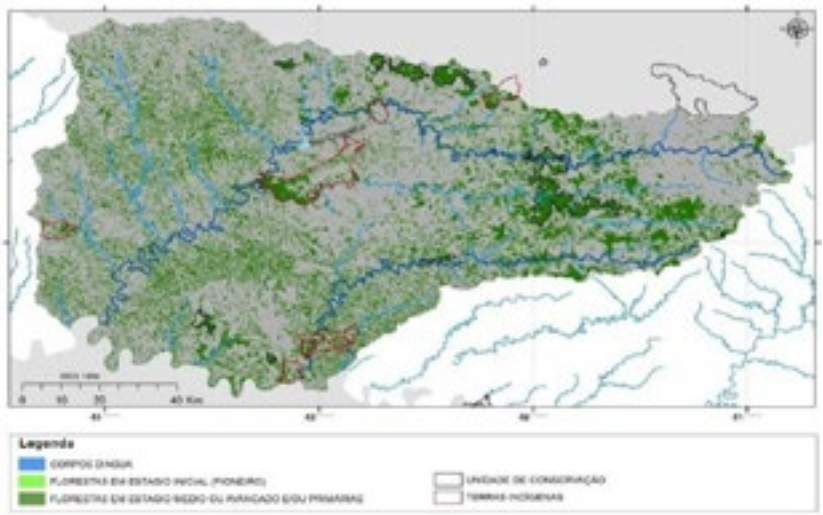


Figura 5: Mapa dos remanescentes de vegetação, Unidades de Conservação e Terras Indígenas na RH2

Elaboração: VALENTINI, D. R. (2017).

Fonte: adaptado a partir da base cartográfica fornecida pela Secretaria de Desenvolvimento Econômico Sustentável do Estado de Santa Catarina (2013) e IBGE (2010)

3.3 Usos da água na RH2

A RH2, por abrigar pólo agroindustrial, demanda de grandes vazões de água para sua produção o que leva a maior pressão sobre a qualidade da água subterrânea e superficial, constatação levantada na construção do Plano Estadual de Recursos Hídricos de Santa Catarina, em desenvolvimento (SANTA CATARINA, 2017). Conforme o Plano Estratégico de Gestão Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Chapecó (SANTA CATARINA, 2009), além do aumento no consumo de água também tem ocorrido o comprometimento de sua qualidade, especialmente da água superficial que tem como principais fontes de contaminação o setor agropecuário, industrial e os esgotos gerados nas cidades.

Este cenário tende a aumentar devido aos aumentos mais expressivos na produção de leite ocorreram em Santa Catarina no ano de 2016 (+89,77 milhões de litros), (IBGE, 2017), sendo 73% produzido no Oeste (PORTAL DO AGRONEGÓCIO, 2017; SANTA CATARINA, 2017). Também, no ano de 2016, Santa Catarina ficou em segundo lugar no ranking nacional no abate de frangos, com 14,9% dos abates no país (a criação de aves se dá de maneira muito

ISBN: 978-85-7282-778-2

intensa no Oeste Catarinense). No mesmo ano, o Estado liderou o abate de suínos, com 25,4% do total nacional, (+450,87 mil cabeças), (IBGE, 2017). Tudo isso implica no aumento do consumo de água com qualidade não apenas na criação de animais, mas também no abate, ressaltando que todas as grandes agroindústrias de transformação de carne encontram-se no Oeste Catarinense.

Além disso, a região oeste catarinense apresenta a maior concentração de suínos por km2 do país. Este fato, aliado ao alto grau de confinamento, traz como consequência um grande aumento do volume e uma grave concentração de dejetos de suínos. De acordo com a EPAGRI, 84% das fontes e pequenos mananciais da área estão contaminados por coliformes fecais (SANTA CATARINA, 1997). A ocupação da região, realizada de maneira não sustentável, trouxe inúmeros problemas como o alto grau de desmatamento, a erosão do solo, o assoreamento dos cursos d'água, o uso intenso e não planejado de dejetos de suínos, a utilização de agrotóxicos, a falta de tratamento de esgoto nas cidades, a disposição inadequada do lixo e efluentes industriais (FREITAS; ANTUNES, p. 1, 2017).

Muitos municípios brasileiros já convivem com a falta de água potável para consumo humano e de água para consumo animal, embora o Brasil seja um país ‘abençoado’ pela abundância de recursos naturais. A ocupação desordenada do solo municipal (rural e urbano), aliada ao desmatamento e à poluição hídrica, está comprometendo a qualidade e a quantidade da água (BERNARDY; ZUANAZZI; MONTEIRO, p. 219, 2008).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A construção da paisagem está intimamente ligada a processos naturais culturais e é materializada através do patrimônio coletivo do território. Esses processos são remodelados e modificados por processos de atuação recentes, estruturados principalmente sob o objetivo do desenvolvimento, na RH2 principalmente o econômico.

ISBN: 978-85-7282-778-2

A paisagem natural na RH2 tem sido intensamente modificada desde a colonização: através do desmatamento se obtiveram espaços livres para exploração econômica da agricultura e da pecuária. A ocupação da região, realizada de maneira não sustentável, trouxe inúmeros problemas como o alto grau de desmatamento, a erosão do solo, o assoreamento dos cursos d'água, o uso intenso e não planejado de dejetos de suínos, a utilização de agrotóxicos, a falta de tratamento de esgoto nas cidades, a disposição inadequada do lixo e efluentes industriais.

Assim, a paisagem natural de mata atlântica deu lugar a pastagens e/ou campos naturais e agricultura, que juntos cobrem 65,88% do solo da RH2.

Da mesma forma, o capital humano encontra-se organizado em pequenas cidades, que desarticuladas no seu processo de planejamento, sofrem as consequências da apropriação insustentável do solo em toda a região hidrográfica. Além do decréscimo populacional nos menores municípios de base agrícola, com incremento populacional em municípios com desenvolvimento industrial mais significativo, observa-se a ampliação de áreas de floresta implantada.

Considera-se destaque a organização formal dos remanescentes de vegetação nativa em estágio secundário. Fragmentadas, essas manchas de pequena extensão são escassas nas áreas de intensa exploração agrícola, pecuária ou nas áreas urbanizadas dos municípios mais populosos. Nas demais áreas, se localizam em áreas de declividade forte-ondulada ou montanhosa, onde as condições morfológicas conformam difícil a exploração econômica do solo. Observa-se que o padrão de fragmentação não se altera nas margens dos rios, mesmo junto aos rios principais, o que denota a fragilidade das áreas destinadas à proteção permanente e do comprometimento da conectividade dos corredores ecológicos na área de estudo.

Para que continue ocorrendo o desenvolvimento com planejamento na RH2, é necessário que sejam construídas coletivamente, alternativas, de acordo com o uso do solo, para isso entre todos os municípios “de forma interdisciplinar e participativa, contemplando o

ISBN: 978-85-7282-778-2

diagnóstico comunitário ao processo de gestão local" (BERNARDY; ZUANAZZI; MONTEIRO, p. 203, 2008).

A escala do planejamento e desenvolvimento do território deve contemplar desde as particularidades de um pequeno setor municipal até a totalidade da região. Torna-se necessária a articulação entre os municípios para a definição de políticas públicas integradas. "a escassez de água, somada à carência de infraestrutura, compromete o desenvolvimento das atividades econômicas e inibe novos investidores. O município perde qualidade de vida, e com isso, as pessoas migram em busca de condições melhores" (BERNARDY; ZUANAZZI; MONTEIRO, p. 220, 2008).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, A. **Os domínios de Natureza no Brasil**. Potencialidades Paisagísticas. São Paulo, Ateliê Editorial, 2003.

ALBA, R.S; MAIA, C.M.; SANTOS, J. P.; OTSUSCHI, C.; VILLELA, A.L. **Dinâmica populacional do Oeste Catarinense: indicadores de crescimento populacional dos maiores municípios.** In: BRANDT, M.; NASCIMENTO, E. org. Oeste de Santa Catarina território, ambiente e paisagem. São Carlos: Pedro&João Editores; Chapecó, UFFS, 2015. Páginas 41-70

BAVARESCO, Paulo Ricardo**. Colonização do Extremo Oeste Catarinense:** contribuições para a história campesina da América Latina. Artigo apresentado no doutorado em Ciências Sociais pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS, 2006. Disponível em: http://www.alasru.org/cdalasru2006. Acesso: 08/05/2017.

BERNARDY, R. J.; ZUANAZZI, J.; MONTEIRO, R. R. **Território, Planejamento e Gestão**: um estudo do Oeste Catarinense a partir da região da AMOSC. - Chapecó: FIE, 2008.

BERNARDY, R. J.; ZUANAZZI, J.; MONTEIRO, R. R. **Processos de desvitalização espacial:** análise da dinâmica territorial do Oeste de Santa Catarina. *In:*O espaço rural de Santa Catarina: novos estudos. CAMPO, N. J.; BRANDT, M.; CANCELIER, J. W. (Org.). - Florianópolis: Ed. da UFSC, 2013.

BERTRAND, Georges. **Paisagem e geografia física global**: esboço metodológico. Caderno de Ciências da Terra, n. 13, p. 1-27, 1971.

CANCELIER, J. W. **A agricultura familiar como agente produtor do espaço rural**. *In:*O espaço rural de Santa Catarina: novos estudos. CAMPO, N. J.; BRANDT, M.; CANCELIER, J. W. (Org.). - Florianópolis: Ed. da UFSC, 2013.

ISBN: 978-85-7282-778-2

FACCO, Janete. **Os conflitos ambientais no processo de urbanização na microbacia do Lajeado São José.** Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Comunitária da Região de Chapecó. Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais. Chapecó – SC, 2011.

FACCO, Janete; FUJITA, Camila; BERTO James L.; **Agroindustrialização e Urbanização de Chapecó-SC (1950 – 2010):** uma visão sobre os impactos e conflitos urbanos e ambientais. Santa Cruz do Sul: REDES - Rev. Des. Regional, v. 19, n. 1, p. 187 - 215, jan/abr 2014.

FERRÃO, André Munhoz de Argollo; BRAGA, Luci Mehry Martins. **Gestão Integrada de Bacias Hidrográficas**: paisagem cultural e parques fluviais como instrumentos de desenvolvimento regional, Confins [Online], 23 | 2015, posto online no dia 07 março 2015. http://confins.revues.org/10124; DOI : 10.4000/confins. Disponível https://confins.revues.org/10124?lang=pt#tocto1n1. Acesso: 08/05/2017.

FREITAS, M. A. de ; ANTUNES, R. B. (*et al*.) **Água subterrânea**: um recurso vital para o Oeste catarinense. *In*: XII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. Disponível em: https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/viewFile/22722/14919. Acesso em 10/05/2017.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2010). **Contagem da população.** Estimativa para 2015. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/tabelas_pdf/total_populacao_santa_catarina.pdf. Acesso em 10/05/2017.

___. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Em 2016, produção de ovos e abate de frangos e suínos são recordes**. (2017). Disponível em: http://saladeimprensa.ibge.gov.br/noticias?view=noticia&id=1&busca=1&idnoticia=3391. Acesso em 10/05/2017.

KLEIN, R. M. **Mapa fitogeográfico do estado de Santa Catarina**. *In*: Reitz, R (Ed.). Flora Ilustrada Catarinense. Itajaí, Herbário Barbosa Rodrigues, 1978, 2p.

MACEDO, Silvio Soares. **Paisagem, Urbanização e Litoral**: do Éden à Cidade. Livre docência. São Paulo: FAU/USP, 1993.

METZGER, J. P. (2001). **O que é ecologia de paisagem**? *Biota Neotrópica* , 1-9.

MONTEIRO, C. A. Figueiredo. **Derivações Antropogênicas dos Geossistemas Terrestres no Brasil e Alterações Climáticas**: perspectivas urbanas e agrárias ao problema de elaboração de modelos de avaliação. *In*: simpósio sobre omunidade vegetal como unidade biológica, turística e econômica, 1978, São Paulo. Anais... São Paulo: p. 43-76.

PERTILE, Noeli. **Espacialidades das ações humanas: o trabalho cotidiano na agricultura familiar do Oeste Catarinense**. *In:*O espaço rural de Santa Catarina: novos estudos. CAMPO, N. J.; BRANDT, M.; CANCELIER, J. W. (Org.). - Florianópolis: Ed. da UFSC, 2013.

PORTAL DO AGRONEGÓCIO. **Importação e queda de consumo seguram preço do leite em Santa Catarina**. Publicado 24/05/2017. Disponível em http://www.portaldoagronegocio.com.br/noticia/importacao-e-queda-de-consumo-seguram-preco-do-leite-em-sc-158970.Acesso 08/05/2017.

ISBN: 978-85-7282-778-2

ROSSETTO, S. **Síntese Histórica da região Oeste**. *In*: CEOM – Centro da Organização da Memória Sociocultural do Oeste (Santa Catarina). Para uma história do Oeste catarinense: 10 anos de CEOM. Chapecó, Ed. Da Unoesc, 1995, p. 7-15.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável – SDS. Diretoria de Recursos Hídricos – DRHI. **Plano estratégico de gestão integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Chapecó** – Florianópolis (SC). SDS/MPB engenharia. (2009).

___. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável – SDS. Diretoria de Recursos Hídricos – DRHI. **Comitês de Bacias Hidrográficas.** (1998**)**. Disponível em: http://www.cbh.gov.br/DataGrid/GridSantaCatarina.aspx. Acesso 08/05/2017.

___. **Mapas de uso do Solo**. EPAGRI/CIRAM/IFFSC. Disponível em http://ciram.epagri.sc.gov.br. Acesso 08/05/2017.

___. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. (1997). **Bacias Hidrográficas de Santa Catarina. Diagnóstico Geral**. Florianópolis, 1997. 163 p.
___. Secretaria de Estado da Agricultura e da Pesca. Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina. **Avanços da cadeia produtiva do leite no oeste catarinense**. Por JV Ascom em 12/01/2017. Disponível em: http://www.cidasc.sc.gov.br/blog/2017/01/12/avancos-da-cadeia-produtiva-do-leite-no-oeste-catarinense/. Acesso 08/05/2017.

___. Plano Estadual de Recursos Hídricos de Santa Catarina – **Audiência Pública de apresentação dos dados e informações levantadas.** Chapecó-SC: Maio, 2017.

SANTOS, Milton. **A natureza do espaço**: espaço e tempo: razão e emoção. 3 ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001. 384 p.

SILVA, A. L. **Fazendo cidade**: memória e urbanização no extremo oeste catarinense. Chapecó, Argos, 2010. 276p.

SOUZA, Marcelo Lopes de. **O território**: sobre espaço e poder, autonomia e desenvolvimento. *In*: Geografia: Conceito e Temas. Organizadores Iná E. de Castro, Paulo C. da C. Gomes, Roberto Lobato Corrêa, 14ª ed. – Rio de Janeiro; Bertrand Brasil, 2011. 352 p.

VALDATI, J.; MARIMON, M.P.C.; DAL SANTO, M.A. **Enquadramento geológico, geormorfológico e pedológico.** *In*: estiagem no Oeste Catarinense: diagnóstico e resiliência (Relatório Técnico-científico / Mário Jorge Cardoso Coelho Freitas; Francisco Henrique de Oliveira (Orgs.) – Florianópolis, 2017. p. 34-42.

ISBN: 978-85-7282-778-2

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

RELAÇÕES ENTRE GESTÕES MUNICIPAIS, ESTADUAIS E DE RECURSOS HÍDRICOS - O CASO DA UTE RIBEIRÃO DA MATA

Daniel Machado Facury [(a)],Ana Carolina Mayrinck Braga de Moura [(b)], Catharina de Oliveira Maia [(c)], Victor José Brey-Gil Brito de Carvalho [(d)], Antônio Pereira Magalhães Junior [(e)]

[(a)] Graduando de Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), dfacury@ufmg.com
[(b)] Graduanda de Geografia, UFMG, carolmayrinck@gmail.com
[(c)] Graduanda de Geografia, UFMG, catharinaolm@gmail.com
[(d)] Graduando de Geografia, UFMG, breycarvalho@gmail.com
[(e)] Professor do Dep. de Geografia, UFMG, antonio.magalhaes.ufmg@gmail.com

Eixo: 6. Dinâmica e Gestão de Bacias Hidrográficas

Resumo

A bacia hidrográfica é a unidade territorial de implantação da Política Nacional de Recursos Hídricos. No entanto, essa unidade de gestão raramente coincide com limites municipais e estaduais, podendo resultar em diferentes relações entre essas esferas de gestão. O objetivo do presente artigo é refletir sobre as relações entre as esferas político- administrativas e as gestões de bacia hidrográfica, apoiando-se no caso da Unidade Territorial Estratégica Ribeirão da Mata, a qual abrange 10 municípios localizados na Porção Norte e Norte de expansão da Região Metropolitana de Belo Horizonte (MG). Foi perceptível o interesse dos municípios em participar de uma gestão regional, apesar de haver poucas intenções definidas nos planos diretores. Os esforços municipais e do Sub-Comitê de Bacia Hidrográfica, no entanto, não são suficientes para acabar com os déficits quantitativos e qualitativos dos recursos hídricos da bacia.

Daniel Machado Facury,Ana Carolina Mayrinck Braga de Moura,Catharina de Oliveira Maia, Victor José Brey-Gil Brito de Carvalho, Antônio Pereira Magalhães Junior

Palavras chave: Gestão Territorial; Bacia Hidrográfica; Ribeirão da Mata.

1. Introdução

A Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) define a bacia hidrográfica como a unidade territorial para a gestão dos recursos hídricos. Essa unidade é restringida por divisores topográficos e converge todos os fluxos de água superficiais, concentrados na rede de drenagem, para um mesmo ponto, o exutório. A rede de drenagem é apenas um componente da área das bacias hidrográficas, a qual influencia e é influenciada diretamente pelos diferentes usos do solo e da água. Dessa forma, gerir os recursos hídricos é, consequentemente, gerir o território e suas atividades socioeconômicas.

Utilizar a bacia hidrográfica como recorte para a administração territorial apresenta certos benefícios para o planejamento e para a gestão. Por se comportar como um sistema parcialmente fechado, onde a água, ao entrar e escoar superficialmente, não é perdida para outra bacia contígua, é possível definir relações de causa e efeito na qualidade e quantidade de água de acordo com os usos do solo. Isso faz com que o zoneamento da bacia a partir do uso do solo possa ser feito de maneira eficaz.

No entanto, essa prática se depara com desafios. Os diferentes processos históricos de formação territorial, interesses socioeconômicos diversos e o fato dos limites administrativos municipais, estaduais e federais raramente coincidirem com os limites da bacia hidrográfica fazem com que a sua ocupação seja, muitas vezes, incompatível com a preservação dos recursos hídricos e com a manutenção de seus usos múltiplos, potencializando a geração de conflitos. Outra limitação para a definição de bacias como unidade de gestão é o trato com as águas sub-superficiais, já que muitas vezes os divisores freáticos não coincidem com os divisores topográficos (MAGALHÃES JR., 2018).

A Bacia do Ribeirão da Mata é uma situação ilustrativa da dificuldade de uma gestão efetiva para bacias intermunicipais. Essa unidade hidrográfica abrange 10 municípios e se localiza na área de expansão do Vetor Norte da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH) - como pode ser visto na Figura 1 - e conta com um Sub-Comitê de Bacia Hidrográfica (SCBH), responsável por tomar decisões acerca da gestão de recursos hídricos.

IBSN: 978-85-7282-778-2

Figura 1 - Localização e municípios inseridos na Bacia do Ribeirão da Mata

Dessa forma, percebe-se uma interessante sobreposição de recortes administrativos, que podem divergir em suas ações ou atuar de maneira cooperativa para uma gestão mais eficiente e democrática. Portanto, o presente artigo visa refletir sobre as relações entre os recortes políticos administrativos e de bacia hidrográfica, tendo como estudo de caso a Bacia do Ribeirão da Mata e a expansão do Vetor Norte da RMBH.

2. Procedimentos Metodológicos

Esse trabalho fundamentou-se em uma revisão bibliográfica acerca de discussões sobre recortes administrativos e suas estratégias de gestão territorial. Ademais, utilizou-se de dados secundários disponibilizados pelo Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Ribeirão da Mata (CBHV, 2015) e do Relatório de Levantamento de Campo e Informações Cadastrais (CBHV, 2018), elaborados pela Agência Peixe Vivo e encaminhados pelo SCBH em questão. Por fim, realizou-se um levantamento sobre os principais projetos de infraestrutura e sobre os Planos Diretores dos municípios localizados na Bacia em estudo a fim de compreender os instrumentos de gestão e possíveis pressões sobre a área. Dessa forma, os resultados foram separados em três pautas, sendo elas: uma breve descrição das

esferas de gestão do território, os incentivos e princípios de gestão definidos no Vetor Norte da RMBH e a gestão de Recursos Hídricos na Bacia do Ribeirão da Mata.

3. Caracterização da Área

A Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Mata está localizada na margem esquerda do médio Rio das Velhas, ocupando uma área de, aproximadamente, 786,84 km² (CBHRV, 2016), contemplando uma importante área de relevo cárstico do estado (ALMEIDA, 1977 apud TORRES, 2016). A Bacia abrange 10 municípios, totalizando 600 mil habitantes e apresentando um precário sistema de tratamento de esgoto, evidenciado pelo índice de apenas 30,4% de esgoto tratado. (CBHRV, 2016).

De modo geral, a Bacia em pesquisa é caracterizada pelo clima tropical de altitude, o qual tem como principal aspecto a ocorrência de duas estações bem definidas: uma chuvosa, no verão e outra seca, no inverno (CBHRV, 2016). Ademais, apresenta uma região de contato entre os Biomas Cerrado e Mata Atlântica (COPASA, [201-?]). Quanto à geomorfologia da Bacia, de modo geral, nota-se a presença de um relevo levemente ondulado apresentando o topo das vertentes com a forma mais arredondada (CBHRV, 2016). Essa região encontra-se principalmente sobre o substrato geológico do Complexo Belo Horizonte, composto por ortognaisses, além da Formação Sete Lagoas, caracterizadas por rochas calcárias que influenciam o relevo cárstico da região (CBHRV, [201-?]).

O uso e cobertura do solo são marcados principalmente pela presença de vegetação arbustiva em 38,3% da área, de atividades agropecuárias em 32,7% e pelos usos urbanos em 17,9% da Bacia. Além disso, os setores da economia mais importantes são os de serviço e industrial (CBHRV, 2018).

4. Resultados e Discussão

4.1 As diferentes esferas de gestão do território

Planejamento e gestão são atividades consideradas quase sempre em conjunto. No entanto, essas duas ações apresentam importantes diferenças. Souza (2002) apud Lemos (2014) aponta que o planejamento se relaciona muito mais com as perspectivas futuras, considerando o que deve ser feito para atingir uma situação desejada. Já a gestão se baseia nas ações presentes, visando resolver problemas momentâneos seguindo os princípios definidos nos planos.

O plano diretor municipal é o instrumento básico para a elaboração das políticas municipais. Sua construção deve se dar democraticamente, aplicando o conceito da função social da cidade e os aspectos de diferentes usos do solo urbano. O zoneamento territorial, baseado no plano diretor, define características de uso e ocupação do solo para diferentes áreas do território municipal (LEMOS, 2014). Os planos diretores seguem uma lógica de planejamento para dentro dos limites municipais e geralmente pouco dialogam com as regiões nas quais estão inseridos. Além disso, decisões de desenvolvimento econômico muitas vezes são impostas pelos governos estaduais, federais e municipais por meio de grandes obras de infra-estrutura ou de incentivos fiscais para empreendimentos privados. Tais reordenam as dinâmicas de uso do solo em territórios municipais.

A Política Nacional de Recursos Hídricos, de 1997, acompanha o processo de redemocratização e descentralização nacional, como pode ser visto nos seguintes trechos desta Lei:

> IV - a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;
> V - a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;
> VI - a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades. (BRASIL, 1997, art. 1)

IBSN: 978-85-7282-778-2

Dessa forma, a PNRH propõe a criação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, tendo os Comitês de Bacias Hidrográficas (CBHs), como unidades básicas de gestão e planejamento de recursos hídricos, apoiados nos conselhos nacional e estadual, na Agência Nacional de Águas e nos órgãos estaduais de gestão. Os CBHs são compostos por representantes do Poder Público – que inclui representantes de municípios -, de usuários e da sociedade civil (PERES; SILVA, 2010).

Os usos da terra alteram a qualidade e a quantidade das águas, visto que as práticas de gestão e planejamento de recursos hídricos são, então, territoriais. Dessa maneira, a lógica dos CBHs se estabelece pelas relações de uso do solo à montante e à jusante, considerando seus impactos, sendo assim uma questão regional. Para concretizar esta gestão, os CBHs utilizam diferentes instrumentos, como o Plano de Bacia e a outorga, definidos pela PNRH (BRASIL, 1997). Os recortes espaciais municipais - baseados em distribuições urbanas e administrativas- e os hidrográficos - fundamentados por divisores físicos - raramente coincidem. Essa situação, somada aos planos diretores municipais, que desconsideram o recorte espacial da bacia, e às grandes obras de desenvolvimento local e regional, favorecem conflitos entre as variadas instituições de gestão. Tais conflitos envolvem questões territoriais como a apropriação do uso do solo e das águas.

As diferenças socioeconômicas, de interesses ou importância política entre os municípios dificultam ainda mais uma eficaz gestão de recursos hídricos. Vale ressaltar que os municípios, principalmente devido a questões econômicas, podem ter maior ou menor poder de decisão. Lemos (2014) cita a questão de transferência de passivo ambiental entre Belo Horizonte, à montante, que canalizou o Ribeirão Arrudas, e Sabará, à jusante, que recebe o impacto das águas concentradas durante os picos de vazão, convivendo com constantes enchentes destrutivas. Dessa forma, verifica-se a complexidade para o alinhamento dos diferentes níveis de gestão.

4.2 O Vetor Norte de Expansão da RMBH

À norte de Belo Horizonte se localiza uma região com relevos levemente ondulados, propensos a ocupações urbanas. Essa área se mostra, como dito por Gomes (2011), um eixo de desenvolvimento incentivado pelo próprio Estado, caracterizado pelos processos de reestruturação sócio-espacial planejados e geridos pelo poder público (COSTA et. al, 2010). Tal área passa a receber, a partir da década de 1980, diversas obras de infraestrutura relacionadas ao adensamento urbano local e ao desenvolvimento regional de RMBH.

Recentemente, diferentes projetos e grandes obras vêm sendo realizados na região, como a construção da Cidade Administrativa de Minas Gerais (sede do Governo Estadual), o polo de Microeletrônica em Vespasiano, os loteamentos de alta e baixa renda, as obras de expansão da malha viária, como o Anel Viário do Contorno Norte e a ampliação do Aeroporto Internacional Tancredo Neves (COSTA et. al, 2010; HORIZONTES, [200-?]). Essas obras são estimuladas muitas vezes pelo governo do estado, além de facilitadas e permitidas pelas prefeituras municipais. Assim, essas atividades são legitimadas nos planos diretores municipais, os quais propõem zoneamentos específicos para cada município, e, dessa forma, atraem investimentos da iniciativa privada, fato que amplia a indústria e o comércio local.

Somente o Plano Diretor de Ribeirão das Neves apresentou preocupação com a melhora na gestão dos recursos hídricos nas bacias do Ribeirão das Neves do Ribeirão das Areias, importantes afluentes do Ribeirão da Mata. Ademais, foram encontradas poucas propostas acerca da preservação de nascentes e do controle do uso de recursos hídricos. Logo, verifica-se, uma tendência ao aumento considerável das demandas por recursos hídricos e pouca preocupação com esse fato.

No início da década de 2010, foi elaborado o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado (PDDI) da RMBH, organizado por três grandes universidades de Belo Horizonte e contando com participação de integrantes do Poder Público e da sociedade civil organizada. Baseia-se, principalmente, no planejamento, com horizontes para 2023 e 2050, de

IBSN: 978-85-7282-778-2

reordenamento e a integração de maneira democrática, acessível, segura e sustentável do território metropolitano (MINAS GERAIS, 2011).

Além disso, o Consórcio Intermunicipal de Desenvolvimento Sustentável da Região da Bacia do Ribeirão da Mata (COM10) foi uma iniciativa dos municípios integrantes da Bacia no final da década de 2000; e teve como principais ações as questões referentes à qualidade da água e ao saneamento básico, como a gestão adequada de efluentes e resíduos sólidos. Vargas (2012) afirma que esse Consórcio facilitou a obtenção de recursos através do Plano de Aceleração de Crescimento, do governo federal. É perceptível o grande fluxo de capital direcionado para essa área, o que fica claro na diversidade de atores políticos e de empreendimentos presentes na região.

4.3 A gestão na Bacia do Ribeirão da Mata

Em Minas Gerais, há a definição de diferentes Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPGRH), consoante à PNRH. Uma das mais importantes UPGRHs coincide com a Bacia do Rio das Velhas, abrangendo grande parte da população do estado e importantes atividades econômicas, sendo gerida pelo Comitê de Bacias Hidrográficas do Rio das Velhas. Com o objetivo de descentralizar decisões e facilitar ações, esse comitê optou pela divisão em Sub-Comitês de Bacia Hidrográfica (SCBH) a fim de atuar em áreas delimitadas por Unidades Territoriais Estratégicas (UTEs). Nesse contexto surge o SCBH Ribeirão da Mata, fundado pela DN 01/08 (CBHRV, 2008).

A gestão da Bacia do Ribeirão da Mata se dá pela relação entre CBH Velhas, SCBH Ribeirão da Mata e a Associação Executiva de Apoio à Gestão de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo (AGB Peixe Vivo), empresa responsável por prestar o apoio técnico-operativo à gestão dos recursos hídricos das sub-bacias hidrográficas do Ribeirão das Velhas. O CBH Velhas busca promover a viabilização técnica e econômico-financeira de programa de investimento e consolidação da política de estruturação urbana e regional da gestão dos recursos hídricos, visando o desenvolvimento sustentável da Bacia (CBHRV, 2018).

O SCBH Ribeirão da Mata é composto por integrantes titulares e suplentes de três esferas: poder público, usuários e sociedade civil. O primeiro é composto por representantes de todas as prefeituras dos municípios que integram a Bacia, assim como o Instituto Chico Mendes (ICMBio) e o Instituto Estadual de Florestas (IEF). Fazem parte, ainda, desse sub- comitê os usuários da água, representados pela COPASA, por empresas de produção de cimento e por representantes de construtoras. A sociedade civil é representada pelo Instituto Guaicuy, o qual promove diferentes ações ambientais na Bacia do Velhas, pela Brigada Civil Pedro Leopoldo e pela Associação Circuito das Grutas. Verifica-se, portanto, o interesse das prefeituras em participar dos processos decisórios no que tange aos recursos hídricos.

O CBH Velhas, o SCBH Ribeirão da Mata e a AGB Peixe Vivo atuam baseados no PDRH Rio das Velhas. Este instrumento de gestão apresenta um diagnóstico da situação atual da Bacia do Velhas, apontando previsões de possíveis cenários e, estabelecendo planos para direcionar a melhor gestão da Bacia.

Um dos aspectos importantes acerca de uma bacia é a qualidade da água. Os cursos d'água são enquadrados em classes de qualidade de acordo com seus usos preponderantes. Dessa forma, o PDRH (CBHRV, 2015) enquadra o Ribeirão da Mata, em sua maior extensão, como classe 2, implicando que a água dessa Bacia seja própria para consumo humano após tratamento convencional. Entretanto, seu enquadramento é indevido, já que há usos não compatíveis com a classe definida, como o industrial e minerário, os quais ocupam esses trechos da Bacia.

Recentemente, a IRRIPLAN (2018), contratada pela AGB Peixe Vivo, fez um levantamento de outorgas com captação ativa na Bacia. A partir dele, foram levantadas 256 outorgas ativas, sendo que a captação de águas superficiais é de 1,17 m^3/s, e de águas subterrâneas é de 0,46 m^3/s, totalizando 1,63 m^3/s. Esse valor representa 103% da $Q_{7,10}$, vazão mínima de sete dias de duração e período de retorno de dez anos, dimensionada em 1,57 m^3/s para a Bacia do Ribeirão da Mata (CBHV, 2015). A outorga é deferida pelo Instituto Mineiro

IBSN: 978-85-7282-778-2

de Gestão das Águas (IGAM) após passar por aprovação do SCBH Ribeirão da Mata, com a decisão conjunta dos integrantes.

Do ponto de vista do IGAM, o valor máximo outorgável para a Bacia do Rio das Velhas foi fixado em 30% da $Q_{7,10}$. No entanto, verifica-se que a vazão outorgada na Bacia do Ribeirão da Mata supera muito o máximo determinado pelo IGAM, o que pode gerar situações de escassez e de incertezas acerca da garantia do uso múltiplo das águas. Nessas situações, o órgão estadual deveria deliberar uma Declaração de Área de Conflito (DAC), na qual há a recomendação da elaboração de uma outorga coletiva que atenda às diferentes demandas pelo uso dos recursos de forma justa e sustentável ao assegurar o fluxo residual à jusante (IGAM, 2006). A não deliberação da DAC pode ser associada aos possíveis impactos negativos econômicos e políticos causados pela declaração de indisponibilidade hídrica.

Apesar desses possíveis impactos, deve-se ressaltar a importância da DAC para a manutenção do direito de uso múltiplo das águas, definido pela PNRH. A cobrança pelo recurso hídrico é, quando usada adequadamente, um importante instrumento para a garantia desse direito. Esse instrumento de gestão já é implantado na Bacia desde 2010, mas o PDRH (CBHRV, 2015) afirma que ele deve ser revisto a fim de ser mais bem apropriada para cada trecho e para cada sub-bacia.

O Plano Diretor de Recursos Hídricos (CBHRV, 2015) demonstra a tendência ao aumento da demanda pelos recursos na Bacia, o que pode ser explicado pelo crescimento econômico incentivado pelos municípios e por planos do estado e, até, da União. Isso demonstra a urgência das tomadas de decisões acerca da determinação de área de conflito e do uso adequado dos instrumentos de gestão.

5. Considerações finais

As iniciativas tomadas pelos gestores municipais demonstram uma tentativa de realizar uma gestão em conjunto entre os interesses municipais e de recursos hídricos. Lemos (2014) identifica três formas de gestão para além dos limites municipais: por região metropolitana, por bacia hidrográfica e por consórcios públicos, os quais se inserem em situações que contam com

a participação de diversas instituições. No caso dessa região, esses três modelos são colocados em prática a partir do PDDI, do SCBH Ribeirão da Mata e do COM10. Isso facilita o diálogo e o desenvolvimento cooperativos entre os municípios.

No entanto, apesar de apresentar essas diferentes formas de gestão, é notável ressaltar que efetivar uma gestão de recursos hídricos envolve desafios, pois o crescimento econômico da região é, geralmente, colocado em primeiro plano; além das dificuldades impostas pelos planos diretores municipais de ações para a gestão centralizada nos recursos hídricos. Os municípios ora se mostram interessados em uma gestão regional e cooperativa, ora se mostram mais fechados e atentos apenas às oportunidades de negócios que terão, se contradizendo constantemente em suas políticas.

6. Referências Bibliográficas

ALMEIDA, F. F. M. O Cráton do São Francisco. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 7, n. 4, p. 349-364, 1977.

BRASIL. Lei n° 9433, de 8 de Janeiro de 1997. Brasília, 1997.

CBHRV- Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas. **Unidade Territorial Estratégica Ribeirão da Mata**. Disponível em: <http://cbhvelhas.org.br/ribeiraodamata/>. Acesso em: 24 de novembro de 2018.

_____. **Projetos de Saneamento Básico** - Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas. Produto 2 - Diagnóstico UTE Ribeirão da Mata - Municípios de Confins e Lagoa Santa. Volume 8 - Tomo II. 2016.

_____. **Plano Diretor de Recursos Hídricos** - Unidade Territorial Estratégica Ribeirão da Mata. 2016

_____. **Deliberação Normativa nº 01**, de 25 de ago. de 2008. Belo Horizonte, 2008.

_____. **Plano Diretor de Recursos Hídricos**. Belo Horizonte, 2015.

_____. **Mapa Geológico da UTE Ribeirão da Mata.** Belo Horizonte, [201-?]. 1 mapa. Escala 1:100000

COPASA - Companhia de Saneamento Ambiental de Minas Gerais. **Programa de Saneamento Ambiental Para a Bacia do Ribeirão da Mata.** Belo Horizonte: [s.n.], [201-?]

COSTA, G. M.; COSTA, H. S. M.; VEIGA, F. M.; TALMA, M. M. P. Planos diretores e políticas territoriais: reflexões a partir de transformações no Vetor Norte da RMBH. **Revista Paranaense De Desenvolvimento**, Curitiba, n. 119, p. 85-112, 2010.

GOMES, P. S. Entre o planejamento "estratégico" e a regulação urbanístico-ambiental: um olhar sobre a expansão urbana recente no Vetor Norte da metrópole belo-horizontina. **Caderno de Geografia**, [S.l.], v. 21, n. 36, p. 29-50, 2011.

HORIZONTES. **Programa De Desenvolvimento e Gestão da Região Metropolitana de Belo Horizonte** - Vetor Norte da RMBH <http://www.institutohorizontes.org.br/imagens/estudoseprojetos/DOCUMENTO_FINAL_VETOR_NORTE.pdf> Acesso em 25/11/2018.

IGAM - Instituto Mineiro de Gestão das Águas. **Nota Técnica 07/2006.** Belo Horizonte: [s.n.], 2006.

INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Normais Climatológicas 1981-2010. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisclimatologicas>. Acesso em Out. de 2018.

LEMOS, R. S. **Entre os limites e as fronteiras da gestão de recursos hídricos e da gestão municipal**: pressões ambientais, expansão urbana e a situação hidroambiental da Bacia Hidrográfica Lagoa da Pampulha – Região Metropolitana de Belo Horizonte. Dissertação (Mestre em Geografia). 2014. 111 f. Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.

MAGALHÃES JR., A. P. **Geografia e Recursos Hídricos.** Belo Horizonte: [s.n.], 2018.

MINAS GERAIS. **Relatório Final** - Sumário Executivo: Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado da RMBH. Belo Horizonte: [s.n], 2011. 78 p.

PERES, R. B.; SILVA, R. S. A relação entre Planos de Bacia Hidrográfica e Planos Diretores Municipais: Análise de Conflitos e Interlocuções visando Políticas Públicas Integradas. In: Encontro Nacional da Anppas, 5., Florianópolis, 2010. **Anais…** Florianópolis: [s.n.], 2010.

TORRES, I. F. A. Avaliação química da qualidade da água do Ribeirão da Mata (MG). **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 8, n. 3, p. 69-78, Set. 2016

VARGAS, G. P. **Os consórcios públicos no planejamento e gestão regionalizada do território brasileiro**: as experiências mineiras do COM10 e CODAP. Dissertação (Mestre em Geografia). 2012. 177 f. Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

REVITALIZAÇÃO DO RIO ÁGUA BRANCA EM ITABUNA-BA: uso e ocupação da terra, seleção de área prioritária para reflorestamento e plantio de mudas de árvores nativas

Samuel de Amaral Macedo [(a)], Maurício Santana Moreau [(b)]

(a) Graduando em Geografia - DCAA/Universidade Estadual de Santa Cruz, macedo.samuel@yahoo.com
(b) Professor Titular - DCAA/Universidade Estadual de Santa Cruz, mmoreau@uesc.br

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

Este artigo tem como objetivo o mapeamento do uso e ocupação da terra e indicação das áreas prioritárias para reflorestamento da MBRAB, em Itabuna-BA. Para isso utilizaram-se imagens do Google Earth Pro para gerar, organizar e atualizar a base cartográfica da área estudada no Arcgis 10.2.2. O mapeamento de uso e cobertura da terra evidenciou que a maior área da microbacia é formada pela classe Mata/Cacau, alguns trechos do rio água branca percorre pastagens e parte da área urbana ocupa APP de rio. A partir do mapa de uso e ocupação da terra foi possível identificar 6 km² de áreas prioritárias para reflorestamento na área estudada, planejou-se o plantio de mudas nativas.

Samuel de Amaral Macedo
Maurício Santana Moreau

Palavras chave: Hidrografia, APP, Revitalização.

1. Introdução

Ab'Saber (1989) afirmou que o uso da Bacia Hidrográfica (BH) como unidade natural possibilita uma visão sistêmica e integrada de todas as características físicas, ambientais e sociais, devido à sua clara delimitação e à natural inter-relação entre os processos ecossistêmicos e as atividades antropogênicas. Pouco tempo depois, a Lei n.º 9433 (BRASIL, 1997), fundamentou a BH como unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos

Hídricos. Além das políticas nacionais, os governos estaduais têm feito esforços para usar a BH como unidade regional de planejamento. No ano de 2017, o governo do estado da Bahia publicou o Plano Estratégico de Revitalização do Rio Cachoeira.

Um dos objetivos do Plano Estratégico é a revitalização da Microbacia Hidrográfica do rio Água Branca (MBHRAB), o que inclui a caracterização, análises ambientais e ações de recuperação ambiental. Algumas das ações que vêm sendo realizadas são: Educação Ambiental da população dos bairros Santa Inês, Caixa D´Água, São Roque e Fátima, restauração florestal de 150 hectares de matas ciliares, o Plano de Revitalização, cadastramento de pequenas propriedades da agricultura familiar no Cadastro Ambiental Rural e o diagnóstico ambiental da região (CAR/CEFIR) (BAHIA, 2017).

O presente estudo tem como objetivo mapear o uso e ocupação da terra e indicar áreas prioritárias para reflorestamento da MBRAB, em Itabuna-BA.

2. Material e Método

2.1. Área de estudo

A MBRAB está localizada no município de Itabuna, Litoral Sul da Bahia, entre as coordenadas Planas UTM (Projeção Transversa de Mercator / SIRGAS-2000-ZONA-24S): 4376320 4371789 mE; 8351957 8346638 mN (Figura 1). Apresenta topografia pouco acidentada com aproximadamente 65% compostos por regiões plana e suave ondulada. Coberta de vegetação Ombrófila Densa associada a atividades agrícolas. Solos Argissolos Vermelho-Amarelo Eutrófico PVA. A geologia é composta por rochas ígneas do Planalto Pré-Litorâneo: serras, alvéolos e depressões intramontanas. E clima quente e úmido, sem estação seca; pluviosidade total que pode chegar a 2000 mm; (SEI/BA, 2018).

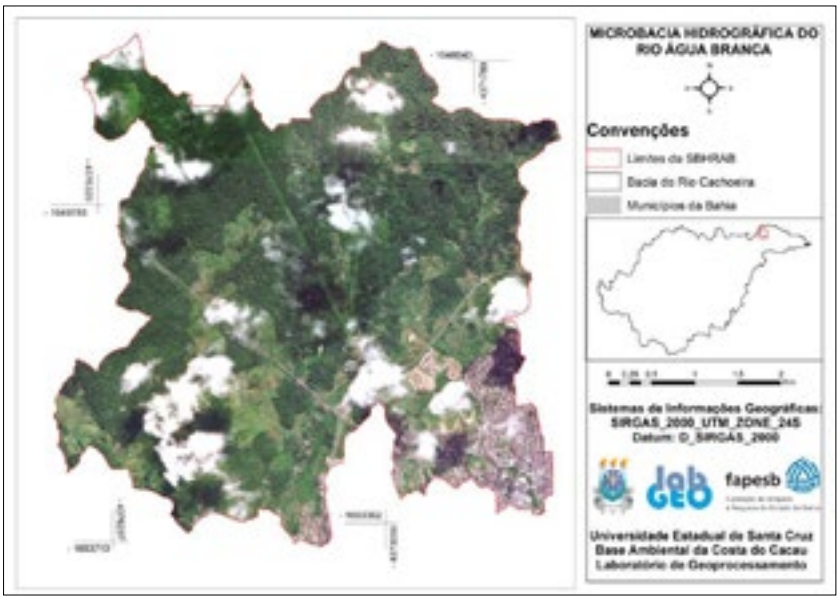


Figura 1 - Localização da MBRAB, Itabuna, Bahia. Dados da pesquisa (2018). Fonte: Google Earth (2018) e INPE (2018)

2.1. Mapeamento de uso e ocupação da Terra

Utilizou-se imagens orbitais disponíveis no Google Earth Pro, coletadas em julho de 2018, e pontos de *GPS* correspondente a cada classe foram utilizados para mapeamento da Mata/Cabruca, Urbano, Água e Pasto. O emprego das técnicas de fotointerpretação se deu pelo fato da MBRAB possuir área de 21 km² e todo o desenho foi realizado na escala de 1: 2500.

3. Resultados e Discussões

O mapeamento do uso e ocupação da terra da MBRAB (Figura 2) evidenciou que a classe Mata/Cacau ocupa 14,2 km². Vale ressaltar que a área de estudo está inserida na região cacaueira da Bahia. Nesta região as plantações de cacau ocorrem associadas à Mata Nativa o que configura o sistema Cabruca. "Neste sistema [...] as mudas são plantadas à sombra das árvores da mata nativa, após esta ter sido submetida a um raleamento de seu sub-bosque"

(ENGEL, 1999, p.9). Por esse motivo a MBRAB ainda possui 67% da sua área ocupada por Mata Nativa.

A classe Pasto ocupa 4,79 km² da área total da MBRAB e quando sobreposta pela rede de drenagem, verificou-se que o rio principal percorre o pasto sem a proteção da mata ciliar, isso tem provocado assoreamento em alguns trechos do rio Água Branca. Essa informação foi necessária para realização do mapeamento de áreas prioritárias para reflorestamento que revelou a necessidade de reflorestamento a fim de barrar a continuidade da degradação do rio Água Branca e seus afluentes, a definição da APP de rio se deu com base na Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (Novo código Florestal), que define APP de 50 m para cursos d'água com largura de 18 metros (Figura 3), após isso verificou que parte dessas APP's inclui estradas importantes, condomínios, casas, parques e outros para que as medidas possam.

As ocupações urbanas estão distribuídas em uma área de 2,46 km² sem respeito à Área de Preservação Permanente de rio. Foram quantificadas mais de 300 casas localizadas na APP de rio. Uma consequência decorrente da ocupação desordenada na MBRAB ocorre em períodos de chuva com índice pluviométrico excepcional, parte da população dos bairros Santa Inês, Caixa D´Água, São Roque e Fátima, segundo a defesa civil da prefeitura municipal de Itabuna-BA, mais de 10 famílias ficaram desabrigadas no ano de 2017.

Para classe Água foi possível mapear apenas 0,03 km² (Figura 2) devido à dificuldade de se visualizar parte do rio que percorre a classe de Mata/Cacau, ficando o mesmo sob as copas de árvores. Além disso, verificou-se que as ocupações urbanas despejam grande volume de efluente, comprometendo assim a qualidade da água. Logo, tornou-se necessário realizar o mapeamento automático da rede de drenagem, a partir de um Modelo Digital de Elevação (MDE), cujo resultado apresentou diversos erros que foram corrigidos após uma atividade de campo.

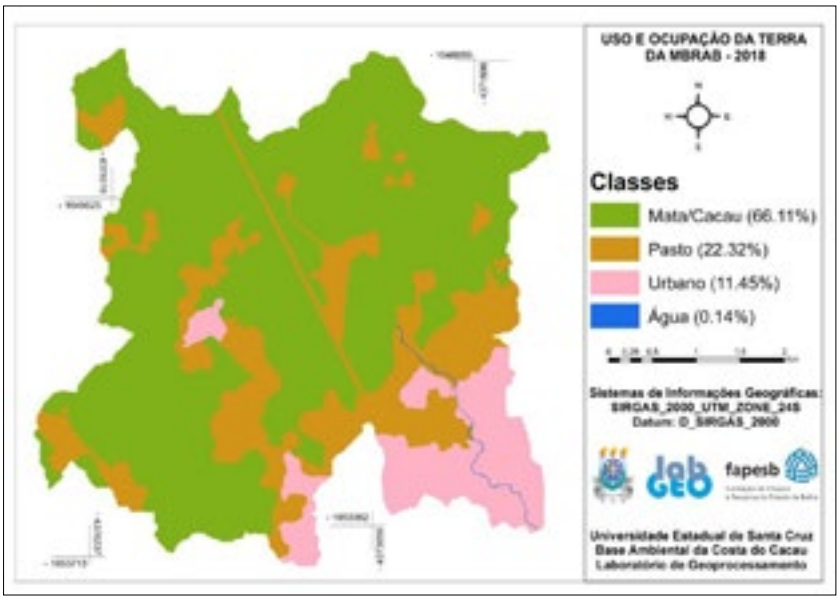


Figura 2 - Mapa de uso e ocupação da terra na MBRAB, Itabuna-BA, 2018 Fonte: Google Earth (2018).

Figura 3 – Área prioritária para reflorestamento na MBRAB, Itabuna-BA, 2018. Fonte: Google Earth (2018).

O mapa de área prioritária para reflorestamento foi utilizado em uma ação recente, na qual se realizou o plantio de 1000 mudas de árvores nativas com apoio da Prefeitura Municipal de Itabuna, Empresa Municipal de Águas e Saneamento (EMASA), Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), Universidade Federal do Sudoeste Baiano (UFSB), Ministério Público, Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA), RURAL JR Consultoria, Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira – CEPLAC, Comando da 6ª Região Militar - Tiros de Guerra e a comunidade do condomínio Pedro Fontes 2 (Figura 4).

Figura 4 – primeiras ações de reflorestamento na MBRAB, Itabuna-BA, 2018. Fonte: dados da pesquisa, 2018.

4. Conclusão

O mapeamento do uso e cobertura da terra evidenciou que a classe Mata/Cacau é predominante na MBRAB, essa informação influenciou diretamente na escolha da Microbacia como projeto piloto do Plano Estratégico de Revitalização do Rio Água Branca. A área urbana ocupa APP e, durante as atividades de campo, verificou-se redes de esgoto conectadas diretamente no Rio Água Branca. Além do mapa do uso e ocupação da terra, foram mapeados 6 km² de áreas prioritárias para reflorestamento. Definiu-se APP de 50 m para o rio principal e APP de 30 metros para os afluentes do rio Água Branca. O mapa de Área Prioritária para Reflorestamento já foi utilizado para plantio de mudas de árvores nativas.

5. Referências Bibliográficas

BAHIA. **Plano de Revitalização do Rio Cachoeira**. Disponível: <http://www.meioambiente.ba.gov.br/2017/10/11337/Governo-do-Estado-entrega-Plano-de-Revitalizacao-da-Bacia-do-Rio-Cachoeira.html> Acesso em: 2 out. 2017.

SEI. **Geoinformação**. Disponível em: <http://www.sei.ba.gov.br/>. Acesso em: 10 jan. 2017.

ENGEL, Vera Lex. Sistemas agroflorestais: conceitos e aplicações. **Introdução aos**, 1999.

BRASIL, **LEI Nº 12.651, DE 25 DE MAIO DE 2012.** Disponível: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm> Acesso em: 12 mar. 2019.

GOOGLE EARTH PRO, **imagens orbitais 2018**. Disponível: <https://www.google.com.br/earth/download/gep/agree.html> Acesso em: 12 jul. 2018.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, **Imagens do projeto TOPODATA.** Disponível: < http://www.dsr.inpe.br/topodata/acesso.php> Acesso em: 01 jan. 2019.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

REGIME DE DESCARGA DO RIO MUNDAÚ (AL/PE), NORDESTE DO BRASIL

Genisson Panta [(a)], Kleython de Araújo Monteiro [(b)]

[(a)] Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Alagoas, genisson.silva@igdema.ufal.br

[(a)] Núcleo de Estudos do Quaternário do Nordeste do Brasil (NEQuat)

[(b)] Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Alagoas, kleython.monteiro@igdema.ufal.br

[(b)] Núcleo de Estudos do Quaternário do Nordeste do Brasil (NEQuat)

Genisson Panta, Kleython de Araújo Monteiro

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

O regime de descarga de um rio diz respeito a variabilidade da vazão em função do tempo e muitos autores apontam para importância que essa componente tem sobre o funcionamento do sistema fluvial. Neste estudo buscou-se apresentar características do regime de vazão do rio Mundaú, localizado entre os estados de Pernambuco e Alagoas. A análise foi feita com base em dados fluviométricos do posto Fazenda Boa Fortuna, no município de Rio Largo, baixo curso do rio Mundaú e teve como foco a magnitude, frequência e permanência das vazões no período de 1974 a 2014. Os dados demostram que as vazões predominantes estão abaixo da média da série, com vazões maiores na quadra chuvosa entre maio e julho. O rio possui amplitude de vazão maior que 1.000 m³/s e a média anual de cheias de 424 m³/s, com tempo de retorno estimado de 2,5 anos.

Palavras chave: rios tropicais, recursos hídricos, processos fluviais, hidrologia.

1. Introdução

O regime de descarga expressa o comportamento temporal da vazão de determinado rio e pode ser descrito como uma das variáveis dominantes mais importante do sistema fluvial. Existem várias maneiras de se estudar o regime de vazões. Em uma série temporal de dados fluviométricos, pode-se analisar a magnitude, frequência, permanência e a estacionariedade das descargas. Por outro lado, nem sempre esses dados estão disponíveis e comumente encontram-se hiatos e problemas associados a validade dos registros históricos (STEVAUX & LATRUBESSE, 2017; DESTEFANI, 2005).

A bacia hidrográfica do rio Mundaú, com área de drenagem de 4.126 km², localiza-se entre os estados de Pernambuco e Alagoas. O rio perfaz diversificadas paisagens desde suas cabeceiras na Cimeira Estrutural Pernambuco-Alagoas, no Planalto da Borborema (CORRÊA *et al.*, 2010), até sua desembocadura na laguna homônima, que compõe o Complexo Estuarino Lagunar Mundaú-Manguaba, fonte de sustento de diversas famílias alagoanas (LIMA, 2015).

O rio suporta múltiplos usos, como atividades agropecuárias, industriais e, por conta das variações longitudinais de seu perfil, produção de hidroeletricidade. Existe na bacia do Mundaú reconhecida variabilidade espaço-temporal do regime hidrológico, pontuado por estiagens prolongadas e chuvas torrenciais que causam prejuízos econômicos e mortes, como aconteceu na última grande cheia, em junho de 2010 (SILVA *et al*., 2018; JÚNIOR, *et al*. 2010).

Por estas razões, estudos que enfoquem o regime de descarga, bem como outros componentes do sistema fluvial em apreço, são importantes para uma compreensão holística do funcionamento contemporâneo do rio e para o planejamento e gestão ambiental dos recursos hídricos na escala da bacia. Este estudo descreve aspectos do regime de descargas do rio Mundaú por meio dos dados do posto fluviométrico Fazenda Boa Fortuna, no município de Rio Largo, região metropolitana de Maceió, em Alagoas.

ISBN: 978-85-7282-778-2

2. Metodologia

Foi consultado no banco de dados da Agência Nacional de Águas (ANA) os registros de cotas, vazões diárias e resumo de descargas da estação fluviométrica Fazenda Boa Fortuna (39770000). O posto fluviométrico é operado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) e tem área de captação de 3.560 km², sendo o mais próximo da desembocadura. As medições da série histórica vão de janeiro de 1974 até agosto de 2018. Neste estudo optou-se por utilizar apenas os dados consistidos, que abrangem o período de janeiro de 1974 até dezembro de 2014.

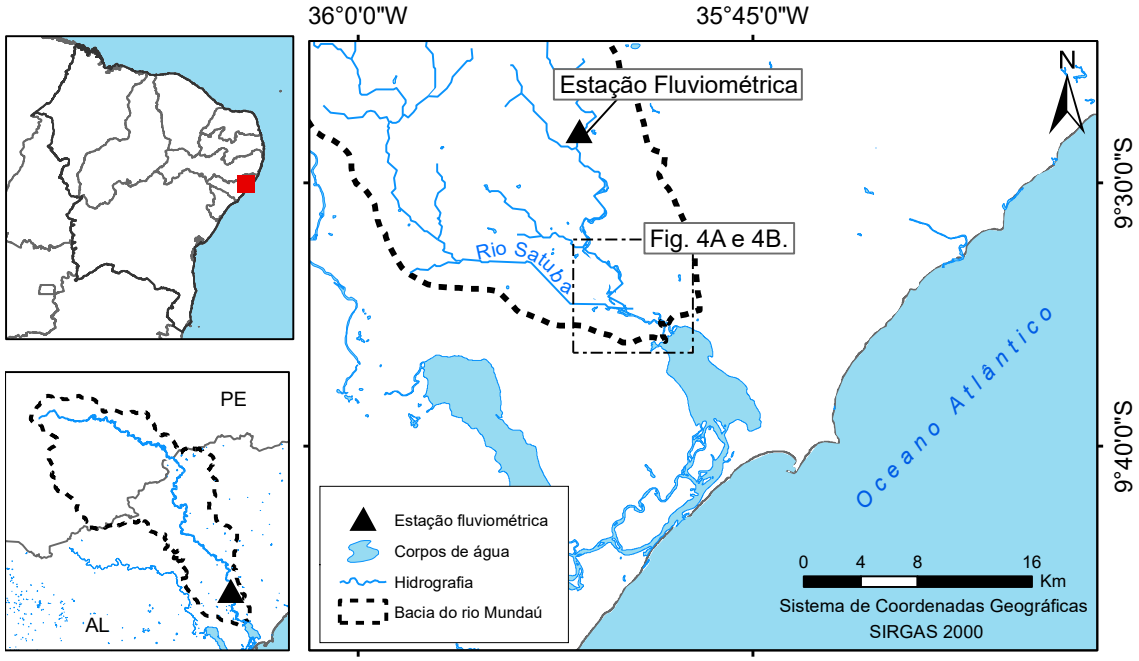


Figura 1 – Localização da área de estudo.

A bacia do rio Mundaú tem precipitação média anual acumulada de 1.072 mm, mas pode atingir até 2.000 mm por conta da proximidade com a Fachada Atlântica. Seu curso perfaz 195 km e seus maiores afluentes são os rios Inhaúma, Canhoto e Satuba (GOMES *et al*., 2006). Em seu baixo curso, depois de ultrapassar a cidade de Rio Largo, o rio apresenta uma planície

fluvial desenvolvida, confinada pelos tabuleiros costeiros, com a presença de terraços colúvio-aluvionais, até a confluência do rio Satuba, formando uma ampla várzea inundável, antes de desaguar na laguna Mundaú (DNPM/CPRM, 1981).

Ao analisar os dados de vazão notou-se que as máximas anuais se encontram superestimadas e incompatíveis com estudos hidrológicos anteriores na bacia do Mundaú (MONTE *et al.,* 2016; JÚNIOR *et al.,* 2010). Isso aconteceu depois de uma revisão no banco de dados promovida pela ANA. Por esse motivo, estabeleceu-se outras curvas-chave com a mesma validade daquelas estabelecidas pelo posto fluviométrico com base no resumo de descarga e estimou-se as vazões com bases nestas, seguindo a metodologia de Carvalho e Júnior (2018) para o mesmo problema na bacia do rio Paraíba do Meio.

Os dados foram analisados considerando a magnitude, frequência, recorrência e permanência. A análise da relação entre magnitude e frequência é crucial para o entendimento do sistema fluvial. Atualmente, em diferentes regiões morfoclimáticas, entende-se que os eventos de alta magnitude possuem comumente baixa frequência. Prevalecem os eventos de baixa intensidade e alta frequência. Isso acontece porque na maioria dos casos os eventos extremos dependem da combinação de condições ambientais comuns, mas que raramente atuam em consonância (SUMMERFIELD, 1991).

A recorrência ou tempo de retorno das vazões foi estimada tomando como base as vazões máximas anuais. É recomendável que para esse tipo de estimativa a série histórica tenha no mínimo trinta anos (CHARLTON, 2008). As vazões máximas foram ordenadas segundo sua magnitude, onde a maior vazão registrada foi classificada como de ordem 1. O tempo de retorno (Tr) em anos pode ser calculado através da seguinte equação:

$$Tr = \frac{(n+1)}{m}$$

Onde n representa o número de anos da série histórica e m refere-se a ordem atribuída a vazão máxima anual. Para a avaliação do tempo de permanência ou duração, construiu-se a curva de permanência com os dados históricos de vazão. Classificou-se todas as vazões diárias

ISBN: 978-85-7282-778-2

em ordem decrescente, atribuindo-se ordens proporcionais a magnitude dos eventos. Pode-se calcular a permanência como sendo a razão entre o número da ordem pelo número de observações disponíveis (CRUZ & TUCCI, 2008).

3. Resultados e discussões

A análise das cheias anuais permitiu identificar que a maior cheia registrada foi a de agosto do ano 2000, com vazão de 1.108 m³/s, cerca de 36 vezes maior que a vazão média calculada, 31,5 m³/s (Fig.2). O tempo de retorno estimado para esta vazão foi de 42 anos. Entretanto, Júnior *et al* (2010) apurou que a cheia de junho de 2010 foi superior à do ano 2000, porém a estação Boa Fortuna não registrou o evento completo porque foi levada pela enchente. A média anual das cheias é de 424 m³/s, com tempo de retorno estimado de 2,5 anos (Fig.5A).

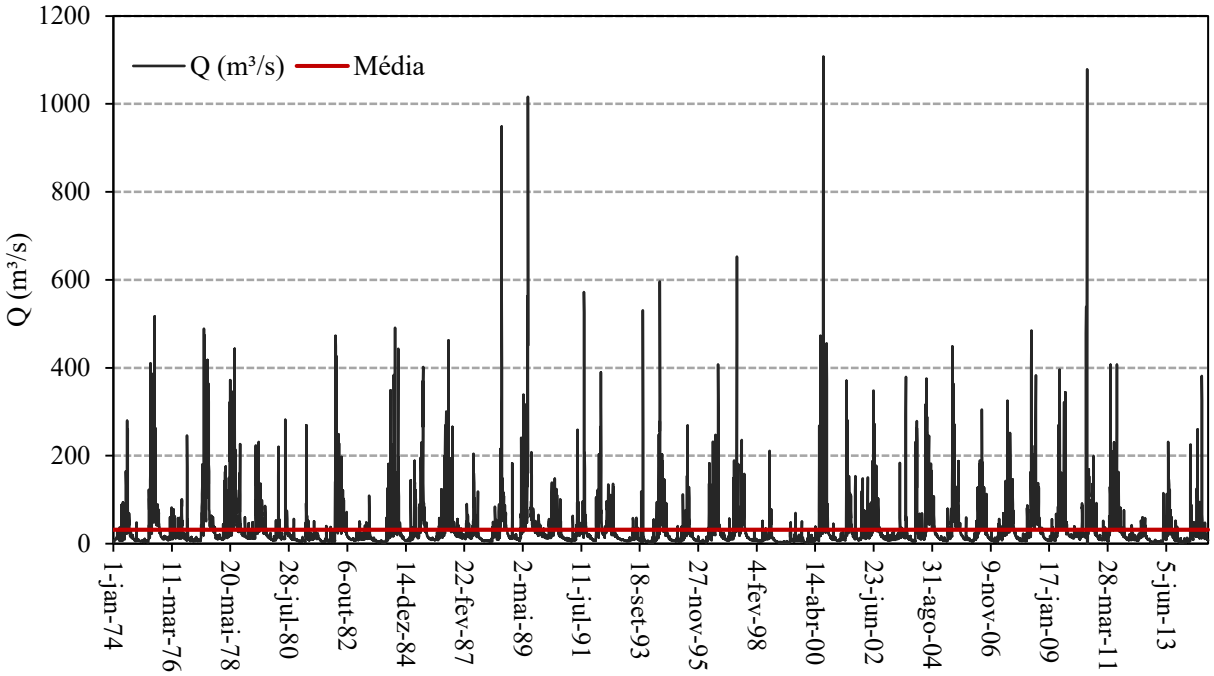


Figura 2 – Variação temporal das vazões diárias na estação Fazenda Boa Fortuna de janeiro de 1974 até dezembro de 2014.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Em relação à amplitude da vazão, que ultrapassa 1.000 m³/s, tem-se um dado importante quando comparado à outras pesquisas realizadas no Nordeste do Brasil. Cavalcante e Cunha (2011), analisando a dinâmica fluvial da bacia do rio Jaguaribe, semiárido cearense, encontraram amplitude de vazão de mais de 5.000 m³/s. As autoras destacam que nas regiões semiáridas, a intensidade dos processos fluviais pode ser igual ou até maior que nas regiões úmidas. As maiores descargas, além de ter elevado tempo de retorno, tem baixa permanência no sistema fluvial (Fig.3). As maiores cheias, como a de agosto de 2000 e de junho de 2010, tem tempo de permanência menor que 1% enquanto a vazão média tem tempo de permanência de 26%. Pode-se ter noção dos efeitos da cheia na planície fluvial do rio Mundaú observando a Fig. 4 que compara o período de estiagem com a cheia.

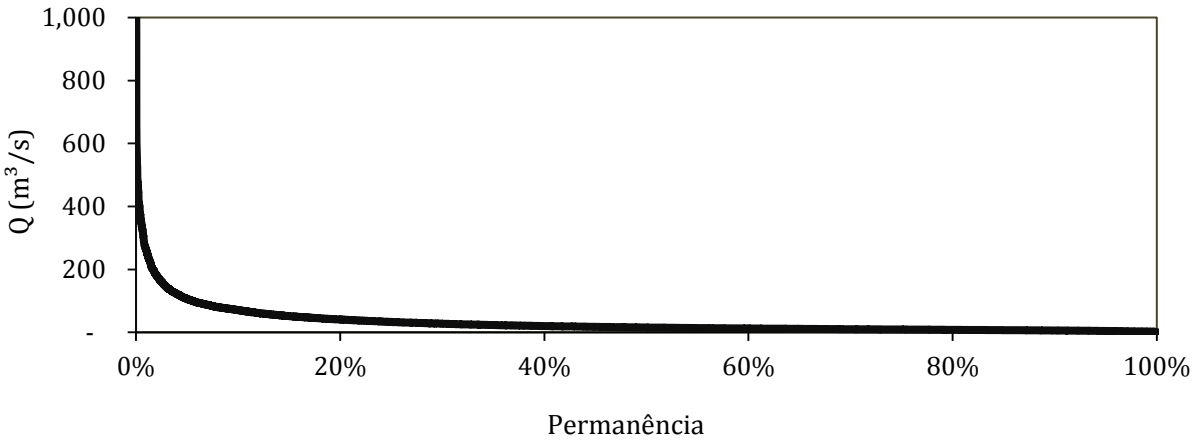


Figura 3 – Curva de permanência das vazões.

A vazão com permanência de 90% é de 6 m³/s, enquanto que a vazão com permanência de 50% é de 15 m³/s. Essa informação representa que uma vazão de 15 m³/s é excedida ou igualada em 50% do tempo. Esta configuração, por exemplo, difere do que ocorre no rio Ivaí, segundo Destefani (2005), no estado do Paraná. Mesmo sendo a estação mais próxima da foz, com maior área de captação, as vazões predominantes registradas na estação Fazenda Boa Fortuna ficam abaixo da média da série. No rio Jaguaribe, Cavalcante e Cunha (2011)

ISBN: 978-85-7282-778-2

identificaram que a vazão predominante nas estações fluviométricas analisadas foi abaixo de 10 m³/s.

Figura 4 – Várzea do rio Mundaú, em dezembro de 2016 (A) e maio de 2017 (B) (Google Earth Pro).

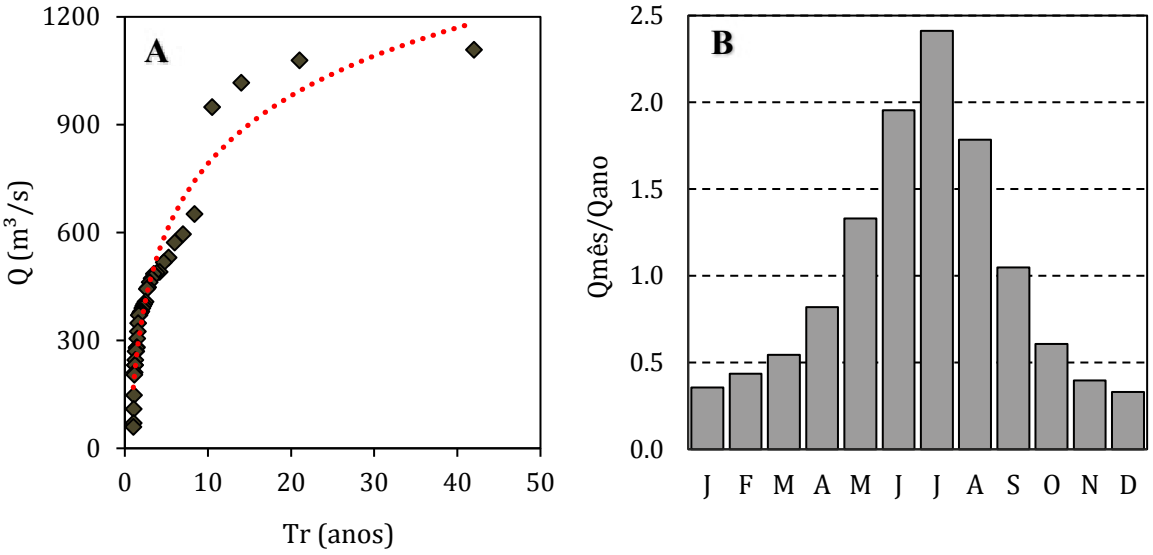


Figura 5 – Tempo de retorno (A), vazões médias mensais normalizadas pela vazão média anual (B).

Sobre a distribuição sazonal dos fluxos (Fig.5B), constata-se que no mês de julho a média mensal supera a média anual em até 2,4 vezes. Esse foi um dos parâmetros utilizados por Latrubesse, Stevaux e Sinha (2005) para caracterizar a variabilidade do regime de descarga dos grandes sistemas fluviais tropicais. Os meses de maior vazão coincidem com a quadra chuvosa do baixo e médio curso do rio Mundaú que vai de abril a julho (SILVA; SOUSA; KAYANO, 2010). Estas autoras verificaram que a precipitação na bacia do Mundaú é influenciada pela a atuação do ENOS (El Niño Oscilação Sul) e na escala regional a variabilidade da precipitação tem alto grau de correlação com as condições físicas do Atlântico tropical.

4. Considerações finais

A análise dos dados fluviométricos da estação Fazenda Boa Fortuna permitiu conhecer alguns aspectos do regime de descarga do rio Mundaú. A análise das cheias anuais permitiu identificar que a média das cheias do período analisado tem recorrência estimada em dois anos e meio. A maior cheia registrada foi a de agosto de 2000, mas estudos anteriores apontam que a cheia de junho de 2010 foi a maior da série histórica, não sendo registrada completamente

porque a estação que foi levada durante o evento. Predominam as vazões abaixo da média anual, mesmo na estação mais próxima da foz. A amplitude de vazão ultrapassa 1.000 m³/s. A normalização das vazões médias mensais pela média anual demostrou que os maiores valores coincidem com a quadra chuvosa do baixo e médio curso do rio Mundaú. É essencial, como ponto de partida das análises ambientais fluviais, entender os processos contemporâneos atuantes no sistema. O estudo do regime de descargas fornece informações relevantes para a gestão territorial da planície fluvial do baixo curso do rio Mundaú. É importante destacar que a bacia hidrográfica do rio Mundaú ainda aguarda os trâmites do processo de fundação de seu comitê de bacia. Por isso, existe a necessidade de mais estudos sobre o Mundaú e seus principais afluentes para dar suporte ao manejo dos recursos hídricos na escala da bacia.

5. Referências

CORRÊA, A. C. B. *et al*. Megamorfologia e morfoestrutura do Planalto de Borborema. **Revista do Instituto Geológico**, v. 31, n. 1-2, 2010.

CHARLTON, R. **Fundamentals of fluvial geomorphology**. Londom: Routledge, 2008.

CRUZ, J. C.; TUCCI, C. E. M. Estimativa da disponibilidade hídrica através da curva de permanência. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 13, n.1, 2008.

CAVALCANTE, A. A.; CUNHA, S. B. Dinâmica fluvial no semiárido e gestão dos Recursos Hídricos: enfoques sobre a bacia do Jaguaribe-CE. In: MEDEIROS, C. N. *et al* (org.). **Os recursos hídricos do Ceará**: integração, gestão e potencialidades. Fortaleza: IPECE, 2011.

CARVALHO, W. M.; JÚNIOR, C. R. F. Efeito da mudança da curva-chave: detecção de graves inconsistências de estimativas de vazões no posto fluviométrico de Atalaia/AL. **Anais do XIV Simpósio Nacional de Recursos Hídricos do Nordeste**, Maceió, 2018.

DNPM - CPRM. **Mapa das aluviões e turfeiras do setor Lagoa do Mundaú**. Projeto Turfa do Nordeste Oriental (DPNM), 1981. Escala 1:25.000.

DESTEFANI, E. V. **Regime hidrológico do rio Ivaí-PR**. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Geografia, Análise Ambiental e Regional), Maringá: UEM, 2005.

GOMES, D. D. M. Mapeamento e caracterização dos sistemas ambientais da bacia hidrográfica do Rio Mundaú - PE/AL. **Caderno de Geografia**, v.26, n.2, 2016.

JÚNIOR, C. R. F.; PEDROSA, V. A.; SOUZA, V. C. B. Reflexões sobre a cheia de junho de 2010 nas bacias do rio Mundaú e Paraíba. **X Simpósio Regional Brasileiro de Recursos Hídricos**. Fortaleza/CE, 2010.

LIMA, M. C. A importância sócio-econômica, cultural e ambiental do sururu (*Mytella charruana*) na terra de Alagoas: como se valorizar esse recurso à luz de princípios da economia ecológica?. **Revista Incelências**, v.4, n.1, 2015.

LATRUBESSE, E. M.; STEVAUX, J. C.; SINHA, R. Grandes sistemas fluviais tropicais: uma visão geral. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 6, n.1, 2005.

MONTE, B. E. O. *et al*. Modelagem hidrológica e hidráulica aplicada ao mapeamento de áreas inundáveis. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.21, n.1, 2016.

SILVA, S. A. *et al*. Variabilidade espaço-temporal da precipitação na Bacia Hidrográfica do rio Mundaú (PE/AL). **Revista Brasileira de Climatologia**, v.23, n. 14, 2018.

STEVAUX, J. C.; LATRUBESSE, E. M. **Geomorfologia Fluvial**. São Paulo: Oficina de Textos, 2017.

SUMMERFIELD, M. A. **Global geomorphology**. Essex: Longman, 1991.

SILVA, D. F.; SOUSA, F. A.; KAYANO, M. T. Escalas temporais da variabilidade pluviométrica na bacia hidrográfica do rio Mundaú. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.25, n.3, 2010.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

RELAÇÃO ENTRE OS USOS DA TERRA E A QUALIDADE DAS ÁGUAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DO GLÓRIA, UBERLÂNDIA (MG): UMA PROPOSTA METODOLÓGICA

Jean Roger Bombonatto Danelon[(a)]

Anna Carolina Barcelos[(b)]

[(a)]Instituto de Geografia / Universidade Federal de Uberlândia – UFU. jean.geoufu@yahoo.com.br
[(b)]Instituto de Geografia / Universidade Federal de Uberlândia – UFU – barceloscarolina@hotmail.com

Eixo: Dinâmica e Gestão de Bacias Hidrográficas

Resumo

O presente estudo buscou compreender parte da dinâmica de funcionamento da bacia hidrográfica do Córrego do Glória (município de Uberlândia – MG) através da relação entre os usos da terra e a qualidade das águas da área pesquisada. As análises de qualidade de água realizadas seguiram as orientações metodológicas constantes na APHA (1999) e desenvolverem-se no Laboratório de Ensaios em Alimentos e Meio Ambiente do SENAI / Uberlândia. Na elaboração dos cálculos de IQA seguiu-se o modelo CETESB (2006). E no desenvolvimento das atividades de mapeamento utilizou-se o suíte de aplicativos ARCGIS 10.1. A partir dos dados apresentados no trabalho, foi possível gerar produtos cartográficos sobre a área estudada, enfatizando o mapa de Potencial Influenciador dos Usos da Terra frente à Qualidade das Águas, o qual possibilitou a constatação da forte relação existente entre os usos da terra e a qualidade dos recursos hídricos na bacia.

Palavras chave: Índice de Qualidade de Água (IQA); Potencial Influenciador; Usos da Terra; Córrego do Glória; Uberlândia (MG).

Jean Roger Bombonatto Danelon
Jon, Anna Carolina Barcelos

1. Introdução

Os recursos hídricos são de fundamental importância para o desenvolvimento dos seres vivos, a eles são atribuídos valores ambientais, sociais e econômicos. Visualmente esses recursos apresentam-se de forma abundante na natureza, no entanto, isto não indica que os mesmos não estejam prejudicados atualmente quanto a sua qualidade.

Historicamente os recursos hídricos vêm sendo utilizados de forma inconsequente nas mais variadas atividades humanas, fato este que acarretou impactos negativos de proporções gigantescas a estes. Dessa forma, grande parte dos corpos d'agua existentes em nosso país, apresenta resultados insatisfatórios quanto à qualidade de suas águas (LIBÂNIO, 2010), fato que desperta preocupação aos órgãos governamentais e a sociedade civil em geral.

É necessário destacar que a qualidade dos recursos hídricos é resultado do conjunto de interações antrópicas e naturais existentes em seu entorno. Nesse contexto, os usos da terra de uma determinada região são postos como sendo os principais agentes modificadores da qualidade das águas nesse local.

Sabendo que a sociedade atual segue os preceitos mercadológicos de produção e consumo, os quais fazem com que sejam negligenciadas medidas que visam manter as interações sociedade e natureza dentro de uma lógica de coexistência equilibrada, é que se faz necessário atentar sobre os efeitos do mau uso e ocupação da terra.

Foi esse cenário de deterioração causada pelo uso inconsequente dos recursos hídricos e da ocupação da terra no Brasil e no mundo, que se fez surgir o interesse de compreender parte da dinâmica de funcionamento da bacia hidrográfica do Córrego do Glória através da relação entre os usos da terra e a qualidade das águas da área de estudo. Almejando desta forma, constatar a influência exercida pelo uso e ocupação da terra frente à qualidade dos recursos hídricos da área de estudo.

2. Materiais e Métodos

2.1. Atividades de Campo

A espacialização dos Pontos Amostrais (PA) na bacia foi realizada visando captar da melhor forma possível os reais níveis de qualidade de água ali existentes. Para tal, optou-se por posicionar 01 (um) ponto amostral em cada uma das duas nascentes

catalogadas do córrego, 02 (dois) pontos no médio curso e 01 (um) ponto próximo a foz, podendo assim obter informações referentes a cada setor da bacia hidrográfica analisada (Fig. 1).

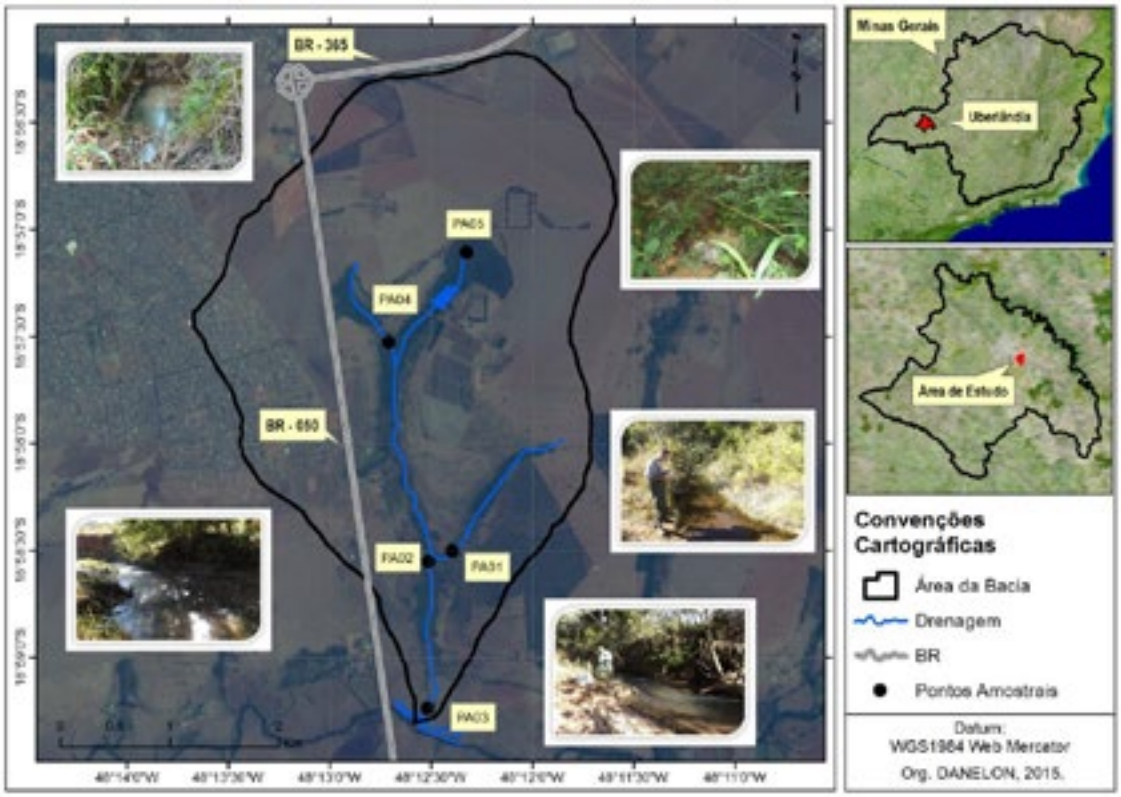


Figura 1 - Espacialização dos Pontos Amostrais (PA).

Quanto à periodicidade das coletas procurou-se dividi-las temporalmente, de modo que as características sazonais da área fossem passíveis de serem analisadas. Haja visto que a sazonalidade é um dos principais fatores que causam oscilações nos níveis de determinados parâmetros indicadores de qualidade de água (CARVALHO et al, 2004; PIASENTIN, 2009; DANELON et al, 2013; LUZ NETTO et al, 2011), de modo que concentrar as coletas em uma única estação climática poderia condicionar os resultados obtidos.

Seguindo as ideias supracitadas, foram realizadas quatro coletas em campo, sendo dispostas duas no período chuvoso, nos dias e 23/10/13 e 26/03/14, duas durante o período de estiagem, nos dias 29/08/13 e 26/06/14. Nas coletas foram seguidas as orientações da APHA - American Public Health Association (1999) utilizando a metodologia dos Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, a qual é a mais utilizada no meio científico e a melhor aceita pelas agências ambientais no Brasil (PIASENTIN, 2009).

2.2. Práticas de Laboratório

As práticas de laboratórios consistiram nas análises físico-químicas e de microbiologia, as quais ficaram sob a responsabilidade do Laboratório de Ensaios em Alimentos e Meio Ambiente – LAMAM / SENAI de Uberlândia, por este se tratar de um laboratório creditado e certificado, com material e corpo técnico responsável, fato este que creditou maior confiabilidade aos resultados apresentados. Os parâmetros analisados foram, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Fósforo Total, Nitrogênio Total, Oxigênio Dissolvido (OD), pH, Sólidos Totais, Turbidez e Coliformes Termotolerantes. Ressaltando que a escolha dos parâmetros analisas está atrelada a metodologia de criação de IQA (Índice de Qualidade de Água) proposta pela CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (2011).

Utilizou-se na aferição dos parâmetros físico-químicos de qualidade de água e microbiologia, basicamente a metodologia da APHA (1999) com exceção do parâmetro Nitrogênio Total, para o qual foi utilizada a metodologia proposta pela ABNT NBR 13796 (1997).

2.3. Cálculo de IQA

Os procedimentos que resultaram no Índice de Qualidade de Água apresentado no presente estudo são compostos por quatro etapas, sendo três delas processos matemáticos, onde foram desenvolvidos os cálculos das equações que compõe a

metodologia da NSF – National Sanitation Foundation, e uma etapa final que consistiu no enquadramento do índice gerado pelas etapas anteriores. Estes procedimentos estão detalhados no trabalho de Danelon (2015), o qual serviu como embasamento para o desenvolvimento do cálculo de IQA na presente pesquisa.

2.4. Mapeamento dos Usos da Terra

Para a classificação dos usos da terra utilizou-se dados de sensoriamento remoto com aplicação de SIG através da extensão ARCMAP do suíte de aplicativos ARCGIS 10.1, em uma imagem LANDSAT 8 obtida em 30/06/2014 (LC82210732014181LGN00). Em função dos dados a serem analisados nas imagens, utilizou-se a composição colorida 4R3G2B e composição infravermelho 5R4G3B para gerar melhor contraste nas classes com vegetação.

3. Resultados e Discussões

3.1. Usos da Terra

Para a confecção do mapa de usos da terra apresentados nesse estudo adotou-se a metodologia proposta por Rosa (2009, p. 173). Foram elencadas seis categorias de usos da terra: vegetação nativa; pastagem; pastagem degradada; agricultura permanente e área impermeabilizada (urbana) e solo exposto (Fig. 02). Em função do conhecimento prévio da área de estudo e dos trabalhos de campo realizados, recorreu-se à classificação manual das imagens por vetorização para gerar os mapas de usos da terra.

3.2. Espacialização do IQA (Índice de Qualidade de Água)

Visando estabelecer um modelo de espacialização que fosse o mais condizente possível com a realidade encontrada na bacia, buscou-se aplicar uma ideia próxima a abordagem sistêmica na implantação do modelo. Deste modo partiu-se do ponto de vista em que se considera a bacia hidrográfica como sendo um sistema aberto e dotado de alta complexidade (TRICART, 1977). Este todo é dotado de sistemas menores que seguem

um mesmo padrão de funcionamento a partir dos fluxos e de energia e matéria (ROSS, 1994).

Dessa forma, foram definidas como subsistemas as sub-bacias dos tributários que formam o Córrego do Glória. São nessas áreas que ocorrem os fenômenos que contribuem para as mudanças existentes na qualidade das águas do córrego e o conjunto dessas sub-bacias esboça o cenário em que se encontra a bacia como um todo. Portanto, realizou-se a delimitação das sub-bacias com base na carta de curvas de nível com equidistância de 10 metros, geradas a partir de uma imagem ASTER GDEM da área de estudo.

De acordo com a classificação de Strahler o Córrego do Glória é composto por três canais de primeira ordem, um canal de segunda ordem. Desse modo, para cada canal de primeira ordem foi gerada uma delimitação de sub-bacia, já o canal de segunda ordem foi dividido em dois trechos, com uma sub-bacia delimitada para cada trecho (Fig. 02).

Cada sub-bacia gerada teve como exutório um dos pontos amostrais, os quais estão distribuídos espacialmente pelo canal do córrego. Portanto, a partir da ideia sistêmica, o exutório é o ponto que concentra os resultados das interações ocorridas no interior da bacia hidrográfica. Após a delimitação das sub-bacias, estas foram classificadas de acordo com o valor de mediana do IQA do ponto amostral o qual foi definido como exutório da respectiva sub-bacia (Tabela I).

Tabela I - Valores de IQA (MED) para cada ponto amostral.

PA	IQA (MED)
01	43,9
02	36,5
03	36,3
04	37,1
05	46,4

3.3. Cruzamento das informações de Usos da Terra e Qualidade de Água

Na elaboração do mapa representativo sobre o grau de influência dos usos da terra frente à qualidade das águas, foi necessária a utilização e cruzamento das informações apresentadas nos dois mapas de "entrada", (Usos da terra e Espacialização da qualidade de água), utilizando a o ARCMAP.

3.3.1. Conversão do Mapa de Usos da Terra

O cruzamento das informações dos mapas de entrada foi realizado através da ferramenta "*Weighted Overlay*", processo que será explicitado em seguida, pois, no presente momento deve-se destacar que a utilização desta ferramenta exige que os mapas de entrada a serem utilizados estejam no formato "*raster*". Portanto, como o mapa de usos da terra foi elaborado pelo método de classificação manual o mesmo encontrava-se no formato de "s*hapefile*", fato que fez necessário realizar a sua conversão para o formato "*raster*", utilizando a ferramenta.

3.3.2. Aplicação do "*Weighted Overlay*"

A ferramenta *"Weighted Overlay"* executa a sobreposição de imagens *"raster"* a partir de uma escala de medida comum e a atribuição de pesos de acordo com a importância de cada variável envolvida. Portanto, realizou-se a atribuição de pesos as classes presentes em cada um dos mapas envolvidos. Para tal, baseou-se na relação de cada uso frente aos parâmetros que compõe o IQA.

Desse modo, elaborou-se uma tabela onde a cada uso relacionavam-se os parâmetros envolvidos ao mesmo (Tabela II). E se aplicou o somatório (Σ) do peso (wi) dos parâmetros envolvidos, a fim de gerar um valor representativo a cada uso da terra.

Tabela II - Desenvolvimento do somatório (wi) para aplicação de pesos as classes de usos da terra.

Classe	**Parâmetros Influenciados**	**Causa**	**(wi)**	**(∑)**
Vegetação Natural	Oxig. Dissolvido	Aporte de Matéria Orgânica	0,17	**0,27**
	DBO	Aporte de Matéria Orgânica	0,10	
Classe	**Parâmetros Influenciados**	**Causa**	**(wi)**	**(∑)**
Agricultura Permanente	Fósforo Total	Adubação / Manejo	0,10	**0,20**
	Nitrogênio Total	Adubação / Manejo	0,10	
Classe	**Parâmetros Influenciados**	**Causa**	**(wi)**	**(∑)**
Pastagem	Coliformes	Presença de Gado	0,15	**0,51**
	Fósforo Total	Adubação / Manejo	0,10	
	Nitrogênio Total	Adubação / Manejo	0,10	
	Resíduo Total	Escoamento Superficial	0,08	
	Turbidez	Escoamento Superficial	0,08	
Classe	**Parâmetros Influenciados**	**Causa**	**(wi)**	**(∑)**
Pastagem Degradada	Fósforo Total	Adubação / Manejo	0,10	**0,36**
	Nitrogênio Total	Adubação / Manejo	0,10	
	Resíduo Total	Escoamento Superficial	0,08	
	Turbidez	Escoamento Superficial	0,08	
Classe	**Parâmetros Influenciados**	**Causa**	**(wi)**	**(∑)**
Solo Exposto	Fósforo Total	Adubação / Manejo	0,10	**0,36**
	Nitrogênio Total	Adubação / Manejo	0,10	
	Resíduo Total	Escoamento Superficial	0,08	
	Turbidez	Escoamento Superficial	0,08	
Classe	**Parâmetros Influenciados**	**Causa**	**(wi)**	**(∑)**
Área Impermeabilizada	Oxig. Dissolvido	Efluente (Esgoto)	0,17	**0,68**
	DBO	Efluente (Esgoto)	0,10	
	Turbidez	Escoamento Superficial	0,08	
	Resíduo Total	Escoamento Superficial	0,08	
	Coliformes	Efluente (Esgoto) / Escoamento Superf.	0,15	
	Fósforo Total	Efluente (Esgoto / Detergentes)	0,10	

Posteriormente após todos os usos já terem apresentado um determinado valor para o Σ(wi), ordenou-se esses valores em ordem decrescente para que assim fosse possível enquadra-los com valores representativos definidos e 1 a 5 (Tabela III) e gerar o Mapa de Usos da Terra [PESO ∑((wi)] da Bacia Hidrográfica do Córrego do Glória (Fig. 02).

Tabela III: Pesos referentes às classes de usos da terra.

Usos da Terra		
Uso	**Σ (wi)**	**Peso**
Agricultura Permanente	0,20	1
Vegetação Nativa	0,27	2
Pastagem Degrada	0,36	3
Solo Exposto	0,36	3
Pastagem	0,51	4
Área Impermeabilizada	0,68	5

3.4. Potencial Influenciador dos Usos da Terra frente à Qualidade das Águas

O mapa de potencial influenciador dos usos da terra frente à qualidade das águas, permite constatar visualmente a veracidade da relação existente entre usos da terra e as interferências que os mesmos acarretam na qualidade dos recursos hídricos. Isto, a partir da espacialização do cruzamento de dados referente a ambos.

O mapa de potencial influenciador dos usos da terra frente à qualidade das águas foi gerado a partir do cruzamento dos mapas de "usos da terra" e "espacialização da qualidade de água" os quais já haviam sido classificados com seus respectivos pesos. Dessa maneira, foram geradas quatro classes de potencial influenciador: baixo, médio, alto e muito alto (Fig. 02).

As classes com "baixo" e "médio" potencial somadas, ocuparam significativa parcela da área da bacia. De modo que é possível colocar que a classe de "baixo" potencial situou-se prioritariamente nos locais onde é possível encontrar vegetação nativa remanescente, assim como em parte da zona riparia do Córrego do Glória. Há também a ocorrência de locais de "baixo" potencial nas proximidades das áreas de agricultura permanente, assim como, em partes do setor que corresponde à área degradada da bacia, a qual está próxima de um significativo remanescente de vegetação nativa.

Quanto à classe de "médio" potencial é possível colocar que esta se distribuiu por significativa área de bacia (40,9%) com destaque para o setor leste. Notou-se que a mesma se sobrepôs principalmente aos usos da terra "vegetação nativa" e "pastagens". Por vegetação nativa entendem-se as áreas de mata ripária do Córrego do Glória, as quais possuem partes que estão relativamente bem preservadas e outras onde o acesso do gado e de pessoas em busca de lazer acarretou certo estágio de degradação.

A classe de "alto" potencial apresentou-se com grande ocorrência na área de estudo, de modo que estas demonstraram grande similaridade às áreas de pastagens exibidas no mapeamento de uso de ocupação da terra. Faz-se necessário ressaltar que as áreas de pastagem foram classificadas com significativo peso de interferência nos níveis de qualidade de água, devido ao leque de fatores modificadores presentes nesses locais, conforme explicitados anteriormente.

Outro fato que se julga preponderante no maior nível influenciador dessa classe é seu posicionamento, pois as áreas de pastagem localizadas a leste da bacia, na margem direita do córrego, apresentaram forte relação com a classe de "alto" potencial, diferentemente das pastagens situadas da margem esquerda, para as quais, notou-se maior relação com a classe de "médio" potencial, conforme supracitado. Deste modo, é possível afirmar que as áreas localizadas adjacentes ou com maior proximidade da mancha urbana do município de Uberlândia, têm maior suscetibilidade a sua influência, fato que no presente trabalho foi notado a partir dos valores de qualidade de água, assim como pode ser visto no mapa de potencial influenciador dos usos da terra frente à qualidade das águas.

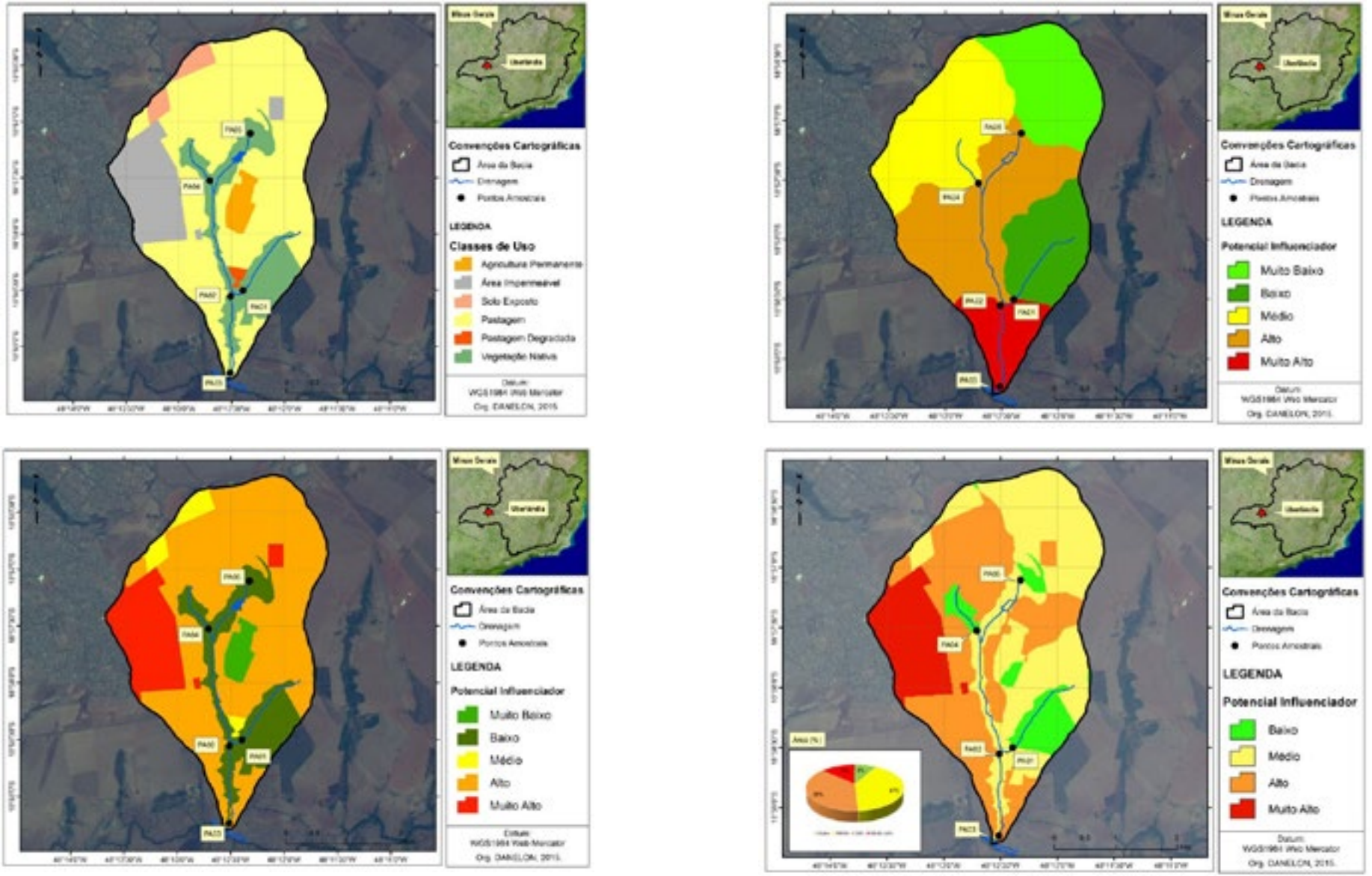


Figura 2 - (A) Mapa de Usos da Terra da Bacia Hidrográfica do Córrego do Glória; (B) Mapa de Espacialização dos Níveis de Qualidade da Bacia Hidrográfica do Córrego do Glória; (C) Mapa de Usos da Terra [PESO ∑((wi)] da Bacia Hidrográfica do Córrego do Glória.; (D) **Mapa de Potencial Influenciador dos Usos da Terra frente à Qualidade das Águas**.

Por fim, temos a classe de "muito alto" potencial, a qual teve sua abrangência prioritariamente sobreposta ao polígono referente à parte da mancha urbana do município de Uberlândia, a qual conforme já discutido anteriormente é considerada no trabalho como a principal fonte de material contaminante na bacia hidrográfica do Córrego do Glória.

4. Considerações Finais

O presente trabalho que teve como pano de fundo uma bacia hidrográfica a qual está à mercê de gama de impactos, uma vez a mesma possuiu no seu interior tanto atividades agropecuárias quanto um trecho de área urbanizada. Desse modo foi possível observar a partir dos resultados aqui apresentados e discutidos que a bacia hidrográfica do Córrego do Glória, possui níveis preocupantes de qualidade de água, haja vista que nos cinco pontos amostrados dois foram enquadrados como "ruins" em termos de qualidade, e os demais apresentaram "aceitáveis" segundo a metodologia utilizada. No entanto, cabe ressaltar que os pontos amostrais que se apresentaram como tendo qualidade aceitável, recebem pouca influência de atividades antrópicas.

Fato este que o mapa de "potencial Influenciador dos usos da terra frente a qualidade das águas" gerado neste estudo contribui para o entendimento. Pois, conforme já discutido, são áreas onde há maior atuação antrópica que mais contribuem na degradação dos recursos hídricos, e especificamente na bacia hidrográfica do Córrego do Glória foram as áreas urbanizadas, as quais obtiveram o maior potencial influenciador na qualidade de suas águas.

Agradecimentos

Ao Laboratório de Geomorfologia e Erosão dos Solos – **LAGES**, da Universidade Federal de Uberlândia, pela disponibilização de recursos utilizados na execução da presente pesquisa.

Referências Bibliográficas

APHA – AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewaters**, 20th. ed. APHA, Washington, DC, USA, 1999.

CARVALHO, F. C; FERREIRA, L.; STAPELFELDT, A. Qualidade das águas do ribeirão Ubá – MG. REM: **R. Esc. Minas**, Ouro Preto, v. 57 n.3: 165 – 172, 2004.

CETESB - Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental, 2011. **Alterações físico-químicas**. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/mortandade/causas_materia.php>

DANELON, J. R. B; RODRIGUES, S. C. Estudo sobre a qualidade hídrica da bacia hidrográfica do córrego Terra Branca, Uberlândia (MG). **Caderno de Geografia**, v. 23, n. 39. p. 13 – 21, 2013.

DANELON. J. R. B. **Avaliação Hídrica da Bacia Hidrográfica do Córrego do Glória, Uberlândia – MG**. 2015. (Dissertação em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais. 84f.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. Ed. Átomo. 2º Ed. 2010.

LUZ NETTO, F. M; DANELON, J. R. B; RODRIGUES, S. C. Avaliação da qualidade da água e do uso da terra da bacia hidrográfica do córrego Terra Branca – Uberlândia – MG. **Revista Geográfica Acadêmica**, v. 5, n. 2. p. 67 – 75, 2011.

PIASENTIN, A. M; et al. Índice de qualidade da água (IQA) do reservatório Tanque Grande, Guarulhos (SP): Análise sazonal e efeitos do uso e ocupação da terra. UNESP, **Geociências**. São Paulo, v. 28, n. 3. p. 305 – 317, 2009.

ROSA, R**. Introdução ao sensoriamento remoto**. 7º ed., Uberlândia: EDUFU, 2009.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, n.8, p.63-74. 1994.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro IBGE / SUPREN. 91p. 1977.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

RISCO E VULNERABILIDADE DO AQUÍFERO FURNAS NA BAIXA BACIA DO RIO CLARO-GO

Larissa Veridiane Coutinho [(a)], Chrystiano Alves de Souza [(b)] Maximiliano Bayer [(c)]

[(a)] Laboratório de Geomorfologia, Pedologia e Geografia Física - LABOGEF - Universidade Federal de Goiás, larissavv2@gmail.com
[(b)] Laboratório de Geomorfologia, Pedologia e Geografia Física - LABOGEF - Universidade Federal de Goiás, chfetgeo@gmail.com
[(c)] Laboratório de Geomorfologia, Pedologia e Geografia Física - LABOGEF - Universidade Federal de Goiás, maxbayer@ufg.br

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas.

Resumo

Pesquisa realizada na baixa bacia do rio Claro com objetivo de avaliar a vulnerabilidade e risco à contaminação do Sistema Aquífero Furnas (SAF) através do método G.O.D, possibilitando assim identificar as distintas classes de vulnerabilidade de acordo com o índice: baixa, moderada e alta. De acordo com as análises, foi identificado que 66% da área possui vulnerabilidade alta; 30% extrema e 4% média. Os dados analisados demonstram que existem áreas que requerem bastante atenção, por isso, recomenda-se cuidados, sobretudo preventivos, com estudos prévios sobre impactos dos usos e ocupação do solo e estabelecendo regras para atividades potencialmente contaminantes.

Palavras chave: Sistemas Aquíferos, Vulnerabilidade de Aquíferos, Método G.O.D;

1. Introdução

A água é o elemento mais abundante na superfície da Terra, participa expressivamente dos processos e fenômenos responsáveis pela evolução do planeta (GOIÁS, 2006, p.19). É um recurso natural renovável, porém finito (GOIÁS, 2006, p.17). Contudo, cerca de 70% da água do mundo não está disponível para o consumo humano por se tratar de águas dos oceanos, e grande parte da água doce, quase 30%, situa-se em lençóis subterrâneos cujo consumo vem aumentando rapidamente (ANA, 2010, p.25).

No Brasil, especificamente, os recursos hídricos subterrâneos contribuem com 39% da demanda para o abastecimento humano (ANA, 2010, P.34), os recursos hídricos subterrâneos

ou águas subterrâneas representam um estratégico recurso natural, apresentando-se, muitas vezes, como a única fonte de água potável disponível para parcelas consideráveis da população mundial (UNESCO, 2012, p.3).

As águas subterrâneas são, normalmente, águas que preenchem os poros e fraturas das rochas abaixo do nível freático, essas rochas são caracterizadas como aquíferos e, de modo geral, possuem água pura, logo sem poluentes ou contaminantes, podendo assim serem utilizadas diretamente para o consumo, por estarem mais profundas e, a princípio, mais protegidas (UNESCO, 2012, p.34). Os aspectos da qualidade do recurso hídricos subterrâneos têm sido cada vez mais estudadas nos últimos anos com o propósito de prever riscos e contribuir para uma qualidade de água (SETTI et. al. 2001, p. 154). Há diversas causas da contaminação de água subterrânea ou aquífero, que se distinguem entre as atividades urbanas, rurais e industriais (FOSTER et. al. 2002, p.16).

Nesse segmento existem importante estudos que se beneficiam de métodos para a classificação da vulnerabilidade de aquíferos dentre, os quais destaca-se o G.O.D (FOSTER et. al., 1988, p. 180), procedimento para avaliação da vulnerabilidade à contaminação através de aspectos hidrogeológicos naturais (FOSTER et al., 2002, p. 19), método este que será utilizado nesta pesquisa para análise do Aquífero Furnas.

A Região da bacia hidrográfica do rio Claro está situada na parte oeste do estado de Goiás, abrangendo uma área de aproximadamente 12.062,18km² segundo Faria (2012, p.113), na figura 1 abaixo demonstra que a bacia do rio Claro compreende 14 municípios goianos, entre os quais Mossâmedes, São Luís de Montes Belos e Sanclerlândia são os mais representativos da região.

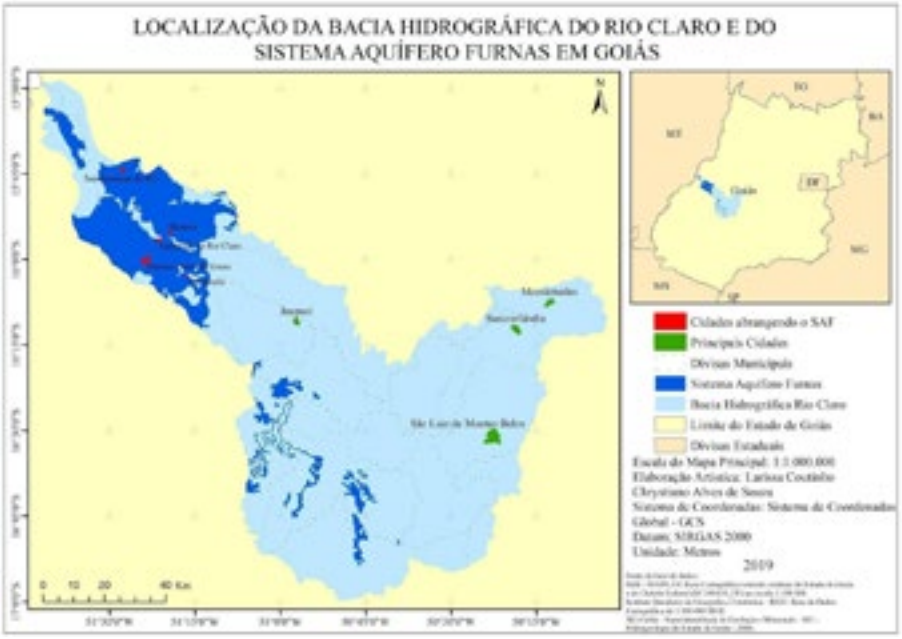


Figura 1: Localização da Bacia Hidrográfica do rio Claro e do SAF.

O sistema aquífero Furnas, SAF, de acordo com Goiás (2006, p. 157), estende-se dentro da Bacia do rio Claro na microrregião de Aragarças em Goiás, mais especificamente entre os municípios de: Montes Claros de Goiás, São Sebastião do rio Claro, Lucilândia, Aparecida do Rio Claro e Betânia. De acordo com a figura, pode-se observar dois cenários para o SAF, pois o mesmo encontra-se subdividido em duas regiões, Noroeste e Sudeste, cada uma com uma composição geológica distinta, mas composta por grande parte em arenitos, correspondendo a mais de 95% do total da área do aquífero como apresenta a figura 2 abaixo.

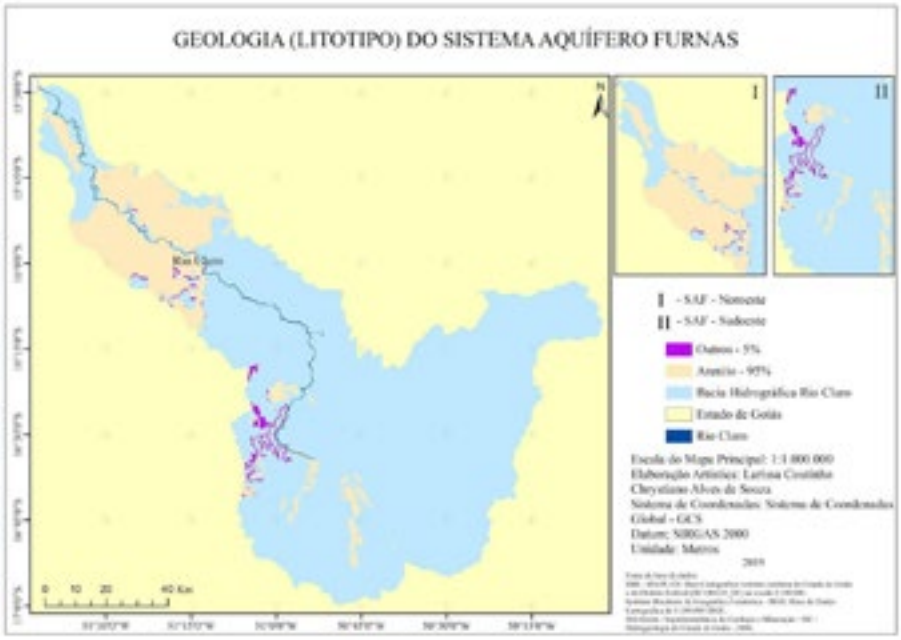


Figura 2: Caracterização Litológica do SAF.

A formação Furnas foi originada no período Devoniano, composta por sedimentos flúvio-marítimos (areias, calcários conchíferos, etc.), aluviais (areias, siltes e argilas), com fácies pseudo-lamíticas em algumas regiões, mas representada principalmente por arenitos quartzosos, brancos, de granulometria média a grossa e que exibem estratificações cruzadas de diversas naturezas e porte, podendo chegar a mais de 300 metros de profundidade em algumas regiões. (Milani, E. J. et. al; 2007, p. 188) e (Cutrim, et al. 2010, p. 402).

Dentre os poços cadastrados, diversos foram encontrados com falta de informações, dados erráticos e repetidos, assim foi realizada uma conferência e correção para que somente os poços com as informações necessárias à análise fossem selecionados. Portanto, foram identificados ao todo 45 poços cadastrados no sistema de informações de águas subterrâneas, SIAGAS, com a profundidade da água no aquífero (ND), permitindo assim a interpolação dos pontos de poços, com base no nível de profundidade da água a partir do método IDW, ferramenta do Arcgis, gerou-se a figura 3 abaixo, que corresponde à interpolação entre cada

ponto como uma influência local, diminuindo à medida que a distância entre os pontos aumenta, este método apresentou valores mais próximos entre o dado observado e o medido gerando o resultado final de profundidade do aquífero para toda a bacia.

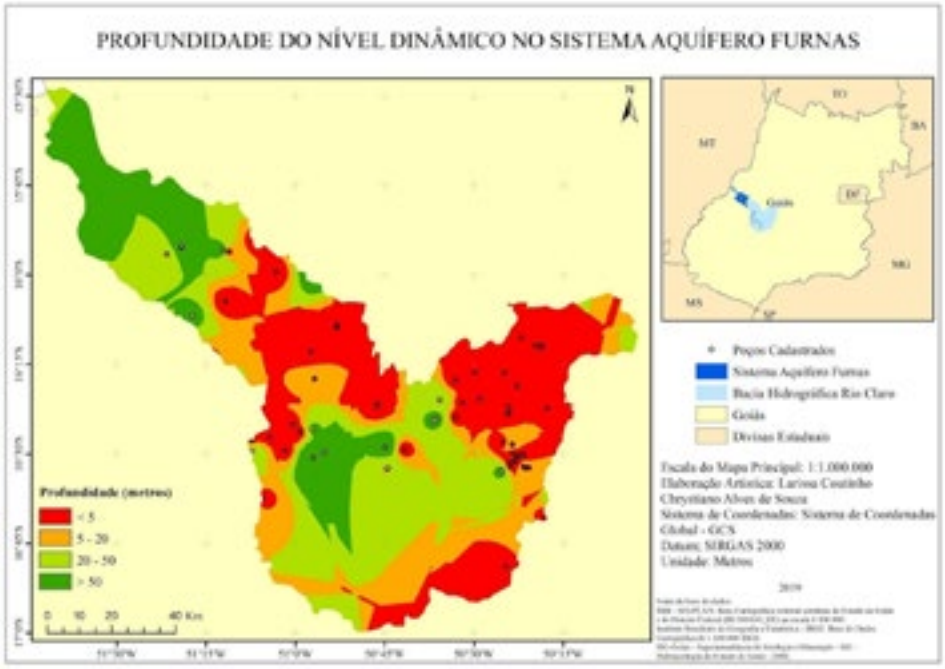


Figura 3: Profundidade da água no SAF e localização dos poços cadastrados.

Diante disso, o objetivo do presente estudo é analisar o grau de vulnerabilidade a contaminação do aquífero Furnas na baixa bacia hidrográfica do rio Claro/GO, delimitando as áreas com maior ou menor grau de vulnerabilidade à contaminação e portanto fornecer dados ambientais para auxiliar o ordenamento de uso e ocupação do solo.

2. Justificativa

No mundo inteiro, os aquíferos estão sob perigo cada vez maior de contaminação em decorrência da urbanização, do desenvolvimento industrial, das atividades agrícolas e das empresas de mineração (FOSTER et. al. 2002, p.68) e, de acordo com Faria (2012, p.114) a bacia do rio Claro, objeto do estudo, encontra-se altamente degradada, com predomínio

de atividades antrópicas e fragmentos remanescentes dispersos, ou restritos a grandes manchas associados a particularidades do meio físico.

Para se desenvolver e consolidar a conservação de reservas hídricas, mais especificamente de aquíferos, é preciso a realização de estudos e monitoração da área (FOSTER et. al. 1988, p. 175), com essa preocupação a pesquisa busca analisar informações sobre o índice de vulnerabilidade do sistema aquífero Furnas na bacia hídrica do rio Claro, importante afluente do Rio Araguaia (ASSIS e BAYER, 2017, p. 927), localizado no estado de Goiás, para colaborar com proteção dos recursos hídricos presentes.

Apesar do Sistema Aquífero Furnas (SAF) localizar-se na bacia do rio Claro e contar com diversos estudos sobre a sua caracterização, como os realizados por Faria (2012), Assis e Bayer (2017) e Goiás (2006), ainda há carência, principalmente, na análise específica do aquífero da sua vulnerabilidade e dos possíveis riscos à contaminação.

3. Materiais e Métodos

A pesquisa é um estudo de caso através do levantamento de dados e a elaboração de mapas por meio de equações de imagens e análises de informações geográficas a partir do método G.O.D utilizando para isto, as referências descritas nos livros: Proteção da Qualidade da Água Subterrânea, (FOSTER ET. AL. 2006); Bacias Hidrográficas e Recursos Hídricos (POLETO, 2014).

3.1. Método GOD

Em inglês G.O.D caracteriza os três parâmetros fundamentais: 1. Ocorrência de água subterrânea (Groundwater occurrence). Classificação dos estratos acima da zona saturada do aquífero em termos do grau de consolidação e caráter litológico (Overall aquifer class). Profundidade do topo do aquífero (Depth to groundwater table) como demonstra a figura 4

abaixo. O índice de vulnerabilidade é definido através da multiplicação dos valores obtidos em cada fator para posteriormente serem feitas as devidas interpretações.

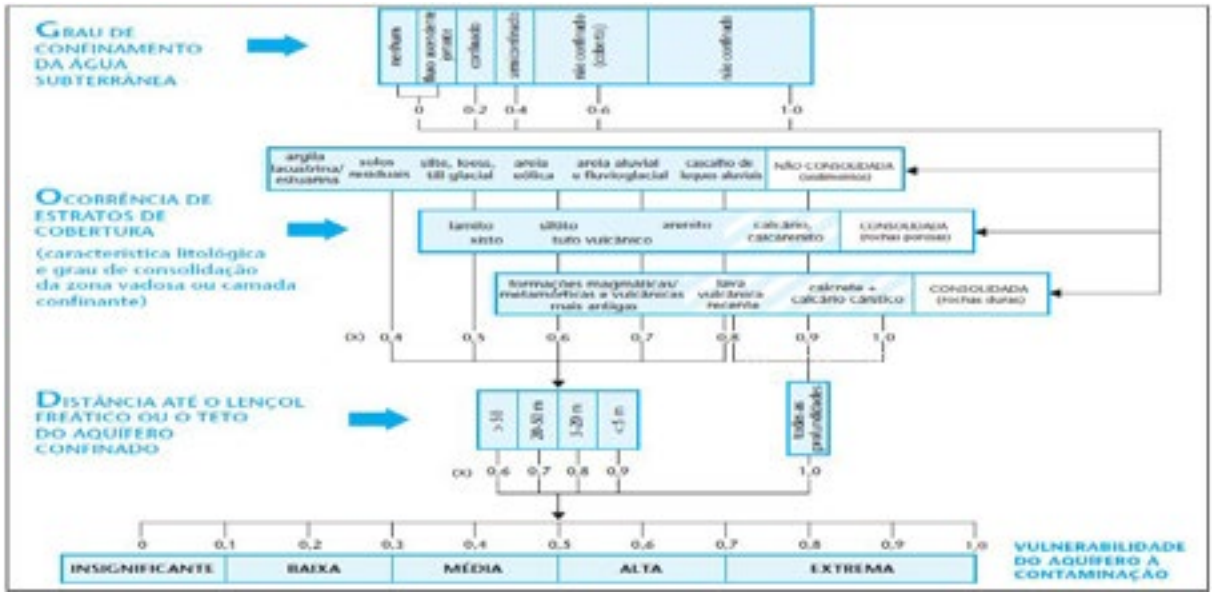


Figura 4. Método GOD para análise de vulnerabilidade Fonte: Foster et. al. (2006)

3. Resultados e Discussões

De acordo com os dados geológicos do aquífero, mais de 95% da composição litológica do SAF é composta por arenitos, principalmente na região Noroeste, onde se localiza sua maior área, outras composições litológicas representadas na figura acima no recorte Sudoeste, representam no total menos de 5% do total da área do SAF, mas individualmente não possuem representatividade para a análise pois dentre estes o que possui a maior área são os granitos, com uma representatividade de no máximo 1,2% do total da área, que para a escala de trabalho é praticamente desprezável.

Tabela I: Relação Litologia do SAF de acordo com padrões estabelecidos do GOD.

LITOLOGIA DO AQUÍFERO FURNAS	VULNERABILIDADE
Arenito	0,8

Outros Litotipos	0,6

Fonte: O autor.

O grau de confinamento do SAF é não coberto (livre) e possui uma alta condutividade hidráulica tanto lateral como vertical, devido à elevada porosidade primária intergranular e secundária, muito fraturado, caracterizando-o como um aquífero de dupla porosidade (GOIÁS, 2006, p.157), desta forma, de acordo com o método GOD, foi atribuído o valor 1, grau de vulnerabilidade máximo para o tipo de confinamento não coberto.

O mapa de vulnerabilidade foi gerado a partir da sobreposição dos três mapas referentes aos parâmetros da metodologia "G.O.D". A Figura 4 ilustra, então, o mapa final realizado a partir do software ARCGIS, utilizando para isto a álgebra de mapas onde os fatores Profundidade, Geologia e Confinamento foram multiplicados, gerando uma imagem índice final.

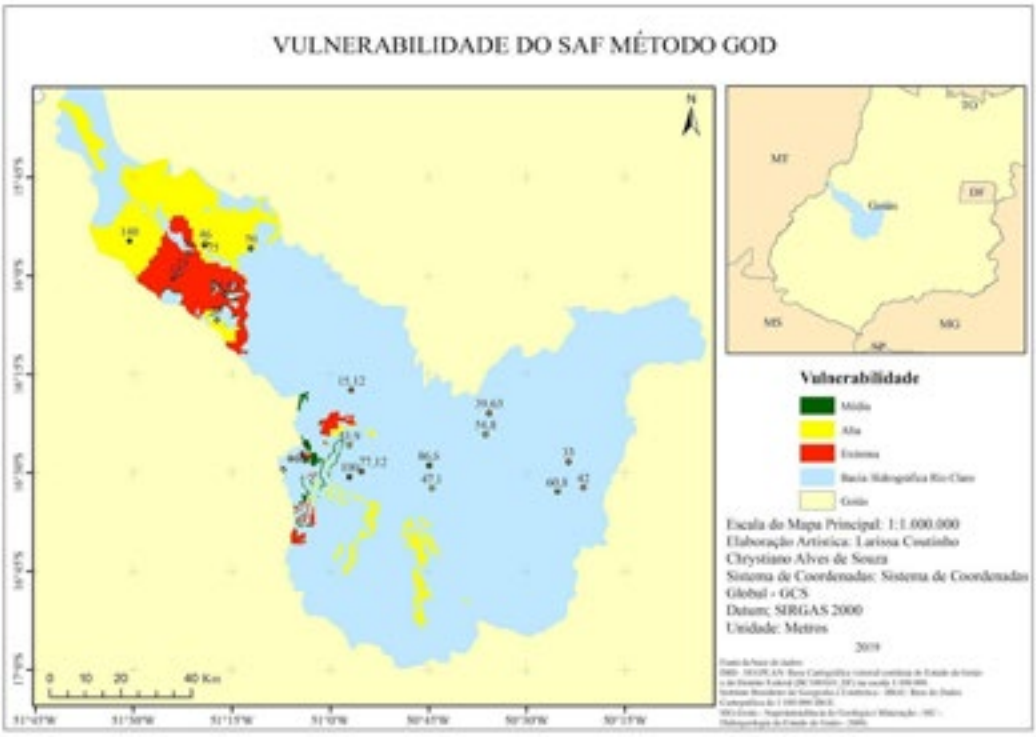


Figura 5: Vulnerabilidade do SAF pelo método GOD.

4. Considerações finais

A análise da vulnerabilidade e do risco de um sistema aquífero é muito importante pois identifica áreas prioritárias no sistema onde as atividades consideradas poluidoras ou com grande potencial de contaminação devem ser limitadas ou até mesmo proibidas, como é o caso do SAF, onde a geologia é praticamente sedimentar, composta por mais de 95% de arenitos com granulometria média a grossa, mal selecionados e muito friáveis, ou seja, inconsolidados, a porosidade do sistema é variável, mas em grande parte é definida como sendo de dupla porosidade, em pequenos trechos o sistema encontra-se confinado, mas na grande área relativa aos arenitos é caracterizado como sendo um sistema aberto, o confere ao aquífero uma grande vulnerabilidade e alto risco de contaminação como se pode ver na tabela II abaixo:

Tabela II: Percentuais de Vulnerabilidade do SAF.

VULNERABILIDADE	%
Extrema	30
Alta	66
Média	4

Fonte: O autor.

Desta forma, analisando todos os aspectos ambientais foi possível definir que 96% do total da área do SAF encontra-se em alto e extremo grau de vulnerabilidade, porém com regiões mais críticas como noroeste onde predominam valores de vulnerabilidade extrema e alta, justamente na maior porção do SAF, indicando assim esta região como de alta prioridade para restrições de uso e ocupação, bem como de gerenciamento e ordenamento.

Ressalta-se a importância da proteção dos recursos hídricos subterrâneos de forma geral, com o intuito de minimizar os riscos e possíveis atividades que gerem grandes impactos ambientais em áreas com alta e/ou extrema vulnerabilidade, também recomenda-se um planejamento do uso e ocupação do solo de forma sustentável, principalmente por se tratar de uma área com alto índice de uso do solo em agricultura e pastagem extensiva (FARIA, 2012, p. 114).

A utilização de geoprocessamento e do método GOD foi muito eficaz, visto que somente foram utilizados três tipos de informações ambientais, geologia, profundidade e confinamento, resultando assim um mapa de vulnerabilidade com delimitações de áreas conforme seu grau de vulnerabilidade, importante salientar que para se obter informações mais confiáveis em qualquer método, deveria-se utilizar um maior quantidade de componentes ambientais e de dados mais confiáveis visto a escassez de informações ambientais no panorama brasileiro.

4.1 Agradecimentos

Os autores agradecem ao laboratório de Geomorfologia, Pedologia e Geografia Física - LABOGEF e a Universidade Federal de Goiás por colaborarem e permitirem a realização da pesquisa.

4.2 Referências

ANA (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS). **Atlas Brasil:** abastecimento urbano de água: panorama nacional. Brasília: Agência Nacional de Águas, 2010.

ASSIS, P. C. . &. B. M. **Análise dos Paramêtros Morfométricos da Bacia do Rio Claro - Sub Bacia do Rio Araguaia-Goiás**. Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Campinas - SP: [s.n.]. 2017. p. 926-931.

CUTRIM, A. O. C. J. G. **Avaliação da Vulnerabilidade e Perigo à Contaminação do Aquífero Furnas na Cidade de Rondonópolis (MT) com Aplicação dos Métodos G.O.D e P.O.S.H.** Geociências, v. 29, n.3. São Paulo, UNESP,: [s.n.]. 2010. p. 401-411.

DE FARIA, K. M. S. E. A. Análise Geoecológica da Conservação Ambiental das Sub-bacias do Rio Claro (GO) e do Rio Garças (MT). **Revista Nordestina de Ecoturismo**, Aquidabãn - SE, v. 5, n. 1, p. 111-118, maio 2012.

FOSTER, E. S. D.; HIRATA, R. C.; ROCHA, A. **Riscos de Poluição de Águas Subterrâneas; Uma proposta de avaliação regional.** Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. São Paulo: ABAS. 1988. p. 175-185.

GOIÁS (ESTADO), SECRETARIA DE INDÚSTRIA E COMÉRCIO E ALMEIDA, L. **Hidrogeologia do Estado de Goiás**. Goiânia: Superintendência de Geologia e Mineração, 2006.

HIRATA, R. C. A. et al. Groundwater Pollution Risk and Vulnerability Map of the State of São Paulo, Brazil. **Water Science and Technology**, São Paulo, v. 24, n. 11, p. 159-169, 1991.

MILANI, E. J. et al. Bacia do Paraná. IN: Cartas Estratigráficas. **Boletim de Geociências da Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 188-287, 2007.

POLETO, C. **Bacias Hidrográficas e Recursos Hídricos**. [S.l.]: INTERCIENCIA, 2014.

SETTI, A. et al. **Introdução ao Gerenciamento de Recursos Hídricos**. 2ª. ed. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, 2001.

UNESCO. **Groundwater and Global Change:** Trends, Opportunities and Challenges. Paris, França: UNESCO, 2012.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

SEGMENTOS FLUVIAIS DO SISTEMA FLUVIAL UBERABA-RIO GRANDE, TRIÂNGULO MINEIRO

Marcos Vinicius da Silva Ferreira[(a)], Fabrício Aníbal Corradini[(b)], Josenilson Bernardo da Silva[(c)]

[(a)] Departamento de Geografia, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, marcosferreira1707@gmail.com
[(b)] Departamento de Geografia, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, fabricio.corradini@uftm.edu.br
[(c)] Departamento de Geografia, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, josenilson.silva@uftm.edu.br

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

A função de um canal fluvial é escoar a água que entra na bacia hidrográfica e consigo o transporte de materiais sólidos ou dissolvidos. Não diferente é o caso do sistema fluvial Uberaba – Rio Grande, que assume importantes funções na contribuição do desenvolvimento do Triângulo Mineiro. Com características abióticas bastantes peculiares, esse sistema também nos chama atenção nos padrões de canais fluviais que não são definidas naturalmente pelos seus fluxos e dinâmicas, mas resultam de uma evolução de paisagem associadas por controles geológicos estruturais possivelmente reativados com o soerguimento do Alto Paranaíba e as intrusões de derrames basálticos do mesozoico tardio. Compreender essas relações e as características dos padrões de canais assumidas pelo rio Uberaba é a proposta desse trabalho. Espera-se que os resultados alcançados subsidiem trabalhos futuros na elaboração de modelos comportamentais da dinâmica e, sobretudo, no auxílio de políticas públicas de gestão de recursos hídricos e medidas conservacionistas.

Marcos Vinicius da Silva Ferreira, Fabrício Aníbal Corradini, Josenilson Bernardo da Silva

Palavras chave: Padrões de canal; Abastecimento de água; Evolução da paisagem; Recursos hídricos;

1. Introdução

A bacia de drenagem é considerada a unidade básica do sistema fluvial e diversos autores buscam compreendê-las por revelar as consequências, em escala temporal, dos processos de erosão, transporte e deposição (Schumm, 1977; Christofoletti, 1981; Tucci, 2002; Catuneanu, 2005). São os exemplos dessa análise os estudos nos rios Orange (Compton *et al*. 2002), Platte (Fotherby, 2009) e Ganga (Singh *et al*., 2007), e no Brasil aponta-se no rio Amazonas (Latrubesse e Franzinelli, 2002) e nos rios do pantanal (Assine, 2003).

Temos observados que a ação dos processos erosivos a montante e dos deposicionais a jusante do sistema fluvial das bacias hidrográficas do Triângulo Mineiro tem modificado constantemente o seu

ambiente natural. Estudos que buscam compreender esses sistemas fluviais no Triângulo Mineiro ainda são incipientes. São encontrados diversos relatórios técnicos como estratégia de planejamento ambiental e controle das atividades produtivas-poluidoras sobre os recursos biológicos e os recursos hídricos. Na porção norte desse território destacam os estudos produzidos pela Associação Multissetorial de Usuários de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Araguari (ABHA) e na porção sul, pelo Comitê de Bacias Hidrográficas do Baixo Rio Grande/GD8.

Em específico, o sistema fluvial Uberaba – Rio Grande possui na sua mesma área produtora de águas, também de sedimentos, a área fonte, cujos reflexos podem ser verificados nos padrões de canais assumidos em vários segmentos do rio Uberaba. Salientamos que o conhecimento técnico desse sistema fluvial está centralizado nas áreas produtoras de águas do sistema, onde estão situadas as nascentes do canal tronco-coletor, rio Uberaba. Da mesma forma, as políticas públicas têm sido dirigidas para essas áreas. Fato evidenciado pelos estudos do Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental (APA) do rio Uberaba (Silva *et al.*, 2018, no prelo).

Notamos que merece uma atenção os estudos ambientais de geomorfologia fluvial no sistema fluvial Uberaba-Rio Grande, localizado no município de Uberaba, sito às coordenadas centrais da área investigada -19,715692º e -47,939989º (Figura 1). Em uma breve análise por imagens remotas, notaram-se controles geológicos estruturais do sistema fluvial levando a uma falsa definição nos padrões de canais que o rio Uberaba assume em vários segmentos ao longo do seu curso até a foz com o rio Grande.

Nesse contexto, o objetivo é propor análise de segmentação fluvial do rio Uberaba, da nascente até a foz com o rio Grande, que aqui se denomina como sistema fluvial Uberaba – Rio Grande. Tal estudo remete à compreensão dos padrões, da morfologia do canal e seu entorno, vitais para discriminar as áreas com diferentes características físicas.

2. Materiais e métodos

Dados bibliográficos e imagens de satélites foram os materiais utilizados na proposta preliminar de segmentação do sistema fluvial Uberaba-Rio Grande. As referências foram compiladas em sistema livre de gerenciamento bibliográfico como ferramenta de auxílio no tratamento e disposição das citações

ISBN: 978-85-7282-778-2

aos demais usuários do Grupo GESTAÁGUA – Núcleo de Pesquisa em Gestão de Águas do Cerrado cadastrado no Diretório dos Grupos de Pesquisa/CNPq.

As imagens de satélites foram previamente analisadas quanto à escala temporal e resolução espacial. Posterior, um banco de dados georreferenciado foi criado e ajustado ao mesmo *datum* horizontal e projeção cartográfica, sendo o manuseio com o uso de ferramentas de SIG disponíveis pelo software Quantum GIS 2.14.13. Imagens Landsat 8/OLI, órbitas/cenas 220/74 e 221/74 adquiridas nas bandas 6, 5, 4 e banda 8 (pancromática) do ano de 2018 receberam os processamentos básicos de composição, tratamento, realce/equalização e moisaco, com a finalidade de realçar as geoformas investigadas.

Ferramentas de vetorização manual do canal e outras geoformas identificadas nas imagens foram extraídas em *shape* distintos pela técnica de imagem-interpretação. Para refinar e dirimir quaisquer dúvidas na análise das geoformas verificadas no sistema fluvial Uberaba-rio Grande contou com o auxílio do aplicativo Google Earth Pro, cujas imagens disponíveis estavam em alta resolução espacial, permitindo avaliar com detalhes as geoformaas identificadas. Tais técnicas têm sido empregadas com sucesso por alguns autores (Torlay e Oshiro, 2010; Silva e Castanho, 2011).

Em cada segmento identificado analisaram-se os parâmetros morfométricos de meandramento do canal, em atenção à sinuosidade, largura do canal, comprimento de onda, declividade e comprimento do segmento, e sua relação com as adjacências. Destaca-se que os valores obtidos correspondem a média das medidas obtidas entre o início e o fim de cada segmento. Outras evidências físicas reveladas pelo canal fluvial permitiu estabelecer correlações litológicas e controles estruturais.

A vazão média foi obtida a partir dos dados hidrológicos da estação fluviométrica instalada no rio Uberaba e disponibilizada pela Agência Nacional de Águas. Essa estação de código 61794000 dispõe de série histórica de vazão, cota, perfil transversal, cujos dados serão trabalhados posteriores.

3. Resultados e Discussão

De posse aos dados tabulados em plataforma de sistema de informação geografica foi possível definir três segmentos homólogos ao longo do sistema fluvial Uberaba - Rio Grande, compreendendo

cerca de 170 km de canal, desde a sua nascente até a confluência com o rio Grande, que por sua vez exerce o nível de base desse sistema fluvial (Figura 1). Como um dos principais tributários da margem direita, as águas do rio Uberaba fluem por diferentes litologias de montante a jusante, o que confere mudanças nas feições morfológicas e alterações no comportamento hidrodinâmico.

O segmento I abrange o alto curso do sistema fluvial Uberaba com a nascente em altitudes superiores a 850 m e se extende por cerca de 75 km a jusante por aproximadamente 630 m de elevação, marcando a passagem para o médio curso (Figura 1). Confere ao canal largura média de 17,6 m e declividade de 3,10 m/km. Embora apresente sinuosidade média de 1,79, o que classifica o canal como padrão meandrante, verifica-se que trata de uma aparente classificação (Tabela I). Forte controle litológico das Fm Marília e Fm Uberaba, pertencentes ao Grupo Bauru, destacam os lineamentos principais que ocorrem a NW, NE e EW. O entalhe do canal é variável, de 1 m a mais de 5 m, com erosão marginal estável na presença da vegetação ripária. A planície fluvial é praticamente ausente com a formação de barras em pontal, lateral e de centro. Os sedimentos que aportam no canal são provenientes das áreas a montante com predomínio das atividades de pecuária extensiva e em menor proporção as agrícolas.

O segmento II compreende o trecho do canal do km 75 ao km 120 perfazendo um total de 45 km de extensão, sendo o menor segmento identificado, definindo o médio curso (Figura 1). As altitudes variam entre 630 m a 500 m e declividade de 2,90 m/km. Caracteriza o canal com largura média de 56,0 m e sinuosidade média do canal de 1,51, classificando-o padrão de meandros (Tabela I). Caso semelhante ao segmento anterior, cuja litológia exerce controle na direção do canal. Os lineamentos principais, praticamente EW e NS, são as feições mais notórias na intepretação das geoformas em imagens de satélite. O canal é todo encaixado e tende a acompanhar o controle exercido pelos lineamentos do basalto Serra Geral. Observa-se a presença de vários trechos encachoeirados responsáveis por rupturas na declividade, *knickpoint* local, o que propicia no transporte de sedimentos. A presença de barras é pouca e está disposta longitudinal e preferencialmente anexa a margem. A planície fluvial é ausente.

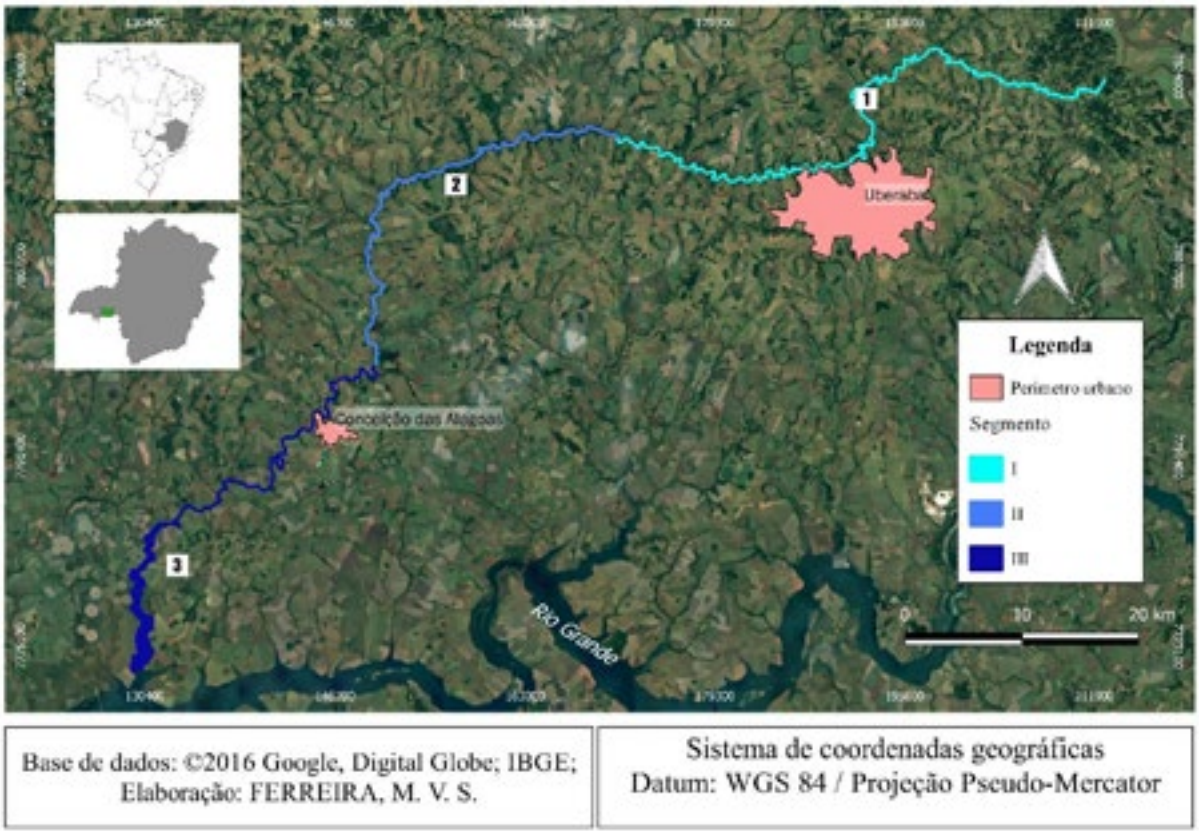


Figura 1 – Segmentação do sistema fluvial Uberaba – rio Grande.

Tabela I – Compartimentos do rio Uberaba em síntese

Segmento	Extensão (km)	Altitude (m)	Sinuosidade do canal	Declividade (m/km)	Largura do canal (m)*	Vazão média (m^3/s)
I	75	850 – 630	1,79	3,10	17,6	11,52
II	45	633 – 500	1,51	2,90	56,00	-
III	50	500 – 465	1,53	0,79	85,16	-

*Largura média

O segmento III está localizado no baixo curso do sistema fluvial Uberaba e compreende do km 120 ao km 170, abrangendo 50 km de extensão, onde conflui com o Rio Grande. As altitudes estão entre 500 m a 465 m e declividade relativamente baixa quando comparada com os segmentos anteriores, próxima a 0,8 m/km (Tabela I). A largura média do canal é de aproximadamente 85 m sob influência dos efeitos de remansos do lago da Usina Hidrelétrica de Marimbondo no município de Fronteira, MG. Nesse segmento, o sistema fluvial está sobre o afloramento do basalto Serra Geral influenciado pelo controle dos lineamentos NE e NS. Além do transbordamento da água para além das margens plenas do canal próximo a sua confluência, identificou pontos de encachoeiramento, *knickpoint* local, e a presença de barras vegetadas de centro e de margem. Suas dimensões são semelhantes entre si e atingem em média 50 m de comprimento por 10 m de largura. O aporte sedimentar das áreas adjacentes ao canal é proveniente de áreas agrícolas, intensificadas pelo cultivo da cana-de-açucar e oleginosas.

4. Considerações finais

Por meio da análise das imagens de satélites e os dados interpretados para esse estudo dirigido, ainda em fase conclusiva, permitiu identificar três grandes segmentos no sistema fluvial Uberaba – Rio Grande. Identificamos forte controle litológico no direcinamento dos fluxos de canal, sendo os lineamentos predominantes nas direções NW, NE e EW no alto curso, correlato ao segmento I, nas direções EW e NS, no médio curso, correlato ao segmento II, e nas direções NE e NS no baixo curso, correlato com o segmento III.

O estudo aprofundado das questões pertinentes a segmentação fluvial é extremamente necessário, no que tange a utilização apropriada dos recursos hídricos e planejamento de políticas públicas, especialmente no Triângulo Mineiro, onde se concentra mais de 2 milhões de pessoas. Os resultados obtidos ainda serão aprofundados com o avanço da pesquisa, e espera-se que em breve os estudos conclusivos possam subsidiar as lideranças políticas e entidades responsáveis para que sejam atendidas as necessidades ambientais, sociais e econômicas da região.

ISBN: 978-85-7282-778-2

5. Agradecimentos

Os autores externam os agradecimentos à bolsa de Iniciação Científica concedida pela Fundação de Amparo a Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG).

6. Bibliografia

ASSINE, M.L. *Sedimentação na bacia do pantanal mato-grossensse, centro oeste do Brasil*. 105p. Tese de (Livre Docência) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Rio Claro, 2003.

CATUNEANU, O. Principles of Sequence Stratigraphy. Harcover: Elsevier, 2005.

CHRISTOFOLETTI, A. *Geomorfologia fluvial*. São Paulo: Edgard Blücher, 1981.

COMPTON, J.S.; MULABISANA, J.; MCMILLAN, I.K. Origin and age of phophorite from the Last Glacial Maximum to Holocene transgressive succession of the Orange River, South Africa. *Marine Geology*. 186, 3-4: 2002, 243-261.

FOTHERBY, L.M. Valley confinement as a factor of braided river pattern for the Platte River. *Geomorphology*, 103: 2009, 562-576.

LATRUBESSE, E.; FRANZINELLI, E.M. The Holocene alluvial plain of the middle Amazon River, Brazil. *Geomorphology*, 44: 2002, 242-257.

MINISTÉRIO PÚBLICO DE MINAS GERAIS. Plano de Manejo APA Rio Uberaba, Uberaba, MG. *In: Silva, J. B. e Carvalho, V*. Prefeitura Municipal de Uberaba, 2018. No prelo.

SCHUMM, S. A. *The fluvial system*. Nova Iorque: John Wiley and Sons: 228 e 338, 1977.

SILVA, G. A.; CASTANHO, R. B. Mapeamento da agricultura urbana no município de Ituiutaba – Minas Gerais/Brasil. *Horizonte Científico*, vol 5, nº 2, dez, 2011. 1- 27.

SINGH, M.; SINGH, I.B.; MÜLLER, G. Sediment characteristics and transportation dynamics of the Ganga River. *Geomorphology*, 86: 2007, 144- 175.

TORLAY, R.; OSHIRO, O. T. Obtenção de imagem do Google Earth para classificação de uso e ocupação do solo. *In: Congresso de Interinstitucional de Iniciação Científica*. Anais de Congresso, Campinas: IAC, 2010.

TUCCI, C.E.M. *Hidrologia – Ciência e aplicação*. Porto Alegre: UFRS/ABRH: 2002.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

TIPOLOGIA DE CANAIS URBANOS E MEIO FÍSICO COMO SISTEMA DE CONTENÇÃO E PREVENÇÃO DE INUNDAÇÕES NA BACIA DO TUCUNDUBA BELÉM-PA

Luiz Fernando de Souza Nogueira [(a)], José Lucas Oliveira Andrade [(b)], José Edilson Cardoso Rodrigues [(c)], Adrielle Pena Carneiro Lopes [(d)], Luiz Carlos Margalho de Souza Júnior [(e).]

Faculdade de Geografia e Cartografia/ Universidade Federal do Pará: luiz11nogueira@hotmail.com[(a)]; lucas.depth2@gmail.com [(b)]; jecrodrigues@yahoo.com[(c)]; adriellelopes96@gmail.com[(d)]; margalhojunor011@gmail.com[(e)].

Eixo: Dinâmica e Gestão de Bacias Hidrográficas

Resumo/

Esta pesquisa consiste na verificação da drenagem existente na Bacia do Tucunduba através de tipos de canais, de vias, vegetação e tipos de relevos. Conceituando a drenagem e os processos de expansão urbana que na área da bacia ocorre, relacionando com paralelos da vegetação e geomorfologia, associando a conceitos de infiltração do solo, impermeabilização e vertentes de relevo, concluindo assim um resultado negativo sobre a análise da drenagem, que é precária e não comporta as necessidades de escoamento da chuva e expõe a população local à incidência de inundações diárias.

Palavras chave: Drenagem, Canais, Vias, Vegetação e Relevo.

1. Introdução:

Luiz Fernando de Souza Nogueira, José Lucas Oliveira Andrade, José Edilson Cardoso Rodrigues, Adrielle Pena Carneiro Lopes, Luiz Carlos Margalho de Souza Júnior

A Drenagem Urbana é todo o sistema de escoamento de água, seja pluvial ou fluvial, são essencialmente sistemas naturais modificados (TUCCI, 2003). A drenagem da água fluvial nas grandes cidades brasileiras possuem problemas caraterísticos da falta de um planejamento urbano adequado, impactando o meio ambiente e consequentemente à sociedade, criando situações como alagamentos, inundações e proliferação de doenças. Segundo Tucci (2002) as inundações e impactos nas áreas urbanas ocorrem devido a dois processos, que ocorrem isoladamente ou combinados: as inundações devido à urbanização e as inundações naturais de várzea ribeirinha.

A Bacia do Tucunduba é a segunda bacia de drenagem de Belém (**Figura 1**) tem grande importância como área de estudo por drenar bairros populosos e chama atenção por causa de seus problemas sociais e estruturais em virtude da má gestão e um planejamento urbano precário. Essa bacia apresenta 12 canais, com aproximadamente 12 km de extensão, tendo sua nascente próxima do Canal da Angustura e sua foz no Canal do Tucunduba.

Este trabalho tem como objetivo relacionar a tipologia dos canais da bacia e seu tipo de relevo, cobertura da vegetação e a distribuição de ruas buscando estabelecer conclusões acerca da efetividade dos sistemas de drenagem da área relacionado com os processos de inundação que ocorrem na bacia, tendo em vista o estudo da drenagem enquanto sistema de contenção de inundações.

Figura 1 – Mapa de Localização da Bacia do Tucunduba.

2. Materiais e Métodos:

Os materiais da pesquisa foram distribuídos em etapas e sendo utilizados conforme os métodos aplicados. Sendo estas as etapas: 1. A escolha da área de estudo em virtude de sua importância; 2. Pesquisas bibliográficas, a fim de se obter base conceitual acerca do tema; 3. Obtenção de dados da área de estudo, em forma de "shapefiles" vetorizados no Google Earth, a fim de serem utilizados nos SIGs (ArcGis); 4. Produção de mapas temáticos para a classificação dos canais, tipo de relevo e vegetação; 5. Análise dos resultados através de discussões e produção de uma conclusão.

3. Resultados e Discussões:

A rede de drenagem da Bacia do Tucunduba se caracteriza por quatro tipos de canais retificados que sofreram sucessivas intervenções antrópicas perdendo seu aspecto natural, foram classificados da seguinte forma: 1. Canal com Estaqueamento de Concreto; 2. Canal com Estaqueamento de Madeira; 3. Canal Obstruído; trechos de canais com sua superfície coberta por ocupações irregulares, impedindo o curso do canal; 4. Canal que está sofrendo processo de macrodrenagem; trecho que auxilia o aumento de vazão dos canais que estão obstruídos (**Figura 2**).

Figura 2 – Mapa dos Tipos Estruturais dos Canais da Bacia do Tucunduba.

Com o desenvolvimento urbano, o primeiro processo que ocorre é à impermeabilização do solo, através da (**Figura 3**) é possível visualizar as vias presentes na Bacia do Tucunduba, que a partir do urbanismo ocorreu-se o aumento do escoamento superficial, a parcela de água que infiltrava no solo passa a escoar pelas ruas (Residenciais) que em sua maioria sem estruturas de boca de lobo e galerias, impedem o escoamento, criando pontos de inundações localizados na bacia. Se ressalta que os canais obstruídos pelas moradias irregulares "palafitas" e a falta de engenharia como nos restantes dos canais que sofreram apenas retificação só aumentaram o quadro de inundações, que sem vazão, ocorre o acúmulo das águas em locais determinados da bacia devido a deficiência de escoamento no sistema de drenagem.

Figura 3 - Mapa de Vias Urbanas da Bacia do Tucunduba.

Através de intensivos processos de ocupação urbana e terraplenagem ao longo dos anos, a Bacia do Tucunduba foi perdendo a sua cobertura vegetal (**Figura 4**), está por sua vez tem papel essencial nos processos de escoamento ao reter volume de água que é perdido na transpiração das plantas, auxiliando na diminuição da vazão máxima e picos de cheias. As modificações resultantes de anos de ocupação espontânea na bacia retiraram grande parte da cobertura vegetal das margens dos seus canais causando alterações no seu ciclo hidrológico e o processo de infiltração do solo (SILVA, MATOS, LUZ, 2016) que somadas às retificações de canais, aumentaram a velocidade do fluxo de água gerando inundações por toda a área da bacia.

Analisando a (**Figura 5**) visualiza-se que a geomorfologia local afeta diretamente na rede de drenagem. A água da chuva na bacia sempre escoa dos tabuleiros (unidade mais elevada) para áreas de planície aluviais (unidade mais baixa), podemos destacar que os tabuleiros e os terraços estão todos impermeabilizados proporcionando o aumento da velocidade de escoamento para os canais da bacia e dificultando o processo de infiltração da água no solo. A retificação ou falta de engenharia adequada não aliada à geomorfologia causa interferências diretas no escoamento.

Figura 4 – Mapa da Vegetação da Bacia do Tucunduba

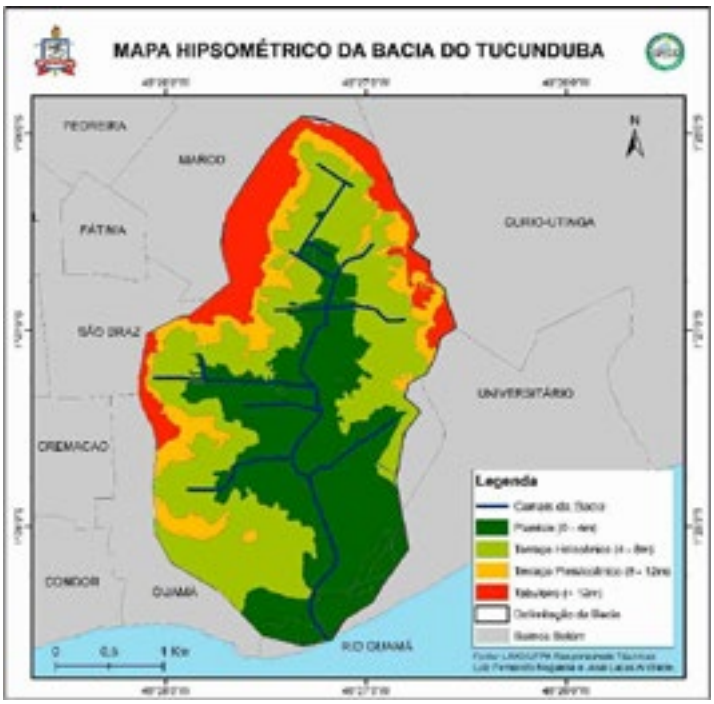


Figura 5 – Mapa Hipsométrico da Bacia do Tucunduba

4. Considerações Finais:

A avaliação da drenagem urbana da Bacia do Tucunduba mostrou que a engenharia existente é ineficaz e obstruída ao não comportar a vazão máxima de água. Inundações urbanas são um dos maiores problemas de impacto na sociedade. Esses impactos ocorrem em virtude da urbanização, processo de impermeabilização do solo, perda de cobertura vegetal, falta de estruturas planejadas para escoamento dos canais e processos naturais de inundações de várzeas de áreas ribeirinhas, e que atingem ocupações provenientes de falta de planejamento urbano nos leitos dos rios (TUCCI, 2002), devido à geomorfologia local onde as áreas à montante funcionam como reservatórios de amortecimento e à jusante possui a função de receber toda a carga de água, o escoamento superficial acelera o aumento da vazão para a jusante. Além desses fatores, se conclui que existem medidas estruturais na bacia, mas são mal planejadas e pontuais e sem interligação, geralmente transferindo o volume hídrico para canais que não comportam a massa de água, tornando a drenagem incapaz. É importante salientar que também é preciso investir na criação de medidas não estruturais para a prevenção das inundações, através de legislações que buscam o desenvolvimento da cidade.

5. Referências Bibliográficas

TUCCI, Carlos. **Gerenciamento da Drenagem Urbana,** Disponível em: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/agua2003/tucci.pdf> Acesso em: Janeiro, 2019.

SILVA, Marcos. MATOS, Tiago. LUZ, Luziane. **Canais fluviais em Belém-Pará: Alterações Causadas Pela Intervenção na Bacia Urbana do Tucunduba.** Disponível em: <www.even3.com.br/Anais/camaer2016/31497-CANAIS-FLUVIAIS-EM-BELEM-PARA--ALTERACOES-CAUSADAS-PELA-INTERVENCAO-NA-BACIA-URBANA-DO-TUCUNDUBA> Acesso em: Janeiro, 2019.

TUCCI, Carlos. **1 Inundações Urbanas,** Disponível em: <http://www.mpf.mp.br/atuacao-tematica/ccr4/importacao/institucional/grupos-de-trabalho/encerrados/residuos/documentos-diversos/outros_documentos_tecnicos/curso-gestao-do-terrimorio-e-manejo-integrado-das-aguas-urbanas/drenagem1.PDF>. Acesso em: Janeiro, 2019.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

TRABALHO DE CAMPO E GEOPROCESSAMENTO NA GERAÇÃO DE CARTA DE USO DA TERRA DA BACIA DO RIBEIRÃO DA CONFUSÃO - RANCHARIA (SP)

Alyson Bueno Francisco [(a)]

(a) Pós-doutorando em Geografia pela Universidade Estadual Paulista, Campus de Presidente Prudente. Doutor em Geografia pela UNESP/Presidente Prudente. Email: alysonbueno@gmail.com

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

Este trabalho apresenta a análise de uma bacia hidrográfica através da cobertura da terra em 2009 pela produção de uma carta Sistema de Informação Geográfica pela classificação supervisionada com informações de amostras de classes de cobertura da terra através de trabalhos de campo. Além dos resultados desta metodologia de Geoprocessamento, este artigo apresenta a importância do trabalho de campo na Geografia Física para investigar as especificidades da bacia hidrográfica do Ribeirão da Confusão, localizada na porção norte do município de Rancharia (SP).

Alyson Bueno Francisco

Palavras chave: Geoprocessamento; trabalho de campo; escalas; método

Abstract

This paper presents the analysis of a water catchment area by covering the land in 2009 by the production of a letter in a supervised classification to GIS information from samples of land cover classes through field work. In addition, to the results of the GEO methodology, this paper presents discussions about the importance of the work of field in physical geography to investigate the specific characteristics of the hidrographic basin of Confusao river in north area of Rancharia municpity. Key-words: geoprocessing; field work; scales; method.

1. Introdução

O conhecimento sobre a natureza e as bacias hidrográficas é aprimorado através do questionamento das ideias a priori através dos resultados das investigações empíricas pelo trabalho de campo do geógrafo.

A bacia hidrográfica é uma unidade territorial e física presente na natureza delimitada pela drenagem. A natureza apresenta sua diversidade e os pesquisadores precisam evitar as generalizações das pequenas escalas e buscar compreender os fenômenos naturais nas pesquisas de campo.

Neste sentido, são necessários os trabalhos de campo, como metodologia principal do geógrafo, para investigar a natureza de cada bacia hidrográfica e apresentar os diagnósticos (inventários), para a realização dos planejamentos ambientais na ótica da gestão dos recursos hídricos com prognósticos adequados à garantia da disponibilidade futura de água potável.

A respeito das escalas geográficas nos estudos sobre a bacia hidrográfica, para Guimarães (1999, p. 126):

> Essa especificidade de cada bacia hidrográfica é importante porque, ao apresentar diferentes características, as bacias hidrográficas vão exigir dos pesquisadores e educadores diferentes abordagens sobre sua complexidade, envolvendo aspectos naturais, sócio-econômicos, políticos e culturais. Ou seja, pesquisas e atividades educativas podem e devem ser amplamente realizadas em todas as bacias hidrográficas e apresentarão resultados diferenciados.

Através da aplicação do Geoprocessamento e da interpretação de imagens de sistemas sensores orbitais foi possível compreender as transformações na paisagem e os aspectos socioambientais nas escalas das bacias hidrográficas. No entender de Piroli (2013, p. 05):

> [...] o Geoprocessamento tem como uma de suas principais características: integrar uma série de conhecimentos específicos, que quando unidos possibilitam ao profissional desenvolver atividades em diversas áreas do conhecimento, tornando-se um campo promissor e bastante atraente profissionalmente. Esta característica, no entanto, o torna relativamente complexo, exigindo que o profissional entenda e posteriormente domine conceitos e técnicas de várias ciências.

Além do enriquecimento do conhecimento geomorfológico pelas contribuições dos estudos empíricos de outras áreas, recentemente ocorreram avanços no campo do Geoprocessamento com o desenvolvimento do Sensoriamento Remoto por imagens orbitais com altas resoluções espaciais e dados de sensores que possibilitam a geração de *Digital Elevation Model* (DEM) e uma interpretação das condições topográficas nos Sistemas de Informação Geográfica. Entretanto, estas técnicas de mapeamento geomorfológico, com dados de morfometria e realizadas apenas em gabinete, não dispensam o trabalho de campo. No entender de Ab'Sáber (2007, p. 118): "a imagem de satélite por si só não pode substituir os estudos de campo".

Em síntese, o trabalho de campo torna-se não apenas uma metodologia, mas fundamenta um caminho metodológico do pesquisador na Geografia Física.

2. Material e métodos

2.1 Área de estudo

A Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Confusão localiza-se no município de Rancharia-SP, sendo seu curso d'água principal um afluente do Rio do Peixe, e possui aproximadamente 46.400 hectares.

O uso do solo predominante nesta bacia hidrográfica é a pecuária extensiva, cuja paisagem local é marcada pela existência de pastagens plantadas, sendo que boa parte das áreas estão degradadas pelo intenso pisoteio do gado. A partir de 2007 com a instalação de uma planta industrial de uma destilaria sucro-alcooleira (Usina Atena Diana) no município de Martinópolis-SP, favoreceu a expansão de arrendamentos para o plantio de cana-de-açúcar em áreas da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Confusão. Isto ampliou as áreas agrícolas em detrimento da dominante pastagem.

2.2 Procedimentos metodológicos

Esta análise foi possível utilizando-se de técnicas de classificação de imagens orbitais e tratamento dos dados em ambiente de Sistema de Informação Geográfica. Neste texto apresenta-se o processo de elaboração de uma carta temática de cobertura da terra com a utilização de classificação supervisionada no Sistema de Informação Geográfica Idrisi versão Andes.

Para elaborar a carta de cobertura da terra, foram adquiradas imagens (4 bandas) do sistema sensor CCD do satélite Cbers-2B, datadas de 10/05/2009. As imagens com as bandas espectrais 2, 3 e 4 foram georreferenciadas ao datum SIRGAS-2000, com base em coordenadas fornecidas por banco de dados já elaborado no SIG Spring. O georreferenciamento das imagens foi realizado no SIG Idrisi. Após realizado o georreferenciamento, foi aplicada a composição falsa-cor com as bandas 2, 3 e 4.

Com o uso da rotina Digitize foram selecionadas as amostras confiáveis com a vetorização de polígonos, cuja cada classe a ser representada possuía um valor. Com o uso da rotina Makesig, são criadas as assinaturas e em seguida define-se o classificador com máxima verossimilhança com o uso da rotina Maxlike. Em seguida, aplicou-se a filtragem do tipo Mode com uso de tamanho 7x7.

Para realizar o recorte da área da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Confusão, os limites da foram delimitados através de dados Suttle Radar Topography Mission (SRTM) no aplicativo GlobalMapper. O vetor que delimita a microbacia hidrográfica foi exportado em formato Shapefile, tendo como sistema de referência o datum horizontal SIRGAS-2000.

Para o cruzamento das informações georreferenciadas em mesmo sistema de referência (imagem classificada e vetor) foram utilizadas as rotinas Initial (criação da imagem com atributo a partir do vetor) e Rastervector (copiar as informações da imagem classificada).

Em seguida, através da rotina Overlay, os dados da imagem classificada e da imagem da bacia hidrográfica gerada a partir do vetor são multiplicados.

A figura 01 apresenta o resultado do recorte espacial da bacia hidrográfica com as respectivas classes de cobertura da terra.

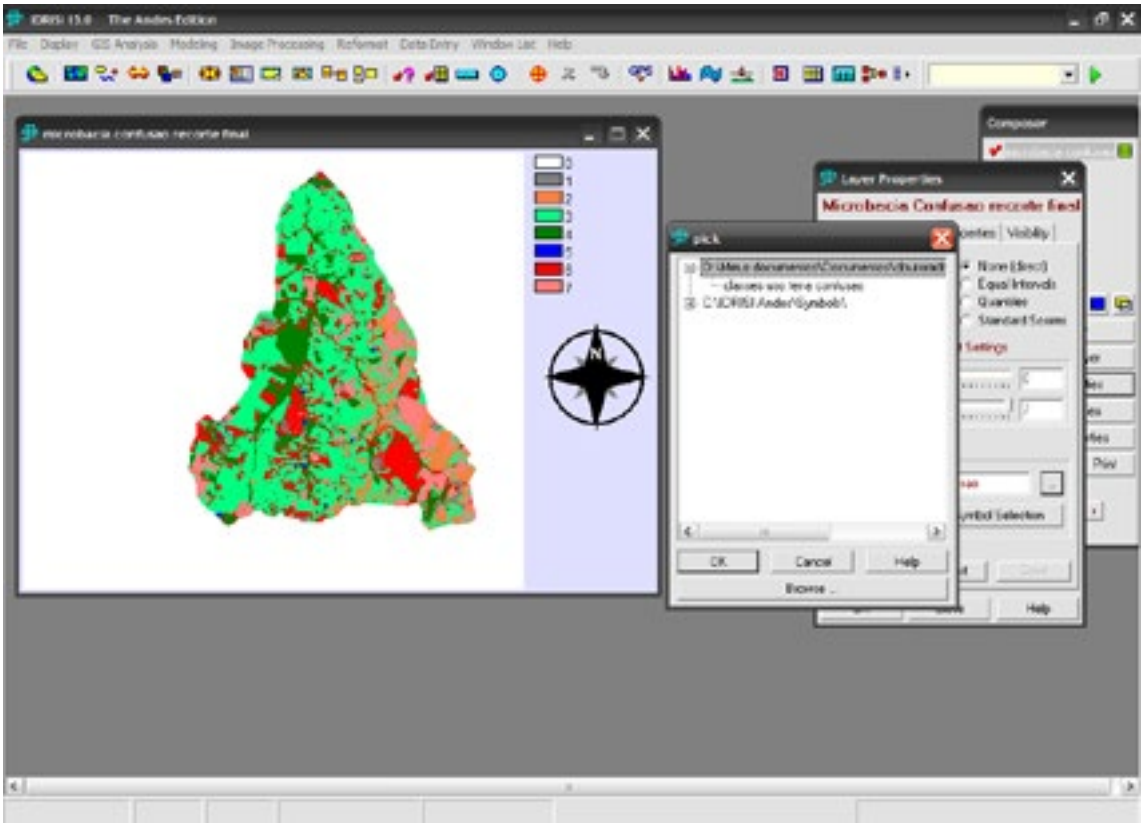


Figura 01 – Ambiente de SIG com o recorte espacial da bacia hidrográfica e as classes de uso da terra

Para realizar as interpretações das imagens de sensoriamento remoto, foram realizados trabalhos de campo com o uso de receptor GPS de navegação para identificar as diferentes classes de cobertura da terra na Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Confusão entre os meses de novembro e dezembro de 2017.

3. Resultados e discussão

A tabela 01 mostra as áreas das classes de cobertura da terra na bacia hidrográfica analisada neste texto. Ocorre uma predominância de área de pastagem, entretanto, a cultura agrícola apresenta uma parcela relevante devida expansão da lavoura canavieira na bacia hidrográfica devida influência de duas destilarias sucroalcooleiras possuírem áreas arrendadas nas porções sudeste e sudoeste da bacia. Existe uma área privada de mata nativa mantida na bacia hidrográfica com aproximadamente 1.600 hectares.

Tabela 01 – Áreas e parcelas das classes de cobertura da terra na Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Confusão

Classe de cobertura da terra	Área (em ha)	%
Área construída	0,58	0,0001
Cerrado e/ou mata ciliar	01.610	3,47
Corpo d'água	01,42	0,003
Cultura agrícola	12.679	38,1
Pastagem	23.085	49,75
Silvicultura	326	0,7
Solo exposto	08.698	18,75

Elaboração: Francisco, A. B. (2018).

A figura 02 mostra o resultado da carta de cobertura da terra a partir de dados de 2009.

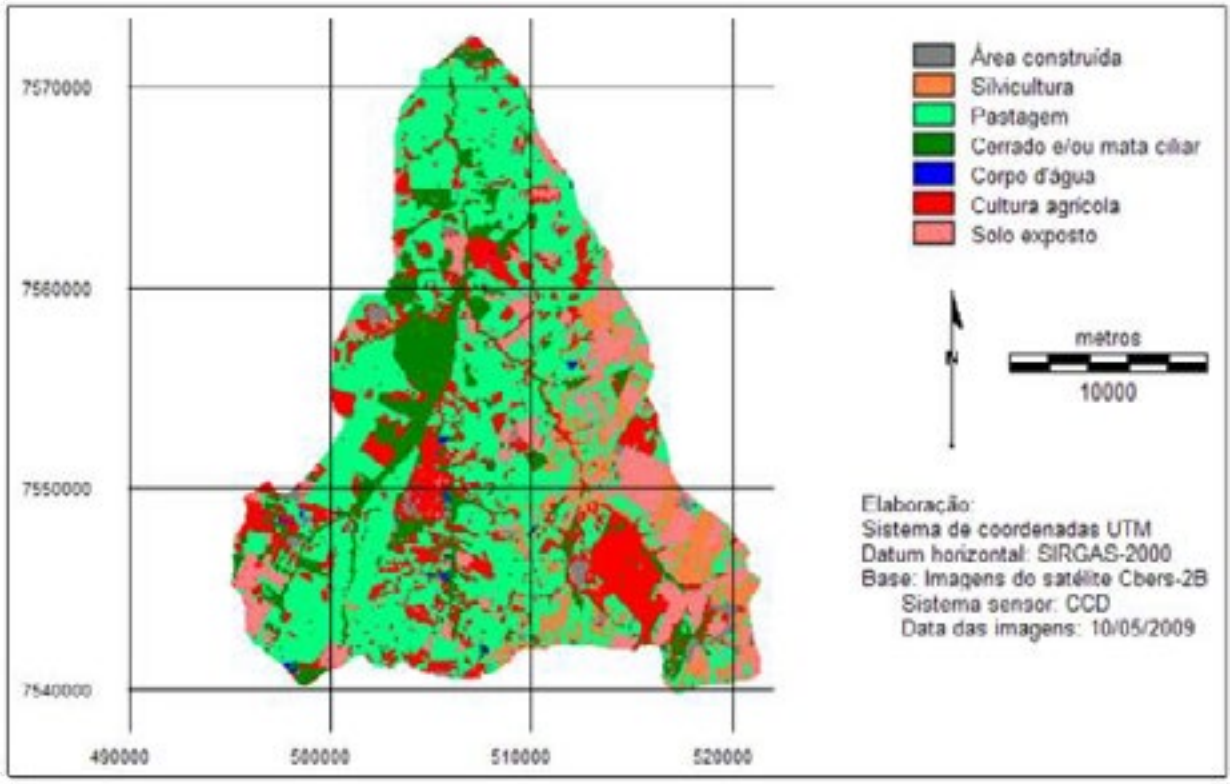


Figura 02 – Carta de cobertura da terra na bacia hidrográfica do Ribeirão da Confusão (2009)
Elaboração: Francisco, A. B. (2018).

Sobre as classes de uso da terra e as análises feitas em campo, nota-se na bacia hidrográfica estudada a presença de uma área nuclear de mata nativa com aproximadamente 1.500 ha e fragmentos isolados de mata nativa que poderiam formar corredores ecológicos através de iniciativas de recuperação das áreas degradadas. Na Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Confusão foi desenvolvido um projeto de recomposição da mata ciliar pelos produtores rurais, denominado “Reviva Confusão”, que foi desenvolvido entre os anos de 2009 e 2011.

A figura 03 apresenta um fragmento de mata nativa do bioma Cerrado localizado na Bacia Hidográfica do Ribeirão da Confusão às margens da rodovia SP-284.

Figura 03 – Estratos arbóreos do bioma Cerrado em Rancharia-SP
Data: 10/11/2017

Na Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Confusão existem os fragmentos de mata nativa que são mantidos nas áreas de nascentes arrendadas para o cultivo da cana-de-açúcar pelas destilarias sucroalcooleiras. Apesar da ausência de corredores ecológicos, que pode ser resolvido através de futuros projetos de recuperação, estes fragmentos são fundamentais para garantir a disponibilidade de água na bacia hidrográfica.

A figura 04 apresenta uma área com plantio de cana-de-açúcar e fragmento do bioma Cerrado na Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Confusão.

Figura 04 – Fragmento de mata nativa mantido em área arrendada por destilaria sucroalcooleira

A distribuição geográfica dos corpos d'água na Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Confusão é importante para a relação das formas de uso da terra com a legislação ambiental, visto que o Código Florestal (Lei Federal nº 12.651/2012) estabelece a distância dos leitos regulares dos corpos d'água como critério de demarcação das Áreas de Preservação Permanente.

A figura 05 apresenta uma estrada rural no bairro do Ribeirão do Saltinho, afluente do Ribeirão da Confusão, e ao fundo uma área com açude e predomínio de pastagem com árvores isoladas e vegetação nativa restrita à planície aluvial do Ribeirão do Saltinho.

Figura 05 – Estrada rural na Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Confusão
Foto: Vieira, V. S. Data: 20/12/2009

Apesar das estradas rurais terem sido adequadas pelo Programa Melhor Caminho da Companhia de Desenvolvimento Agrícola do Estado de São Paulo, são áreas com solo exposto e concentram escoamentos nas vertentes desta bacia hidrográfica, representando focos de processos erosivos acelerados. Logo, são necessárias as práticas conservacionistas do solo nas margens destas estradas rurais, em obras conjuntas com as adequações infraestruturais.

4. Considerações finais

As técnicas de geoprocessamento utilizadas atenderam as necessidades da pesquisa,

confirmando que seu uso agiliza os processos e as fases da análise espacial. Além disso, o banco de dados criado pode ser replicado, corrigido e atualizado a qualquer momento,

o que o torna dinâmico e aplicável às mais diversas demandas de representação espacial das informações nele contidas.

A crise hídrico-ambiental apresenta as oportunidades de diálogo entre os órgãos públicos e as universidades para gerar o conhecimento necessário para reverter o atual quadro de degradação dos recursos hídricos. As condições de degradação ambiental nas bacias hidrográficas geram os impactos na qualidade e na quantidade de água. Diante deste cenário de crise hídrico-ambiental, o geógrafo possui o conhecimento das mudanças na cobertura da terra que ocorrem nas bacias hidrográficas e pode orientar o planejamento necessário para mitigar as condições de degradação.

O geógrafo, desenvolvendo sua atuação como bacharel, atua no diálogo com os órgãos públicos (CATI, CODASP, ITESP, entre outros), para orientar os produtores rurais nas propostas de aderência aos programas das políticas públicas, como o Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas.

A definição dos conceitos e princípios da gestão das águas é fundamental para consolidar as medidas necessárias nas bacias hidrográficas. Os ideais baseados no uso racional da água são importantes para nortear as decisões políticas e favorecer a implantação das medidas de conservação da água e recuperação das áreas degradadas. O diálogo internacional é importante na troca de experiências para consolidar o “pensar globalmente e agir localmente”.

A escala das microbacias hidrográficas ganha repercussão nos últimos anos devido detalhamento da garantido pelos avanços nas geotecnologias. Na escala local são encontradas as particularidades de cada produtor rural e são aplicadas as medidas mitigadoras diante das condições de degradação das terras. O diálogo com os produtores rurais ocorre através do conhecimento técnico dos órgãos públicos e os pesquisadores orientam estes órgãos através dos projetos de extensão. Nas áreas urbanas, os estudos das microbacias hidrográficas são importantes para a elaboração dos planos diretores de drenagem urbana e cidade sustentável.

A Geografia Física contribui no conhecimento científico para garantir o manejo sustentável das bacias hidrográficas.

Em suma, a interpretação da natureza pela Geografia Física precisa buscar através dos trabalhos de campo a compreensão dos fenômenos e o cientista para produzir ciência pode através da espacialidade, retratar os fatos e apresentar alternativas para a melhoria da qualidade de vida, no caso da Geografia, através do planejamento ambiental, como um dos principais exemplos.

5. Agradecimentos

O autor agradece à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela bolsa de pós-doutorado e pela supervisão do Prof. Dr. José Tadeu Garcia Tommaselli.

6. Referências

AB'SÁBER, A. N. **O que é ser geógrafo**: memórias profissionais de Aziz Ab'Sáber. Rio de Janeiro: Record, 2007.

BRASIL. Lei Federal nº 12.651 de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e dá providências. Brasília: Presidência da República. **Lex**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato20112014/2012/lei/l12651.html Acesso em: 10 nov. 2017.

GUIMARÃES, E. M. A. **Trabalhos de campo em bacias hidrográficas**: os caminhos de uma experiência em Educação Ambiental. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Estadual de Campinas, 1999, 184f.

PIROLI, E. L. **Geoprocessamento aplicado ao estudo do uso da terra das áreas de preservação permanente dos corpos d'água da Bacia Hidrográfica do Rio Pardo**. Tese (Livre Docência em Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto), Universidade Estadual Paulista, 2013, 150p.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

TÉCNICAS PARA CARACTERIZAÇÃO DE REGIME HIDROLÓGICO DO RIO PARAÍBA DO SUL NO PERÍODO ENTRE 1958 A 1998

Bruno Gonçalves[a], Luana Novais de Andrade[b]

[a] Departamento de Geografia /Faculdade de Ciências e Tecnologias, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Email: wbruno96@gmail.com.

[b] Departamento de Geografia /Faculdade de Ciências e Tecnologias, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Email: luluzinhaunesp@hotmail.com.

Resumo:

A pesquisa teve como objetivo caracterizar e apresentar técnicas para caracterizaçao do regime hidrologico dos rios e da vazão na bacia hidrográfica do rio Paraiba do Sul. Para isso foram analisados dados pluviometricos e fluviometricos obtidos no portal eletrônico da DAEE (Departamento de Águas e Energia Elétrica) do Estado de São Paulo, para o período de 1958 a 1998. Os resultados indicam que a vazão do rio parcialmente aumenta ou diminui de acordo com a precipitação na bacia do rio. Nos anos de 1983-84, sob a influência de intensidade da La Niña considerado fraco, observou-se uma diminuição da precipitação que nao influenciou diretamente na baixa da vazão do rio Paraiba do Sul. Em 1982, ocorreu uma situação oposta, a influência do El Niño beneficiou a um aumento acima da média de precipitação, mantendo a média da vazão do canal.

Palavras chave: Bacia hidrográfica; regime pluviométrico; vazão.

Bruno Gonçalves, Luana Novais de Andrade

1. Introdução

A água é um recurso fundamental à vida, à medida que se caracteriza como elemento insubstituível para o consumo humano e suas diversas atividades industriais e agropecuárias, como também contribui em manter o equilíbrio do meio ambiente. O constante crescimento demográfico tem conduzido ao aumento da demanda de água e, por consequência, o que vem ocorrendo em várias regiões, problemas de escassez dos recursos hídricos.

A diversificação dos usos múltiplos com o desenvolvimento econômico e social produziu inúmeras pressões sobre o ciclo hidrológico e sobre as reservas de águas superficiais e subterrâneas, ocasionando uma multiplicidade de impactos de diversas magnitudes, que exigem diferentes tipos de avaliações qualitativas e quantitativas, atreladas a um monitoramento em longo prazo (TUNDISI, 2005). Nos trabalhos desenvolvidos por Rocha (2002), há procedimentos metodológicos que possibilitam a aplicação de técnicas para a caracterização do regime hidrológico dos rios, conforme a identificação da série histórica de dados fluviométricos e tendo em vista as alterações que ocorrem no regime de acordo com a variabilidade e, também, em consequências das atividades humanas.

Com isto, o trabalho teve como objetivo analisar a vazão do rio Paraíba do Sul, fornecendo dados sobre a média e os períodos em que há excepcionalidade, de modo que possam ser atribuídos tais eventos a outros fenômenos, como a alteração na precipitação, para isso também foi feito uma breve analise sobre os dados pluviométricos nas proximidades do rio.

1.1. Caracterização da área de estudo

A bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (Figura 1) nasce no Estado de São Paulo, Brasil. Ocupa uma área de aproximadamente 55.500 Km², estendendo-se pelos estados de São Paulo (13.900 Km²), Rio de Janeiro (20.900 Km²) e Minas Gerais (20.700 Km²), abrangendo

180 municípios – 88 em Minas Gerais, 53 no estado do Rio de Janeiro e 39 no estado de São Paulo (Coelho, 2012).

Figura 1 – Localização da bacia hidrográfica do Paraíba do Sul –
Fonte: ANA (Agencia Nacional de Aguas).

Os totais anuais (mm) de precipitação em cada região (Quadro 1), considerando o ano padrão (seco, médio e chuvoso) que foram obtidos através de uma análise de um longo conjunto de dados.

Sub-Regiões	Anos		
	1963	1964	1966
	ano seco	ano médio	ano chuvoso
LITORAL	1.511	2.096	3.051
MÉDIO VALE	**898**	**1.359**	**1.557**
MANTIQUEIRA	1.025	1.526	1.957

Tabela 1 – Totais pluviométricos dos anos padrões. Fonte: DAEE, Conti (1975).

O destaque foi dado para a sub-região médio vale, pois representa a calha do rio e consequentemente maior proximidade das estações, todavia não deve apegar-se a médias, uma comparação que considere o dinamismo do Clima será feita na discussão de resultados. Mas é interessante observar também o total de precipitação da vertente esquerda do rio (Mantiqueira), infelizmente os dados da vertente esquerda (Serra do Mar) estava deficitário por isso não foram incluídos.

A região do rio Paraíba do Sul tem um clima predominante tropical quente e úmido, pois variam pelas diferenças de altitude ao longo da bacia do rio e as entradas de ventos marinhos. De acordo com o Coelho (2012), o regime pluviométrico mostra os máximos de chuvas em dezembro e janeiro e os mínimos, em junho e julho. As médias anuais diminuem de montante para jusante, com os maiores valores nas regiões montanhosas da bacia: Teresópolis (1.647 mm) e Serra do Tinguá (2.422 mm) devido ao efeito orográfico. O vale do paraíba é característico pelo grande dinamismo atmosférico regional, os sistemas atmosféricos alteram-se com grande mobilidade (CONTI, 1975).

Conforme os relatórios de diagnósticos da AGEVAP (Associação pró-gestão das águas da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul), a região do Vale do Paraíba se constitui em um ambiente geológico bastante diversificado, que foi, em grande parte, responsável pela forte atuação dos processos do meio físico como erosão acelerada e taxas elevadas de assoreamento dos canais fluviais. Ela é circundada por duas grandes serras, paralelas, com rochas de Idade Pré-cambriana, com mais de 500 mil anos. A região passou por um processo de “rifteamento” que culminou com a formação do Vale do Paraíba.

O perfil topográfico (Figura 2) possibilitou ter mais clareza enquanto as altimetrias da área de estudo, e mostra também alguns afluentes do rio Paraíba do sul (Piracuama e Paraitinga).

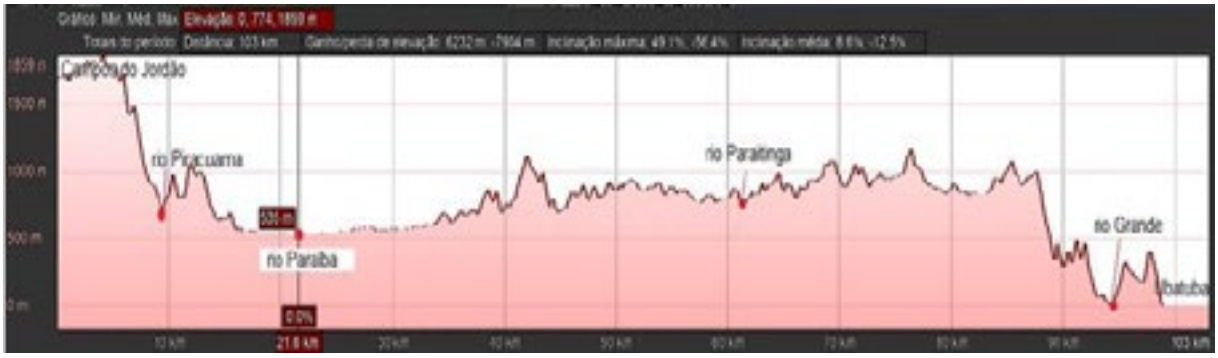


Figura 2 – Perfil topográfico do médio vale do Paraíba. Fonte: Google Earth Pro. Elaborado pelos autores.

O rio Paraibuna, apesar de ser o segundo mais importante afluente juntamente com o Paraitinga, não está na figura, pois foi preferível destacar duas cidades relevantes do ponto mais alto (Campos do Jordão) e do nível do mar (Ubatuba).

Segundo Coelho (2012), o vale do Paraíba do Sul distribui-se na direção leste-oeste entre as serras do Mar e da Mantiqueira, situando-se numa das poucas regiões do país de relevo muito acidentado, com colinas e montanhas de mais de 2.000 metros de altitude nos pontos mais elevados e muito poucas áreas planas.

Entre os diferentes usos e ocupações da terra ao longo da extensão da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul são majoritariamente utilizada para pastagens, 67,4%, segundo dados do COPPETEC,2001. Com a implantação da Companhia Siderúrgica Nacional, em Volta Redonda (RJ), e a expansão da atividade industrial de São Paulo, o Vale do Paraíba se tornou um dos principais eixos de comunicação e desenvolvimento da Região Sudeste e do próprio País. Graças às condições excepcionais oferecidas, como mercado consumidor, fácil escoamento da produção, suprimento abundante de energia e de água, muitas indústrias se instalaram na bacia ao longo dos últimos anos, resultando em grande crescimento econômico na região (COPPE/UFRJ -2000).

Dessa forma, este trabalho busca contribuir para uma compreensão do espaço-temporal dos regimes hidrológicos nos rios da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, a fim de subsidiar propostas e ações para o planejamento e gerenciamento nessa bacia hidrográfica,

assim como contribuir para os conhecimentos da sustentabilidade dos recursos hídricos dos rios.

2. Procedimentos Metodológicos

Para obtenção dos dados fluviométricos e precipitação do rio Paraíba do Sul, foi utilizado o site do DAEE de São Paulo, onde os dados são disponíveis gratuitamente. Desta forma, para o presente trabalho foram utilizados dados correspondentes há 40 anos, após a obtenção dos dados foram organizados para a análise da série histórica, através do software Excel, foram realizados cálculos estatísticos a fim de identificar a média de vazão anual e mensal, bem como o desvio padrão. Depois de feito a interpretação dos dados, com o auxilio da bibliografia complementar contribuiu para análise dos resultados e discussões.

3. Resultados e discussões

A escolha dos anos para análise não foi aleatória, foi motivada pela quantidade e completude dos dados do DAEE. Os dados fluviométricos estavam completos e os pluviométricos continha algumas falhas que foram completadas com dados da estação mais próxima. Desta maneira, primeiramente, foi plotado em um gráfico a média anual, ou seja, sem considerar a variabilidade sazonal do rio, em sua porção media (médio vale do paraíba), caracteristicamente meandrante.

Percebe-se que há pouca linearidade ou uniformidade do regime hidrológico do rio, e a linha de tendência mostra um levíssimo aumento na quantidade (Gráficos 1 e 2). A literatura nos traz diversos apontamentos de que o rio vem sendo exaurido de tanto uso, através das barragens, uso para os campos de arroz, etc. Este aumento possivelmente é uma indução ao erro, já que dificilmente uma generalização estatística como é o caso da linha de tendência, consideraria as diversas variáveis qualitativas referente a demanda por água da população que usa o rio, tal equívoco pode ser melhor corrigido se analizados separadamente.

Gráfico 1 – Vazão em M³/s média de 1960 a 1998.

A partir deste panorama mais geral do regime hidrológico, foi possível distinguir três períodos a seguir:

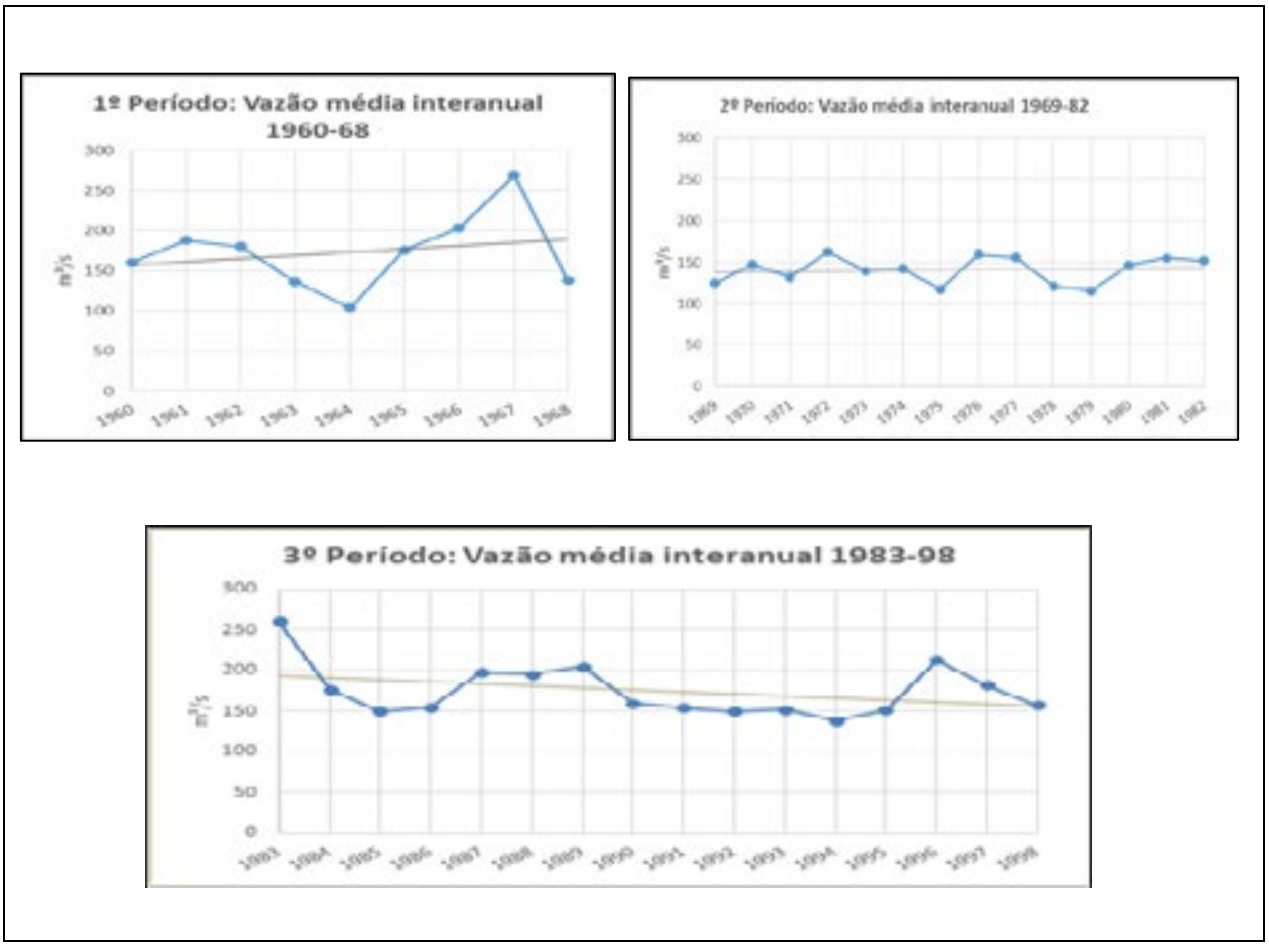


Gráfico 2 – Representação dos períodos da vazão média interanual. Fonte: DAEE.

O 3° período (gráfico 2), é interessante, pois confirma o que a literatura diz sobre a demanda do rio Paraíba, que está em uma região extremamente industrializada e as atividades agrícolas exigem muita água, como os campos de arroz por exemplo. As diversas barragens postas nos seus afluentes também são possíveis responsáveis pela queda da vazão, como pode ser vista conforme mostra a linha de tendência. Desta maneira, o gráfico 3 representa o regime pluviométrico do rio que possibilita a confirmação dos resultados para a análise da vazão.

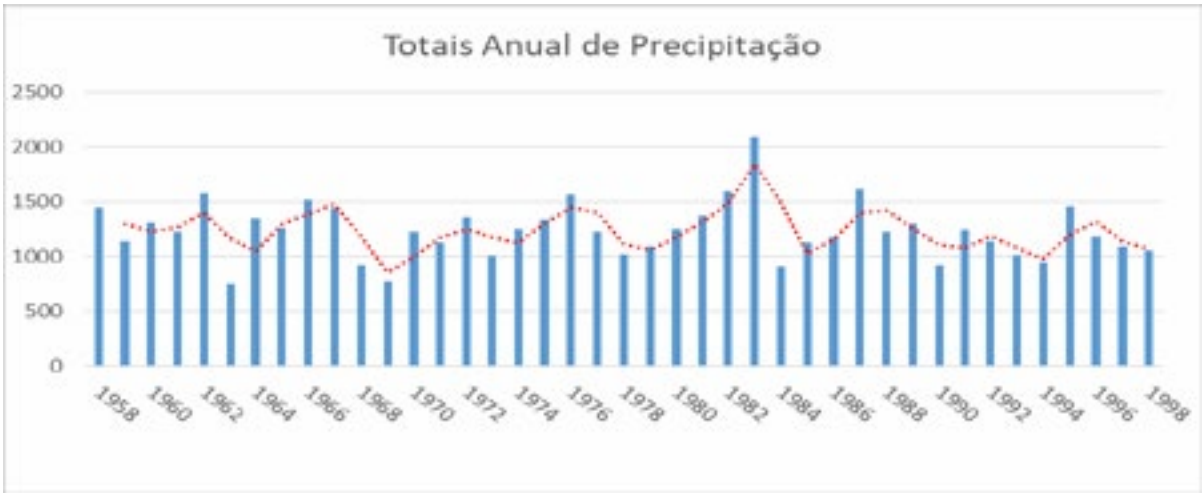


Gráfico 3 – Regime pluviométrico no médio Paraíba de 1958 a 1998.

Com isto, numa escala espaço-temporal, fenômenos como El niño e La niña também incidem nestas dinâmicas, as quais alteram o clima regional e global, mudando devidos padrões que afetam os regimes de chuva em regiões tropicais e de latitudes médias. Cabe observar os anos que ocorreu o fenômeno e sua devida intensidade para entender melhor o regime pluviométrico.

El Niño				La Niña		
Fraco	Moderado	Intenso	Muito Intenso	Fraco	Moderado	Intenso
968-69	**986-87**	972-73	**1982-83**	**967-68**	970-71	973-74
969-70	987-88		1997-98	971-72	998-99	975-76
976-77	**991-92**		2015-16	974-75	999-00	**988-89**
977-78	002-03			983-84	007-08	

979-80	009-10			**984-85**	010-11	
994-95				995-96		

Tabela 2 – Ano de ocorrência e intensidade do El Niño e La Niña. Fonte: http://ggweather.com/enso/oni.htm, adaptado pelos autores.

Os anos em negrito são os que se correlacionam com o regime pluviométrico. Nos anos em que a precipitação total foi acima da linha de tendência polinomial era o mesmo ano em que ocorria o El Niño. Nos anos em que a precipitação total foi abaixo da linha de tendência polinomial era o mesmo ano em que ocorria o La Niña.

Uma comparação sazonal é interessante para analisar o comportamento do regime hidrológico da chuva e rio dentro de um mesmo ano:

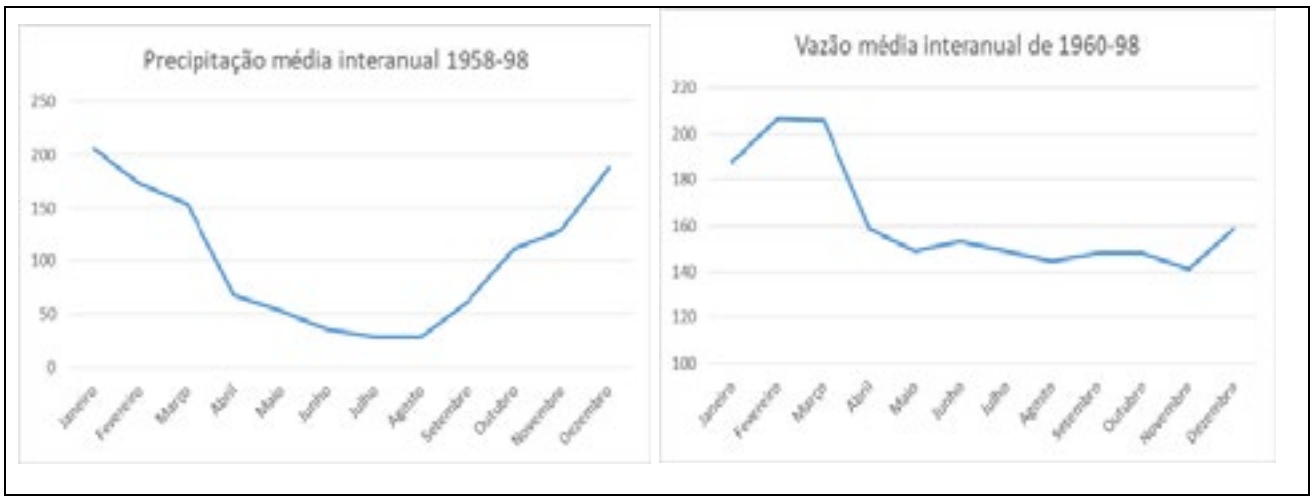


Gráfico 4 – Regime sazonal de precipitação e Vazão.

Assim, o gráfico 4 confirma a generalização feita pela literatura, onde caracteriza a região com invernos tipicamente secos e verões chuvosos. A vazão sazonalmente não apresenta muita correlação com a precipitação, percebe-se que a cheia demora um pouco mais para acontecer do que o início do período de maior chuva. Por fim, uma última comparação

entre vazão e precipitação pode ser feita, considerando desta vez todo o conjunto de dados analisados.

Gráfico 5 – Correlação entre o regime fluviométrico e pluviométrico do médio vale do Paraíba. Fonte: DAEE.

Visualmente a similaridade entres os regimes pode ser confirmada, para conferir com acuidade, foi recorrido o coeficiente de correlação de Pearson, que avalia a correlação dos valores entre duas variáveis, sendo que 1=correlação perfeita, 0=sem correlação, -1=correlação inversamente proporcional. Usando a ferramenta estatística do Excel é possível ter que; 0,530889.

4. Considerações Finais

A bacia do rio paraíba é estratégica para o desenvolvimento do Brasil e ao mesmo tempo muito frágil. O histórico de ocupação da bacia recorre desde o período colonial (os índios que lá viviam estabeleciam uma relação harmoniosa com o ambiente, que foi quebrada com a chegada dos colonizadores). Desde o período do Ouro, servia como rota para os

Bandeirantes que faziam o trajeto RJ-MG. Passando pelo ciclo do café, que teve seus desenvolvidos Latossolos usados até a exaustão.

A partir da descentralização da atividade industrial da metrópole para o interior paulista o crescimento demográfico da região teve um aumento substancial (Patriani e Cunha, 2010). Esse crescimento aumentou a demanda por água, e no médio vale do Paraíba a situação é ainda mais preocupante: os baixos desníveis altimétricos e o tipo meandrante do rio não favorece a autodepuração do rio, chegando a ficar eutrofizado em algumas partes, por conta do excesso de esgoto sem tratamento.

O represamento dos seus principais afluentes (Paraibuna e Paraitinga) em conjunto com a extensiva extração de areias de suas margens desfavorece ainda mais o rio Paraíba, diminuindo sua vazão e causando assoreamento por conta da atividade mineradora.

O rio conta o bioma com a mais rica biodiversidade do Brasil, que é a Mata Atlântica, recuperar essa vegetação, e principalmente a mata ciliar é um grande avanço a ser alcançado para recuperar o Paraíba, além disso pode gerar renda através do ecoturismo.

Este trabalho pretendeu contribuir para o conhecimento do rio, que deve ser posto como prioridade para os governantes de Minas Gerais, Rio de Janeiro e principalmente São Paulo, por ser o que mais depende dele. Espera-se que estas análises possam contribuir possivelmente para o Planejamento Ambiental e o manejo correto das águas do rio Paraíba do Sul.

5. Referências Bibliográficas

ANA, Agência Nacional De Águas. **Regulação**. Brasília, 2019. Disponível em: http://www.ana.gov.br/ acesso em: 03 de março de 2019.

ANA, Agência Nacional De Águas. **Bacia do Rio Paraíba do Sul**: livro da bacia. Brasília: CEIVAP. 68p., 2001. Disponível em:

<http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2001/BaciadoRioParaibadoSul.pdf>, acesso em: 03 de março de 2019.

AGEVAP, Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. **Plano integrado de recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio paraíba do sul e planos de ação de recursos hídricos das bacias afluentes**. Relatório síntese, Manejo Rezende – Rio de Janeiro. 122p., dezembro de 2016. Disponível em: http://ceivap.org.br/conteudo/rp-6-relatorio-de-diagnostico-rev5-tomo1.pdf acesso em: 03 de março de 2019.

BERNARDES, N. & AB'SÁBER, A. N. **Vale do Paraíba, Serra da Mantiqueira e Arredores de São Paulo**. Rio de Janeiro: Conselho Nacional de Geografia, 1958.

CBH-AP, Site oficial do Comitê das Bacias Hidrográficas dos Reios Aquapeí e Peixe. Marília, São Paulo, 2019. Disponível em: <http://www.cbhap.org> Acesso em: 04 de março de 2019.

COELHO NETTO, A.L. & DIRTRICH, W.E. **Ciclos de agradação e degradação no Médio Vale do Rio Paraíba do sul: datações absolutas**. In: SIMP. GEOL. SUDESTE, 2. São Paulo, SBG/ SP-RJ. p.33, 1991.

COELHO, V. **Paraiba do Sul:** um rio estratégico. 1.ed. Rio de Janeiro: Casa da Palavra, p. 33-34, 2012.

CONTI, J. B. **Circulação secundária e efeito orográfico na gênese das chuvas na região lesnordeste paulista.** Universidade de São Paulo, Instituto de Geografia, 1975.

COPPE/UFRJ. **Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul**. Consolidação dos estudos de enquadramento dos corpos de água em classes de uso, 2000. Disponível em: < http://www.hidro.ufrj.br/ppg/relatorios/ppg-re-22.pdf > Acesso em: 04 de março 2019.

PATRIANI, L. & CUNHA, V. **Paraíba do Sul:** história de um rio sobrevivente**.** Online: Editora Horizonte, 2010.

ROCHA, P. C. **Dinâmica dos canais no sistema rio-planície fluvial do alto rio Paraná, nas proximidades de Porto Rico-PR**. 171 f. Tese (Doutorado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2002.

SIGRH, Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo. São Paulo, São Paulo, 2019. Disponível em: <http://www.sigrh.sp.gov.br>. Acesso em: 04 de março de 2019.

TUNDISI. J. G. **Água no Século XXI:** Enfrentando a Escassez. São Paulo: Rima. 2. Ed. 2005.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

USO CONFLITIVO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTES (CÓDIGO FLORESTAL BRASILEIRO,2012) NA SUB-BACIA DO RIACHO DO IPIRANGA, PRESIDENTE TANCREDO NEVES, BA.

Daiana de Andrade Matos [(a)], Antonio Puentes Torres [(b)]

[(a)] Mestre em Geografia pelo Instituto de Geociências, UFBA, daiana.geo@outlook.com

[(b)] Doutor em Geografia, Professor do Instituto de Geociências, UFBA, puentes@ufba.com.br

Eixo

Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

Neste trabalho, buscou-se delimitar as Áreas de Preservação Permanente(APP): ao redor das nascentes, mata ciliar, encostas e topos de morro da Sub- bacia do Riacho do Ipiranga. Esta delimitação foi confrontada com o mapeamento de cobertura e uso da terra e Fragilidade ambiental. O resultado deste trabalho indica áreas mais favoráveis e menos favoráveis à ocupação, bem como evidencia as áreas que necessitam de maior atenção por parte dos gestores ambientais. Portanto, este trabalho se apresenta como ferramenta orientativa, podendo contribuir na definição de planos de recuperação, planejamento e zoneamento ambiental da área estudada.

Palavras chave: Análise sistêmica. Cobertura e uso da terra. Fragilidade ambiental. Código Florestal Brasileiro. Presidente Tancredo Neves, BA.

Daiana de Andrade Matos, Antonio Puentes Torres

1. Introdução

A Sub-bacia do Riacho do Ipiranga localiza-se na área rural do município Presidente Tancredo Neves, Bahia, situada na Bacia Hidrográfica Recôncavo Sul. A relevância da Sub-bacia consiste no fato de que águas provenientes desta contribuem diretamente para o abastecimento de 54% da população do município de Presidente Tancredo Neves, no entanto, as interferências antrópicas na área estudada podem comprometer a produção

de água, havendo, destarte, necessidade de intervenções, para que se garanta o abastecimento e se conserve a biodiversidade local. Neste sentido, o presente trabalho indica as áreas que necessitam de maior atenção e pode auxiliar no processo de gestão da área. Nesse sentido, o trabalho analisa as Áreas de Preservação Ambiental (APP) e o uso conflitivo destas áreas da Sub-bacia (Figura 01), com base no mapeamento de cobertura e uso da terra e delimitação das APP's.

Figura 01- Localização da Área de Estudo.

O estudo de uso e ocupação das terras pode auxiliar no ordenamento e gestão territorial, no entanto nem sempre as áreas conflitantes, apontadas por este estudo, coincide com as áreas resguardadas pelo Código Florestal Brasileiro, Lei Federal Nº 12.651/2012, as chamadas Áreas de Preservação Permanente (APP) e reservas legais. Embora o arcabouço legal apresente suas contradições e necessite de reformulações, é importante conhecer o código florestal e verificar sua aplicabilidade nas áreas em estudo, pois estas, na prática, são as áreas resguardadas perante a lei.

Neste trabalho foram delimitadas 4 categorias de APP's na área em estudo: ao longo dos cursos d'água; ao redor de nascentes; em declives superiores a 45° e em topos de

ISBN: 978-85-7282-778-2

morros. A delimitação de tais áreas possibilitou confrontar com mapeamentos já existentes de ocupação e uso das terras (realizado conforme orientações do IBGE,2006) e fragilidade ambiental (realizado com base nas teorias de Ross) da mesma área.

2. Metodologia

Esta etapa foi subdividida em 7 partes: 1) Recorte do aparato legal para identificação das Áreas de Preservação Permanente; 2) pré-tratamento dos dados topográficos; 3) delimitação de APP's ao longo dos cursos d'água; 4) delimitação de APP's ao redor das nascentes; 5) delimitação de APP's em declives superiores a 45°; 6) delimitação de APP's em topos de morros e 7) e uso conflitivo das áreas de APP.

Para a delimitação das Áreas de Preservação Permanente na Sub-bacia do Riacho do Ipiranga tomou-se por referência a Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que instituiu o Código Florestal Brasileiro; e a Resolução n° 303, de 20 de março de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Foram identificadas as seguintes Áreas de Preservação Permanente na Sub-Bacia do Riacho do Ipiranga: **Faixas marginais de qualquer curso d'água** natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura; as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros; **Encostas** ou partes destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% (cem por cento) na linha de maior declive; **Topo de morros, montes, montanhas e serras**, com altura mínima de 100 (cem) metros e inclinação média maior que 25°, as áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a 2/3 (dois terços) da altura mínima da elevação sempre em relação à base, sendo esta definida pelo plano horizontal determinado por planície ou

ISBN: 978-85-7282-778-2

espelho d'água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota do ponto de sela mais próximo da elevação;

A delimitação das APP's no entorno das nascentes (APP1) foram efetuadas a partir do código Florestal vigente e das preceituações do CONAMA. As 66 nascentes internas à bacia, foram espacializadas em pontos, formato *shapefile,* no ArcGIS *Free Trial*. Tendo estes pontos, confeccionou-se *buffers* de 50 metros.

Para a delimitação das APP's no entorno da rede de drenagem (APP2) da bacia utilizou-se a ferramenta *Create Buffers*. A distância específica para confecção dos *buffers* ao longo dos rios foi proporcional à largura aproximada dos mesmos. A partir do trabalho de campo, verificou-se que os corpos hídricos que compõem a Sub-Bacia do Riacho do Ipiranga não possuem, em nenhuma localidade, larguras superiores a 10 metros. Neste caso, para os cursos d'água com largura inferior a 10 metros, foram confeccionados *buffers* de 30 metros margeando os canais. Estes procedimentos foram executados no ArcGIS *Free Trial.*

O Código Florestal Brasileiro Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, define como APP's as áreas em encostas ou partes destas, com declividade superior a 45°, equivalente a 100% ou 45° na linha de maior declive.O tema declividade foi gerado a partir dos dados do modelo de elevação de superfície Shuttle Radar Topography Mission (SRTM). Com a utilização do ArcGis *Free Trial*, o modelo de elevação de superfície foi convertido para declividade. Este foi reclassificado em duas classes: declividades inferiores a 45° e declividades superiores a 45°. Selecionou-se a classe de declividades superiores a 45° transformando-as, posteriormente, em polígonos. Com a ferramenta *dissolve*, unificou-se todos os polígonos de APP, excluindo as áreas duplicadas

As etapas adotadas para a obtenção das zonas de APP 4, foram: Identificação dos topos isolados ao longo de toda Sub-bacia; Os pontos cotados relativos às altitudes dos picos isolados foram selecionados; A base de cada pico isolado foi definida a partir da depressão mais baixa, interna à área de contribuição do respectivo pico; Depois de

calculada a altura dos morros potenciais (Pico – Base), manteve-se a seleção somente daquele cujo valor demonstrou-se entre 100 e 300 metros. Foram considerados morros dentre os picos restantes, somente aqueles cuja declividade em, pelo menos, uma de suas vertentes demonstrou-se superior a 25%; Em planilha *Microsoft Excel* foram calculadas as cotas altimétricas relativas ao terço superior, por meio da equação: ((Pico – Base) / 3) x 2) + Base); Em seguida, para cada morro, sobre o MDT (Modelo Digital do Terreno) foi gerada a linha de cota relativa ao terço superior; Esta linha foi convertida em *shapfille* e transformada em polígono por meio de ferramentas disponíveis na extensão do ArcGIS *Free Trial (Adaptado de* Nowatzki, *et al*., 2009).

O confronto das áreas foi obtido por meio de cruzamento dos mapas de APP's e de uso da terra e APP's e Fragilidade, utilizando a técnica de sobreposição no ArcGIS *Free Trial*. Assim foi possível quantificar e determinar a porcentagem que cada classe ocupa dentro da área das APP's para toda a Sub-Bacia.

Foram consideradas sob uso inadequado, conflitante, todas as áreas com pastagem, áreas cultivadas, áreas de capoeira, solos expostos e áreas degradadas apontadas. As áreas ocupadas com vegetação intermediária e fragmentação florestal foram consideradas áreas com uso adequado da terra. Tais considerações foram pertinentes devido ao fato de permitir verificar o grau de supressão vegetal em APP's, indicando, portanto, as áreas que necessitam de recomposição, preservação e atenção por parte dos gestores.

3. Uso conflitivo das Áreas de Preservação Permanentes

O uso conflitivo da Sub-Bacia indica que as áreas de APP, acima listadas, estão ocupadas por (Tabela 1) os dados espacializados podem ser vistos na imagem 02.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Tipos de Cobertura e Uso	Área/há	%
Área Florestal	53.32	31%
Capoeira	15.48	9%
Cultivo permanente	23.65	13.7%
Cultivo Temporário	33.97	19.7%
Pastagem	30.53	17.9%
A. descobertas	13.33	7.7%
Afloramento Rochoso	1.72	1%
Total	**172**	**100%**

Tabela **1**- Cobertura e Uso do solo nas Áreas de Preservação Permanentes da Sub-Bacia do Riacho do Ipiranga

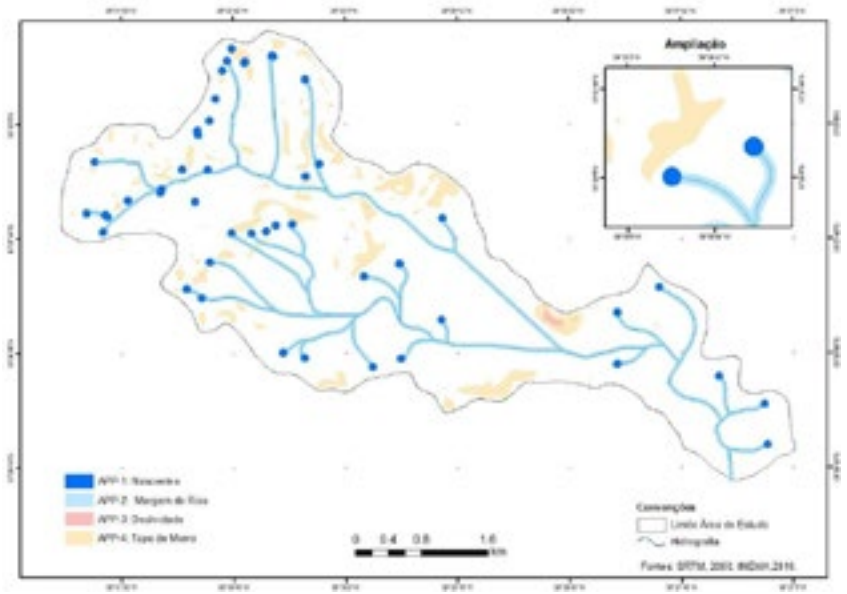


Figura 02- Espacialização das áreas de Preservação Permanentes da Sub-Bacia do Riacho do Ipiranga.

Nos trabalhos de campo e gabinete foi possível identificar 66 nascentes. Estas ocupam 38 ha (1.8%) da área da Sub-Bacia do Riacho do Ipiranga. Do total de nascentes mapeadas, 58% destas, encontram-se em área de remanescente de Mata Atlântica e de regeneração. As nascentes que se encontram com maior proteção vegetal mantém um fluxo regular de água, apresentando características visuais de potabilidade. 42% das nascentes mapeadas encontram-se em áreas antropizadas, deste total, 11.5% das nascentes estão em áreas de cultivo permanentes como o cacau e o cravo-da-índia. De

acordo com o observado em campo, as nascentes que localizam-se em meio a cultivos permanentes apresentam melhores indicadores ambientais do que aquelas que estão em ambientes de cultivos temporários.

Do total de nascentes, 13.5% encontram-se em áreas de cultivos temporários. Na figura 03 é possível verificar uma nascente em área de cultivo de banana. As nascentes que encontram-se em áreas muito antropizadas, cerca de 30% dos afloramentos de água, as margens de solo exposto, pastagens e cultivos temporários (como a banana e mandioca), segundo entrevistas com moradores locais e visitas de campo, passaram a apresentar regime intermitente e algumas delas secaram ou apresentaram um insignificante acumulo d'água em período de muita precipitação.

Quanto as APP's de margem de rios, a pesquisa mostrou que 65% destas áreas, estão antropizadas. Deste total, 41% são utilizadas para atividades de baixo, muito baixo e nulo grau de proteção do solo (Áreas descobertas, Cultivos temporários e Pastagens), incluídas, portanto, em áreas de alta fragilidade quanto a cobertura vegetal. As APPs de curso d'água garantem a estabilização das margens, tendo assim uma importância vital no controle da erosão do solo e da qualidade da água, evitando o carreamento direto para o ambiente aquático de sedimentos, nutrientes e produtos químicos provenientes das partes mais altas do terreno, os quais afetam a qualidade da água, diminuem a vida útil dos reservatórios, das instalações hidroelétricas e dos sistemas de irrigação.

Portanto, as áreas que apresentam maior densidade de vegetação nativa, como as áreas de remanescentes de Mata Atlântica na Sub-Bacia estudada e áreas de regeneração, capoeira, garantem uma maior proteção aos cursos hídricos.

As APPs de declividade são obtidas nas encostas ou partes delas, com declividade superior a 45º, equivalente a 100% na linha de maior declive. A área ocupada por essa APP abrange 2 ha da Sub-bacia. Estas áreas coincidem com as áreas de APP-4: Topos de Morro. Por este motivo, serão analisadas conjuntamente.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Os dados permitem avaliar que 44% das áreas de topo de morro são utilizadas inadequadamente e, destas, 39% são ocupadas por atividades que oferecem grau de proteção ao solo baixa, muito baixa e nula, portanto, colocando estas áreas em condição de alta fragilidade emergente.

A proteção das áreas de recarga, incluindo-se as APP's situadas em encostas com declives superiores a 45° e o terço superior dos morros, montanhas e linhas de cumeada, assegura a maior infiltração de água no solo, reduzindo a fragilidade quanto a ocorrência de processos erosivos e proporcionando um maior abastecimento do lençol subterrâneo.

A ocorrência de áreas com topografia íngreme e com a presença de solos com média erodibilidade são determinantes no desencadeamento de processos erosivos na área de estudo, onde, mediante a uma erosividade forte das chuvas (concentrada no período de verão), delineia-se um cenário com alto índices de fragilidade ambiental, ou, grande predisponibilidade do terreno a perda de solo.

Na área em Estudo o que tem mantido a estabilidade dessas áreas é ainda um considerável percentual de áreas cobertas por remanescente de Mata Atlântica (46%). Ademais, as atividades desenvolvidas favorecem a desestabilização de encostas, gerando deslizamentos, desmoronamentos.

4. Considerações finais

Neste trabalho tomou-se a bacia hidrográfica enquanto recorte espacial para análise ambiental. O estudo de uso e ocupação das terras associado a avaliação de fragilidade ambiental, da Sub-bacia, pode auxiliar no ordenamento e gestão territorial, no entanto, nem sempre as áreas conflitantes, apontadas por estes estudos, coincidem com as áreas resguardadas pelo Código Florestal Brasileiro, Lei Federal Nº 12.651/2012. Nesse sentido, buscou-se delimitar, com base na legislação ambiental vigente, as Áreas de Preservação Permanente ao redor das nascentes, mata ciliar, encostas e topos de morro

ISBN: 978-85-7282-778-2

e confrontar estes resultados com o mapeamento de Uso da terra e avaliação de fragilidade ambiental da Sub-Bacia.

As APP's são indispensáveis para a estabilidade das paisagens e dos ecossistemas, sobretudo, para áreas de bacias hidrográficas, havendo, destarte, a necessidade de conservação destas áreas. Apesar dessa importância, as APP's estão submetidas a inúmeras pressões antrópicas. Nelas ocorrem um processo de substituição das paisagens naturais por outros usos e ocupações da terra. O uso da terra sem uma racionalização, afeta a produção de água à medida que degrada as áreas de recarga os entornos de rios e nascentes, afetando o funcionamento dos sistemas naturais como um todo.

O uso conflitivo das áreas de APP indicou que 68% das APP's estão com utilização inadequada. Deste total, 45.3% das áreas de preservação são utilizadas para atividades de muito baixo a nulo grau de proteção do solo, portanto, áreas de alta fragilidade ambiental. O avanço das práticas agrícolas (com destaque para a cultura da banana) e dos pastos em áreas de APP's foi claramente definido pelos mapeamentos efetuados e, considerando a não utilização de práticas conservacionistas, há um agravo quanto ao risco de perdas de solos.

Mediante os resultados obtidos pelo presente trabalho, fica nítida a importância da delimitação das Áreas de Preservação Permanentes integrada ao planejamento de bacias hidrográficas. No entanto, percebe-se algumas fragilidades da norma, Código Florestal, Lei Federal Nº 12.651/2012, e reconhece que é imprescindível que as criações das novas regras que estejam respaldadas no conhecimento científico e que leve em consideração as características específicas apresentadas por cada ecossistema, de forma a definir limites e restrições de uso adequados.

O emprego das técnicas processamento digital de imagens e mapeamento através de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento mostrou sua importante contribuição ao conhecimento do uso e cobertura terrestre. É preciso destacar que a carência de sistemas de monitoramento ambiental, dados, estudos e intervenções por parte da gestão pública,

faz com que eventos naturais se tornem catastróficos e gerem prejuízos ambientais, sociais e econômicos.

Referências

BRASIL. **Código Florestal, Lei 12.651**, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasília, DF: Casa Civil, 2012.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. **Resolução CONAMA n° 302**, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno. Disponível em: <http://www.mma.gov.br>. Acesso em: 10 janeiro 2017.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Uso da Terra**. Rio de Janeiro, 2006.

ROSS. **Caracterização empírica da fragilidade ambiental utilizando geoprocessamento.** In:SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12, 2005, Goiânia. Anais. São José dos Campos: INPE, 2005. p. 2203 - 2210.

TRICART, Jean. **Ecodinâmica**. SUPREN – IBGE**.** Rio de Janeiro, 1977.

VITTE, A. C. e GUERRA A.T. **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

ISBN: 978-85-7282-778-2

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E AS DINÂMICAS URBANÍSTICAS NA ZONA RURAL DE SÃO LUÍS NA BACIA DO RIO TIBIRI

José Lindomar da Silva Moraes Júnior[a] Larissa Thaís Santos de Macedo[b] Adriano de Lima Santos[c] Marcelino Silva Farias Filho[d]

[a] Departamento de Geociências/ Universidade Federal do Maranhão, moraesjls@hotmail.com
[b] Departamento de Geociências/Universidade Federal do Maranhão, larissathais08th@gmail.com
[c] Departamento de Geociências/ Universidade Federal do Maranhão, adrianodelima1997@outlook.com
[d] Departamento de Geociências/Universidade Federal do Maranhão, marcelinofarias@ufma.br

Eixo: Solos, paisagens e degradação

RESUMO

Este artigo objetivou enfatizar as mudanças na urbanização e populacionais que ocorreram nos últimos 30 anos na Zona Rural de São Luís, MA. Utilizou-se da análise temporal de imagens dos anos de 1984, 1994, 2006, 2010 e 2017; entrevistas informais e trabalhos de campo na metodologia adotada. Um dos causadores do crescimento populacional na Bacia do Tibiri está o deslocamento de famílias para a referida área em decorrência da instalação de grandes empresas no período 1970-1980, como também o crescimento dos conjuntos habitacionais, tal como o da Cidade Operária. Durante o período analisado houve um aumento de pouco mais de 10% de área urbanizada, o que representa quase o total da área que pode ser ocupada. A vegetação arbustiva perdeu consideráveis 28,78%, enquanto a vegetação herbácea cresceu 5,04%. A vegetação arbórea sofreu alteração de 1,12%. Os valores de solo exposto foram de 14,82%.

Palavras chave: Zona Rural**.** Distrito Industrial. Urbanização.

José Lindomar da Silva Moraes Júnior Larissa Thaís Santos de Macedo Adriano de Lima Santos Marcelino Silva Farias Filho

1 INTRODUÇÃO

São Luís passou por um processo itenso de urbanização nas últimas dédadas, assim como grande parte das maiores cidades do Brasil e este fato está diretamente relacionado a industrialização que a cidade sofreu durante todo esse tempo, gerando um crescimento populacional e um processo de especulação imobiliária que até então não eram evidentes em algumas áreas.

Como consequência disso, as regiões mais periféricas da cidade foram densamente ocupadas e quase sempre não houve um planejamento adequado por parte do poder público no estabelecimento dessas ocupações, muito por conta da industrialização e da chegada de multinacionais em São Luís nas décadas de 1970 e 1980.

Apesar de serem regulamentadas por leis, as atividades de uso e ocupação do solo, na maioria das vezes, não levam em conta os atributos do solo como também a situação social da área. As áreas rurais sofreram grande pressão nas últimas décadas devido ao processo de urbanização que ocorreu no Brasil e com a expansão da agricultura de exportação. O uso e ocupação do solo, se não desenvolvido de forma correta, acarreta sérios problemas ambientais e sociais.

A forte especulação imobiliária que ocorreu em São Luís nas últimas décadas do século passado, principalmente no norte deste município, não foi tão forte nessa região. No entanto, por ser limítrofe ao Distrito Industrial há uma série de conflitos em torno da posse e controle do território, sendo ainda frequentes nas comunidades das imediações do Distrito Industrial de São Luís (COSTA, CUNHA e FARIAS FILHO, 2015).

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Toda dinâmica em volta da paisagem a elevou para um dos objetos de pesquisa mais estudados na ciência geográfica, possibilitando uma variedade de análises e entendimentos sobre a mesma. Sendo apreendida enquanto expressão fisionômica, interpretada para além do

ISBN: 978-85-7282-778-2

seu caráter estético, considerando toda a sua complexidade. Com base nas orientações teórico-metodológicas na qual a geografia se fundamentou, a percepção da paisagem foi estruturado de maneira diversa. Dessa forma, a abordagem metodológica adotada foi a geosistêmica, visto o enquadramento todos esses elementos (MENDES, 2017).

Parte-se do entendimento de Mendes (2017) que para entender a dinâmica da paisagem sob a concepção metodológica, não podemos limitar-se apenas a paisagem natural, mas também aos sistemas antrópicos. Bertrand (1968), conceitua a paisagem como combinação dinâmica e instável dos elementos físicos, biológicos e antrópicos, conjunto único e indissociável em perpétua evolução. Desta forma, a pesquisa não se limitará apenas às paisagens naturais, mas fará uma integração das atividades antrópicas com aspectos ambientais.

2.1 Procedimentos Metodológicos

A pesquisa foi desenvolvida a partir das etapas a saber: levantamento bibliográfico, delimitação e caracterização da área de estudo, visita a campo com entrevistas informais com moradores e registros fotográficos e interpretação dos dados observados. Buscando delimitar a bacia hidrográfica do Rio Tibiri, foi executada a extração de forma automatizada no software QGis Desktop 3.4.4 exemplificada por Fan (2014). Diante disso, foram utilizadas imagens de radar oriundas do satélite ALOS, sensor PALSAR.

Para identificar e delimitar os principais tipos de cobertura do solo, foi utilizado o software ArcMap 10.4.1, onde foram realizadas as etapas de pre-processamento, processamento e pós-processamento. Para tanto, após uma vasta revisão bibliográfica e análises de imagens de sensores orbitais, foram definidas seis classes de cobertura, sendo elas Vegetação Arbustiva, Vegetação Herbácea, Vegetação Arbórea, Área Urbana, Solo Exposto e Corpo Hídrico. Desta forma, foram feitas visitas a campo e coletas de dados com GPS Garmin Etrex 10 para identificar e validar as informações, para a partir daí prosseguir com a

classificação supervisionada. Foi utilizado um conjunto de cinco imagens do satélites Landsat 5 e 8.

Para entender as origens das comunidades que compõem a área de estudo e entender quais fatores propiciaram o desenvolvimento da região e analisar a dinâmica de urbanização, foram realizadas entrevistas informais com os moradores, na qual foi possível esclarecer aspectos observados nos materiais bibliográficos estudados.

2.2 Área de Estudo

A área de estudo está localizada na zona rural do município de São Luís, estado do Maranhão, situadas entre as coordendas 02°34'55,53"S 44°17'33,42" O e 02°43'18,50"S e 44°10'59,83"O. A localidade caracteriza-se por um relevo plano e suave ondulado, com apenas 0,79% da bacia sendo caracterizado na classe ondulado (ARAÚJO,TELES e LAGO, 2009).

O bacia do Rio Tibiri (**Figura 1**) tem grande importância histórica na área onde se situa, visto que as comunidades ao entorno dependem economicamente do rio e também por servir historicamente como principal rota de transporte das comunidades que se instalaram nas bordas de seu leito, como por exemplo o Quebra Pote, fato este atrelado a localidade não dispor à época de estradas ligando a região às áreas mais dinâmicas de São Luís.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Figura 1 - Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Tibiri

A bacia hidrográfica do Tibiri não apresenta uma declividade elevada e sua unidade geomorfológica é classificada como Tabuleiros Costeiros Maranhenses, marcada geologicamente por rochas sedimentares pouco litificadas, de idade neógena do Grupo Barreiras, sobrepostas a rochas sedimentares da Formação Itapecuru (BANDEIRA, 2013).

A área apresenta como classes de solos dominantes os Latossolos Amarelos Distróficos - LAd e Gleissolo Tiomórfico Órtico - GTo, sendo este último localizado próximo às regiões que encontram-se permanente ou periodicamente saturados, possui pH muito baixo e recebe influência de oscilações de maré. Ocupando maior parte da bacia, os LAd possuem

ISBN: 978-85-7282-778-2

condições físicas de retenção de umidade e boa permeabilidade, porém por ser distrófico o enraizamento é limitado em profundidade e devido à elevada coesão dos agregados o solo é muito duro ou extremamente duro no estado seco (EMBRAPA, 2007).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Crescimento populacional e suas causas

O crescimento populacional na Zona Rural deve-se a fatores que de uma maneira significativa mudou totalmente a dinâmica demográfica do local. São Luís passou por um processo industrial muito intenso no final da década de 1970 e começo dos anos 1980, onde empreendimentos foram sendo instalados e consequentemente a população atraída por novas gerações de emprego passaram a residir nas regiões próximas.

Com a instalação da Alumar em São Luís, criou-se um deslocamento habitacional dos moradores que residiam nos terrenos onde hoje em dia está situada a empresa, deslocamento ocorrido de oeste para leste. Outro aspecto que vale ressaltar foi o crescimento de outros conjuntos habitacionais que estão relativamente próximos das áreas rurais, como por exemplo, a Cidade Operária.

A pressão nessa bacia parece vir de fora para dentro, com o seu núcleo ainda bem preservado **(Figura 2)**. No entanto, os valores de solo exposto alertam para o avanço sobre as áreas ainda preservadas. Apesar dos valores de áreas urbanas serem pequenos, aproximadamente 15%, a área que pode ser ocupada possui dimensões ínfimas.

ISBN: 978-85-7282-778-2

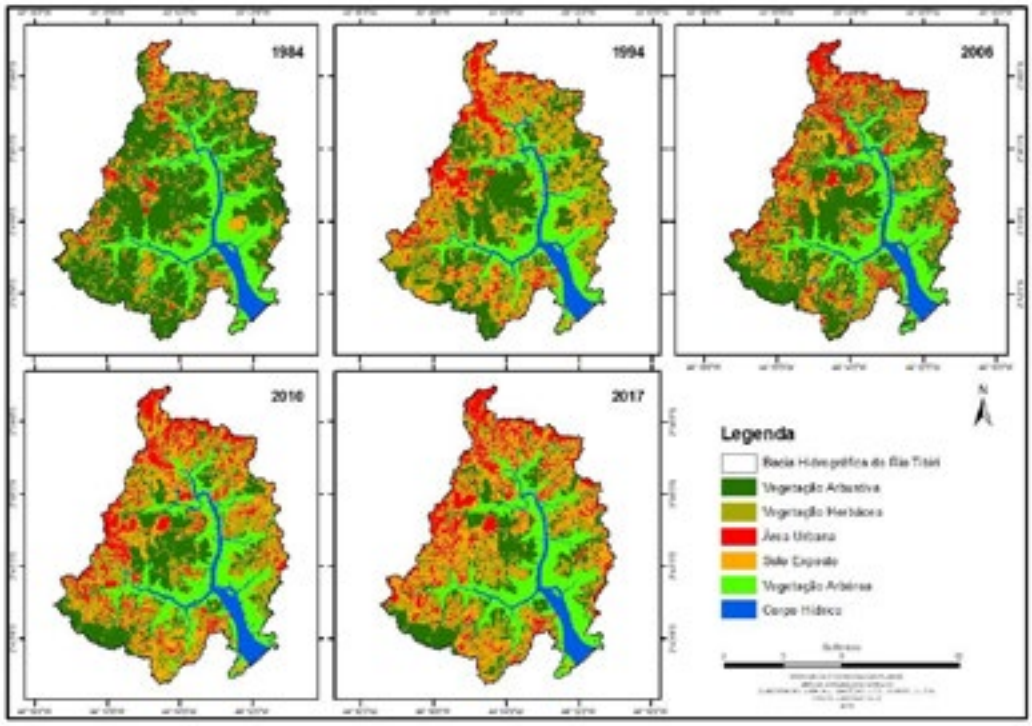


Figura 2 - Análise Multitemporal da Urbanização e dos Impactos na Vegetação na Área da Bacia do Rio Tibiri

A Cidade Operária é um bairro planejado que iniciou-se no começo da década de 1980 com 7.500 casas, fortemente fomentado pela existência da antiga FESM (Federação das Escolas Superiores do Maranhão), atual UEMA (Universidade Federal do Maranhão). O objetivo da COHAB (Companhia de Habitação Popular) na época era estimular a habitação em áreas até então não povoadas na ilha, gerando um aumento significativo de população na região, que até então era inexistente. Com a já consolidação do conjunto, outros bairros adjacentes foram crescendo de maneira espontânea, como por exemplo, a Cidade Olímpica, Janaína, Santa Clara e etc.

Com todos esses bairros sendo estabelecidos, criou-se um adensamento populacional na bacia, gerando com que milhares de pessoas migrassem para a região do Tibiri e bairros

ISBN: 978-85-7282-778-2

próximos. Várias famílias não foram contempladas com os sorteios de casas dos conjuntos habitacionais e, como elas não tinham condições financeiras de adquirir um imóvel, a única maneira de conseguir um lar era ocupando de forma espontânea e sem um planejamento adequado às áreas contíguas.

3.2 Evolução da Cobertura do Solo

Na Tabela I é possível identificar os valores de solo exposto, vegetação e área urbanizada para os anos de 1984, 1994, 2006, 2010 e 2017 e que alertam para a pressão sobre as áreas ainda preservadas. Apesar dos valores de área urbana serem pequenos, a área que pode ser ocupada já está praticamente esgotada.

Tabela I –Dados da análise temporal das imagens (1984, 1994, 2006, 2010 e 2017)

Classe de Cobertura	1984		1994		2006		2010		2017	
	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)
Área Urbana	456,48	4,37	1.064,61	10,19	1.317,87	12,62	1.487,70	14,25	1.528,65	14,64
Corpo Hídrico	585,00	5,60	669,60	6,41	691,74	6,62	693,77	6,64	561,24	5,37
Solo Exposto	1.188,36	11,38	2.301,03	22,03	1.615,41	15,47	2.141,82	20,51	2.735,64	26,20
Vegetação Arbórea	2.218,86	21,25	1.674,72	16,04	1.888,74	18,09	2.007,59	19,23	2.102,04	20,13
Vegetação Herbácea	1.077,57	10,32	2.184,93	20,92	1.699,92	16,28	2.139,48	20,49	1.603,53	15,36
Vegetação Arbustiva	4.916,16	47,08	2.549,16	24,41	3.228,75	30,92	1.972,08	18,89	1.911,33	18,30
TOTAL	10.442,43	100,00	10.444,05	100,00	10.442,43	100,00	10.442,43	100,00	10.442,43	100,00

Como resultado da análise das imagens de satélite observa-se que a vegetação arbórea nativa encontrada na área é somente a de mangue. Percebe-se que as áreas de vegetação arbustiva estão em áreas particulares da Aluminío do Maranhão (ALUMAR) e outra na comunidade Cinturão Verde, além de pequenas manchas espalhadas pela bacia.

As atividades agrícolas não são amplamente difundidas na bacia hidrográfica, destacando-se o Cinturão Verde que é uma comunidade formada por diversas famílias que trabalham com a produção agrícola e foi fundada em 1999. Ainda tem a Escola Casa Familiar

Rural fundada em 2002 e que assiste aos alunos em período integral durante os dias de aula, exercendo várias atividades técnicas voltadas para o campo.

No período de 1984 - 2017 a perda mais sensível foi a de vegetação arbustiva. Em contraposição, a vegetação herbácea teve crescimento considerável, sinalizando que às áreas estão em estágio de sucessão ecológica. Salienta-se que a ampliação da vegetação arbustiva retirada não foi necessariamente ocupada por áreas urbanizadas, mas sim por estradas e áreas apenas demarcadas e sem usos, evidenciando os altos valores de solo exposto.

4 Considerações finais

A evolução do uso do solo da bacia do Tibiri mostra um cenário muito comum na Ilha do Maranhão havendo uma grande pressão sobre os recursos naturais. Apesar de ser considerada uma área rural apresenta-se com fortes pressões em seu entorno, principalmente devido aos conjuntos habitacionais e a área industrial. A Bacia do Tibiri passou por um intenso processo de urbanização no final do século passado e que agora escontra-se mais controlado, principalmente porque restam poucas áreas aptas a ocupação. Quanto ao uso do solo no decorrer dos anos a situação é de avanço da área urbana com aumento de 10,27% entre 1984 e 2017, o que equivale a 1.072,17 ha. Houve diminuição dos valores de vegetação, principalmente a arbustiva que teve um descréscimo de 28,78%. Os valores de solo exposto saltaram de 1.188,36 ha para 2.735,64 ha.

Agradecimentos

Agradecemos especialmente aos moradores da área estudada, que nos forneceu informações imprescindíveis para obtenção de resultados; ao Sr. Glauber, presidente da Associação de Moradores do bairro Quebra Pote, por propiciar e nos ceder o espaço para maiores esclarecimentos, ao GEPEPE (Grupo de Estudos em Edafologia e Pedologia) pelo espaço disponibilizado para produção deste trabalho e ao Prof: Marcelino Farias, coordenador

do GEPEPE por nos indicar referências bibliográficas e nos auxiliar na elaboração deste trabalho.

Referências Bibliográficas

ARAÚJO, Elienê Pontes. TELES, Mércia Gabriely Linhares. LAGO, Willinielsen Jackieline Santos. **Delimitação das bacias hidrográficas da Ilha do Maranhão a partir dos dados SRTM**. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 14, 2009, Natal. Anais... São José dos Campos; INPE, 2009. p. 4631-4638;

BANDEIRA, Iris Celeste Nascimento: **Geodiversidade do estado do Maranhão**. / Organização Iris Celeste Nascimento. – Teresina : CPRM, 2013.

COSTA, Marinalva. CUNHA, Elys Correia. FARIAS FILHO, Marcelino Silva: A influência dos grandes empreendimentos industriais nos processos de urbanização e no incremento da problemática ambiental na ilha do Maranhão. In: Farias Filho e Celeri; Geografia da Ilha do Maranhão: São Luís, 2015, v-1, p. 53-72.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Manuais Técnicos em Geociências. In: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Manual Técnico de Pedologia**. Rio de Janeiro, RJ: [s. n.], 2007. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv37318.pdf. Acesso em: 11 fev. 2019.

MORAES, Anderson da Silva. FRANÇA, Thaís Aguiar. CORRÊA, Ana Caroline Guimarães. FARIAS FILHO, Marcelino Silva: **Principais classes e atributos dos solos da ilha do Maranhão.** In Faris Filho e Celeri: Geografia da Ilha do Maranhão. São Luís, 2015, v-1, p. 16-27.

PEREIRA, Ediléa Dutra: **Avaliação da Vulnerabilidadenatural à contaminação do solo e do aquífero do Reservatório Batatã.** 2006. 133. f. Tese (doutorado em geociências) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

SILVA, Quésia Duarte: **Mapeamento Geomorfológivo da Ilha do Maranhão.** 2012. 249. f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista. Presidente Prudente.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

UTILIZAÇÃO DE GEOTECNOLOGIAS PARA ESPACIALIZAÇÃO DOS BARRAMENTOS NA REDE HIDROGRÁFICA E ANÁLISE DOS IMPACTOS NA BACIA DO RIBEIRÃO SAMAMBAÍA - GO

Aline dos Santos Oliveira [(a)], Noely Vicente Ribeiro [(b)]

(a) Instituto de Estudos Socioabientais, Universidade Federal de Goiás, aline.sanoli2@gmail.com
(b) Instituto de Estudos Socioabientais, Universidade Federal de Goiás, ribeironoely@gmail.com

Eixo: Dinâmica e gestão de bacia hidrográficas

Resumo

Este trabalho apresenta a espacialização dos barramentos dos canais e análise de impactos ambientais, decorrentes destes barramentos, na bacia do Ribeirão Samambaia. Utilizou-se a interpretação visual das imagens do Google Satélite, visualizadas por meio do *software* de gerenciamento de informações geográficas. Foram constatados nos canais da bacia cerca de setenta e um barramentos e diversos impactos no entorno dos reservatórios e ao longo do canal. Considera-se que a bacia apresenta um número expressivo de barragens e de impactos ambientais, por isso, esta ferramenta de análise é importante para subsidiar os órgãos competentes de fiscalização.

Aline dos Santos Oliveira, Noely Vicente Ribeiro

Palavras chave: barragens, reservatórios, degradação ambiental e sensoriamento remoto

1. Introdução

Os reservatórios provenientes dos barramentos da rede hidrográfica natural, são utilizados para diversos fins. Esses reservatórios podem ser utilizados para acúmulo de água para abastecimento urbano ou rural, dessedentação animal, irrigação, controle de inundação, para centrais hidrelétricas. Essa atividade também pode gerar impactos na hidrografia e no seu entorno.

As barragens podem reduzir o volume de água do curso a jusante, devido ao acúmulo de água e ao uso excessivo do reservatório, inundar a área no entorno da hidrografia, que, consequentemente, pode aumentar a emissão de dióxido de carbono devido a decomposição da vegetação inundada pelo reservatório, além de promover sua eutrofização, pode alterar o

processo migratório dos peixes e o processo fluvial do canal de drenagem natural (GOIÁS, 2015).

Objetiva-se com este trabalho apresentar a metodologia de mapeamento das barragens na bacia do Ribeirão Samambaia, através da interpretação visual por imagem de satélite, e apresentar possíveis impactos decorrentes deste uso.

2. Materiais e Métodos

A área de estudo corresponde a bacia do Ribeirão Samambaia, com uma área aproximada de 873,8 km², que se encontra entre as latitudes 15º25'30" S e 15º48'0" S e as longitudes 51º25'30" W e 51º7'30" W. A bacia está localizada nos municípios de Jussara, Santa Fé de Goiás e Britânia, na microrregião do Rio Vermelho e é uma bacia de contribuição do Rio Vermelho.

O estudo foi realizado em quatro etapas e suas bases de dados foram obtidas pelo portal do Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás e processadas no *software* de gerenciamento de informações geográficas Arcgis. Na primeira etapa, ocorreu a delimitação da bacia do Ribeirão Samambaia, seguindo a metodologia proposta por Sobrinho et. al. (2010), que consistiu nas etapas de recorte para a área dos municípios da bacia do Modelo Digital de Elevação, SRTM, com resolução de 30 metros e na delimitação do exutório, ponto por onde toda a água da bacia é escoada. Para processamento da imagem SRTM seguiu-se as etapas de preenchimento de depressões, direção do fluxo, fluxo acumulado e delimitação da bacia hidrográfica.

Na segunda e terceira etapa, respectivamente, espacializou-se toda a rede hidrografia da bacia e mapeou-se todas as barragens através da interpretação visual das imagens do Google Satélite, visualizadas pelo *software*, e representadas na figura 1. As barragens foram delimitadas por meio da identificação de um acúmulo de água em um trecho do canal, formando um reservatório, e na identificação de barramentos e um fluxo reduzido a jusante do canal. Na

quarta etapa houve a interpretação das imagens de satélites para analisar os impactos decorrentes dos barramentos dos canais.

3. Resultados e discussões

A bacia apresentou setenta e um barramentos nas redes de drenagem natural. A bacia apresenta cerca de 519 km² ocupados com o uso de pastagem, que correspondem a 60% da sua área. O entorno dos reservatórios apresentou alguns impactos significativos, como a retirada da vegetação, que compõe a área de preservação permanente (APP), os rastros de gado e a diminuição expressiva do volume de água a jusante de alguns canais de drenagem natural, sendo que uma grande parcela do entorno dos reservatórios se apresenta degradada.

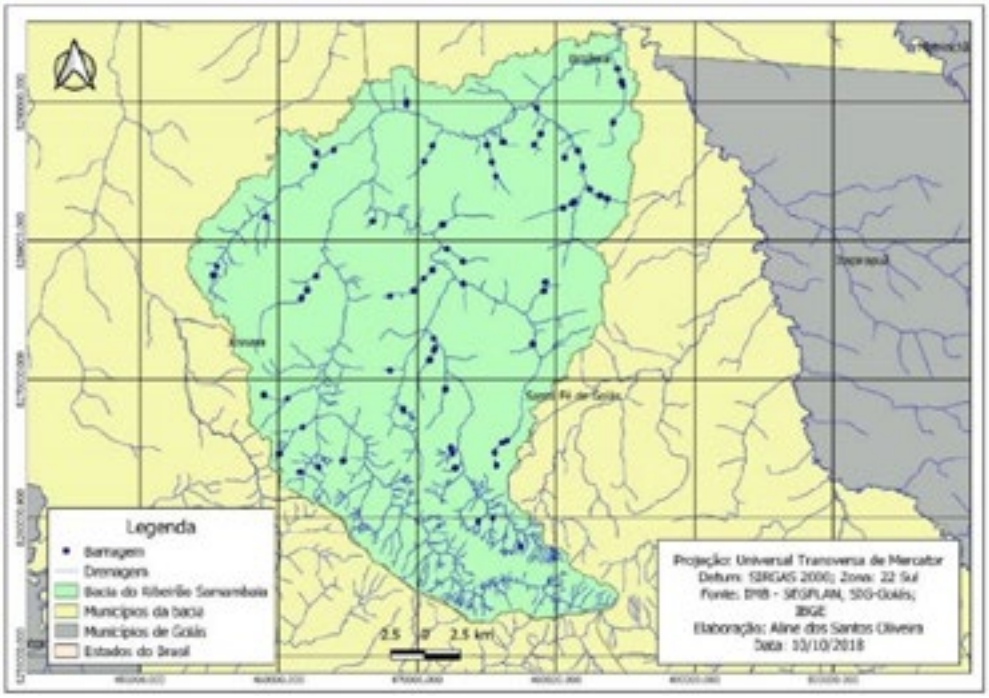


Figura 1: Carta de localização das barragens na rede hidrográfica

Os barramentos nas redes hidrográficas geraram uma expressiva redução do volume de água de diversos canais de drenagem natural da bacia, sendo que alguns destes canais apresentam apenas uma área úmida a jusante do barramento, principalmente, devido a retirada

da vegetação da APP. A retirada da vegetação da área de preservação permanente pode ocasionar diversos impactos no canal de drenagem natural e no reservatório, dado que diminui a função filtro de sedimentos, material orgânico, fertilizantes, agrotóxicos e outros poluentes e a regulação térmica do canal, podendo ocasionar diminuição na qualidade da vida das comunidades aquáticas e das populações humanas que dependem desses cursos, além de aumentar o processo erosivo e o assoreamento do canal (MMA, 2011).

A presença de rastros de gado no entorno destes reservatórios, facilitada pela falta da vegetação ripária, pode ocasionar a compactação do solo no entorno do reservatório, diminuindo o processo de infiltração e aumentando o escoamento superficial, que, consequentemente, aumenta a vulnerabilidade à erosão do solo, gerando assoreamento do canal de drenagem natural e diminuindo a quantidade e a qualidade da água. Há, também, barramento em áreas de nascente, que influência o abastecimento dos canais a jusante, principalmente, porque algumas não apresentam APP e estão sendo utilizados para a dessedentação animal.

4. Considerações finais

Considerou-se que para a utilização da metodologia empregada na espacialização das barragens deve-se utilizar imagens de alta resolução espacial para melhorar a precisão do mapeamento. Esta metodologia é uma ferramenta importante para os órgãos fiscalizadores, pois o uso do sensoriamento remoto pode acarretar em uma redução das despesas geradas nos trabalhos de campo.

O barramento apresenta um alto grau de impactos ambientais nas redes de canais naturais a jusante e no seu entorno, principalmente devido a retirada da vegetação ripária e do uso do solo.

Este mapeamento dos barramentos dos canais pode dar subsídio aos órgãos competentes para a fiscalização dessa bacia e, também, para um trabalho que obtenha, no órgão, as informações de licenciamento, outorga e suas dispensas, com o intuito de verificar se essas barragens estão de acordo com os Manuais de Outorga e de Licenciamento Ambiental.

5. Agradecimentos

Agradecemos ao Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento (LAPIG) por disponibilizar o laboratório de informática para a realização do estudo.

6. Referências

BRASIL. Lei n. 9.433, de 8 de jan. de 1997. Política Nacional de Recursos Hídricos, Brasília, DF, jan. 1997

MMA. Área de Preservação Permanente e Unidade de Conservação X Áreas de Risco: O que uma coisa tem a ver com a outra?. Brasília, DF, 2011.

MARTINS, R.A., SANTOS, E.V. Expansão do agronegócio do pivô central no cerrado goiano e a ineficiência do poder público na gestão dos recursos hídricos. 2017. Disponível em: <http://anais.unievangelica.edu.br/index.php/sncma/article/view/14>. Acesso em: 10/07/2018

SECIMA. Manual Técnico de Outorga. Disponível em: <http://www.secima.go.gov.br/images/imagens_migradas/upload/arquivos/2015-07/manual_tecnico_de_ outorga_versao_01.pdf> . Acesso em: 22/10/2017

SECIMA. Manual de Licenciamento Ambiental. Disponível em: < http://www.secima.go.gov.br/images/imagens_migradas/upload/arquivos/2017-02/manual_nlicen.pdf>. Acesso em: 22/10/2017

SOBRINHO, T.A., et al. Delimitação automática de bacias hidrográficas utilizando dados SRTM. Eng. Agríc., Jaboticabal, v.30, n.1, p.46-57, jan./fev. 2010.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Uso e Cobertura da terra entre as Fazenda Porto do Campo e Ajusta Conta no rio Sepotuba em 1986 - 2016

Vanilda Soares Prudencio[(a)], William Cosme da Silveira de Paula [(b)], Sebastião dos Santos Junior[(c)]

[(a)] Faculdade de licenciatura Plena em Geografia, UNEMAT, vanildaster96@gmail.com

[(b)] Professor Rede Estadual, Mestrando em Geografia - UNEMAT, willtmt15@gmail.com

[(c)] Faculdade de licenciatura Plena em Geografia, UNEMAT, sebastiaocloser@gmail.com

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Vanilda Soares Prudencio, William Cosme da Silveira de Paula, Sebastião dos Santos Junior

Resumo

O estudo objetiva verificar a evolução da cobertura vegetal e as atividades antrópicas no Rio Sepotuba entre as fazendas Porto do Campo e Ajusta Conta. O mapeamento foi realizado utilizando as imagens Landsat 5 e 8 com 30 m de resolução espacial, sendo utilizado o *software* ArcGis 10.1. No ano de 1986 a área de vegetação era de 15.376,75km² e em 2016 3.635,508 km², uma redução significativa que culmina no não respeito a área de APP, a área desmatada serviu para o avanço da pecuária extensiva em fazendas, fato que aumentou a erosão das margens e a levando mais sedimentos para o canal.

Palavras chave: Vegetação; Ação Antrópica; Dinâmica temporal

1. Introdução

Conforme Christofoletti (1981), a bacia hidrográfica apresenta características diferenciadas quanto á forma de extensão e conformação da superfície, que refletem os elementos do meio representados principalmente pelo clima, geomorfologia, geologia, solos,

recursos hídricos e vegetação. A intensidade de sua variação determina o seu grau de complexidade.

É importante ressaltar que as bacias hidrográficas são unidades territoriais drenada pelo rio e seus afluentes, podendo ser compreendida como um conjunto de elementos físicos, bióticos e socioeconômico inter-relacionados de onde o homem utiliza o solo, a água, a vegetação no desenvolvimento das suas atividades para sobreviver, e é vista como uma unidade de planejamento e gestão (CUNHA; GUERRA, 2009).

Carvalho (2008), ressalta que no Brasil, são crescentes os estudos sobre sedimentologia, advindos de problemas observados pela influência antrópica e mau uso do solo, tais fatores ocasionados por erosão e transporte de sedimentos nos rios que causam assoreamento de rios e lagoas.

Neste sentido leis como Código Florestal que trata sobre a proteção da vegetação, áreas de Preservação Permanente e as áreas de Reserva Legal; e o Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) que trata sobre a qualidade, quantidade bem como a percepção da conservação da água como valor socioambiental relevante, objetivam a preservação de determinada área, que pode sofrer algum dano de acordo com modo de uso não adequado.

Assim como, o Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), é um dos instrumentos que orienta a gestão das águas no Brasil. O conjunto de diretrizes, metas e programas que constituem o PNRH foi construído em amplo processo de mobilização e participação social. O documento final foi aprovado pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) em 30 de janeiro de 2006 (BRASIL,1997).

Ainda a utilização do sensoriamento remoto constitui uma ferramenta importante que pode auxiliar na fiscalização e ajudar a compreender a evolução da paisagem.

Neste contexto, inserida na BAP (Bacia do Alto Paraguai) a bacia hidrográfica do rio Sepotuba possui uma área de 9.844,5051 km². O rio Sepotuba possui padrão meandrante em seu baixo curso, sendo um dos principais afluentes da BAP, assim como as bacias do Cabaçal e Jauru posicionadas a jusante.

Dentre as principais pesquisas desenvolvidas na BAP (Bacia Alto Paraguai) destacam-se Souza (2004), Leandro (2015), Lima (2018), Serigatto (2006), Souza (2012), Justiniano (2010), entre outros autores dão suporte teórico conceitual tornando o desenvolvimento da pesquisa significante no resultados e discussões do artigo.

Portanto, o estudo tem como objetivo analisar em espaço-temporal de 30 anos a cobertura vegetal e evolução das atividades antrópicas no baixo curso do rio Sepotuba entre as Fazendas Porto do Campo e Ajusta Conta.

2. Materiais E Métodos

2.1. Área De Estudo

A área de estudo corresponde ao trecho do baixo curso do rio Sepotuba entre a Fazenda Porto do Campo e a Fazenda Ajusta Conta na região Sudoeste de Mato Grosso, com 14 km de extensão. Encontra-se entre as coordenadas geográficas 15° 42’ 36.46”- 15° 44’ 33.51” Sul e 57° 39’ 04.51” - 57° 42’ 37.49” Oeste (Figura 1).

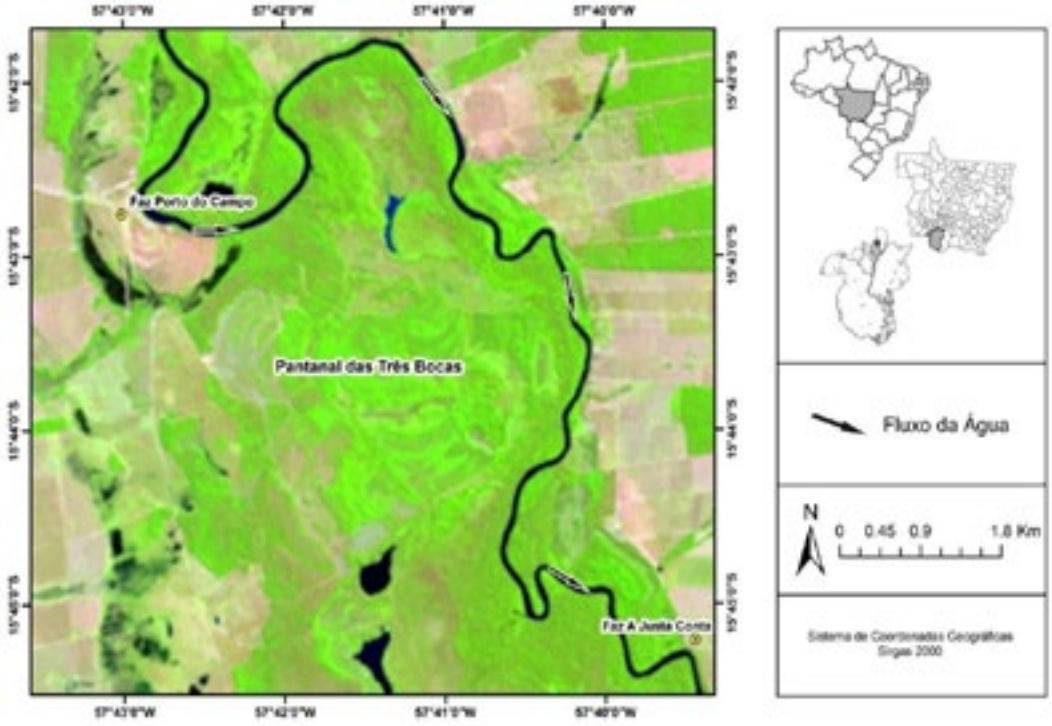


Figura 1 : Localização da area de estudo

2.2. Procedimentos Metodológicos

No primeiro momento foram realizados levantamentos bibliográficos no gabinete, através de livros e publicações de artigos científicos, para embasar a pesquisa teórica e metodologicamente.

Para elaboração dos mapas foi utilizado imagens de satélite LANDSAT 8 OLI com 30 metros de resolução espacial, posteriormente a imagem passou pela composição de bandas 4, 5 e 6 RGB em falsa cor, logo após redimensionado *raster* para 15 metros de resolução pela função *Pan Sharpen* através da banda 8(Pan), inserido arquivo vetorial sobre o mesmo delimitando a área de estudo, recortando o *raster* através da função *Extract by Mask*. Confeccionado *layout* do mapa.

Para fazer os mapas temporais usou Imagens/*raster* dos satélites LandSat 5 TM e LandSat 8 OLI. Criado arquivo vetorial, constituindo classes de análises e classificado por cada feição sobre a área de estudo, posteriormente a vetorização, calculado a área dos polígonos em quilômetros quadrados. O mesmo processo segue-se de forma semelhando a todas as imagens. Confeccionando *layout* do mapa, seguindo normativas cartográficas

3. Resultados e Discussões

3.1. Analise espaço-temporal da influência antrópica na cobertura vegetal

A paisagem transforma-se e se adapta de maneira continua e na sociedade atual com o avanço técnico e a pressão sobre o ambiente visto como recurso econômico, a influência do ser humano na configuração da paisagem ganha destaque, devido a interferência na dinâmica natural do meio.

Na área de estudo nota-se um grande crescimento das atividades antrópicas em uma análise espaço temporal de 30 anos, no qual pode-se visualizar a intensa retirada da vegetação e aumento das atividades antrópicas, uma vez que a área de estudo se localiza nos pontos entre fazendas sendo caracterizada uma região com intensa atividade de pecuária.

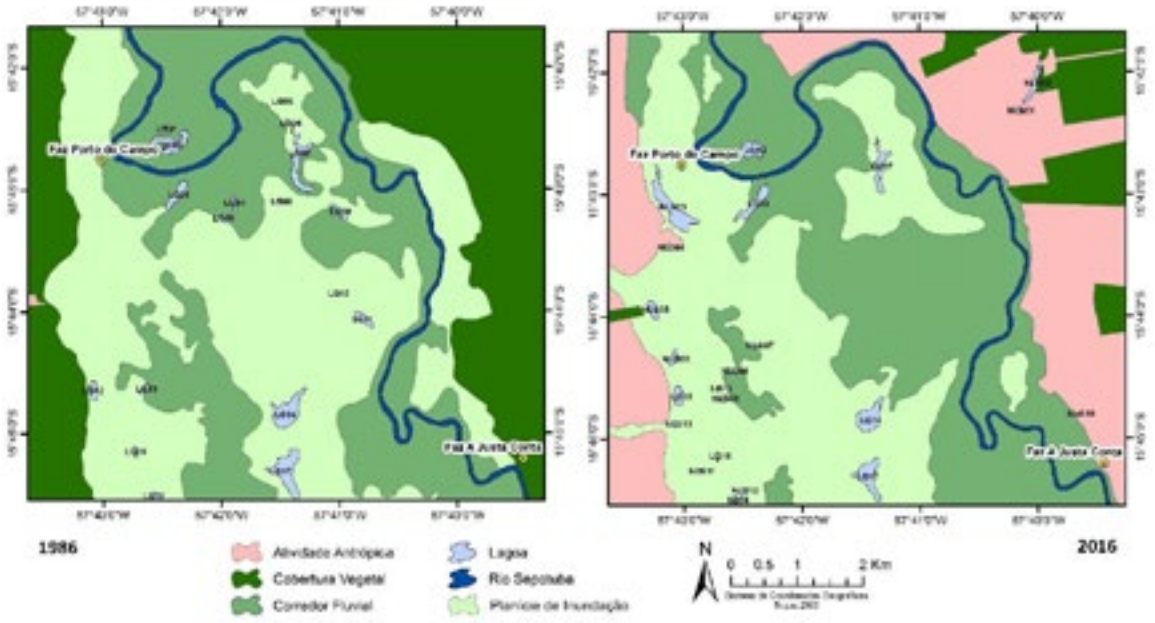


Figura 2: Distribuição espacial das categorias estudadas entre a Fazenda Porto do Campo e a Fazenda Ajusta Conta.

No ano de 1986, foi registrada de cobertura vegetal apresentando 15.376,75 km^2 da área de estudo, e a uma mínima presença de atividade antrópica na região cerca de 0,02491 km^2 (figura 2), o que nos remete a analisar que nessa época a vegetação ciliar era bastante preservada e conservada, sem muita presença de ações humanas na região.

Porém, conforme os interesses e necessidades humanas principalmente ao que se refere as questões econômicas, no ano de 2016 observa-se que a cobertura vegetal reduziu significantemente de 15.376,75 km^2 para 3.635,508 km^2, ao longo de 30 anos, evidenciando ainda a grande presença de atividade antrópica que passou a abranger 33.368 km^2 da área de estudo (figura 2), como na região a atividades predominante é a agropecuária, a retirada da vegetação teve como principal objetivo a para introdução de pastagens.

As interferências antrópicas apresentam aumentos ao longo do tempo, conforme o avanço das técnicas, neste sentido as políticas ambientais são importantes mecanismos que

podem possibilitar o manejo sustentável do ambiente, neste contexto o código florestal define área de APP de 50 a 200 m de para cursos de água com até 100 m.

Com o avanço das atividades antrópicas representadas sobretudo pela pecuária a área estudada possuía APP em 1986 e posteriormente no trecho as áreas de preservação permanente foi retirada.

Na figura 4, observa-se na margem direita do Sepotuba erosão marginal em um terraço localizado na proximidade de fazenda com atividade pecuária, a vegetação do terraço foi suprimida e o pisoteio de gado é evidente causando erosão marginal e levando sedimento ao canal principal.

Figura 4: Erosão na margem direita do rio Sepotuba próximo a fazenda Porto do Campo

No entanto, proteção das áreas suscetíveis a risco após a retirada de vegetação é de fundamental relevância, pois além de contribuir para a conservação do espaço e preservação da paisagem podem beneficiar a população ali existente a não sofrerem com escassez de recursos naturais por conta da intensa antropização e ausência de cobertura vegetal, pois sabendo das leis e tendo uma boa orientação do uso adequado poderão suprir suas necessidades econômicas e sociais sem que prejudique os recursos naturais e principalmente os recursos hídricos.

4. Considerações Finais

O estudo permitiu observar ao verificar no mapa de distribuição espacial das categorias cobertura vegetal e atividades antrópicas, que entre os anos de 1986-2016 a vegetação reduziu significantemente aumentando as atividades antrópicas, sendo caracterizada atualmente na área de estudo a introdução de grandes áreas de pastagem as margens do rio pelas práticas agropecuárias.

5. Agradecimentos

Ao Laboratório de Pesquisa e Estudos em Geomorfologia Fluvial ("Sandra Batista Cunha") – LAPEGEOF/UNEMAT, pela oportunidade concedida para realização da pesquisa com seu apoio logístico e desenvolvimento do estudo.

6. Referências Bibliográficas

BOLÓS, M.I.C. **Problemática actual de los estudios de paisaje integrado**. Revista de Geografia. Barcelona, v. 15, n. 1-2. 1981. pp. 45-68.

CARVALHO, N. O. **Hidrossedimentologia prática**. 2. ed. atual. ampl. Rio de Janeiro: Interciência, 2008.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia Fluvial**. São Paulo: Edgard Blucher, 1981. 313 p.

CHRISTOFOLETTI, A. **As perspectivas dos estudos geográficos: perspectivas da Geografia**. São Paulo: Difel, p. 11-36, 1982.

CUNHA, S. B. Bacias hidrográficas. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (Orgs.). **Geomorfologia do Brasil**. 5. ed. Rio de Janeiro: Editora Bertrand do Brasil, 2009. p.229-265.

DOLFUS, O. **O espaço geográfico**. Difusão Editorial (DIFEL), 1991.

GUERRA, A. T.; DA SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M.. **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. Bertrand Brasil, 2009.

JUSTINIANO L. A. **Dinâmica fluvial do rio Paraguai entre a foz do Sepotuba e a foz do Cabaçal**. 72 f. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Instituto de Ciências Naturais e Tecnológicas, Universidade do Estado de Mato Grosso, UNEMAT, Cáceres, MT. 2010.

LEANDRO, G. R. S. **Dinâmica Ambiental e Hidrossedimentológica no Rio Paraguai Entre a Volta do Angical e a Cidade de Cáceres – MT**. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro 2015.

LIMA, C, S. **Uso e Ocupação da Terra, Alterações Morfológicas e Hidrodinâmica no Baixo Curso do Rio Cabaçal – Mato Grosso.** 171 f. 2018. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Instituto de Ciências Naturais e Tecnológicas, Universidade do Estado de Mato Grosso, UNEMAT, Cáceres, MT. 2018.

SERIGATTO, E, M. **Delimitação Automática das Áreas de Preservação Permanente e Identificação dos Conflitos de Uso do Terra na Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba.** 2006. 205f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal De Viçosa, Minas Gerais, 2006.

SOUZA, C. A. (Org.). **Bacia hidrográfica do rio Paraguai, MT: dinâmica das águas, uso e ocupação e degradação ambiental**. São Carlos: Editora Cubo, 2012.

_____**. Dinâmica do corredor fluvial do rio Paraguai entre a cidade de Cáceres e a Estação Ecológica da ilha de Taiamã-MT.** 2004. 173f. Tese (Doutorado em Geografia). Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza, Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, Rio de Janeiro, 2004.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Uso e ocupação das terras e as Áreas de Preservação Permanente (APPs) da Bacia Hidrográfica do Córrego Laranja Doce/MS

Lorrane Barbosa Alves [(a)], Charlei Aparecido da Silva [(b)], Ivan Ramires [(c)], Rafael Brugnolli Medeiros[(d)]

[(a)] Universidade Federal da Grande Dourados/FCH, Email: lorrane.iza@bol.com.br
[(b)] Universidade Federal da Grande Dourados/FCH, Email: charleisilva@ufgd.edu.br
[(c)] Universidade Federal da Grande Dourados/FACET, Email: IvanRamires@ufgd.edu.br
[(d)] Universidade Federal da Grande Dourados/FCH, Email: rafael_bmedeiros@hotmail.com

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

O trabalho parte do víes de que o uso socioeconômico é um dos principais responsáveis pelas dinâmicas socioambientais que ocorrem em uma bacia hidrográfica, logo, objetiva-se analisar o uso e ocupação das terras da Bacia Hidrográfica do Córrego Laranja Doce - BHCLD e sua influência direta e indireta nas Áreas de Preservação Permanente - APPs. A metodologia envolve o processamento digital de imagens do satélite *Sentinel 2A*, bem como, o emprego dos Sistemas de Informação Geográfica – SIGs Spring 5.2.7 e ArcGis 10® e trabalhos de campo. Como resultado, observou-se que o APPs do Medeiros Laranja Doce, principal manancial da bacia, ainda apresenta uma vegetação florestal preservado em grande parte de seu curso, entretanto, seus afluentes e subafluentes estão, em sua maioria, degradados, sendo algumas áreas de APPs substituídas principalmente por pastagens, solo exposto e cultivo de soja e milho, trazendo contaminantes por agroquímicos, sedimentos pela ação pluvial, entre outros. Há, portanto, a necessidade de recuperar as matas ciliares, a fim de diminuir a evidente degradação e combater as contaminações hoje evidenciadas, isso a fim de promover uma melhor qualidade ambiental da BHCLD.

Palavras chave: Código Florestal; Mananciais Hídricos; Monoculturas; Impactos Ambientais.

Lorrane Barbosa Alves, Charlei Aparecido da Silva, Ivan Ramires, Rafael Brugnolli Medeiros

1. Introdução

O ser humano, ao longo da sua evolução, vem utilizando os recursos naturais para o seu desenvolvimento econômico, social, cultural, político, dentre outros, sendo a vegetação natural um dos principais elementos degradados frente ao modelo de desenvolvimento vigente. Pesquisas que tem a bacia hidrográfica como objeto de estudo, a identificação da

vegetação nativa remanescente e a presença ou não de APPs (Áreas de Preservação Permanente) tem apresentado grande significado no contexto de diagnósticos ambientais, principalmente quando associado com o uso e ocupação das terras.

Segundo Silva (2013, p. 14), "a utilização da bacia hidrográfica como área de estudo, limitando a amostra, na qual a maioria dos fenômenos são interligados, é de aceitação mundial". Na interpretação de Palaretti (s/d, p.1), bacia hidrográfica é uma área definida topograficamente, drenada por um curso d'água ou por um sistema de curso d'água, tal que toda a vazão efluente seja descarregada por uma simples saída. Seguindo a mesma ideia, Freire e Omena (2005) descreve que a bacia hidrográfica como uma:

> unidade fisiográfica, limitada por divisores topográficos, tal que recolhe a precipitação, age como um reservatório de água e sedimentos, é drenada por um curso d'água ou um sistema conectado de cursos d'água, e toda vazão efluente é descarregada em uma seção fluvial única, denominada seção exutória ou exutório. Os divisores topográficos são condicionados pela topografia e limitam a área de onde provém o deflúvio superficial da bacia. (FREIRE e OMENA, 2005).

Compreender a dinâmica e complexidade de uma bacia hidrográfica torna-se necessário trabalhar com vários componentes pertencentes à mesma, com seus aspectos físicos (água, solo, hidrografia, relevo, solos, vegetação, etc.) e socioeconômicos (uso e ocupação da terra), compreendendo-a "como uma totalidade composta por elementos naturais e sociais, inter-relacionados e dinâmicos" (LEAL 2000, p. 34). Esta compreensão, da relação e inter-relação dos componentes de uma bacia hidrográfica, permite analisar determinados impactos e modificação na área a ser estudada, sendo as Áreas de Proteção Permanente – APP da Bacia Hidrográfica do Córrego Laranja Doce (BHCLD) o aspecto físico avaliado, objetivando verificar se estas áreas estão de acordo com as exigências impostas pela Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa.

As APPs, de acordo com o inciso II, do Artigo 3° desta Lei 12.651/2012, são "áreas protegidas coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo

ISBN: 978-85-7282-778-2

gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas". Segundo o Artigo 4°, desta lei, considera-se APP, em zonas rurais e urbanas:

> as faixas marginais de qualquer curso d'água natural ou perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular em largura mínima de 30 metros, para cursos d'água com menos de 10 metros de largura e 50 metros para cursos d'água com largura de 10 a 50 metros.

Além da delimitação das APPs ao longo do curso do manancial em estudo, é válido destacar que "as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, é de um raio de no mínimo 50 metros" (LEI 12.651/2012, ARTIGO 4°, INCISO IV). Outro componente importante na dinâmica das bacias hidrográficas são as áreas úmidas, que apresentam solos hidromóficos, que deverá possuir uma "faixa marginal, em projeção horizontal, com largura mínima de 50 metros, a partir do espaço brejoso e encharcado" (LEI 12.651/2012, ARTIGO 4°, INCISO XI) de APP.

O mapeamento de uso e ocupação da terra é um instrumento relevante no ordenamento territorial de um município ou de uma bacia, por proporcionar: informações relacionadas as atividades desenvolvidas na área; conhecimento a respeito do direcionamento e processo de expansão das cidades e as principais atividades desenvolvidas na área rural; a verificação da integridade das APPs; a identificação das modificações ocorridas no decorrer do desenvolvimento da bacia; a exposição de possíveis impactos ambientais na área estudada e suas fragilidades. De fato, mapeamento de uso e ocupação da terra "além de ser um instrumento valioso para a construção de indicadores ambientais e para a avaliação da capacidade de suporte ambiental, frente aos diferentes manejos empregados na produção" (IBGE, 2013, p. 36-37).

Os múltiplos usos da terra podem promover danos irreversíveis ao meio natural caso não haja o cumprimento da legislação ou planos de ordenamento territorial. Hoje, sabe-se que as APPs são um dos componentes mais degradados frente ao desenvolvimento socioeconômicos de uma bacia hidrográfica. E diante desta hipótese, este trabalho objetiva avaliar se as Áreas de Proteção Permanente da BHCLD estão de acordo com o Código

ISBN: 978-85-7282-778-2

Florestal vigente, tendo o mapa de uso e ocupação como elemento central do processo de análise.

A BHCLD bacia é influenciada por áreas urbanas e rurais, nela registra-se notável avanço das monoculturas de soja, milho e pastagem. A BHCLD abarca parcialmente os municípios de Dourados (517,50 km²) e Douradina (134,60 km²), ambos localizados no centro-sul do Estado do Mato Grosso do Sul, apresentando uma dimensão territorial de 652,10 km² (figura 1). Dourados e Douradina, segundo IBGE (2017), possuem uma população estimada em 218.069 e 5.827 habitantes, respectivamente, ou seja, um grande contingente populacional mantém relações diretas e indiretas com a BHCLD.

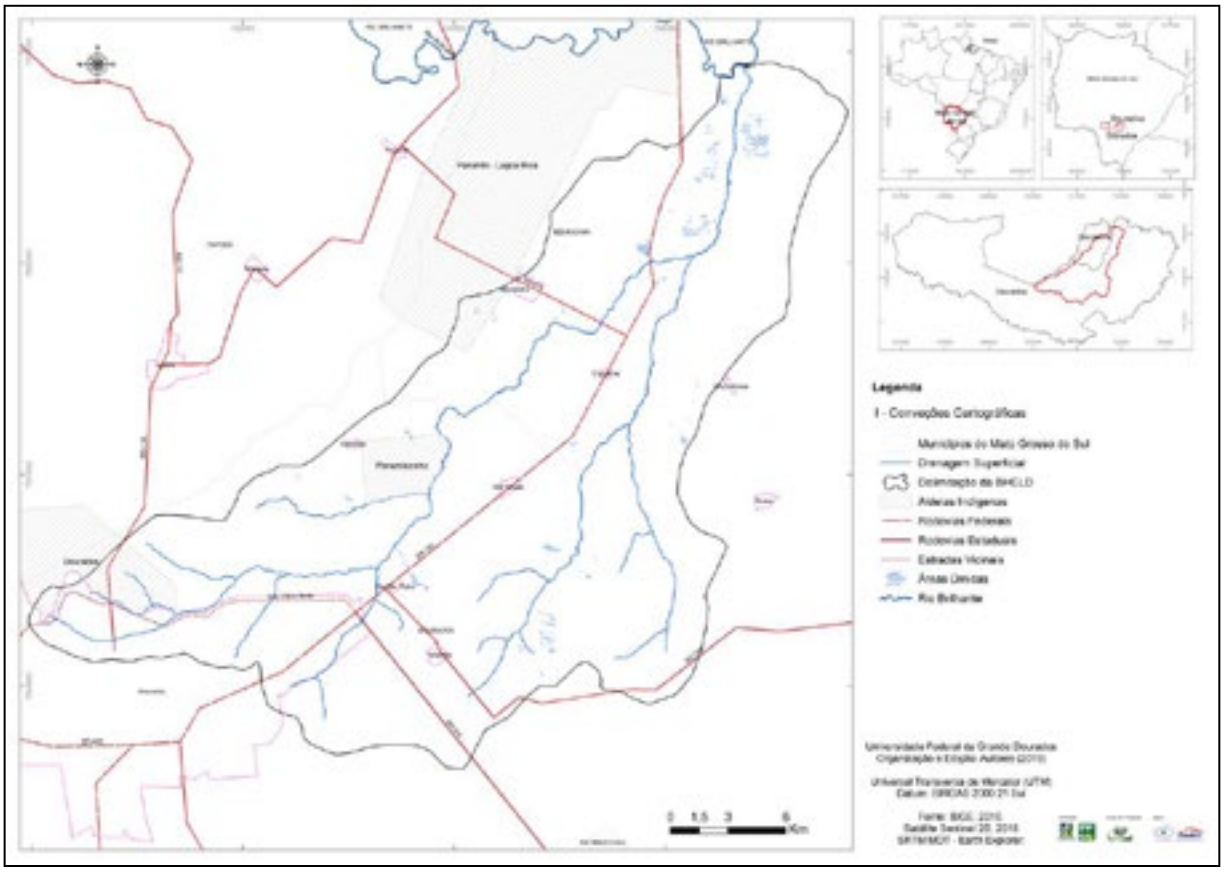


Figura 1: Localização da Bacia Hidrográfica do Córrego Laranja Doce (BHCLD).

ISBN: 978-85-7282-778-2

2. Materiais e Métodos

No primeiro momento deste trabalho realizou-se um levantamento bibliográfico, tendo como finalidade criar um banco de referências com os temas trabalhados. Visando a construção do banco de dados, a fim de avaliar as APPs da BHCLD, adotou-se dois procedimentos.

- A realização dos trabalhos de campo na BHCLD, com o intuito de adquirir dados primários, como registros fotográficos, representando a diversidade das variáveis da área de estudo, atentando-se em identificar as principais atividades econômicas presentes na área que são capazes de degradar e/ou suprimir as APP;
- A aquisição de dados secundários em sites governamentais, como Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e United States Geological Survey (USGS).

Com os dados de campo, iniciou-se a etapa do processamento digital das imagens de satélite, o mapeando o uso e ocupação das terras utilizando os SIGs *ArcGis 10*® (ESRI) e o SPRING 5.2.7® (INPE, 2015), em concomitância a utilização das imagens de satélite da *Sentinel*-2B e do *Google Earth Pro*. Utilizou-se a imagem de satélite *Sentinel*-2B do ano de 2018 na elaboração do mapa temático - o ordenamento territorial da BHCLD foi realizado, observando-se a distribuição espacial das atividades econômicas e sua predominância. As imagens de satélites obtidas na elaboração do mapa de uso e ocupação da terra foram adquiridas, gratuitamente, no site do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS).

As cenas foram concedidas na projeção UTM/WGS84, sendo necessário reprojetá-las para a SIRGAS 2000/21S, pois é o único sistema geodésico de referência oficialmente adotado no Brasil, utilizando o SIG ArcGis 10® (ESRI). Logo, realizou-se a composição de cores, representando as informações obtidas a partir da imagem de satélite, realçando as assinaturas espectrais e facilitando a interpretação da imagem. Este processo foi necessário pois as imagens disponíveis estão em composição monocromáticas, em tons de cinza e a capacidade do olho humano em discernir tonalidades de cinza não vai além de 30 diferentes

ISBN: 978-85-7282-778-2

níveis. (CRÓSTA, 1992). A composição RGB (*Red Green Blue)* foi aplicada, promovendo a combinação das bandas 2, 3 e 4, tendo como objetivo uma composição colorida próximo do real.

Após todos os procedimentos supracitados realizou-se a segmentação e classificação das imagens, utilizando o SIG SPRING 5.2.7® (INPE, 2015). Este software foi selecionado pois acredita-se que o mesmo disponibiliza um melhor detalhamento no ato da segmentação e classificação da imagem de satélite. Após o processo de classificação, foi necessário transformar o arquivo *raster* em vetor para, em seguida, importá-lo novamente para o SIG ArcGis 10® (ESRI), promovendo uma reclassificação das classes, analisando cada região.

Esta reclassificação exigiu a interpretação (Figura 2) de cada uma das 50 classes, tendo como auxílio os trabalhos de campo e as imagens do *Google Earth Pro*, criando-se 11 classes, sendo estas: área urbana, área úmida, cultivo de arroz, cultivo de culturas diversas, cultivo de soja e milho, massas de água, múltiplos usos, pastagem, silvicultura, solo exposto, e vegetação florestal, obtendo-se o mapa temático de uso e ocupação.

Findado os procedimentos descritos, efetuou-se a delimitação das Áreas de Proteção Permanente por meio do módulo *Buffer*, utilizando o *software* ArcGis 10® (ESRI), e, em seguida, verificar se o usos e ocupações da bacia estão respeitando as exigências da Lei nº 12.651/2012 nas áreas de nascentes, áreas úmidas e das APPs – os *Buffer* foram gerados tendo como parâmetro a legislação vigente.

ISBN: 978-85-7282-778-2

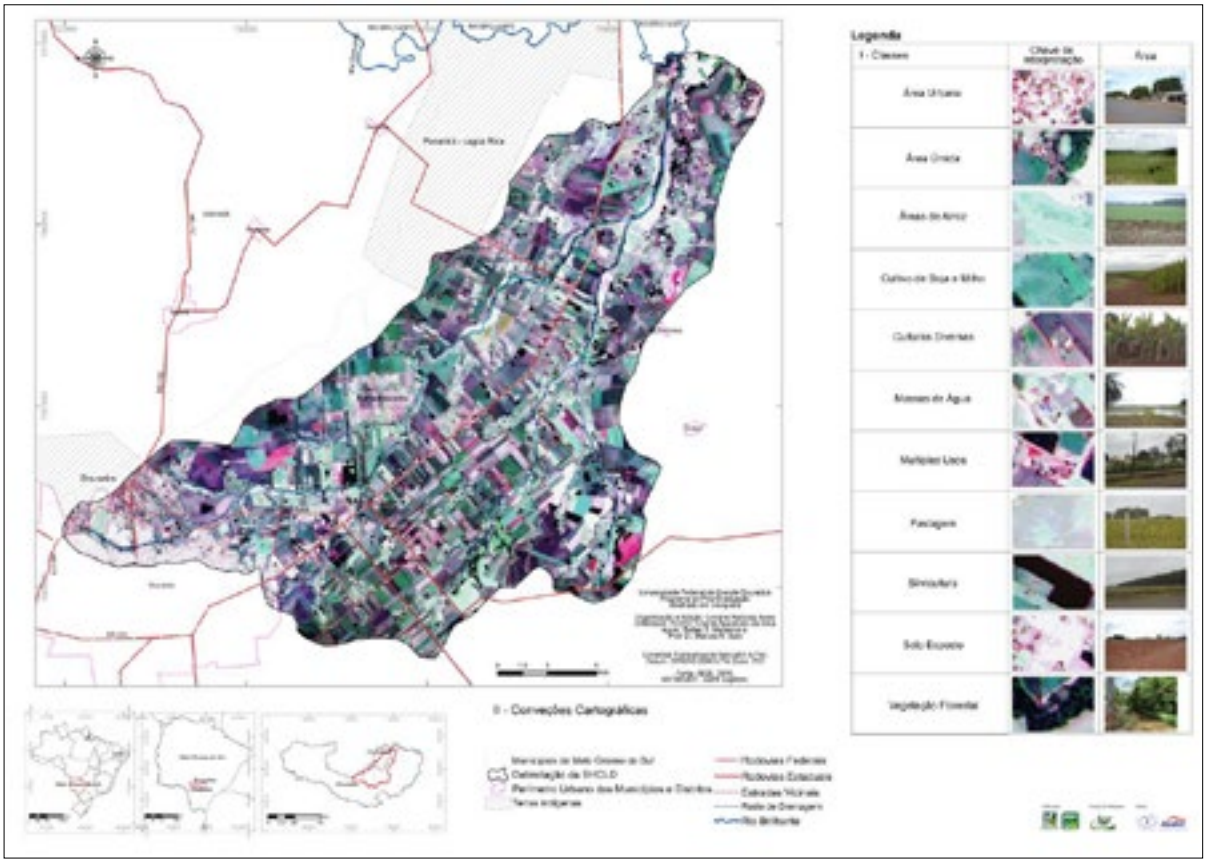


Figura 2: Chave de Interpretação da Imagem de Satélite da Bacia Hidrográfica do Córrego Laranja Doce, do ano de 2018.

3. Resultados e Discussões

Com base nas informações coletadas em campo, juntamente com os dados exibidos pela Tabela I, que foram adquiridos a partir da classificação da imagem de satélite, objetivando elaborar o mapa de uso e cobertura da terra (figura 3), procurou-se efetuar uma análise das variáveis identificadas na BHCLD e a influência destas na integridade das APPs nas nascentes, nas margens dos mananciais presentes na bacia e as áreas úmidas.

Tabela I: Classes do uso e ocupação da terra da Bacia Hidrográfica do Córrego Laranja Doce/MS, em 2018.

Uso da Terra	BHCLD		Área de Preservação Permanente	
	Área		Área	
	km²	%	km²	%
Área Urbana	20,98	3,22	0,01	0,06
Área Úmida	36,20	5,55	4,28	25,7
Área de Arroz	18,33	2,81	0,22	1,32
Cultivo de Culturas Diversas	0,23	0,04	0,00	0,00
Cultivo de Soja e Milho	280,9	43,08	1,01	6,07
Massas de Água	1,95	0,30	0,14	0,84
Múltiplos Uso	7,58	1,16	0,04	0,24
Pastagem	105,25	16,14	1,6	9,61
Silvicultura	3,31	0,51	0,00	0,00
Solo Exposto	122,55	18,79	0,65	3,9
Vegetação Florestal	54,82	8,41	8,7	52,26
Área Total	652,10	100,00	16,65	100,00

Org.: Autores, 2018.

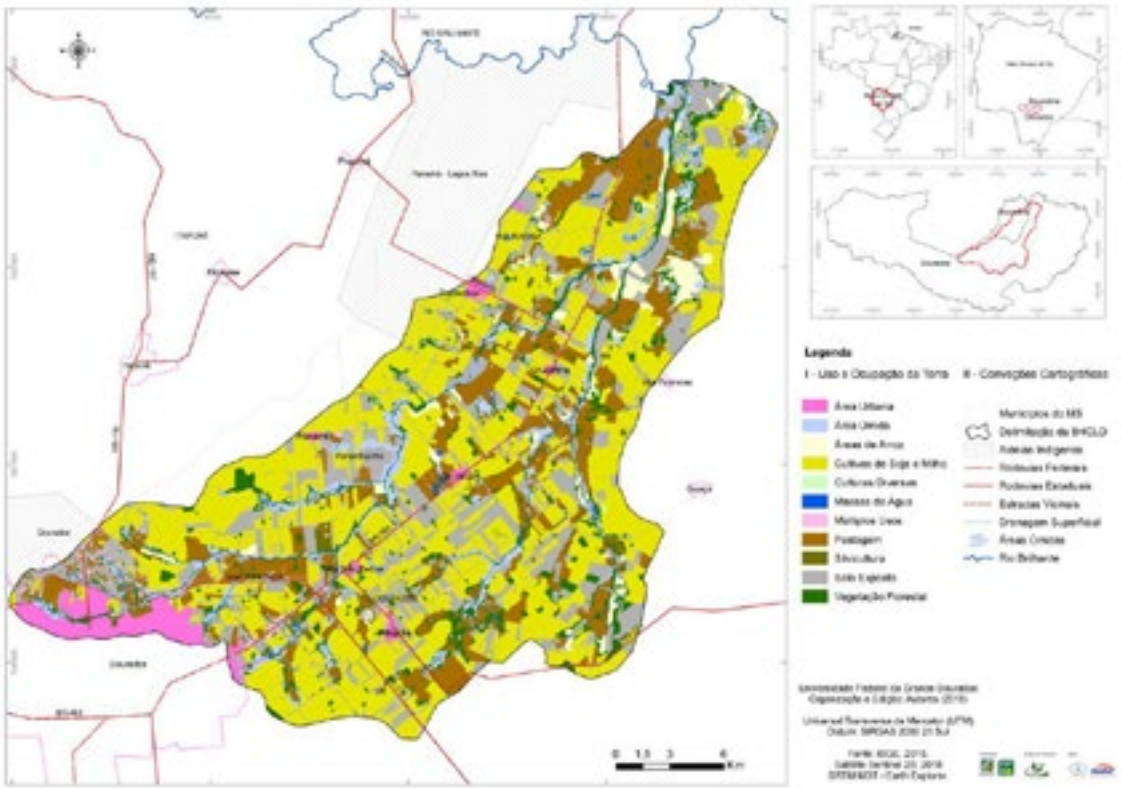


Figura 3: Mapa de Uso e Ocupação da Bacia Hidrográfica do Córrego Laranja Doce, no ano de 2018.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Ao analisar a Tabela I simultaneamente com as classes espacializadas (Figura 3), pode-se observar que as variáveis predominantes são os cultivos de soja/milho, solo exposto e pastagem, ocupando 43,08%, 18,79% e 16,14%, respectivamente, da bacia, sendo estas atividades predominantes por apresentar um relevo plano e suavemente ondulado, facilidade a inserção de maquinário.

Já a vegetação florestal representa apenas 8,41% da área estudada, sendo esta variável responsável em promover benefícios a dinâmica das bacias hidrográficas, pois influência na proteção dos corpos d'água por assegurar sustentação ao solo, acarretando a diminuição do assoreamento e, consequentemente, a diminuição do contato das águas superficiais com sedimentos contaminados; preserva a fauna e auxilia no abastecimento dos aquíferos, dentre outras vantagens, sendo esta considerada, aqui, a variável mais importante na promoção da manutenção e do equilíbrio da bacia e de seus mananciais hídricos.

Como observado na figura 3, a vegetação florestal concentra-se próximo aos mananciais e nas áreas úmidas. Constatou-se nos trabalhos de campo e por meio desta figura, as ocupações irregulares das planícies de inundações e das áreas úmidas, com a inserção de monoculturas (cultivo de arroz, soja e milho) e pastagem, promovendo danos e desequilíbrio ao meio por promover a retirada da vegetação florestal, componente essencial na manutenção e no equilíbrio da bacia, verificando em algumas áreas do curso do córrego Laranja Doce e seus afluentes a ausência das matas ciliares.

Segundo os estudos da empresa Groen (2016, p.134), no munícipio de Dourados, que representa 79,4% da bacia, a "produção de arroz condiciona-se às áreas recém desmatadas por empreiteiros, constituindo-se assim, em culturas pioneiras, com o objetivo de ressarcir os gastos de limpeza do terreno para posterior introdução de pastagens", sendo estas produções localizadas, em sua maioria, nas planícies, responsáveis pelo desmatamento das APPs. "A invasão das áreas de preservação da vegetação ripária por sistemas agrícolas é uma das

ISBN: 978-85-7282-778-2

principais causas da perda dos serviços ambientais prestados por este ecossistema". (SARCINELLI et al., 2008, p. 74).

Corroborando com a exposição de tal degradação, Soares Filho (2006, p.102) afirma que no ano de 1964 a área era coberta por 21% de vegetação natural, mas em 2001 ocorreu uma redução de 10%, e neste trabalho afirmou-se uma cobertura de apenas 8,41%, indicando o intenso desmatamento e a substituição dos sistemas naturais pelos agropecuários.

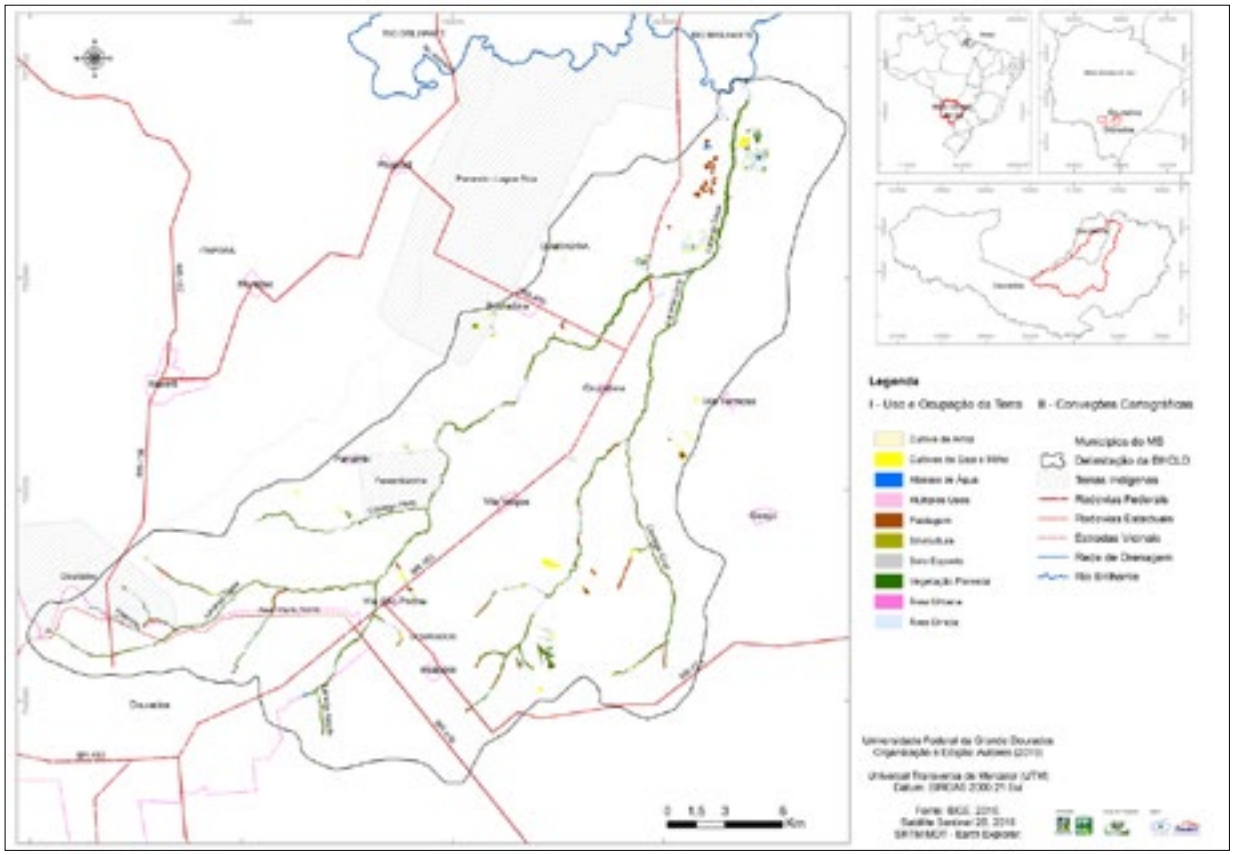


Figura 4: Avaliação das Áreas de Proteção Permanente das nascentes, margem dos córregos e áreas úmidas.

Após identificar as principais atividades presentes na BHCLD por meio do mapa de uso e ocupação das terras, sendo constatado ocupações irregulares e confirmando a hipótese das supressões da vegetação florestal frente ao desenvolvimento destas atividades, preocupou-

se em avaliar as áreas de APP das margens dos corpos d'água, nascentes e áreas umidas (Figura 4).

A tabela I, além de apresentar a proporção de cada variável identificada na classificação da imagem de satélite, expos, também, a dimensão da atividades que ocupam, irregularregularmente, as APP da BHCLD, constatando a inserção da pastagem, monoculturas e solo exposto, ocupando, 9,61%, 7,79% e 3,9%, respectivamente, das áreas que deveriam ser preservadas.

Ao analisar a figura 4, observou-se que a nascente do córrego Laranja Doce, principal manancial da bacia, apresentou parte dos 50 metros de APP, exigidas pelo Código Florestal, conservados, mas as nascentes de seus tributários, identificados no alto curso da bacia, foram suprimidas, substituídas pela área urbana, solos expostos, pastagem e cultivo de soja/ milho, expondo o manancial a possíveis impactos negativos, como a contaminação das águas superficiais devidos aos tipos de uso das terras. As nascentes do córrego Laranja Azeda apresentaram supressão total da vegetação nas APPs, com a presença da pastagem, monocultura de soja/milho e áreas umidas expostas. O entorno da nascente do Laranja Lima, principal afluente do córrego Laranja Doce, e seus tributários, foram constatados, também, ocupações irregulares.

No entorno das nascentes dos afluentes e subafluentes que desaguam no córrego Laranja Lima foram constatados apenas duas, das cinco nascentes, com vegetação mais preservada, mas não totalmente. As outras três nascentes, incluindo o córrego Cruz, principal tributário do córrego Laranja Lima, e seus afluentes foram completamente impactadas, com a inserção intensa da pecuária e monoculturas de soja/milho.

No que se refere as delimitações das APP nas margens dos manancis hidricos presentes na BHCLD, verificou-se o uso irregular e a total retirada da da vegetação ripária em alguns trechos. A APP do trecho do córrego Laranja Doce inserido na área urbana Dourados apontou poucas irregularidades em se tratando do uso, se mostrando preservada, com

ISBN: 978-85-7282-778-2

excessão de algumas trechos, que apresentaram retirada total da vegetação. Diante destas supressões, levantou-se a preocupação com a exposição dos mananciais frente as atividades urbanas, uma das principais variáveis na BHCLD que apresenta um alto potencial poluidor nas águas superficiais, sendo as matas ciliares responsáveis em minimizar esta deterioriação.

As margens do córrego Laranja Doce, ao longo da bacia hidrográfica, apresentaram APPs preservadas na maior parte de seu leito (Figura 5). No médio curso do córrego foram constatados as maiores degradações das APPs, havendo a ausencia de matas ciliares em alguns trechos. No baixo curso foram identificados a substituição parcial da vegetação florestal, principalmente por solo exposto e áreas umidas expostas em alguns trechos da APP, mas em sua foz a vegetação encontra-se bastante impactada.

Supressão da vegetação nas margens do Córrego Laranja Doce

Preservação da vegetação nas margens do Córrego Laranja Doce

Figura 5: Margem do Córrego Laranja Doce

Os afluentes do córrego Laranja Doce identificados no alto curso da bacia apresentaram características preocupantes, pois foram observados vários trechos com ausência de vegetação florestal e ocupações por pastagens, áreas úmidas desprovidas de vegetação e solos expostos. Os tributários identificados no inicio do médio curso também verificou-se a ausencia da vegetação e ocupações por monocultras e pastagens, mas com maior preservação das matas ciliares se comparado com os afluentes do alto curso. Ao

ISBN: 978-85-7282-778-2

observar as margens do curso do córrego Laranja Azeda, diante das análises da figura 4, verificou-se uma maior preservação, fazendo cumprir as exigencias da lesgilação.

No alto curso do Laranja Lima as margens foram ocupadas, em sua maioria, por pastagem, havendo uma maior preservação em seu médio curso, mas constatando a ausencia da vegetação em alguns trechos e ocupações irregulares. O córrego Cruz, principal afluente do córrego Laranja Lima, foi o segundo manancial com APPs mais preservadas na BHCLD em seu médio curso, mas observou-se uma substituição da vegetação por solo exposto e pastagem ao final do médio curso, além de seu principal tributário, localizado no médio curso, mostrar-se bem impactado, com a presença de vegetação apenas no final do médio curso e em sua foz.

As áreas umidas também devem ser preservadas e diante da importancia que as águas sub-superficiais apresentam para a dinâmica de uma bacia hidrográfica, ressalta-se a relevância da preservação e conservação das APPs no entorno destas áreas umidas, minimizando os impactos negativos decorrentes das ações antrópicas no nível freático.

A tabela I nos apresentou que as áreas umidas apresentaram 5,55% da BHCLD, e a figura 4 expos a ultilização predatória destas áreas, por serem ocupadas por atividades que necessitam da retirada da vegetação para serem instaladas, como a monocultra de soja/milho, e pastagem. Nota-se que não há a preservação das APPs no entorno das áreas umidas, identifando pouca vegetação florestal sobre estas áreas, destacando-se possíveis contaminações por agroquímicos nas águas sub-superficiais.

A partir das informações dispostas pela tabela I e pelas figuras 3 e 4, ressalta-se a preocupação com a qualidade ambiental da BHCLD, pois as Áreas de Proteção Permanentes propiciam benefícios a dinâmica de uma bacia, como preservação da flora, refúgio de animais silvestres, promove a manutenção da qualidade e quantidade das águas dos mananciais hídricos por diminuir o escoamento superficiais e, consequentemente, a inserção de sedimentos quem possam estar contaminados, além de favorecer o abastecimento dos lençóis freáticos.

ISBN: 978-85-7282-778-2

4. Considerações Finais

Em virtude do que foi apresentado, reforça-se a importância das APPs na manutenção e equilíbrio da dinâmica de uma bacia hidrográfica, tendo a Bacia Hidrográfica do Córrego Laraja Doce como área de estudo. Verificou-se que a BHCLD engloba dois municípios, isto é, Douradina e Dourados, sendo este último o 2° município mais populoso do Estado do Mato Grosso do Sul, tendo um trecho do córrego Laranja Doce percorrendo parte da área norte da cidade de Dourados. Sabe-se que as áreas urbanas trazem consequências danosas ao meio natural, mas, diante das informações dispostas pela figura 4, verificou-se que as APPs, na maior parte do trecho localizado na malha urbana, estão conservadas, mas apresentando, em algumas áreas, a supressão total da vegetação.

Na maioria das nascentes da BHCLD foram constatados a supressão total da vegetação em seu entorno, não fazendo cumprir as exigências da Lei 12.651/2012, sendo as APPs substituídas, principalmente, pelas pastagens, solos expostos, áreas úmidas expostas e cultura de soja/milho. Ao longo do curso d'água principal da BHCLD, constatou-se preservadas as APPs na maior parte das margens de seu leito, mas no médio curso da bacia identificou-se as maiores degradações, havendo a ausencia de matas ciliares em alguns trechos. Os afluentes do Laranja Doce, apresentaram ocupações irregulares, principalmente o alto e médio curso do Laranja Lima, principal tributário do Laranja Doce. Ao analisar a figura 4, observou-se que os subafluentes do córrego Laranja Doce são os mais degradados, com a predominancia da retirada total da vegetação ao longo das margens destes mananciais.

Neste contexto, notou-se que as áreas que deveriam ser preservadas, segundo a Lei 12.651/2012, apresentaram supressões e degradações da vegetação florestal devido ao uso predatórios dos recursos naturais no desenvolvimento socioeconomico. Estas áreas expressam importantes funções no equílíbrio e dinâmica das bacias hidrográficas, e destruindo estas áreas o indivíduo estará comprometendo este desenvolvimento. A partir das análises e dos resultados aquiridos neste trabalho, observa-se a necessidade em elaborar e implementar

ISBN: 978-85-7282-778-2

projetos e programas destinados a preservação e conservação das APPs na BHCLD por meio de medidas voltadas a recuperação das áreas de APPs, preocupando-se em inserir plantas nativas, promovendo uma melhor qualidade ambiental e, consequentemente, social; a restrição do acesso dos animais aos mananciais, áreas úmidas e áreas de APP's, evitando-se, assim, a degradação das matas ciliares e contaminação das águas pelo pisoteio, fezes e urina dos animais e projetos voltados à educação ambiental, principalmente aos produtores rurais.

5. Referências Bibliográficas

BRASIL. **Lei n° 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasília, 25 de maio de 2012; 191o da Independência e 124o da República. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil03/leis/L4771.htm. Acesso em: 05 jan. 2019.

CRÓSTA, A. P. **Processamento Digital de Imagens de Satélite.** Sistema de Apoio às Disciplinas. Universidade de São Paulo (USP), 1992, pp. 60-73.

ESRI 2011. **ArcGIS Desktop:** Release 10. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute.

FREIRE, C. C.; OMENA, S. P. F. **Princípios de Hidrologia Ambiental.** Universidade Federal de Alagoas/Universidade Federal de Santa Maria, 2005.

GOOGLE EARTH PRO. Disponível em: <https://www.google.com.br/earth/download/gep/agree.html> Acesso em: 05 jan. 2019

GROEN ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE LTDA. **Plano Municipal de Saneamento Básico Dourados - MS Diagnóstico Técnico-Participativo**. Dourados/MS, 2016, 480 p. Disponível em: <http://www.dourados.ms.gov.br/wp-content/uploads/2017/04/DiagnosticoTecnicoParticipativo.pdf> Acesso em: jan. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual de uso e ocupação da terra.** Manuais Técnicos em Geociências. Brasil número 7. 3° ed., Rio de Janeiro, 2013. 171 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Por cidades e Estados.** 2018. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/por-cidade-estado-estatisticas.html. Acesso: 05 jan. 2019

LEAL, A. C. **Gestão das Águas no Pontal do Paranapanema.** 2000, 300 f. Tese (Doutorado em Geociência) - Instituto de Geociências, UNICAMP, Campinas/SP, 2000.

PALARETTI, L. F. **Manejo de Bacias Hidrográficas.** Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária/ Universidade Estadual Paulista, s/d. pp.1 – 11.

SARCINELLI, O. *et al*. Custo de Adequação Ambiental das Áreas de Vegetação Ripária: estudo de caso na Microbacia do Córrego Oriçanguinha – **Revista Informações Econômicas**, SP, v.38, n.10, out. 2008. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/ftpiea/publicacoes/tec7-1008.pdf> Acesso em: 05 jan. 2019

SILVA, H. A. S. **Dinâmicas da Paisagem na Microbacia Hidrográfica do Rio Mojuí, Oeste do Estado do Pará.** 2013, 85 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu. Botucatu/SP, 2013.

SOARES FILHO, A. **Análise ambiental para a preservação da microbacia do Córrego Laranja Doce, Dourados – MS.** 2006. 128 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Aquidauana, 2006.

SPRING. **Integrating Remote Sensing and GIS by Object-Oriented Data Modelling**. Camara G, Souza RCM, Freitas UM, Garrido J Computers & Graphics, 20: (3) 395-403, May-Jun 1996.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY - USGS. **Earth Explorer.** Disponível em: http://earthexplorer.usgs.gov. Acesso em: 11 jan. 2019.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

VELOCIDADE DO FLUXO E CONCENTRAÇÃO DE SEDIMENTOS SUSPENSOS DO ALTO CURSO DO RIO CORUMBÁ, COCALZINHO DE GOIÁS (GO)

Yan de Mello Aleixo[(a)], Aline dos Santos Oliveira[(b)], Márcio Henrique de Campos Zancopé[(c)]

[(a) (b) (c)] Instituto de Estudos Socioambientais, Universidade Federal de Goiás. E-mail: [(a)] yanma.095@gmail.com; [(b)] aline.sanoli2@gmail.com; [(c)] zancope@ufg.br

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

Realizou-se a análise da velocidade de fluxo e concentração de sedimentos suspensos (Css) de uma seção transversal do alto curso do rio Corumbá, entorno do Distrito Federal, estado de Goiás. O objetivo é apresentar a distribuição das variáveis hidrológicas na faixa transversal estudada. Os parâmetros foram obtidos em campo, utilizando o micro molinete, para determinar a velocidade do fluxo, e garrafas de um litro, para aferir a Css. A velocidade média da seção transversal do canal foi de 0,81 $m \cdot s^{-1}$, apresentando suas menores velocidades nos extremos da margem direita e esquerda. As profundidades da lâmina de água que apresentaram maior velocidade estão localizadas próximas a superfície. A média da Css na seção transversal do canal foi de 7,7 $mg \cdot L^{-1}$, onde a maior concentração foi encontrada no centro da seção transversal.

Palavras chave: parâmetros hidrológicos; seção transversal; rio Corumbá.

Yan de Mello Aleixo, Aline dos Santos Oliveira, Márcio Henrique de Campos Zancopé

1. Introdução

O rio é um importante agente de transporte de materiais intemperizados (CHRISTOFOLETTI, 1980). O sistema fluvial carrega os sedimentos das nascentes aos exutórios, do interior do continente até o mar. A velocidade da corrente fluvial e a concentração de sedimentos suspensa (Css) são elementos-chave para compreender a transferência de sedimentos de uma área a outra.

A velocidade da corrente é resultante da transformação da energia potencial gravitacional de escoamento da água em energia cinética de fluxo hidráulico. A água pode se comportar de duas formas, em fluxo laminar ou em fluxo turbulento. O fluxo laminar ocorre em velocidades baixas, quando as camadas de água deslizam paralelamentes entre si. O fluxo

turbulento corresponde ao movimento difuso das camadas de água com velocidades irregulares (LELI, STEVAUX, NÓBREGA; 2010).

A Css corresponde o transporte de partículas finas (argila e silte) através do fluxo turbulento. Nesse transporte, os sedimentos não tocam o leito do rio, mantendo-se imersos no fluxo de canal. As matérias carregadas pelo rio movimentam-se na mesma velocidade do fluxo do canal (CHELLA, 2010).

Entretanto, a velocidade da corrente e a Css são processos hidrológicos que necessitam sua medição *in loco.* As informações são inferidas com a utilização de equipamentos de campo, que são caros e exigem pessoas habilitadas a manejarem. O objetivo desse trabalho é apresentar a distribuição da velocidade e da concentração de sedimentos suspensos para uma seção transversal do rio Corumbá, localizada na região goiana do Entorno do Distrito Federal.

2. Materiais e métodos

O rio Corumbá é um afluente goiano do rio Paranaíba, cuja bacia hidrográfica está inserida no contexto do rio Paraná. A seção transversal amostrada (15°49'32,50" S e 48°46'37,70" O) encontra-se a aproximadamente 23.240 metros da nascente. O contexto geológico da área é o grupo Canastra, Formação Chapada dos Pilões, cujas rochas são filitos do Mesoproterozóico (1,6 a 1 bilhão de anos) (MOREIRA, *et al,* 2008). A unidade geomorfológica inserida é o Planalto do alto Tocantins-Paranaíba, na região do Planalto central goiano, que está sobre dissecação estrutural (LATRUBESSE, CARVALHO; 2006).

A Css indica a quantidade de sedimentos transportados pelo canal fluvial por volume de água. A amostragem consistiu na coleta de um litro de água por imersão de uma garrafa em seis pontos distintos da seção transversal do rio. As amostras de água foram filtradas em bomba de sucção à vácuo no Laboratório de Geomorfologia, Pedologia e Geografia Física (LABOGEF) do Instituto de Estudos Sócio Ambientais (IESA) da Universidade Federal de Goiás (UFG) em membrana HA em éster de celulose, de 0,45 µm e 47 mm de diâmetro. Os

filtros foram pesados antes e após a filtração e secados em estufa. A Css, medida em $mg \cdot L^{-1}$, foi determinada pela equação: Css= (Pf – Pi)/V, na qual Pf é o peso final do filtro após filtração e secagem em miligrama; Pi é o peso inicial do filtro antes da filtração em miligrama; V é o volume de água filtrada em litros (CARVALHO, 2008).

A velocidade do fluxo foi determinada nas mesmas seis distâncias da margem que a amostragem de Css, por meio de micromolinete e contador de pulsos (Hidromec®) do Laboratório de Geomorfologia, Pedologia e Geografia Física (Labogef) do IESA-UFG.

A amostragem foi realizada em 12 de dezembro de 2018, período de início da estação chuvosa para a área de estudo. A estação climática na época de amostragem é chuvosa. Durante o momento de coleta, o tempo estava em condição de estabilidade meteorológica.

3. Resultados e discussões

A velocidade média da seção transveral amostrada do rio Corumbá foi de 0,81 $m \cdot s^{-1}$. A maior velocidade foi 1,30 $m \cdot s^{-1}$ para o ponto a 10 metros de distância da margem esquerda. A menor velocidade do fluxo foi de 0,23 $m \cdot s^{-1}$ a 16,5 metros de distância da margem esquerda. A diferença entre a maior e menor velocidade do fluxo foi de 1,07 $m \cdot s^{-1}$ e a diferença espacial foi de 6,5 metros (figura 1).

As maiores velocidades do fluxo foram registradas nas lâminas de água próximas à superfície. Seguindo essa regra, a maior velocidade da seção transversal (1,53 $m \cdot s^{-1}$) foi registrada a 10 metros de distância da margem esquerda do rio a 40 cm de profundidade da lâmina de água. As menores velocidades do fluxo estão próximas ao fundo do canal. O atrito entre a água e o leito do rio reduz a velocidade de escoamento da água (LELI, STEVAUX, NÓBREGA; 2010). Entretanto, a menor velocidade da seção transveral não foi registrada próxima ao fundo do rio, mas sim próximo à superfície do canal. No ponto a 16,5 metros de distância da margem esquerda, a menor velocidade (0,18 $m \cdot s^{-1}$) foi registrada a 80 cm de lâmina de água (figura 1).

A Css apresenta pouca variação dentro da seção transversal. A média foi de 7,7 mg·L^{-1}, valor considerado muito baixo segundo Maybeck, *et al* (2003). A maior Css (8,1 mg·L^{-1}) foi a 7,1 metros de distância da margem esquerda. Neste ponto, também foi marcada a menor lâmina de água do leito do rio, com 32 cm de profundidade de água. A menor Css (7,2 mg·L^{-1}) foi amostrada no mesmo local que teve a maior velocidade de fluxo, a 10 metros de distância da margem esquerda (figura 1). A diferença entre a maior e a menor Css da seção transveral foi de apenas 0,9 mg·L^{-1} e a diferença espacial entre elas foi de 2,9 metros de distância (figura 1)

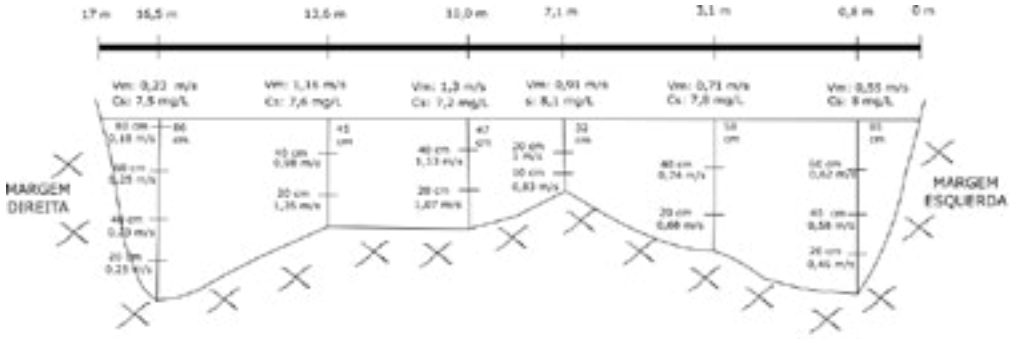


Figura 1 – Croqui do rio Corumbá.

4. Considerações finais

A distribuição das velocidades na seção transversal do canal do rio Corumbá tende a ter as menores velocidades nas margens do canal. O atrito da água com o substrato do leito explica a redução da velocidade do fluxo junto às margens (LELI, STEVAUX, NÓBREGA; 2010). A distribuição das velocidades na seção transversal estudada segue os modelos gerais de hidráulica fluvial. A maior velocidade do fluxo é relacionada às camadas superiores do perfil vertical da lâmina de água. A Css apresentou maior concentração no centro da seção transversal do canal.

Agradecimento

Agradecemos ao Prof. Dr. Guilherme Taitson Bueno, pela atividade de campo, e ao LABOGEF por disponibilizar os equipamentos para a amostragem em campo e análises de laboratório. Agradecemos a natureza, por nos proporcionar o rio Corumbá.

Rerefênciais bibliográficas

CARVALHO, N.O. **Hidrossedimentologia prática.** 2° ed. Rio de Janeiro: CPRM/ELETROBRAS, 2008. 600 p.

CHELLA, M.R.; FERNANDES, C.V.S.; FERMIANO, G.A.; FILL, H.D. Avaliação do transporte de sedimentos no rio Barigui. **RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos,** v. 10, nº 3, p. 105-111, 2010. DOI: 10.21168/rbrh.v10n3.p105-111.

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia fluvial. In: CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia.** 2° ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1980. p. 65 – 101.

LATRUBESSE, E. M.; CARVALHO, T.M. **Geomorfologia do Estado de Goias e Distrito Federal.** Goiânia, Goiás. Secretaria de Indústria e Comércio: Superintendência de Geologia e Mineração. 2006. 143 p.

LELI, I.T.; STEVAUX, J.C.; NÓBREGA, M.T. Produção e transporte da carga suspensa fluvial: teoria e método para rios de médio porte. **Boletim de Geografia**, v. 28, nº 1, p. 43-58, 2010. DOI: 10.4025/bolgeogr.v28i1.8472.

MAYBECK, M.; LAROCHE, L.; DÜRR, H.H.; SYVITSKI, J.P.M. Global variability of daily total suspend solids and their fluxes in rivers. **Global and Planetary Change,** v. 39. p. 65-93. 2003. DOI: 10.1016/S0921-8181(03)00018-3.

MOREIRA, M.L.O.; MORETON, L.C.; ARAÚJO, V.A.; LACERDA FILHO, J.V.; COSTA, H.F. **Geologia do Estado de Goiás e Distrito Federal.** Goiânia, Goiás. CPRM/SIC – FUNMINERAL. 2008. 143 p.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

VULNERABILIDADE DE CONTAMINAÇÃO DO LENÇOL FREÁTICO NA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO BEBEDOURO UBERABA-MG

Carlos Alberto Araujo Campos [(a)], Giulia Leme Dei Santi [(b)]

(a) Departamento de Geografia da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, carlos.campos@uftm.edu
(b) Graduanda em Geografia pela Universidade Federal do Triângulo Mineiro, giulia.deisanti@gmail.com

Eixo: Solos, paisagem e degradação.

Resumo

A contaminação dos recursos hídricos e o consumo das águas subterrâneas têm crescido nos últimos tempos, por ser uma fonte que na maioria das vezes não necessita de tratamento para o consumo humano. Assim, surgem ferramentas que auxiliam no processo de gestão desses recursos. O estudo sobre a vulnerabilidade de contaminação do lençol freático na sub-bacia hidrografia do Córrego Bebedouro em Uberaba – MG causada pela forte ocupação das áreas dos Cerrados em Minas Gerais vem causando mudanças no cenário deste bioma. A expansão urbana interligada a agricultura comercial provoca alterações irreversíveis em localidades do Cerrado. Este estudo teve como significância analisar e compreender por meio de mapeamentos potenciométricos à dinâmica interna e alterações em decorrência das atividades antrópicas nessa área. O comportamento natural da sub-bacia hidrográfica gera parâmetros comparativos, para entender as alterações que a ocupação pode levar, seja nos aspectos ao uso ou aos solos, contaminação dos solos e corpos hídricos superficiais.

Palavras chave: vulnerabilidade, bioma, sub-bacia, contaminação.

1. Introdução

O reconhecimento de áreas vulneráveis, nas quais a utilização do solo demonstre perigo de contaminação ao recurso hídrico subterrâneo, é imprescindível para a determinação de ações prioritárias que direcionem a sustentabilidade. No meio de alguns desses usos realça-se a atividade agrícola, cuja inserção de fertilizantes, pesticidas, nutrientes e agrotóxicos pode prejudicar sua qualidade.

A expressão contaminação de aquíferos é constatada por Hirata e Fernandes (2008) como sendo a degradação das águas subterrâneas, ocasionada pela perda de

qualidade da água potável, isto é, quando esta apresenta níveis de concentração de substâncias nocivas superiores aos padrões de qualidade estabelecidos pela Organização Mundial da Saúde (OMS).

A verificação da contaminação de aquíferos perpassa pelo estudo de vulnerabilidade destas unidades geológicas acumuladoras e condutoras de água. Neste contexto, Aller et al. (1987) e Foster e Hirata (1993), estabelecem vulnerabilidade como a susceptibilidade de um aquífero, determinada apenas por suas características distintas, de ser afetado por uma carga contaminante de origem antrópica. Assim, uma maior vulnerabilidade coincidirá à maior facilidade de acesso hidráulico do contaminante à zona saturada, o que depende das características do aquífero.

Ponderando que os aquíferos, em função de suas características naturais, podem apresentar diferentes níveis de sensibilidade à inserção de cargas contaminantes, o objetivo geral estabelecido foi o de estudar a vulnerabilidade de contaminação do lençol freático na sub-bacia hidrográfica do Córrego Bebedouro, Uberaba - MG.

2. Materiais e Métodos

2.1 Mapa potenciométrico

Na elaboração do mapa potenciométrico simplificado foi utilizada as imagens de radar da missão SRTM ("Shuttle Radar Topography Mission") obtidas da área da bacia hidrográfica de Santa Gertrudes. Posteriormente foram inseridas no banco de dados com ajuste de datum, submetidas a geração do mosaico "raster to new mosaic" e correção dos valores anômalos para os dados altimétricos inconsistentes "fill". Uma máscara foi criada para recorte de todas as drenagens da área da bacia e entorno, seguido da conversão da drenagem em semiologia de ponto, conservando assim, os valores altimétricos de afloramento da água. De posse a malha de pontos georreferenciadas aplicou ao tratamento geoestatístico de "Krigagem" com o intuito de criar uma superfície teórica do freático livre.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Para se chegar ao mapa potenciométrico simplificado final aplicou em SIG a ferramenta "map álgebra" para subtrair dos valores altimétricos de superfície real dos valores altimétricos da superfície teórica do freático livre. No novo plano de informação gerado, os valores obtidos em metros representa a profundidade relativa do freático livre em relação à superfície terrestre.

2.2 Susceptibilidade/vulnerabilidade de contaminação do freático livre

Tabela I. Mapas temáticos e mapas de análise de multicritério ponderada

Mapa (análise multicritéio)	**Mapa fisiográfico/temático**
Mapa de Susceptibilidade Natural de Contaminação do Freático Livre	Mapa de Classe Textural
	Mapa de Infiltração
	Mapa potenciométrico

De acordo com cada mapa temático será possível definir o grau de influência relativa em porcentagem, atribuindo-se ainda, um peso para cada classe mapeada. Os valores atribuídos variaram em uma escala de 1 a 4 e representam critérios qualitativos que também variam de baixo a elevado, conforme Tabela II.

Tabela II. Critérios qualitativos para definição de pesos.

Peso	**Critério**
1	Baixo
2	Médio
3	Alto
4	Elevado

Para a aplicação da ferramenta de análise multicritério foi necessária converter os mapas temáticos do tipo vetor em mapas temáticos do tipo "raster". Todos os mapas foram submetidos ao processamento de reclassificação dos valores de "pixels". O cruzamento dos mapas temáticos citados na Tabela I com o intuito de confeccionar o mapa de potencialidade

ISBN: 978-85-7282-778-2

ambiental receberá os seguintes pesos de influência e grau de influência, conforme as Tabelas III e IV.

Tabela III. Grau de influência e peso de classes para os mapas temáticos na elaboração do mapa de susceptibilidade natural de contaminação do freático livre.

Mapas temáticos	**Influência %**	**Classes**	**Peso**
Mapa de Classe Textural	33,33	< 58 Baixa	1
		58 – 62 Média	2
		62 – 66 Alta	3
		> 66 Muito Alta	4
Mapa de Velocidade de Infiltração	33,33	13,00 cm/h (cana) – alta	2
		10,87 cm/h (pastagem) – alta	1
		26,50 cm/h (florestais) – alta	4
Mapa potenciométrico	33,33	<5 m	4
		5-16 m	2
		16-29 m	1
		29-48 m	1
		>48 m	1

ISBN: 978-85-7282-778-2

Tabela IV. Grau de influência e peso de classes para o mapa de fragilidades ambiental

Mapas temáticos	Influência %	Classes	Peso
Mapa de Susceptibilidade Natural de Contaminação do Freático Livre	30	Baixa susceptibilidade	1
		Média susceptibilidade	2
		Alta susceptibilidade	3
		Elevada susceptibilidade	4
Mapa de Uso do Solo	40	Agricultura	3
		Pastagem	2
		Fragmentos Florestais	1

3. Resultados e Discussões

Este trabalho teve como principal objetivo analisar a sub-bacia hidrográfica do Córrego Bebedouro, localizado na cidade de Uberaba – MG e compreender a susceptlidade de contaminação do lençol freático presente nessa bacia. Localizada na região do Triangulo Mineiro, entre os municípios de Uberaba e Verissimo, a sub-bacia estudada possui uma área total de 7.161,03 hectares, divididos entre agricultura, pastagens e fragmentos florestais.

Sendo definida a partir das características pedológicas, botânicas, climáticas, fitogeográficas e hidrológicas, esta área de estudo esta localizada no domínio morfoclimatico do Cerrado, que representa o segundo maior domínio por extensão territorial. Segundo estudos de Aziz Ab' Saber, as características que predominam nessa localidade são a presença de árvores tortuosas e de aspecto seco, pois há uma deficiência no solo em nutrientes, tendo uma vegetação rasteira. Em relação a este solo, possui facilidade a ocorrência de erosões, ocasionadas pelas degradações ambientais descontroladas, suscetíveis a remoção da vegetação nativa e devido às estações chuvosas. Formado pelos latossolos e areais podzólicos e quartzosas, sendo necessária sua correção para transformar as terras viáveis a agricultura.

ISBN: 978-85-7282-778-2

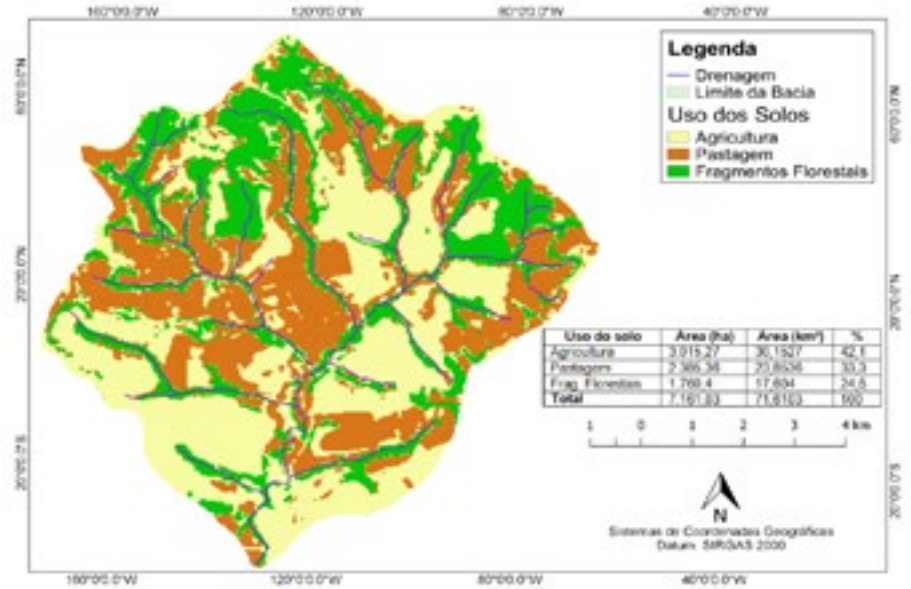
Segundo analises nesses principalmente no local de estudo ocorre pouca conservação e preservação das matas nativas, tornando-as áreas degradadas devido à presença da ação antrópica. De acordo com o estudo de CRUZ (2003) foi realizado uma analise de mapas de uso do solo entre os anos de 1964 até 1998, e pode-se concluir uma grande mudança na paisagem, cerca de 40% da vegetação nativa foi substituída por pastagens e agricultura, principalmente na década de 60, quando o Brasil passava por mudanças tecnicistas. Quando ações antrópicas retiram a cobertura vegetal original se inicia o desenvolvimento dos processos de degradação dessas terras, entretanto quando há implantação de agricultura essa deteorização pode se intensificar devido a mecanização pesada utilizada nessas terras, que acabam destruindo a estrutura natural do solo, ocasionando a compactação e gerando uma camada impermeabilizante.

Todos esses processos de modernização das atividades econômicas, principalmente agrícolas, irão ao mesmo tempo homogeneizar e fragmentar o espaço dependendo dos interesses de reprodução do capital, e consequentemente sem o devido cuidado na sua preparação causam a interferência no equilíbrio da biodiversidade e na disponibilidade de água infiltrada. Independentemente de qualquer que seja o tipo de uso do solo ou o grau de sua utilização em uma bacia hidrográfica ira interferir no ciclo hidrológico desse sistema (CRUZ, 2003). Quando iniciado o processo da impermeabilidade causada pela utilização de maquinários, ocorrerá como mencionado antes à interferência no ciclo hidrológico, pois o transporte de sedimentos se da pelo controle de fatores como a estrutura geológica, a distribuição de precipitações, sua cobertura vegetal e as condições topográficas, e assim as atividades humanas podem diminuir ou aumentar a quantidade de água escoada superficialmente, influenciando o regime fluvial (CHRITOFOLETTI, 1981). A infiltração das águas das chuvas diminuirá, devido à camada impermeabilizante, prejudicando o abastecimento do lençol freático, entretanto pequenas porcentagens de água acabam permeabilizando e em decorrência da intensa utilização de agrotóxicos pelas grandes culturas para a correção desse solo de textura arenosa e media no Cerrado culminam na infiltração

dessas partículas com as gotículas de água e contaminam o lençol, sendo necessária então uma avaliação de critérios, para se tornarem mais rigorosos a utilização dos agrotóxicos, bem como a identificação de áreas com vulnerabilidade de contaminação.

Todo esse processo ocorre devido à interferência do fator antrópico no ecossistema, pois suas ações acabam por aumentar a velocidade dos processos de modificação da paisagem, ganhando uma magnitude avassaladora e muitas vezes incontrolável. Segundo estudo realizado por Campos em 2017 foi possível identificar na totalidade da bacia hidrográfica principal onde está localizada a sub-bacia do estudo, uma área que até então era utilizada por pastagens vem sendo substituído por cultura da cana-de-açúcar, o que tem levado a redução do potencial natural da bacia. Para demonstrar os tipos de uso do solo nessa sub-bacia foi criado um mapa que indica quais são seus usos e suas porcentagens, representado pela Figura 1.

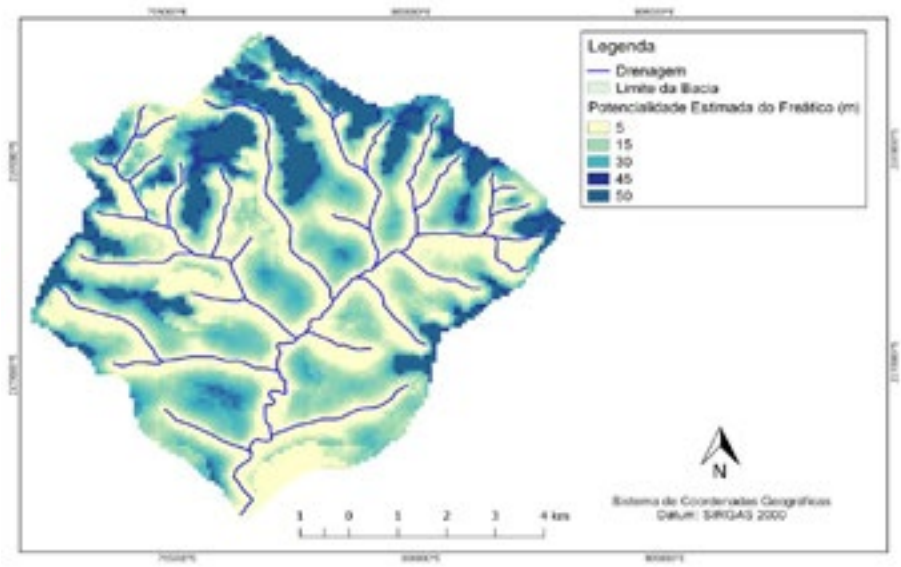
Figura 1 - Mapa de uso dos solos na bacia hidrográfica do ribeirão Santa Gertrudes



Para determinar a vulnerabilidade de contaminação de uma sub-bacia hidrográfica é necessário que se saiba a profundidade do lençol freático, sendo esta uma informação de suma

importância. Desta maneira o mapa potenciométrico gera um bom parâmetro de referencia para a profundidade do freático em relação a uma superfície hipotética. Para se chegar ao mapa potenciométrico, foi utilizado o SIG – Sistema de Informação Geográfica, que se baseia na coleta, recuperação, analise, armazenamento e tratamento de dados temporais, não espaciais e espaciais, auxiliando as atividades de gerenciamento, operação, analise, manutenção e planejamento e sustentando tomadas de decisões, sendo capaz de analisar de forma pratica e precisa os impactos sobre os recursos naturais, utilizando grandes volumes de informações de forma confiável e objetiva. Tendo como resultado a Figura 2.

Figura 2 - Mapa potenciométrico da sub-bacia hidrográfica do Córrego Bebedouro.



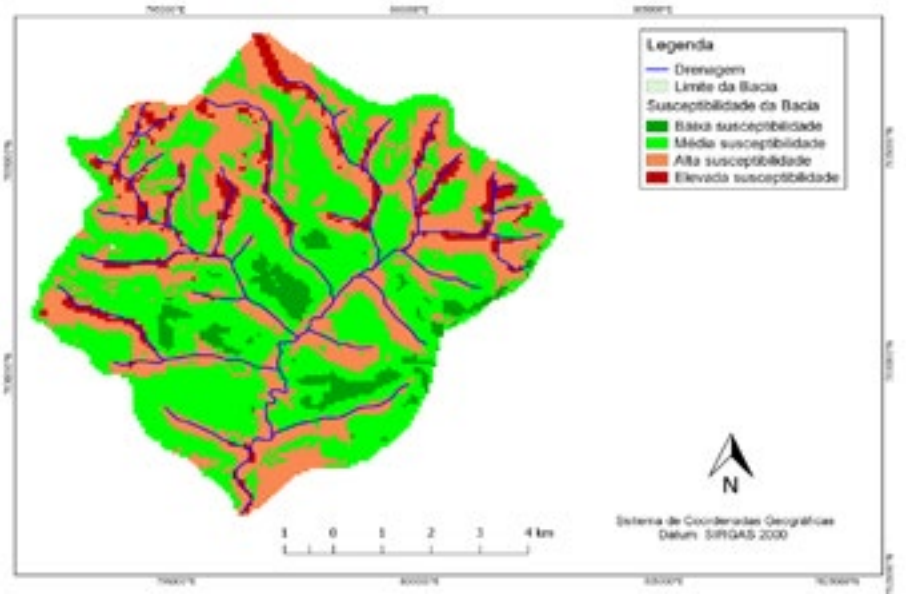
O mapa potenciométrico pode ser somado com a textura média dos solos, as taxas de infiltração analisadas e o uso dos solos a obter uma estimativa do grau de vulnerabilidade do freático. Os dados obtidos pelos testes de infiltração nas áreas de pastagens, cana-de-açúcar e mata, foram usados como referência para a velocidade de infiltração de água nos solos, sob esses usos. Segundo Foster (1993) o conceito de vulnerabilidade aplicado a aquíferos, particularmente para suas áreas de recarga direta, é naturalmente de alta fragilidade, e fundamenta-se em dois aspectos básicos: a) inacessibilidade hidráulica da penetração de

ISBN: 978-85-7282-778-2

contaminantes e b) capacidade de atenuação dos estratos ou pacote de rochas acima da zona saturada, uma vez que tais condições se tornam favoráveis à movimentação do produto contaminante ou poluidor até o aquífero, diz-se que o ambiente é de alta vulnerabilidade natural, o que, em outras palavras, pode ser entendido como uma área de alta fragilidade natural.

Os resultados conquistados sobre os testes de infiltração por usos dos solos foram importantes para a classificação da velocidade de infiltração da área de estudo. Esses dados adicionados as informações de textura dos solos, auxiliaram a elaboração do mapa de vulnerabilidade de contaminação do freático. O resultado deste cruzamento de dados pode ser observado na Figura 3.

Figura 3 - Mapa de susceptibilidade/vulnerabilidade de contaminação do lençol freático na sub-bacia hidrográfica do Córrego Bebedouro.



Como analise, é possivel observar que as areas de alta e elevada susceptibilidade de contaminação são observadas nas margens dos afluentes da sub-bacia hidrográfica, onde nestes locais segundo o mapa potenciométrico nos indica a potencialidade estimada do freático no valor de aproximadamente cinco metros, portanto é imensuravel a necessidade de

ISBN: 978-85-7282-778-2

cuidados especificos que devem ser utilizados ao se manusear agroquimicos e devido as caracteristicas dos solos presentes no Cerrado considera-se ainda o uso da fertirrigação como a vinhaça, que é possivel apresentar um alto poder contaminante, para que dessa forma se evite a contaminação e maiores danos ao meio ambiente.

Segundo Ludovice (1996) os solos que possuem alto teor de argila propendem a diminuir a demanda química de oxigênio produzida pela vinhaça, o que pode reduzir os impactos da vinhaça sobre as águas que percolam nos solos. Desta maneira, as características dos solos como o posicionamento topográfico, o tipo e capacidade de infiltração devem ser cogitadas para indicar a vulnerabilidade natural das terras a este tipo de poluente, bem como para fins de avaliação do potencial poluidor da vinhaça nos solos e águas, para tudo isso os agricultores necessitam saber de informações sobre o tipo de solo presente para que tome decisões sobre o uso do solo e seu manejo. Diante de informações sobre as limitações de solo, clima e relevo, o agricultor terá melhores condições de analisar as possibilidades de desenvolvimento das diversas culturas passíveis de serem implantadas em sua propriedade e sobre quais agroquímicos serão possivelmente utilizados, caso necessário. Para que a locais sobre os lençóis freáticos com potencialidade de contaminação não sejam afetados pelo uso indevido e incorreto de agrotóxicos.

4. Considerações finais

Com a ascensão das atividades agricolas comerciais em diversas areas do nosso território, principalmente na região do dominio morfoclimatico do Cerrado, se faz necessário os devidos estudos dos solos, e de suas caracteristicas para que o seu uso seja feito de maneira correta, e não prejudicial as nascentes e bacias hidrograficas presentes nessas areas. Pois são esses recursos hidricos que abastecem as zonas urbanas e rurais, tornando-nos completamente dependentes desses recursos.

Entretanto o uso dos solos juntamente com as suas características texturais se associam à profundidade do lençol freático onde esta sub-bacia esta localizada, e podem gerar

condições possivelmente favoráveis a contaminações da agua do freático livre, em função do processo de infiltração que ocorre, por exemplo, com a água da chuva.

Devido a isso se faz de extrema importância à necessidade de maiores estudos a respeito das nossas bacias hidrográficas, pois ira promover um maior entendimento da dinâmica ambiental nos espaços que já foram alterados pelas ações antrópicas, e possibilitará preservar áreas que podem ser protegidas pelas APAs, desta forma nascentes e margens de rios poderão ser utilizadas por atividades econômicas e pela ocupação humana.

5. Referências Bibliográficas

AB'SABER, A. N. **Domínios morfoclimáticos e províncias fitogeográficas do Brasil**. São Paulo: IGEOG-USP, mar. 1967. p. 45-48 (Orientação, 3).

ALLER, L.; Lehr, J. H.; Petty, R. **DRASTIC: a standardized system for evaluating groundwater pollution potencial using hydrogeologic setting.** United States: EPA, 1987.

CAMPOS, C. A. A. **Os compartimentos da paisagem e a elaboração de uma matriz para o planejamento ambiental em uma bacia hidrográfica com uso intensivo da agricultura: bacia do ribeirão Santa Gertrudes, Veríssimo-MG.** 2017. 130 f. Tese (Doutorado) Agronomia (Ciência do Solo), Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2017.

CANDIDO, H. G. **Degradação ambiental da bacia hidrográfica do Rio Uberaba-MG.** 2008. 107 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e

Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, 2008.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgard Blücher, 1999. p. 35-50.

CRUZ, L. B. S. **Diagnóstico ambiental da bacia hidrográfica do Rio Uberaba - MG**. 2003. 182 f. Tese (Doutorado em Água e Solo) – Facul

FOSTER, S. **Determinação do risco de contaminação das águas subterrâneas**: um método baseado em dados existentes. São Paulo: Instituto Geológico, 1993. 92 p. (Boletim, 10).

HIRATA, F.; FERNANDES, A. J. Vulnerabilidade à poluição de aquíferos. In: Feitosa, F. A. C (org.) **Hidrogeologia: conceitos e aplicações.** 3. ed. Rio de Janeiro: CPRM: LABHID, 2008. 812p.

VALLE JUNIOR, R. F. do. **Diagnóstico de áreas de risco de erosão e conflito de uso dos solos na bacia do rio Uberaba**. 2008. 222 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, 2008.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Vulnerabilidade dos aquíferos na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Santa Rosa

Ana Paula Matos e Silva [(a)], Natalia Barbosa Mateus[(b)]

[(a)]) Universidade Federal de Goiás – UFG, Instituto de Estudos Socioambientais – IESA, Caixa Postal 131 – 74001-970 – Goiânia – GO, Brasil, annapaulamatos@hotmail.com,
[(b)]) Universidade Federal de Goiás – UFG, Instituto de Estudos Socioambientais – IESA, Caixa Postal 131 – 74001-970 – Goiânia – GO, Brasil nataliabarbosamateus@hotmail.com

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

Os métodos para análise da vulnerabilidade à contaminação natural GOD (Ground water hydraulic confinement; Overlaying strata; Depth to groundwater table) auxiliam na gestão dos recursos hídricos subterrâneos, uma vez que são capazes de identificar as regiões que apresentam maior risco a qualidade d' água através de características naturais dos aquíferos. Os resultados mostraram que na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Santa Rosa a vulnerabilidade à contaminação dos aquíferos varia de desprezível à alta nos sistemas profundos.

Ana Paula Matos e Silva, Natalia Barbosa Mateus

Palavras chave: Vulnerabilidade à contaminação; método GOD; método POSH; qualidade das águas subterrâneas.

1. Introdução

A história da humanidade com a água subterrânea vem se estendendo desde muito tempo, onde a ocupação de zonas áridas obrigava-a a buscá-la em poços profundos. Com o desenvolvimento das civilizações, a dependência dos reservatórios subterrâneos só aumentou principalmente devido as atividades industriais que necessitam muito de recursos hídricos.

A ocupação inadequada do solo, o abuso do uso da água e as leis incoerentes ou não aplicadas corretamente, colocam em risco a virtude das águas subterrâneas naturais. Dessa

forma algumas técnicas para estudo da vulnerabilidade e perigo à contaminação de aquíferos foram desenvolvidas, permitindo representar através de mapas regiões mais susceptíveis à contaminação.

A vulnerabilidade das águas subterrâneas está relacionada com a capacidade hidrodinâmica e litológicas da zona não saturada, de evitar impactos naturais ou antrópicos às águas.

> "[...]determinadas áreas são mais susceptíveis a contaminação do que outras, tomando em conta o grau de eficácia dos processos de atenuação natural, que variam por vezes drasticamente de um local para outro e a constituição litológica das formações onde ocorre ou poderá vir a ocorrer um fenômeno de poluição. " (BORBA et al, 2014)

Diante disso compreender a dinâmica da hidrogeologia é fundamental para que a relação homem/natureza seja estabelecida de maneira mais sensata, evitando que ações antrópicas assumam a responsabilidade ao comprometimento da qualidade das águas subterrâneas. Este trabalho tem como objetivo utilizar os métodos GOD (Ground water hydraulic confinement; Overlaying strata; Depth to groundwater table) no estudo da vulnerabilidade do aquífero profundo da região Hidrográfica do Ribeirão Santa Rosa, município de São Luís de Montes Belos-GO.

2.Metodologia

O Método GOD (HIRATA et al, 2002) avalia a vulnerabilidade natural do aquífero utilizando três parâmetros: o tipo de aquífero (G), a litologia e o grau de confinação das camadas confinantes (O) e a profundidade da água no aquífero (D). Um valor que varia de 0 a 1 é atribuído aos parâmetros, e o índice de vulnerabilidade é obtido através do produto desses valores. Desta forma, os dados geográficos (aquíferos e litologia) e as profundidades dos poços profundos utilizados foram coletados no Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG).

2.1 Atribuição de valores de vulnerabilidade

A Bacia Hidrográfica do Ribeirão Santa Rosa de área 351,146 km² localizada na região central do Município de São Luís de Montes Belos,, não abrange o perimetro urbano, apenas três povoados: Brasilândia, Rosalândia e Planura Verde (sendo este já efetivado como Setor de São Luis).

Os reservatórios subterrâneos naturais presentes na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Santa Rosa são: Sistema Aquífero Araxá (SAAX); Sistema Aquífero Complexos Acamadados (SACA) e Sistema Aquífero Cristalino Sudeste (SACSE). Os aquíferos profundos devido a sua composição litológica são caracterizados pela presença de fraturas (figura 1).

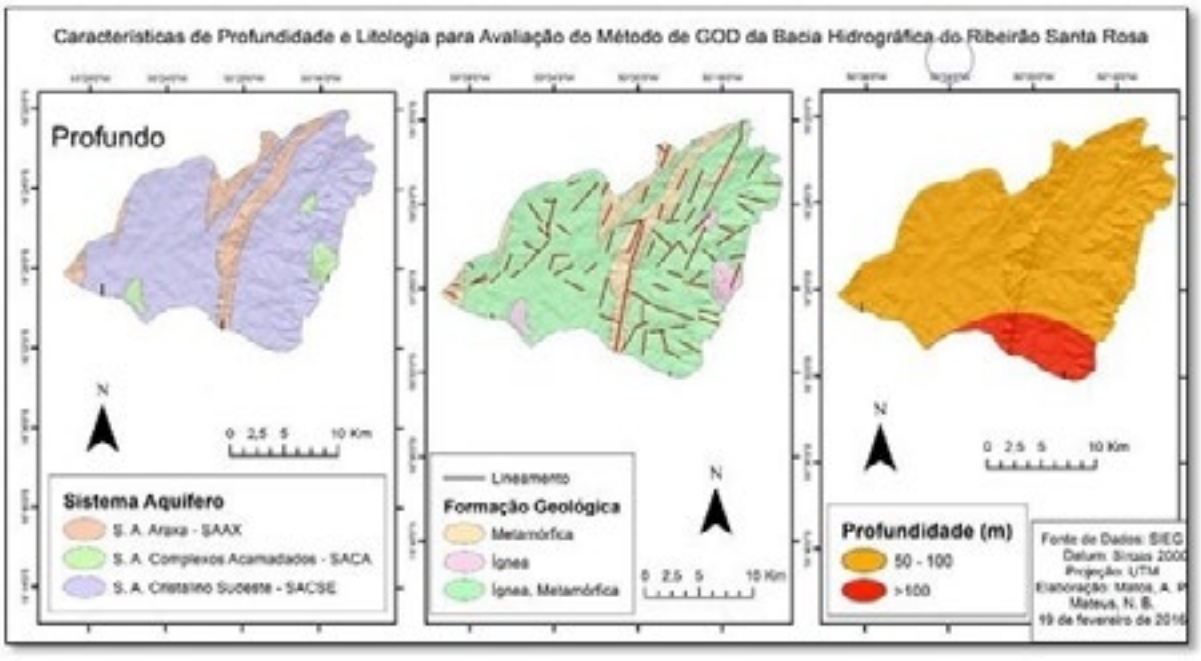


Figura 1: Mapas do sistema aquífero profundo, litologia e profindidade dos aquíferos da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Santa Rosa

O Sistema Aquífero Araxá (SAAX) é associado Às Sequências Vulcano-Sedimentares e possui predominância de micaxistos. Apesar da baixa vazão que este sistema possui devido a baixa porosidade, em algumas regiões onde há fraturas abertas, ela pode triplicar de valor. De acordo com ALMEIDA et al (2006), a média das vazões apresenta um valor de 3,5m³/h,

mas em algumas regiões como citado anteriormente, pode-se obter um valor maior que 80m³/h. As ocorrências de fraturas interligadas que propiciam uma maior infiltração, dessa forma foi-se atribuído o valor de 1 para o sistema aquífero Araxá devido também a classificação de livre.

Já o Sistema Aquífero Complexos Acamadados (SACA), de acordo com ALMEIDA et al (2006), é um sistema pouco conhecido e caracterizado pela alta taxa de precipitação, o que está relacionado a ocorrência de solos com espessuras moderadas, favorecendo um potencial considerável para este sistema fraturado. O SACA é representado por aquíferos livres ou confinados do tipo fraturado clássico, por se tratar de rochas pouco solúveis não se espera maiores problemas, contudo podem haver alterações nos teores de enxofre. Possui vazão média de 5,7 m³/h. (ALMEIDA et al, 2006). Foi-se atribuído o valor de 0,4 para a vulnerabilidade observando-se a susceptibilidade à contaminação de aquífero confinado fraturado.

E o Sistema Aquífero Cristalino Sudeste (SACSE) que possui rochas associadas ao Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu, granitos e gnaisses. Conforme ALMEIDA (2006) este sistema possui vazão média de 6 m³/h, e nos sistemas granulíticos devido ao controle da tectônica de alívio, as fraturas presentes neste aquífero não são suficientemente densas. Devido a esse sistema aquífero ser caracterizado pela presença de rochas ígneas e possuir fraturas pouco densas, foi-se atribuído o valor de 0,2 de vulnerabilidade à contaminação.

Através da presença de lineamentos pode-se inferir valores para a susceptibilidade à contaminação dos três sistemas aquíferos, estando as fraturas de maior densidade e representando maior vulnerabilidade localizadas no Sistema Aquífero Araxá. Foram-se atribuídos valores que variam de 0,8 para lineamentos menor que 2.500 m, 0,7 para valores de intevalo 2.500 a 5.000 m e 0,9 para maior que 5.000 m.

Considerando os parâmetros para rochas ígneas e metamórficas apresentam características semelhantes em termos de litologia, atribuindo-se o valor de 0,8, e com

profundidade dos aquíferos variando entre 50 e 100m determinou-se o valor 0,5 de vulnerabilidade e para maior que 100 m o valor de 0,4.

2. Resultados e Discussões

Os resultados apresentaram variabilidade de vulnerabilidade de muito baixa a alta, sendo a 'alta' concentrada em uma faixa vertical no centro da bacia, onde localiza a serra. Dos aquíferos profundos o fator diferencial para definir o grau de vulnerabilidade constou-se nos lineamentos e nos diferentes tipos de sistemas presentes. Não atingindo uma vulnerabilidade muito alta também por conta da litologia.

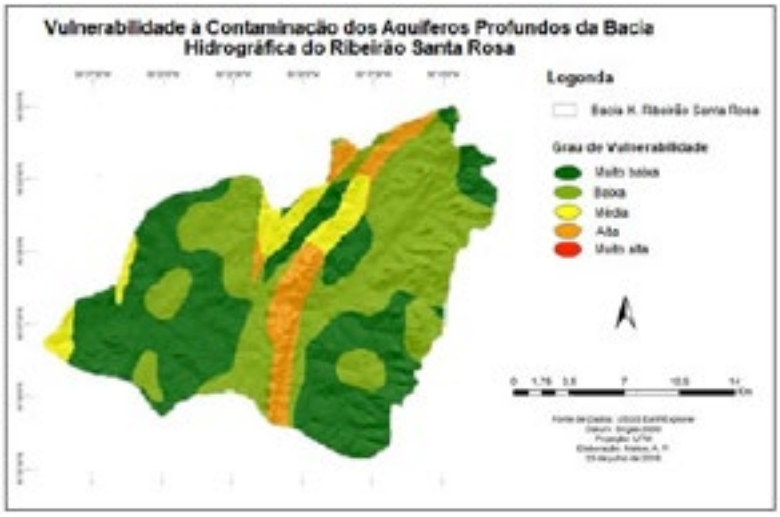


Figura 2: Mapa de vulnerabilidade à contaminação dos aquíferos profundos da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Santa Rosa.

A partir destas informações é possível analisar como está sendo ocupadas as áreas de alto grau de vulnerabilidade, restringindo à usos de baixo potencial contaminante.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DE BORBA, Willian Fernando et al. Vulnerabilidade do aquífero à contaminação no município de Seberi/RS. Revista de Monografias Ambientais, v. 13, n. 1, p. 2960-2966, 2014.

MONTERO, Rafael Carrion. Vulnerabilidade e perigo de contaminação dos aquíferos nas sub-bacias do Alto Aguapeí e Alto Peixe-SP. 2012.

FOSTER, Sthepen; HIRATA, Ricardo. Proteção da Qualidade da Água Subterrânea. São Paulo - SP. EDIÇÃO BRASILEIRA: SERVMAR – SERVIÇOS TÉCNICOS AMBIENTAIS LTDA, 2006

CUTRIM, Alterêdo Oliveira; CAMPOS, José Eloi Guimarães. Avaliação da vulnerabilidade e perigo à contaminação do Aqüífero Furnas na Cidade De Rondonópolis (MT) com aplicação dos métodos GOD e POSH. Geociências (São Paulo), v. 29, n. 3, p. 401-411, 2010.

LÖBLER, Carlos Alberto; DA SILVA, José Luiz Silvério. Vulnerabilidade à contaminação das águas subterrâneas do município de Nova Palma, Rio Grande do Sul, Brasil/Contamination vulnerability of groundwater in the municipality of Nova Palma, Rio Grande do Sul, Brazil. Revista Ambiente & Água, v. 10, n. 1, p. 141, 2015.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

VARIAÇÕES DIURNAS E SAZONAIS DA TEMPERATURA DAS ÁGUAS DOS RIOS DA BACIA DO RIO SÃO VICENTE NO PARQUE ESTADUAL DE TERRA RONCA (PETeR) - GO

Guilherme Marques de Lima [(a)], Yan de Mello Aleixo [(b)], Márcio Henrique de Campos Zancopé [(c)]

[(a)] Geógrafo (autônomo), Email: guilhermelhp.lima@gmail.com
[(b)] Laboratório de Geomorfologia, Pedologia e Geografia Física/Instituto de Estudos Sócioambientais/Universidade Federal de Goiás, Email: yanma.095@gmail.com
[(c)] Laboratório de Geomorfologia, Pedologia e Geografia Física/Instituto de Estudos Sócioambientais/Universidade Federal de Goiás, Email: zancope@ufg.br

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

O Parque Estadual de Terra Ronca (PETeR), localizado no nordeste de Goiás, apresenta a sazonalidade climática típica da Região Centro-Oeste do Brasil. Esta sazonalidade influencia a dinâmica hidrológica e as características dos corpos hídricos. Com isso, o objetivo é apresentar as variações da temperatura das águas dos rios da bacia hidrográfica do Rio São Vicente, no interior do PETeR, em função das variações sazonais e diurnas. Os dados foram obtidos in loco com medidor de parâmetros físico-químicos nas seções transversais dos rios, durante as estações chuvosas e de estiagem, dos anos de 2017 e 2018. Constatou-se que as temperaturas maiores ocorreram após o meio dia solar e durante a estiagem. Tal comportamento ocorreu devido às mudanças sazonais e diurnas, ocasionas pela variação da inclinação do ângulo do Sol, do horário da amostragem, do albedo da superfície da água, da nebulosidade e umidade do ar e também pela turbidez das águas.

Palavras chave: Físico-química da água, canal fluvial, interação clima e hidrografia.

1. Introdução

A temperatura é um dos fatores mais expressivos a ser determinado na análise das águas superficiais, refletindo a intensidade de calor e de radiação solar absorvida pela água (RAMALHO, 1977; MATIC *et al.,* 2013). Este parâmetro físico afeta a velocidade e as taxas das reações físicas, químicas e biológicas em corpos d'água, a transferência e a solubilidade

de gases e íons, a viscosidade, densidade e a tensão superficial da água, o ciclo de vida dos organismos, bem como a composição química das águas superficiais e a concentração de outras variáveis (KATTAN & PROBST, 1986; VON SPERLING, 1996; SPERLING, 2005; TUNDISI e TUNDISI, 2008).

A variação dos valores da temperatura da água dos cursos fluviais pode ser ocasionada por fontes naturais ou antropogênicas, como a variação da incidência de energia solar e o despejo de esgoto doméstico e industrial nas águas, respectivamente (STRAHLER e STRAHLER, 1996; BRASIL, 2014). A incidência de radiação solar apresenta variações espaciais e temporais devido a mudanças sazonais e diárias (STRAHLER e STRAHLER, 1996). A sazonalidade e posição diurna do Sol podem ocasionar mudanças na quantidade e no comportamento da radiação, refletindo, portanto, na temperatura das águas (PERCEBON, BITTENCOURT e ROSA FILHO, 2005).

O regime térmico de corpos d'água situados no continente depende do regime de energia radiante disponível e da propagação de calor na água (ESTEVES, 1988). Portanto, alterações temporais de fatores climáticos e astronômicos ocasionados pelas mudanças dos regimes sazonais e diurnos, como a alternância das estações do ano, a variação do regime de cobertura de nuvens (PENMAN, 1948; IQBAL, 1983) e de umidade relativa do ar, o tempo de duração dos dias (KENDALL *et al.,* 1974), a variação do ângulo de elevação do Sol e de seus raios emitidos (KIRK, 1983), bem como a distância da Terra em relação ao Sol (CHRISTOPHERSON, 2012), podem interferir nos valores de temperatura das águas.

Sendo assim, o presente trabalho tem como objetivo identificar e analisar a variação dos valores de temperatura das águas dos rios da bacia hidrográfica do curso superior do Rio São Vicente que atravessa o Parque Estadual de Terra Ronca (nordeste do estado de Goiás), em função das variações diurnas e sazonais, isto é, entre as horas do dia e as estações climáticas do período entre 2017 e 2018.

2. Materiais e Métodos

2.1 Área de estudo

A bacia hidrográfica do curso superior do Rio São Vicente possui três sistemas de cavernas: Angélica, Bezerra e São Vicente. Estes sistemas de cavernas compõem a parte norte do carste do Parque Estadual de Terra Ronca (PETeR) (Figura1).

Figura 1 - Localização da área de estudo no Parque Estadual de Terra Ronca (PETeR). Pontos de amostragem: 1 = sumidouro do Ribeirão Angélica; 2 = sumidouro do Córrego Bezerra; 3 = sumidouro do Rio São Vicente; A = após as ressurgências dos sistemas de cavernas.

Os pontos de amostragem da temperatura da água dos rios correspondem aos sumidouros do Ribeirão Angélica (1), do Córrego Bezerra (2) e do Rio São Vicente (3), e também o ponto (A) localizado aproximadamente 14 km após as ressurgências dos sistemas de cavernas.

O PETeR é uma unidade de conservação de proteção integral localizado entre os municípios de São Domingos e Guarani de Goiás. Foi criado com o objetivo de preservar as áreas de ocorrência do relevo cárstico, a biodiversidade cavernícola, remanescentes do Cerrado e os recursos hídricos associados (MATEUCCI, SOARES FILHO e NASCIMENTO, 2001; SECIMA, 2015). A maioria dos rios nascem no sopé da escarpa da Serra Geral de Goiás, limite interestadual GO-BA (Figura 1). Drenando de leste para oeste, os rios alcançam os sumidouros dos sistemas de cavernas do PETeR (BRASIL, 1982).

Integrante de parte da área do Cerrado da região Centro-Oeste, o PETeR apresenta clima tropical sazonal, com a alternância de um período chuvoso (outubro a março) com um período seco (abril a setembro) (MONTEIRO, 1951; NIMER, 1989; ASSAD, 1994).

2.2 Metodologia

Os valores de temperatura das águas foram obtidos com o medidor multiparâmetros (HI9829 HANNA Instruments®) do Laboratório de Geomorfologia, Pedologia e Geografia Física (Labogef) do Instituto de Estudos Socioambientais (IESA) da Universidade Federal de Goiás (UFG). As medições foram realizadas *in situ* por meio da imersão da sonda do medidor multiparâmetros nas águas dos rios, conforme o manual de operação do equipamento. Os locais de amostragens corresponderam às seções transversais dos rios próximos aos sumidouros e após as ressurgências dos sistemas de cavernas do PETeR (Figura 1).

As amostragens foram realizadas em quatro momentos distintos: ao final da estação chuvosa de 2017 (maio), ao final da estação seca de 2017 (outubro), durante a estação chuvosa de 2018 (março) e ao final da estação seca de 2018 (setembro).

A variação da temperatura foi verificada comparando os valores entre os diferentes horários e períodos de amostragem (estação seca/chuvosa). A comparação temporal permitiu relacionar a variação dos valores de temperatura das águas com a quantidade e intensidade de radiação solar inferidas pela hora do dia, com a sazonalidade climática (presença de nuvens, umidade do ar, etc.), com o horário de coleta e proximidade com o meio dia solar, a duração dos dias nos períodos de amostragem e a turbidez estimada das águas.

O meio dia solar foi obtido através da Solar Calculator, na plataforma digital da National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA).

3. Resultados e Discussão

A leitura dos valores contidos na figura 2 permitiu identificar um comportamento distinto entre eles, tanto em relação aos diferentes períodos analisados como entre as variações ao longo do dia.

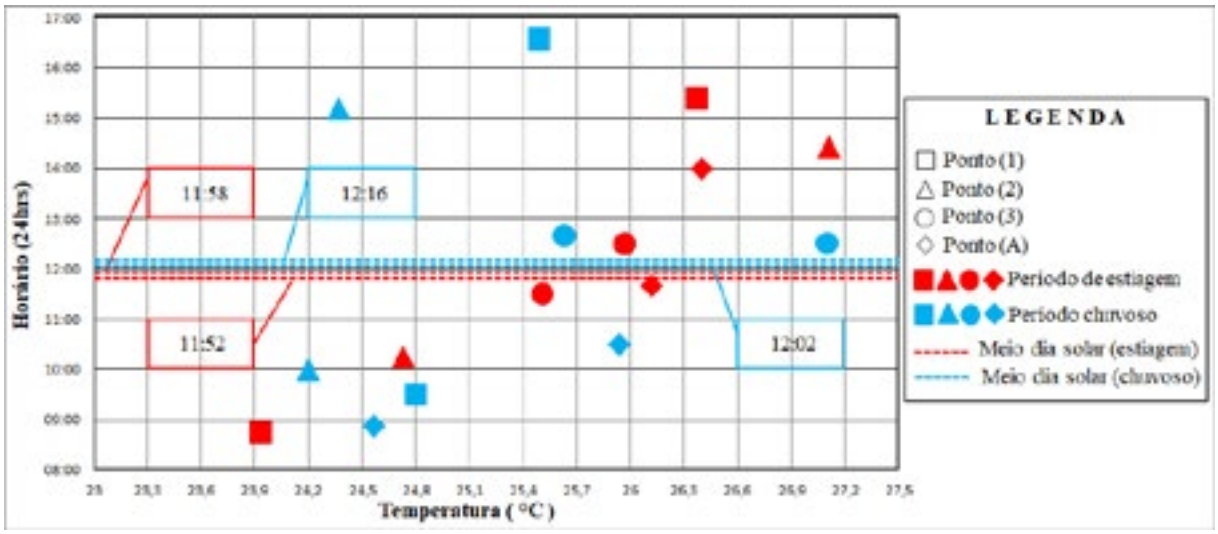


Figura 2 – Distribuição diurna e sazonal da temperatura das águas dos pontos amostrados. Pontos de amostragem: 1 = sumidouro do Ribeirão Angélica; 2 = sumidouro do Córrego Bezerra; 3 = sumidouro do Rio São Vicente; A = após as ressurgências dos sistemas de cavernas.

Com os dados da figura 2 é possível identificar que os menores valores de temperatura foram obtidos, predominantemente, nas primeiras horas do dia. Nota-se que na maioria dos pontos houve um aumento nos valores de temperatura com o aumento das horas ou com a proximidade do meio dia solar, sendo os valores mais elevados, portanto, registrados predominantemente após as 12h00min ou ao meio dia solar. Além disso, os valores máximos entre os pontos foram registrados, sem exceção, após o meio dia solar, enquanto os valores mínimos foram registrados, também sem exceção, nas primeiras horas do dia.

A intensidade da radiação diária não é constante e depende do ângulo de elevação do Sol (PETTERSSEN, 1976; ALVES, 2009). A mesma quantidade de energia solar se espalha por uma área maior da superfície quando o ângulo de elevação do Sol diminui, reduzindo

consequentemente a potência da incidência solar por metro quadrado porque os raios solares atingem tal superfície de forma oblíqua (RIEHL, 1965; KENDALL *et al.,* 1974; STRAHLER e STRAHLER, 1996). Assim, quando o Sol está baixo no céu, isto é, nas primeiras horas do dia, a radiação solar é menos concentrada e a reflexão da energia radiante é elevada (AYOADE, 1988; TUNDISI e MATSUMURA-TUNDISI, 2008), fazendo com que a os valores de temperatura da água sejam baixos.

Em contrapartida, com o passar das horas e com o ângulo de elevação do Sol aumentando até antingir o alto no céu, próximo as 12h00min e ao meio dia solar (OLIVER, 1979; ALVES, 2009), a radiação transmitida torna-se maior, mais concentrada e mais intensa, e o albedo menor (AYOADE, 1988), pois os raios solares chegam perpendicularmente à superfície (KIRK, 1983). Estes fenômenos tornam a reflexão e a área sobre qual a energia solar se distribui mínimas (TUNDISI e MATSUMURA-TUNDISI, 2008) e a insolação máxima, sendo este então, o período em que a superfície da Terra recebe mais energia solar (IQBAL, 1983).

Assim, os valores de temperatura das águas tornam-se baixos nos horários próximos a aurora e, consequentemente, aumentam após este período, até atingir valores máximos algumas horas depois, com a proximidade ou posterioridade das 12h00 min e/ou do meio dia solar (STRAHLER e STRAHLER, 1996; TORRES e MACHADO, 2008).

Nota-se então que os valores obtidos demonstraram uma ação significativa das variações diurnas nos pontos amostrados, que se difere do que expôs Garcez (1967). As diferenças mínimas entre os horários de coleta nos mesmos pontos, por exemplo, que foi de uma hora no ponto (3) e de pouco mais de quatro horas no ponto (2), possibilitou variações térmicas iguais a 1,5 °C e 2,9 °C nestes mesmos pontos, respectivamente.

Percebe-se também com distribuição dos dados na figura 2, que os valores mais elevados estiveram associados predominantemente ao período de estiagem, enquanto os menores valores associaram-se predominantemente ao período chuvoso. Além disso, os

valores máximos entre os pontos também foram registrados no período de estiagem, enquanto os valores mínimos estiveram associados a ambos os períodos.

A radiação solar é influenciada pela quantidade de água presente na atmosfera (KENDALL *et al.,* 1974; STRAHLER e STRAHLER, 1996). No Cerrado, esta radiação é bastante intensa, e apresenta variações em função da nebulosidade (KLEIN, 2002). Assim, a ausência de nuvens no período de estiagem (ALMEIDA *et al.,* 2006) favorece que a radiação atinja a coluna d'água e seja transformada em energia calorífica, ou seja, promova o aquecimento das águas (ESTEVES, 1988). Isto porque o predomínio da ausência de nuvens na estiagem permite que chegue a superfície entre 80 e 85% da energia incidente (PETTERSSEN, 1976), pois estas interferem no balanço radioativo emitido pelo Sol atenuando a radiação solar (PENMAN, 1948; IQBAL, 1983).

Ainda, no período de estiagem no Cerrado há um decréscimo significativo de umidade relativa do ar, que atinge valores comparados a regiões desérticas (SILVA *et al.,* 1994; ALMEIDA *et al.,* 2006) e produz uma intensa limpidez no céu (MONTEIRO, 1951). Como o vapor de água no ar absorve radiação solar (VAREJÃO-SILVA, 2006), a umidade muito baixa do ar neste período faz com que os raios solares atinjam a superfície da água em maior quantidade e intensidade, elevando consequentemente os valores de temperatura.

Já no verão (período chuvoso) este comportamento é distinto. A alta nebulosidade neste período (KLEIN, 2002) atenua a radiação incidente sobre a superfície da água, já que a reflexão das nuvens pode representar um retorno direto ao espaço de 30 a 60% da radiação recebida (STRAHLER e STRAHLER, 1996). Assim, as águas neste período apresentam valores de temperatura menores em comparação com o período de estiagem.

Ainda, como no verão do Cerrado (período chuvoso) os valores de umidade relativa do ar são maiores em comparação com o período de estiagem, variando entre 60 % e 90 % (SILVA *et al.,* 1994; ALMEIDA *et al.,* 2006), o vapor de água do ar absorve e armazena parte da radiação solar incidente (DE BLIJ e MULLER, 1996; PETTERSSEN, 1976), diminuindo a quantidade e a intensidade da radiação que atinge a superfície da água.

Entretanto, como no verão (período chuvoso) o Sol atinge ângulos de elevação maiores em comparação com o período de estiagem (AYOADE, 1988), disponibilizando maior fluxo e quantidade de radiação solar (SILVA *et al.,* 1994). A ausência de nebulosidade em determinados dias pode proporcionar valores elevados de temperatura das águas, como no Rio São Vicente (figura 2). Soma-se a isso o fato da radiação solar no Cerrado em geral, ser bastante intensa (KLEIN, 2002) e a sua incidência aumentar no verão, especialmente nos horários entre 10 e 16 horas (VAREJÃO-SILVA, 1996). Assim, a intensidade dos raios solares é máxima neste período e horários, fazendo com que o valor da temperatura das águas do ponto (3) fosse elevado, já que este foi coletado às 12h30min.

A ocorrência de precipitações médias maiores no período chuvoso aumenta a vazão dos rios, a ação erosiva sobre as margens e o fundo dos leitos, à remoção detrítica ao longo das vertentes, e consequentemente, eleva à presença de sólidos em suspensão nas águas e os valores de turbidez (CHRISTOFOLETTI, 1981; LENZI *et al.,* 2009; LIBÂNIO, 2010). Como a temperatura corresponde à medida de capacidade da água em dispersar radiação (ESTEVES, 1988) e, conforme Finch e Hall (2001), as águas com elevada turbidez possuem albedo elevado, ocorre uma forte atenuação da radiação solar neste período devido à maior quantidade de material inorgânico e orgânico em suspensão (TUNDISI e MATSUMURA-TUNDISI, 2008), que consequentemente, inibindo a elevação da temperatura das águas no período chuvoso.

As variações horárias e sazonais também são evidentes ao analisar o maior e o menor valor de temperatura entre todos os pontos; equivalente a 27,11 °C no ponto (2) e a 23,93°C no ponto (1). Apesar de ambos terem sido registrados no período de estiagem, a amostragem do menor valor ocorreu no horário mais próximo da aurora solar (figura 2) em relação aos demais (08h45min), demostrando assim, a influência das estações do ano e do horário de amostragem sobre tais valores.

4. Conclusões

A análise dos valores de temperatura das águas do Sistema São Vicente possibilitou a identificação de comportamentos temporais distintos em função das variações diurnas e sazonais.

As variações diurnas estiveram associadas à mudança do ângulo de elevação do Sol nos dias de amostragem, com valores de albedo e horário do dia. Já as variações sazonais associaram-se com o ângulo de elevação do Sol durante a estação climática, a presença ou ausência nebulosidade, a umidade relativa do ar bem como a turbidez das águas.

Em relação às mudanças diurnas, nas primeiras horas do dia, como o albedo da água é alto, o ângulo de elevação do Sol na hora da amostragem é baixo e os raios do Sol atingem a água de forma obliqua, os valores de temperatura da água são baixos. Em contrapartida, com o passar das horas, este ângulo se eleva e o albedo diminuiu, fazendo com que os valores de temperatura também se elevem.

Sobre as influências sazonais, a intensidade de radiação solar é maior no inverno (período de estiagem) devido à ausência de nebulosidade e pela baixa umidade relativa do ar, fazendo com que a radiação solar atinja a superfície de água com maior intensidade.

A turbidez das águas, que atenua a dispersão da radiação solar na coluna d'água, também influenciou os valores de temperatura das águas, já que no período chuvoso a presença de sólidos em suspensão é maior em comparação com o período de estiagem.

Agradecimentos

Agradecemos ao CNPq, pelo apoio financeiro ao projeto de pesquisa (Edital Universal MCTI-CNPq n. 14/2014; processo n. 461869/2014-4; vigência: 19/11/2014 a 31/11/2018) o qual permitiu a realização deste trabalho. Também agradecemos à Gerência de Compensação Ambiental e Áreas Protegidas da Secretaria do Meio Ambiente, Recursos Hídricos, Infraestrutura, Cidades e Assuntos Metropolitanos do Estado de Goiás (SECIMA), pela autorização para realização das pesquisas no interior do Parque Estadual de Terra Ronca.

Referências Bibliográficas

ALMEIDA, L.; RESENDE, L.; RODRIGUES, A. P.; CAMPOS, J. E. G. **Hidrogeologia do Estado de Goiás e Distrito Federal.** Série Geologia e Mineração. Governo do Estado de Goiás. Secretaria de Indústria e Comércio. Superintendência de Geologia e Mineração. Goiânia-Goiás. 2006, 232p.

ALVES, S. **A geometria do Globo Terrestre.** Programa de Iniciação Científica OBMEP. No. 6. 2009.

ASSAD, E. D. (Coord.). **Chuva nos Cerrados**: análise e espacialização. Planaltina, DF: Embrapa-CPAC / Brasília: Embrapa-SPI, 1994. 423 p.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Bertrand, 1988.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. **Projeto Radambrasil**: levantamento de recursos naturais, Folha SD 23 Brasília. Rio de Janeiro, 1982. v. 29. (6 mapas: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra, avaliação do relevo).

BRASIL. Fundação Nacional de saúde. **Manual de Controle da Qualidade da Água para Técnicos que Trabalham em ETAS**. Brasília: FUNASA. p. 112. 2014.

CHAPMAN, D. (1996) **Water Quality Assessments: a guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring**. 2nd Edition, Chapman & Hall, London.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia fluvial: o canal fluvial**. 2 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1981.

CHRISTOPHERSON, R. W. **Geossistema: uma introdução à geografia física**. Tradução: Francisco Eliseu Aquino. et al. - 7ª. Ed. - Porto Alegre: Bookman, 2012.

DE BLIJ, H.J. MULLER, P.O. (1996) **Physical Geography of the Global Environment**, 2nd edition, Chichester: John Wiley & Sons, 599p.

ESTEVES, F.A. 1988. **Fundamentos de Limnologia**. Interciência, Rio de Janeiro. 602 pp.

FINCH, J.W.; HALL, RL. **Estimation of open water evaporation**. Environ Agency, Bristol, 2001.

FORD, D.; WILLIAMS, P. (1989) **Karst geomorphology and hydrology**. London: Unwin Hyman.

GARCEZ, L N. **Hidrologia**. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1967.

IQBAL, M. **An introduction to solar radiation.** London: Academic Press. 390p., 1983.

KATTAN, Z.; PROBST, J. L. **Transports en Solution et en Suspension par la Moselle en Périodes de Crues**. In: Journées Dhydrologie, Strasbourg. Crue et Inondations. Actes. Strasbourg, p. 143-167, 1986.

KENDALL, H. M.; GLENDINNING, R. M.; MACFADDEN, C. H.; LOGAN, R. F. **Introduction to Physical Geography**. 2nd ed. New York: Harcourt Brace Jovanovich, 1974

KIRK, J. T. O. 1983. **Light and photosynthesis in aquatic ecosystems**. Cambridge University Press. 401 p.

KLEIN, A. L. (org). **Eugen Warming o cerrado brasileiro: um século depois**. São Paulo: Editora UNESP. 2002.

LENZI, E.; FAVERO, L. O. B.; LUCHESE, E. B. **Introdução à Química da Água: ciência, vida e sobrevivência**. Editora LTC. 2009.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. Campinas: Átomo, 2010.

MATEUCCI, M. B.; SOARES FILHO, J. N.; NASCIMENTO, E. P. Mapa e roteiro ecoturístico do complexo de cavernas do Parque Estadual Terra Ronca – PETeR. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF SPELEOLOGY, 13. Brasília, 2001. **Anais**... Brasília: UIS, SBE, 2001. p. 689-694.

MATIC, N.; MIKLAVCIC, I.; MALDINI, K.; DAMIR, T.; CUCULIC, V.; CARDELLINI, C. ET AL. Geochemical and isotopic characteristics of karstic springs in coastal mountains (Southern Croatia). **Journal of Geochemical Exploration**, n. 132, p. 90–110, 2013.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1989. 422p. 2ed.

OLIVER, J.R. **Physical Geography: Principles and Applications**. North Scituate, MA: Duxbury Press., 1979

PERCEBON, C. M.; BITTENCOURT, A. V. L.; ROSA FILHO, E. F. 2005. Diagnóstico da temperatura das águas dos principais rios de Blumenau, SC. **Boletim Paranaense de Geociências**, n. 56, p. 7-19.

PETTERSSEN, S. **Introducción a la meteorología**. Madrid: Espasa-Calpe, S.A., 1976.

PENMAN, H.L. Natural evaporation from open water, bare soil, and grass. **Proceedings of the Royal Society**, London, v. 193, n.1, p. 120-146, 1948

RIEHL, H. **Meteorologia tropical**. Rio de Janeiro: Livro Técnico, 1965.

RAMALHO, R.S. 1977. **Introduction to wastewater treatment processes**. New York, Academic Press, 409 p.

SECIMA – Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Recursos Hídricos, Infraestrutura, Cidades e assuntos Metropolitanos de Goiás 2015. **Plano Estadual de Recursos Hídricos de Goiás**. Goiânia.

SILVA, F.A.M.; ASSAD, E.D.; STEINKE, E. T. Clima do Bioma Cerrado. In: ALBUQUERQUE, A. C. S.; SILVA, A. G. G. **Agricultura Tropical**: Quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p. 93-148.

SPERLING, M. V. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos**. 3ª. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, v. I, 2005.

STRAHLER, A.; STRAHLER, A. **Introducing Physical Geography**, John Wiley and Sons, Inc., New York, EUA, 1996.

TORRES, F.T.P.; MACHADO, P.J.O. **Introdução à Climatologia**. Ubá, Ed. Geographica, p. 234. 2008.

TUNDISI, J.G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. **Limnologia**. São Carlos, SP: 2008. Oficina de Textos, 632p.

VAREJÃO-SILVA, M. A. **Meteorologia e Climatologia.** Recife: 2006. Versão Digital, 443p.

VON SPERLING, E. **Qualidade da Água – Curso de Gestão de Recursos Hídricos para o Desenvolvimento Sustentado de Projetos Hidroagrícolas**. Módulo 5. Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior. Brasília, 1996.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ÁREAS ÚMIDAS URBANAS EM PARQUES MUNICIPAIS DE BELO HORIZONTE/MG

Luisa Lima Borges Ferreira [(a)], Antônio Pereira Magalhães Jr [(b)]

[(a)] Departamento de Geografia/ Instituto de Geociências, UFMG, luisalbferreira06@gmail.com

[(b)] Departamento de Geografia, / Instituto de Geociências, UFMG, antonio.magalhaes.ufmg@gmail.com

Eixo: Dinâmica e Gestão de Bacias Hidrográficas

Resumo

As áreas úmidas (AUs), como pântanos, veredas, brejos e nascentes difusas, são sistemas ambientais complexos, periódica ou permanentemente encharcados e ainda pouco estudados no Brasil. Se destacam pelas inúmeras funções ambientais que desempenham, como a redução dos picos de cheia, recarga de aquíferos e perenização de cursos d'água. A legislação brasileira apresenta inúmeras lacunas e não dispõe medidas adequadas para sua proteção e gestão e a perspectiva urbana sobre o tema é particularmente desconhecida e pouco trabalhada. Este artigo tem como objetivo caracterizar e espacializar as áreas úmidas em Belo Horizonte, a partir do levantamento de áreas potenciais e trabalhos de campo para aplicação de *checklists*. As campanhas de campo contemplaram 11 parques municipais nos quais foram identificadas 18 AUs urbanas. De maneira geral, pretende-se contribuir para o conhecimento sobre a configuração e distribuição das AUs de Belo Horizonte, subsidiando futuras estratégias para a sua proteção.

Luisa Lima Borges Ferreira,
Antônio Pereira Magalhães Jr

Palavras chave: Áreas úmidas, Parques urbanos de Belo Horizonte; Nascentes

1. Introdução

As áreas úmidas (AUs), ou *wetlands* na literatura internacional, são ecossistemas complexos, presentes em diversos contextos e de elevada relevância ambiental. Apesar de sua reconhecida importância, são ainda muito desconhecidos no Brasil. O Código Florestal Brasileiro – Lei nº 12.651 de 2012 (BRASIL, 2012) define áreas úmidas como "pantanais e superfícies terrestres cobertas originalmente por florestas ou outras formas de vegetação

adaptadas à inundação". Algumas das tipologias frequentes de AUs são brejos, várzeas, veredas, mangues, nascentes difusas dentre outras.

Estima-se que as AUs representem aproximadamente 5 a 8% da superfície terrestre (MITSCH e GOSSELINK, 2007) e cerca de 20% em território brasileiro (JUNK et al., 2011). A relevância ambiental das áreas úmidas se deve a uma série de funções físico-químico-biológicas como perenização de cursos d'água, controle de cheias, recarga de aquíferos, purificação da água, regulação dos ciclos de nitrogênio, enxofre e carbono, configuração de *habitats* de inúmeras espécies, colonização de flora específica dentre outros (MITSCH; GOSSELINK, 2007). As AUs também possuem papeis sociais e econômicos importantes, particularmente sob o ponto de vista das atividades humanas que se beneficiam do uso da água, da produção de alimentos e da obtenção de combustíveis fósseis.

As AUs começaram a ser divulgadas em nível internacional a partir de 1971, com a assinatura do Tratado de Ramsar, para proteção e uso racional das AUs, o qual foi assinado pelo Brasil em 1993 e ratificado em 1996 (BRASIL, 1996). O desconhecimento acerca do tema no Brasil se reflete na legislação, na qual as AUs são subconsideradas (GOMES, 2017). O Código Florestal, lei nº 12.651 de 2012 (BRASIL, 2012), introduz na legislação um conceito para as AUs brasileiras, sem, no entanto, estabelecer critérios e políticas para a sua gestão. Deste modo os instrumentos legais continuam não protegendo as AUs das ameaças de degradação e extinção.

Os estudos sobre AUs concentram-se, em sua maioria, nas abordagens ecológicas, particularmente das ciências biológicas (GOMES, 2017). Um dos principais desafios para o crescimento e evolução das abordagens científicas, políticas e de gestão sobre as AUs se deve às confusões conceituais. Não há consenso sobre o conceito de áreas úmidas no mundo, havendo diferentes propostas. Quanto às AUs urbanas, o desconhecimento científico e social é ainda maior, em termos nacionais e internacionais. As funções ambientais quanto ao equilíbrio da dinâmica hidrológica dos sistemas fluviais e ao controle de cheias em contextos

urbanos são evidenciadas nos impactos que os processos de urbanização, planejados ou não, trazem na intensificação e/ou criação de áreas de risco de inundação.

Belo Horizonte é uma das cidades brasileiras mais ilustrativas dos problemas de inundações urbanas. A cidade planejada teve seu sítio selecionado considerando a presença abundante dos cursos d'água e as facilidades de instalação dos sistemas de saneamento (FJP, 1997). O modelo de urbanização adotado e o histórico de ocupação e crescimento intensos e não planejados, levaram à sistemática supressão dos corpos d'água e sistemas hídricos da paisagem a partir de processos de canalização e tamponamento por vias de acesso. Como consequência, Belo Horizonte é uma metrópole quase desprovida de cursos d´água superficiais em leito natural (Figura 1), A supressão dos sistemas hídricos superficiais em Belo Horizonte se estendeu de modo generalizado às AUs, percebidas pelos urbanizadores como obstáculos à ocupação e instalação de equipamentos urbanos.

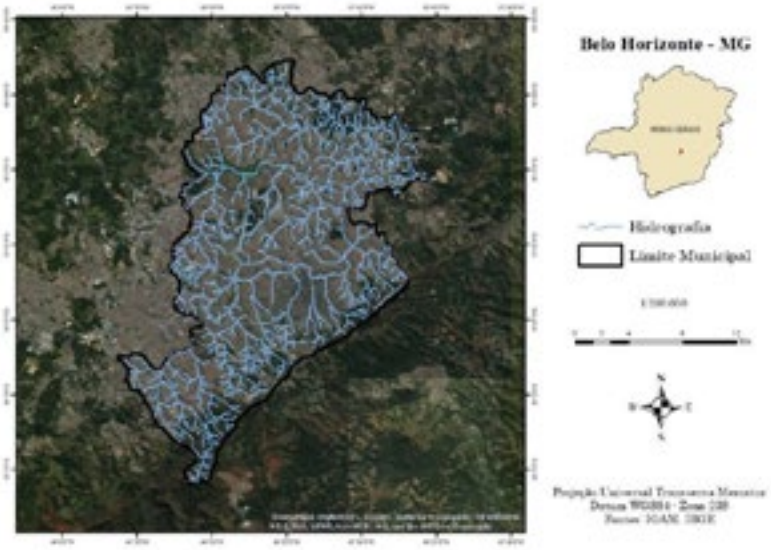


Figura 1. Hidrografia de Belo Horizonte (Fonte: FERREIRA, 2018)

A proteção das áreas úmidas está diretamente relacionada à proteção dos recursos hídricos e da biodiversidade e a potencial e corrente degradação dos sistemas úmidos podem ter efeitos devastadores e irreversíveis. Diante deste contexto e do histórico de artificialização

e supressão dos sistemas hídricos na cidade de Belo Horizonte, este artigo tem o objetivo de caracterizar as áreas úmidas existentes na zona urbana, por meio do levantamento de aspectos macroscópicos ambientais. Espera-se que o trabalho contribua para o conhecimento da configuração e distribuição das AUs urbanas de Belo Horizonte, subsidiando futuras estratégias para a sua proteção.

2. Materiais e Métodos

As áreas úmidas (AUs) estudadas estão distribuídas por parques municipais da capital de Minas Gerais. O território de Belo Horizonte é drenado, primariamente, por duas bacias hidrográficas: a do Ribeirão Arrudas ao sul e a do Ribeirão do Onça ao norte. O clima de Belo Horizonte enquadra-se na categoria sub-quente semi-úmido com 4 a 5 meses secos (IBGE, 2002), e médias térmicas entre 18ºC e 23,5ºC (INMET, 2009). Belo Horizonte situava-se, originalmente, em uma Área de Tensão Ecológica entre Savana e Floresta Estacional Semidecidual (IBGE, 2004). A dinâmica de ocupação e a intensa urbanização do município trouxeram importantes impactos para a cobertura vegetal. Segundo Ferreira e Gontijo (2005), apenas 22% da área total do município é recoberta por vegetação atualmente.

O desenvolvimento do trabalho partiu de um levantamento bibliográfico sobre Áreas Úmidas e o histórico de Belo Horizonte quanto aos recursos hídricos. Para a seleção de áreas em parques municipais de foram consideradas informações secundárias obtidas junto à literatura, geoprocessamento e interpretação imagens de satélite obtidas pelo software Google Earth Pro. A seleção de áreas foi feita pelo cruzamento de dados das nascentes e dos parques municipais, disponibilizados, respectivamente, pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) e Fundação de Parques Municipais (FPM) de Belo Horizonte.

A investigação contou com a realização de cinco campanhas de campo em Agosto e Setembro de 2017 para mapeamento e caracterização das AUs, nas quais foram identificadas 18 AUs em 11 parques municipais. Cada área úmida identificada foi devidamente

georreferenciada por meio de GPS Garmin modelo GPSMap 60CSx, permitindo a elaboração de um mapa de espacialização das unidades estudadas. A caracterização em campo foi feita por meio da aplicação de *checklist* elaborado para diagnóstico do quadro físico-ambiental das AUs de parques municipais. O *checklist* foi elaborado considerando-se critérios relevantes na revisão bibliográfica para identificação de AUs, e incluem unidade geomorfológica/posição na vertente, dimensão, presença de lâmina d'água, profundidade, conexão com a rede de drenagem, características do solo, tipo de vegetação, presença de equipamentos urbanos, pressões e impactos visíveis sobre o sistema além de outros aspectos considerados relevantes no decorrer das campanhas de campo. Foram também elaborados croquis em campo para auxiliar a delimitação dos polígonos aproximados das AUs no software *Google Earth Pro*, o que também permitiu a verificação das dimensões das AUs.

O trabalho representou uma etapa preliminar na identificação e mapeamento de áreas úmidas em contexto urbano apesar da impossibilidade de realização de campanhas de campo também na estação úmida e, portanto o estudo de AUs sazonais. Espera-se expandir o inventário e sanar esta lacuna com futuras pesquisas.

3. Resultados e discussões

As áreas úmidas mapeadas e caracterizadas estão situadas em parques municipais de cinco das nove regionais do município Belo Horizonte (Figura 2), a saber: Parque Telê Santana na regional Venda Nova; Parque Lagoa do Nado na regional Pampulha; parques Primeiro de Maio e Vila Clóris na regional Norte; Parque Vila Santa Sofia na regional Oeste; parques Mata das Borboletas, Julien Rien e Mangabeiras na regional Centro-Sul. À exceção de duas AUs no interior do parque Mangabeiras, as demais AUS sofrem com as pressões das residências no entorno e da infraestrutura do parque, sinalizadas pela presença de material descartado, lixo e construções.

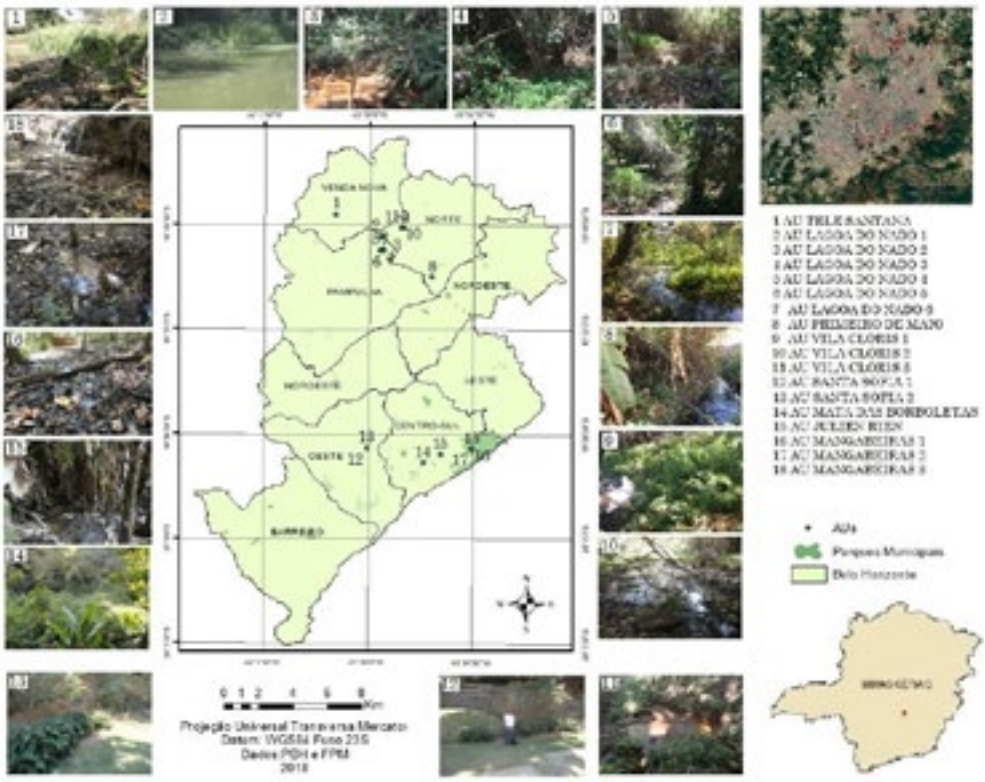


Figura 2. Áreas Úmidas urbanas de Belo Horizonte (Fonte: FERREIRA, 2018)

(1) AU PARQUE TELE SANTANA

No Parque Tele Santana foi identificada uma única AU, situada em fundo de vale e com presença de contínua lâmina d'água. Possui área de cerca de 600m² e substrato intensamente alagado o que impede o acesso amplo à AU. A profundidade do substrato varia entre 30 e 60 cm. A AU foi formada na planície de inundação do córrego que nasce no parque, no entanto, as condições ambientais dessa AU são precárias. É notável o lançamento de esgoto, particularmente das residências no entorno. Há presença de vegetação adaptada às condições de umidade.

(2) AU PARQUE LAGOA DO NADO 1

A AU está situada em fundo de vale às margens da lagoa, na porção nordeste, possuindo cerca de 210m² de área. O substrato alagado e a posição adjacente à lagoa impossibilitaram o acesso a toda a área e a mensuração da profundidade. Há presença de vegetação adaptada.

(3) AU PARQUE LAGOA DO NADO 2

A AU está situada a jusante da lagoa, em posição de meia vertente na margem esquerda de um canal que drena para o curso principal. Possui cerca de 140m² de área, havendo presença de lâmina d'água e substrato amplamente alagado com profundidade superior a 90cm. A cobertura florestal é intercalada por jabuticabeiras e palmeiras com presença de vegetação adaptada.

(4) AU PARQUE LAGOA DO NADO 3

A AU situa-se em fundo de vale, ao longo da rede de drenagem, em ambas as margens, possuindo cerca de 120m² de área. O substrato é alagado e a profundidade da lâmina d´água varia entre 20 e 30 cm. Há presença de vegetação adaptada.

(5) AU PARQUE LAGOA DO NADO 4

A AU situa-se próximo ao limite SW do parque, em fundo de vale, na cabeceira de drenagem de um curso d'água que drena para o parque e alimenta a lagoa principal. Possui cerca de 150m². O substrato é alagado na maior porção (50cm de profundidade), com presença de lâmina d'água, e úmido nas porções mais distantes do canal (30cm de profundidade). A cobertura vegetal é florestal e há presença de bananeiras e palmeiras.

(6) AU PARQUE LAGOA DO NADO 5

A AU está situada em fundo de vale na margem esquerda de um canal no limite sul do parque, possuindo cerca de 120m² . Seu substrato é alagado com profundidade de cerca de 50cm. Há presença de cipós e vegetação adaptada além de bananeiras. A cobertura vegetal é florestal e esparsa.

(7) AU PARQUE LAGOA DO NADO 6

A AU ocorre em área suavizada de fundo de vale, alimentada por um canal fluvial com substrato alagado e presença de lâmina d'água. A AU possui cerca de 600m² e lâmina d´água

com profundidade média de 40 cm. Intercalado por cobertura florestal, ocorrem bananeiras e vegetação adaptada. A AU sofre com as pressões da infraestrutura do parque e da proximidade com residências, com presença de uma caixa de esgoto da companhia de saneamento e lixo.

(8) AU PARQUE PRIMEIRO DE MAIO

No Parque Primeiro de Maio foi identificada uma única AU, estando situada em posição de meia encosta. Ocorre em área de uma nascente difusa nas duas margens de um canal fluvial. Possui cerca de 20m² de área e substrato alagado, com lâmina d'água superficial de profundidade aproximada de 25 cm. A vegetação é florestal com presença de espécies ornamentais, bananeiras e samambaias. Há possível lançamento de esgoto (um duto é visível a menos de 10m da AU).

(9) AU PARQUE VILA CLÓRIS 1

A AU está situada em fundo de vale, na margem esquerda do canal principal, com presença de lâmina d'água. Possui cerca de 150m² de área, com uma porção a montante de substrato muito saturado, porém sem lâmina d'água. O substrato possui profundidade entre 28 e 70 cm. A AU foi formada na planície de inundação do canal que nasce no parque. Verificou-se a presença de vegetação adaptada.

(10) AU PARQUE VILA CLÓRIS 2

A AU abrange uma área alagada no fundo de um vale, possuindo lâmina d'água superficial e área de cerca de 60m², com 10m de comprimento e 6m de largura. A profundidade do substrato é de cerca de 40 cm. A AU foi formada na planície de inundação do canal que nasce na área do parque, sendo afluente do córrego Bacuraus A cobertura vegetal é florestal e há a presença de vegetação adaptada e predomina a cobertura da superfície por serrapilheira.

(11) AU PARQUE VILA CLÓRIS 3

A AU possui cerca de 20m^2 de área e situa-se em uma vertente, configurando uma nascente difusa do canal principal com presença de lâmina d'água superficial. As condições locais foram intensamente alteradas, com a inserção de uma infraestrutura de alvenaria que forma

um poço profundo. O substrato no entorno do poço é saturado e apresenta profundidade de cerca de 80cm. A AU possui cerca de 30m². Na extensão da AU há presença de lixo e de material descartado. Na margem direita do canal há um grande bananal explorado pela população local. A cobertura vegetal é florestal e verificou-se presença de espécies adaptadas e predomina a cobertura da superfície por serapilheira.

(12) AU PARQUE SANTA SOFIA 1

A AU está situada em contexto de vertente, nas margens do canal de pequena dimensão que passa pelo parque. O substrato no entorno do canal é úmido e apresenta profundidade de cerca de 15cm. A AU possui cerca de 16m² de área ao longo do canal fluvial. Na extensão da AU e no parque como um todo se verifica a presença de lixo e de material descartado. A cobertura vegetal foi alterada, apresentando faixas de gramíneas plantadas, vegetação de pequeno porte e vegetação adaptada além da presença de bananeiras nas proximidades. Há possível lançamento de esgoto.

(13) AU PARQUE SANTA SOFIA 2

A AU possui cerca de 20m e está situada em posição de vertente, nas margens do pequeno canal que passa pelo parque em uma estreita faixa a montante da AU 1. O substrato no entorno do canal é alagado e apresenta profundidade de cerca de 25cm. Na extensão da AU e no parque como um todo se verifica a presença de lixo e de material descartado. A cobertura vegetal foi alterada, apresentando faixas de gramíneas plantadas e vegetação de pequeno porte, além de vegetação adaptada. Há possível lançamento de esgoto.

(14) AU PARQUE MATA DAS BORBOLETAS

A AU possui cerca de 700m² de área e está situada em fundo de vale, nas duas margens do canal que nasce no parque. O substrato é amplamente saturado com presença de lâmina d'água e profundidade de cerca de 35 cm nas margens da AU – o acesso às porções centrais não foi possível devido ao substrato instável. A AU foi formada na planície de inundação do canal que nasce na área do parque. A vegetação do parque é predominantemente florestal com

presença de bambuzais e bananeiras. Na AU verifica-se a presença de vegetação adaptada e vegetação arbustiva. Não verifica-se presença de lixo ou material descartado no parque.

(15) AU PARQUE JULIEN RIEN

A AU identificada ocorre em posição de vertente, ao longo do canal fluvial que nasce no parque, em área de ocorrência de um extenso bananal. Possui cerca de 375m² de área e substrato amplamente encharcado com lâmina d'água em sua maior parte e superfície úmida nas margens. A profundidade média nas áreas acessíveis é de cerca de 35cm. A vegetação do parque é predominantemente florestal e não verifica-se a presença de vegetação adaptada além de bananeiras.

(16) AU PARQUE MANGABEIRAS 1

A AU está situada em fundo de vale, na margem direita de um canal que drena as porções ocidentais do parque. A AU corresponde a uma nascente difusa com presença de lâmina d'água na maior porção e substrato úmido nas margens. Tem cerca de 60m² de área, com 5m de largura e 12m de comprimento em direção ao canal principal. A profundidade média do substrato é de 30 cm. A vegetação no entorno é florestal e a AU é predominantemente coberta por serrapilheira com presença pontual de samambaias. Este fundo de vale é oficialmente interditado à visitação pública pela administração do parque, mas muitos visitantes adentram o local sem permissão e verifica-se a presença de lixo. Esta AU foi descrita inicialmente por Felippe (2009) como nascente difusa.

(17) AU PARQUE MANGABEIRAS 2

A AU está situada em posição de vertente, na margem direita de um canal que drena as porções ocidentais do parque. Apresenta lâmina d'água de forma localizada e substrato úmido na maior parte. Possui área de cerca de 8m² e profundidade média do substrato de 30 cm. A vegetação no entorno é florestal e a AU é predominantemente coberta por serapilheira com presença pontual vegetação adaptada. Esse sistema sofre pouco com as pressões da infraestrutura e visitação do parque, estando mais afastado das trilhas abertas e com acesso

mais difícil. Está em bom estado de conservação, mas, há presença ocasional de lixo, possivelmente trazido por escoamento superficial.

(18) AU PARQUE MANGABEIRAS 3

A AU está situada em uma vertente, correspondendo a uma nascente difusa sob um afloramento rochoso. A nascente origina um canal a jusante e apresenta lâmina d'água na maior parte da AU e substrato úmido nas margens. Possui cerca de 9m² de área e profundidade média do substrato de 40 cm. A vegetação no entorno é florestal e a AU predominantemente coberta por serrapilheira. Esse sistema sofre menos com as pressões da infraestrutura e visitação do parque, estando bastante afastado das trilhas abertas e com acesso difícil, em vertente. Apresenta, portanto, bom estado de conservação, não havendo lixo nem material descartado.

A análise das informações não revelou padrões evidentes em relação à configuração das AUs quanto ao contexto hidrogeomorfológico e geológico de inserção (Figura 3).

AU	Parque	Área (m²)	Unidade Geomorfológica	Tipo de conexão com rede de drenagem identificada	Geologia
AU TELE SANTANA	Tele Santana	600	Fundo de Vale	Planície de Inundação	Complexo da Depressão de Belo Horizonte
AU LAGOA 1	Lagoa do Nado	210	Fundo de Vale	Margem de lagoa artificial	Complexo da Depressão de Belo Horizonte
AU LAGOA 2	Lagoa do Nado	140	Meia vertente	Planície de Inundação	Complexo da Depressão de Belo Horizonte
AU LAGOA 3	Lagoa do Nado	120	Fundo de Vale	Planície de Inundação	Complexo da Depressão de Belo Horizonte
AU LAGOA4	Lagoa do Nado	150	Fundo de Vale	Nascente difusa	Complexo da Depressão de Belo Horizonte
AU LAGOA 5	Lagoa do Nado	120	Fundo de Vale	Planície de Inundação	Complexo da Depressão de Belo Horizonte
AU LAGOA 6	Lagoa do Nado	600	Fundo de Vale	Planície	Complexo da Depressão de Belo Horizonte
AU PRIMEIRO	Primeiro de Maio	21	Meia vertente	Nascente difusa	Complexo da Depressão de Belo Horizonte
AU VILA CLORIS	Vila Cloris	150	Fundo de Vale	Planície de Inundação	Complexo da Depressão de Belo Horizonte
AU VILA CLORIS 2	Vila Cloris	60	Fundo de Vale	Planície de Inundação	Complexo da Depressão de Belo Horizonte
AU VILA CLORIS 3	Vila Cloris	30	Meia vertente	Nascente difusa	Complexo da Depressão de Belo Horizonte
AU SANTA SOFIA 1	Vila Santa Sofia	16	Meia vertente	Calha de drenagem intermitente	Grupo Sabará
AU SANTA SOFIA 2	Vila Santa Sofia	20	Meia vertente	Calha de drenagem intermitente	Grupo Sabará
AU MATA BORBOLETAS	Mata das Broboletas	700	Fundo de Vale	Planície de Inundação	Grupos Sabará e Piracicaba
AU JULIEN RIEN	Julien Rien	375	Meia vertente	Planície de Inundação	Grupos Sabará e Piracicaba
AU MANGABEIRAS 1	Mangabeiras	60	Fundo de Vale	Nascente difusa	Supergrupo Minas
AU MANGABEIRAS 2	Mangabeiras	8	Meia vertente	Planície de Inundação	Supergrupo Minas
AU MANGABEIRAS 3	Mangabeiras	9	Meia vertente	Nascente difusa	Supergrupo Minas

Figura 3. Contexto de inserção das AUs de Belo Horizonte

Essa constatação corrobora a grande diversidade de tipos de AUs existentes e evidencia que essa diversidade se reproduz no meio urbano.

4. Considerações Finais

A pesquisa possibilitou avanços importantes para o início do inventário de AUs em Belo Horizonte. Além disso, a ampla diversidade dos ambientes identificados, espacializados e caracterizados, sinaliza para a importância da proteção dos recursos hídricos e da

biodiversidade no contexto urbano. Cabe reforçar que a interdisciplinaridade é uma prática fundamental para o estudo de áreas úmidas no qual a Geografia se faz necessária na integração dos conhecimentos junto às perspectivas de ciências como Ecologia e Botânica.

5. Agradecimentos

Ao Grupo de Pesquisa Áreas Úmidas da UFMG; ao grupo de pesquisa RIVUS - Geomorfologia e Recursos Hídricos (CNPq); à CAPES pela bolsa de mestrado; ao CNPq pela bolsa de pesquisa.

6. Referências Bibliográficas

BRASIL. **Decreto nº 1.905, de 16 de maio de 1996**. Promulgação da Convenção de Ramsar. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1996/D1905.htm>.Acesso em:22/10/18.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Código Florestal. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em: 23/10/18.

FELIPPE, M. **Caracterização e tipologia de nascentes em unidades de conservação de Belo Horizonte-MG:** com base em variáveis geomorfológicas, hidrológicas e ambientais. 2009. 277p. (Dissertação – Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

FERREIRA, L. **Inventário das Áreas Úmidas urbanas em Parques Municipais de Belo Horizonte/MG**. 2017. 101p. (Monografia – Graduação em Geografia**)** – Instituto de Geociências. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017.

FERREIRA, I.; GONTIJO, B. Um histórico verde: a retração da vegetação remanescente no município de Belo Horizonte. In: XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 1., 2005, São Paulo. **Anais do XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**. São Paulo: USP, 2005.

FJP - FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Saneamento básico em Belo Horizonte:** trajetória em 100 anos **–** os serviços de água e esgoto. 1 ed. Belo Horizonte: Fundação João Pinheiro, Centro de Estudos Históricos e Culturais, 1997. 314 p.

GOMES, C.S. **Áreas Úmidas (AUs)**: Bases teórico-conceituais e proposta de classificação hidrogeomorfológica de áreas úmidas para Minas Gerais. 2017. 209 p. (Dissertação – Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa de climas do Brasil**. Brasília: IBGE, 2002. 1 mapa, color. Escala 1:5.000.000.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa de vegetação do Brasil**. Brasília: IBGE, 2004. 1 mapa, color. Escala 1:5.000.000.

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Normais Climatológicas do Brasil 1961**-1990. INMET, 2009. Apresenta dados climatológicos em série de 1961 a 1990. Disponível em: < http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisclimatologicas>. Acesso em: 02/10/18.

JUNK, W., BAYLEY, P.; SPARKS, R. The flood pulse concept in river-floodplain systems: A classification of major naturally-occurring Amazonian lowland wetlands. ***Wetlands***, Madison, v. 31, n.4, p. 623–640, 2011.

MITSCH, W.; GOSSELINK, J. **Wetlands**. 4 ed. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc., 2007. 582p.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

A DIVISÃO DO ESTADO DO PARÁ EM REGIÕES HIDROGRÁFICAS PARA O PLANEJAMENTO E O GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Carlos Alexandre Leão Bordalo [(a)]

[(a)] Faculdade de Geografia e Cartografia, Universidade Federal do Pará, E-mail: carlosbordalo@oi.com.br

Eixo: Dinâmica e Gestão de Bacias Hidrográficas

Carlos Alexandre Leão Borda-
lo

Resumo

O presente artigo versa sobre o uso da bacia hidrográfica como unidade físico-territorial de planejamento e gestão dos recursos hídricos estado do Pará. A partir da utilização da metodologia desenvolvida pelo Engenheiro Otto Pfafstetter e adotada pela Agencias Nacional das Águas - ANA e pela Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade, através da Resolução Nº 32 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH de 2003. Com base na Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei Federal nº 9.433/97) e a Política de Recursos Hídricos do Estado do Pará (Lei Estadual nº 6.381/2001). Onde são apresentadas a Divisão Hidrográfica Nacional e as Regiões Hidrográficas do estado do Pará. Com base na Resolução 004/2008 do CERH, foram estabelecidas 07 (sete) Macro-Regiões Hidrográficas que são: Costa Atlântica Nordeste, Tocantins-Araguaia, Xingu, Portel-Marajó, Tapajós, Baixo Amazonas e Calha Norte. Definidas a partir das suas características geofisiográficas como: geomorfologia, geologia, hidrografia, solos e fator hidroclimático.

Palavras chave: Região Hidrográfica, Bacia Hidrográfica, Recursos Hídricos, Pará, Brasil

1. Introdução

O presente artigo é resultado de uma pesquisa bibliográfica e documental, feita com base aos resultados dos estudos realizados pela Agência Nacional das Águas – ANA, bem como pela Secretaria de Estado e Meio Ambiente – SEMA, no estado do Pará, para definição e delimitação das "Regiões Hidrográficas" nos territórios brasileiro e paraense, afim de, subsidiar as ações de gerenciamento dos recursos seus hídricos.

A bacia hidrográfica serve não apenas como unidade de planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos, mas também, aplicada ao ordenamento territorial como unidade onde se regulam as atividades da sociedade em relação à natureza, que englobam os aspectos físicos, ambientais, econômicos, sociais e políticos.

Segundo Bordalo (2009) o uso da bacia hidrográfica como unidade de gestão, seja especificamente dos recursos hídricos, ou mais amplamente, como a ambiental, vem sendo cada vez mais empregado como palco das ações dos instrumentos de gestão ambiental. Por conseguinte, permitindo uma integração entre a Gestão Ambiental e a Gestão dos Recursos Hídricos e uma maior relação direta entre as diferentes formas de uso e apropriação dos recursos naturais, diante da visão sistêmica empregada no conceito de bacia hidrográfica.

Para Bordalo e Costa (2013), em nível federal, o uso da bacia hidrográfica, como unidade físico-territorial de gestão dos recursos hídricos, foi oficializado somente em 1997, através da Lei Federal nº 9.433, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, na qual o art. 1o define a bacia hidrográfica como a unidade territorial para implantação desta política, que deve ser descentralizada e contar com a participação do poder público, dos usuários e das comunidades.

Como fundamentos da "Lei das Águas", como ficou conhecida a Política Nacional de Recursos Hídricos, o art. 1º define claramente que a água é um bem de domínio público, bem como um recurso natural limitado, e dotado de valor econômico. O artigo destaca ainda que a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos

(SINGREH), e que a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do poder público, dos usuários e das comunidades.

Quanto aos objetivos, o art. 2º diz que a lei deve assegurar a atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos, bem como a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável. Dentre as diretrizes gerais dessa política, é importante destacar no art. 3º a integração da gestão dos recursos hídricos com a gestão ambiental e sua articulação com o uso do solo. Já no art. 4º a União articular-se-á com os estados tendo em vista o gerenciamento dos recursos hídricos de interesse comum.

No art. 33º foi instituído o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), nos estados e Distrito Federal, os Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos (CERH) e os Comitês de Bacias Hidrográficas dos Rios Federais e Estaduais (CBHE), dirigidos e gerenciados por órgãos setoriais, criando como um de seus princípios a adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento.

Mas o grande passo para a consolidação da gestão dos recursos hídricos, no Estado do Pará, foi dado somente em julho de 2001, com a Lei nº 6.381, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e instituiu o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Ela procurou reproduzir, na íntegra, todos os artigos contidos na Lei nº 9.433/97, mas se diferenciou, ao incluir uma série de artigos e parágrafos novos, referentes aos seus objetivos, diretrizes, instrumentos, e a criação dos comitês de bacias hidrográficas no estado, com a participação das organizações civis e dos municípios.

Esta lei estadual possui como um dos seus princípios (art. 1º, IV) a adoção da bacia hidrográfica como unidade físico-territorial para a implantação dessa política e na atuação do Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos. Assegurando os usos múltiplos das águas, de forma descentralizada, contando com a participação do poder público, dos usuários e das comunidades. Objetivando, dentre outras, a proteção das bacias hidrográficas

contra ações que possam comprometer o seu uso atual e futuro (art. 2º, III), e tendo nas diretrizes de ações, a integração da gestão dos recursos hídricos com a ambiental (art. 3º, III). Esses objetivos e as diretrizes, entre outros, devem constar dos Planos Diretores elaborados para bacias hidrográficas (art. 5º). É importante destacar que essas políticas reproduzem, igualmente, muitos objetivos, princípios e diretrizes, destacando o consenso na utilização da bacia hidrográfica como unidade físico-territorial da gestão dos recursos hídricos, integrado com a gestão ambiental, bem como o desenvolvimento de um modelo de gestão não burocrático, mas sistêmico, de integração participativa, com maior descentralização e participação dos usuários e da sociedade.

2. Materiais e Métodos

O método de Otto Pfafstetter foi adotado pela Agencias Nacional das Águas - ANA através da Resolução Nº 32 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH de 2003. Bem como pela Secretaria de Estado e Meio Ambiente – SEMA, no estado do Pará, através da Resolução 004/2008 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH, como a principal ferramenta para definição das “Regiões Hidrográficas”.

Segundo esse método, para a construção de uma base hidrográfica apresenta uma relação de dados topográficos junto a fatores naturais que se tornam condicionantes para gerar uma hierarquia de bacias, como curso d’água, nascente, confluência-foz, trecho de curso d’água, rio, construindo uma visualização mais sistematizada de bacias em uma determinada região, aliada a representação cartográfica e Sistema de Informação Geográfica (SIG). Como produto da construção da base hidrográfica ottocodificada são gerados tabelas contendo informações da chamada “Topologia Hídrica”, aqui definida como um conjunto de informações agregadas e discretizadas por trecho de curso d’água, tendo como referência a sua área de contribuição. (ANA, 2006)

A classificação das bacias no método de Otto considera o rio principal como aquele que possuir maior deflúvio diante de outros rios seguindo uma ordem de área de contribuição

para classificar os afluentes. Segundo a metodologia, as quatro bacias maiores recebem códigos pares que são atribuídos de jusante a montante: a bacia mais a jusante é a de código 2, a bacia imediatamente a montante desta recebe o código 4, a próxima recebe o código 6 e a mais a montante de todas, 8; e as interbacias recebem códigos ímpares, sendo a da foz a número 1, a interbacia entre as bacias 2 e 4 recebem o valor 3, e assim por diante, até a última bacia de montante, que recebe o número 9. (ANA, 2006).

A codificação das Ottobacias tem como ponto de partida o rio principal e suas ramificações, denominados como cursos d'água. As codificações não são classificações definitivas, isto é, estão sujeitas a possíveis modificações futuras e ficam a critério do próprio pesquisador.

Essas modificações são consequências pela preferência em adotar uma nova codificação em escala maior a anterior, aumentando o nível de detalhamento da bacia e, consequentemente, passando a abranger outros cursos que serão codificados. Entretanto, o que permanece como fixos são os rios principais e suas codificações, elaboradas na primeira codificação considerando-os como uma ottobacias.

A codificação para cursos d'água tem outra nomenclatura que pouco difere em relação às de bacias hidrográficas devido a codificações às interbacias (cursos d'água) ser uma derivação do código de bacias e, nesse caso, elimina-se os últimos algarismos ímpares até chegar ao algarismo mais próximo do par. Posteriormente, as codificações referentes aos cursos d'água são armazenadas numa base de dados.

3. Resultados e discussões

3.1 A divisão hidrográfica nacional

A criação da Divisão Hidrográfica Nacional foi definida pela Agencia Nacional das Águas – ANA - através da Resolução Nº 32 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH de 2003. Sua criação foi feita a partir da metodologia para codificação e subdivisões de bacias hidrográficas, desenvolvidas pelo Engenheiro Otto Pfafstetter. A ANA passou a

referenciar e atualizar a sua aplicabilidade, a qual serve de suporte para a implementação de políticas de gestão dos recursos hídricos, neste caso, como um arcabouço metodológico para o Plano Nacional de Recursos Hídricos.

Segundo Bordalo (2018) a Resolução do CNRH nº 30/2002, considerando a necessidade de se adotar metodologia de referência que permita procedimentos padronizados de subdivisões e agrupamentos de bacias e regiões hidrográficas e considerando que a necessidade de sistematização e compartilhamento de informações, preconizada na Lei Nº 9.433, de 1997, requer o referenciamento de bases de dados por bacias hidrográficas, unidade básica do gerenciamento de recursos hídricos, resolve: Art. 1º Adotar, para efeito de codificação das bacias hidrográficas no âmbito nacional, a metodologia descrita no Anexo I desta Resolução.

E segundo a Resolução do CNRH nº 32/2003, considerando a importância de se estabelecer uma base organizacional que contemple bacias hidrográficas como unidade do gerenciamento de recursos hídricos para a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos; Considerando a necessidade de se implementar base de dados referenciada por bacia, no âmbito nacional, visando à integração das informações em recursos hídricos; Considerando a Resolução CNRH nº 30, de 11 de dezembro de 2002, que define metodologia de codificação e procedimentos de subdivisões em agrupamentos de bacias e regiões hidrográficas, no âmbito nacional.

Segundo essa resolução (ver figura 01) o país passou a ter 12 Regiões Hidrográficas assim definidas: Região Hidrográfica Amazônica; Região Hidrográfica do Tocantins/Araguaia; Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Ocidental; Região Hidrográfica do Parnaíba; Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental; Região Hidrográfica Atlântico Leste; Região Hidrográfica Atlântico Sudeste; Região Hidrográfica do Paraná; Região Hidrográfica do Uruguai; Região Hidrográfica Atlântico Sul e Região Hidrográfica do Paraguai. (BORDALO, 2018, pp 122).

Com base nesta divisão, observa-se que no Estado do Pará estão localizadas três Regiões Hidrográficas Nacionais: Região Hidrográfica Amazônica; Região Hidrográfica do Tocantins e a Região Hidrográfica do Atlântico Nordeste Ocidental. O que se caracteriza por ter uma grande diversidade geomorfológica e hidrológica na sua rede hidrográfica com bacias hidrográficas com águas interiores, estuarinas e costeiras.

Além dessa grande diversidade natural na sua rede hidrográfica, destaca-se também no estado do Pará, a grande diversidade nas formas de uso e ocupação socioeconômica da terra e da água, por diferentes sujeitos e usuários ribeirinhos ou urbanos, que podem levar a tensões ou conflitos hídricos, caso não se implementem políticas e ações de gerenciamento ambiental e dos recursos hídricos nas bacias hidrográficas.

Figura 01: Divisão Hidrográfica Nacional (Resolução CNRH nº 32 de 2003). Fonte: CNRH/ANA, 2003.

3.2 A divisão do estado do Pará em Regiões Hidrográficas

No Pará, a divisão do estado em regiões hidrográficas só foi ocorrer em 2008, bem depois da criação da Divisão hidrográfica Nacional a partir das Resoluções nº 30/2002 e nº 32/2003 ambas do CNRH.

O processo de criação das Regiões Hidrográficas do Estado do Pará surgiu a partir das ações do Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH - criado pela Lei Estadual nº 6.381 de 2001 que definiu a Política Estadual de Recursos Hídricos. E como ocorreu na divisão nacional, também seguiu a metodologia de Otto Pfafstetter que divide e codifica as bacias hidrográficas, utilizando dez algarismos, diretamente relacionados com a área de drenagem dos cursos d'água.

O início dos estudos para criação das regiões hidrográficas no estado, foi definido pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos, regulamentado pelo Decreto Estadual nº 2.070 de 2006, que instituiu as Câmaras Técnicas de Assuntos Legais e Institucionais, do Plano Estadual de Recursos Hídricos e de Capacitação e Educação Ambiental dos Recursos Hídricos, através da Resolução nº 001 de 2007 e, que por sua vez, podem criar seus Grupos de Trabalho com a finalidade de analisar, estudar e apresentar propostas sobre matérias de sua competência.

E foi com base em estudos desenvolvidos por um desses Grupos de Trabalhos, que foi apresentada a proposta com base na metodologia de Otto (1989) e da ANA (2006) ao CERH que aprovou em 2008 a Resolução nº 004 que dispõe sobre a divisão do estado em regiões hidrográficas e dá outras procidências.

O Art 2º dessa resolução adota a Divisão Hidrográfica do Estado em Regiões hidrográficas, nos termos do Anexo I, com a finalidade de orientar, fundamentar e implantar o Plano Estadual de Recursos Hídricos.

É dado destaque nessa resolução o parágrafo único que considera como região hidrográfica o espaço territorial compreendido por uma bacia, grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas com características naturais, sociais e econômicas homogêneas ou similares, com vista a orientar o planejamento e o gerenciamento dos recursos hídricos.

Figura 02: Mapa da Divisão Hidrográfica do Estado do Pará. Fonte: SECTAM, 2008.

Com base na Resolução 004/2008 do CERH, foram estabelecidas 07 (sete) Macro-Regiões Hidrográficas (ver figura 02) que são: Costa Atlântica Nordeste, Tocantins-Araguaia, Xingu, Portel-Marajó, Tapajós, Baixo Amazonas e Calha Norte. Definidas a partir das suas características geofisiográficas como: geomorfologia, geologia, hidrografia, solos e fator hidroclimático. (BORDALO, 2018, pp 99).

O limite geográfico dessas regiões hidrográficas coincide com os divisores de água das bacias limítrofes da região considerada. E nele a calha do Rio Amazonas é a feição geomorfológica de maior importância, as bacias componentes de cada região desaguam em suas margens ou diretamente na foz.

Foram criadas também as 21 (vinte e uma) Sub-Regiões Hidrográficas (ver figura 03) que são: 1- Costa Atlântica, 2- Gurupi, 3- Nhamunda-Trombetas, 4- Calha Amazônica, 5- Cuminapanema-Maecuru, 6- Marajó Ocidental, 7- Marajó Oriental, 8- Paru-Jari, 9- Baixo Amazonas, 10- Baixo Xingu, 11- Iriri, 12- Fresco, 13- Alto Xingu, 14- Tapajós, 15- Tapajós-Amazonas, 16- Baia de Caxuanã, 17- Rio Pará, 18- Araguaia, 19- Itacaiunas, 20- Tocantins e 21- Guamá-Moju.

4. Considerações finais

Mesmo que a divisão do estado em sete regiões hidrográficas só tenha ocorrido em 2008, através da Resolução nº004/2008 do CERH, bem depois da criação da Divisão Hidrográfica Nacional a partir das Resoluções nº 30/2002 e nº 32/2003 ambas do CNRH, dez anos depois da sua criação, ainda são poucas e tímidas as ações de Planejamento e Gerenciamento dos Recursos Hídricos implantados pela Diretoria de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade – DIREH/SEMAS. A criação de "regiões hidrográficas" não deve ser apenas uma ação de caráter legal e simbólico, mas fundamentalmente para subsidiar, como unidade territorial, todas as ações de planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos, principalmente quanto à implantação dos instrumentos previstos pela Lei Estadual nº 6.381 de 2001 que definiu a Política Estadual de Recursos Hídrico e no Plano Estadual de Recursos Hídricos.

Contudo, mesmo que tratamento topológico da rede hidrográfica com base na codificação de Otto Pfafstetter (1989), também tenha sido utilizado nesta Resolução nº 005/2008, nos causa estranheza a simplificação e redução da sua área que foi dada a Macro-Região Hidrográfica do Baixo Amazonas, que é a mesma Sub-Região Hidrográfica do Baixo

Amazonas. Visto que, essa Macro-Região Hidrográfica recebe como afluentes muitas sub-bacias hidrográficas com grandes áreas drenadas e importância socioeconômica para a região e o estado como: Margem direita do Rio Amazonas as Sub Bacias Hidrográficas dos Rios: Tapajós e Xingu. E pela margem sua esquerda as Sub Bacias Hidrográficas dos Rios: Nhamundá-Trombetas, Cuminapanema-Maecuru e Paru-Jari.

Tanto a Lei Federal nº 9.433/1997 como a Lei Estadual nº 6.381 de 200, está evidente o uso da bacia hidrográfica como nidade físico-territorial para o gerenciamento dos recursos hídricos, onde todos os instrumentos de gestão criados devem atuar de forma descentralizada e participativa. Destacando a criação dos Planos de Bacias Hidrográficas e os Comitês de Bacias Hidrográficas. Mas mesmo que desde 2008 já tenhamos legalmente a Divisão Hidrográfica Estadual, o Governo do Estado do Pará, através da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade – SEMAS e do Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH, ainda não foram implantados todos os instrumentos de gerenciamento dos recursos hídricos, em destaque para os Planos de Bacias Hidrográficas ou algum Comitê de Bacia Hidrográfica.

5. Referências Bibliográficas

BORDALO, Carlos. A divisão em regiões hidrográficas e a gestão de recursos hídricos no estado do Pará-Brasil. IN: VIERIA, António; GONÇALVES, António; COSTA, Francisco (orgs). **Desafios para afirmar a Lusofonia na Geografia Física e Ambiente**. Atas do II Encontro Luso-Afro-Americano de Geografia Física e Ambiente. EDITOR: CEGOT-UMinho, Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território da Universidade do Minho. Guimarães, 2018. pp 119 – 125.

BORDALO, Carlos. COSTA, Francisco. Uma análise das primeiras experiências de gestão em bacias hidrográficas na Amazônia. IN: SILVA, Christian et al. **Sociedade, espaço e políticas territoriais na Amazônia Paraense**. GAPTA/UFPA. Belém, 2013. pp 53 – 68.

BORDALO, Carlos. Gestão em bacia hidrográfica na Amazônia: uma reflexão das experiências de gestão dos mananciais da Região Metropolitana de Belém – Pará. IN: MOTA, Giovane; SILVA, Christian; PALHETA, João; BORDALO, Carlos, TOZI, Shirley. et al. **Caminhos e Lugares da Amazônia: Ciência, Natureza e território**. GAPTA/UFPA. Belém, 2009. pp 2007 – 224.

BRASIL. Agência Nacional de Águas - ANA. **Topologia hídrica: método de construção e modelagem da base hidrográfica para suporte à gestão de recursos hídricos**. Gestão da Informação. Brasília, 2006.

_____. Resolução nº 30 do CNRH de 2002.

_____. Resolução nº 32 do CNRH de 2003.

PARÁ. Secretaria de Estado de Meio Ambiente. **Política de Recursos Hídricos do Estado do Pará. Lei nº 6.381 de 2001 e Legislação Complementar**. SEMA. Belém, 2010.

PARÁ. Secretaria de Estado de Meio Ambiente. Resolução n° 004 do CERH de 2008.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

A EXPANSÃO URBANA DA CIDADE DE SERRINHA - BAHIA E SUAS REPERCUSSÕES SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS

Elmo José Carneiro Carvalho [(a)]

[(a)] Professor de Geografia do Ensino Médio/Centro Territorial de Educação Profissional do Sisal, elmo.ceteps.geografo@gmail.com

Eixo: Dinâmica e Gestão de bacias hidrográficas

Resumo

Este trabalho visa analisar a expansão urbana de Serrinha e suas repercussões sobre os seus recursos hídricos a partir de informações adquiridas com base na história local e na análise de séries temporais de imagens de sensores remotos, modelando a evolução urbana da cidade. A urbanização ocorre no tempo e no espaço, e Serrinha, no período de 1950-1960, acompanhou o crescimento urbano ocorrido nas cidades dos países subdesenvolvidos, corroborando para uma série de problemas ambientais, dentre eles a poluição dos recursos hídricos e a extinção de alguns de seus corpos, produto de um expressivo crescimento populacional que, como consequência, realiza o lançamento de efluentes nas superfícies líquidas naturais. Compreender o processo de ocupação urbana faz-se necessário para que sejam indicadas diretrizes que auxiliem o poder público a viabilizar um planejamento eficaz, que poderá influenciar nas estratégias de organização espacial como contribuir para atenuar os efeitos do crescimento sem planejamento.

Elmo José Carneiro Carvalho

Palavras chave: Expansão Urbana. Geoteconolgias. História Ambiental. Recursos Hídricos. Serrinha – Bahia.

1. Repercussões da evolução urbana nos recursos hídricos locais

O presente trabalho tem como propósito analisar a evolução urbana de Serrinha - Bahia e como esta repercutiu nos recursos hídricos locais no período correspondente entre as décadas de 1950 a 2010. Definiu-se a década de 1950 para início da análise por conta da influência que a instalação, em 1952, do Ginásio Estadual proporcionou na vida social da cidade. A instalação da instituição de ensino ocasionou uma maior pressão sobre os recursos hídricos locais devido ao incremento populacional que ocorre com a implementação do

mesmo, trazendo uma maior demanda por fornecimento de água como também a geração de uma maior quantidade de efluentes sendo lançados nos recursos hídricos.

Analisar a década de 2010 faz-se necessário para avaliar as atuais políticas habitacionais como o programa Minha Casa Minha Vida, que vem proporcionando a implantação de diversos conjuntos habitacionais e interferindo no processo de expansão urbana da cidade. Hoje, em Serrinha, podem ser observados seis grandes conjuntos habitacionais atrelados a esta política do Governo Federal sem citar os condomínios fechados que vêm sendo construídos pela iniciativa privada.

No tocante aos procedimentos metodológicos, as etapas que corresponderam à elaboração da referida pesquisa foram às seguintes:

A primeira etapa consistiu em uma revisão bibliográfica, sendo realizado o levantamento histórico da expansão urbana de Serrinha e atrelando esse processo aos impactos nos recursos hídricos locais, ressaltando que, a coleta de dados geoespaciais ocorreram a partir de consultas em sites governamentais.

A segunda etapa correspondeu ao trabalho de campo, que viabilizou a realização de registros fotográficos, entrevistas e marcação de pontos com GPS (Sistema de Posicionamento Global), para que posteriormente em laboratório os dados coletados fossem analisados. A aplicação das entrevistas proporcionou um entendimento de como se apresentavam em Serrinha os recursos hídricos locais principalmente no período de 1950 a 1959, pois as fotografias áreas com datas 1959 e 1961, acabam apresentando um intervalo muito pequeno para perceber grandes alterações, fazendo-se necessária a realização das entrevistas para que se possa, com base na História Ambiental, vislumbrar o cenário na cidade no período correspondente ao início da década de 1950.

A terceira etapa realizou-se em laboratório, onde foram tratados os dados obtidos durante a seleção de imagens por meio de softwares. O ambiente computacional utilizado para o processamento das imagens e fotografias correspondeu ao software Quantum GIS 2.18.9,

utilizado para a vetorização das imagens raster e consequentemente à elaboração dos mapas que evidenciam a evolução urbana de Serrinha e suas repercussões nos recursos hídricos.

A última etapa da metodologia consistiu na verificação e análise dos resultados obtidos, ou seja, a junção das informações históricas adquiridas pelo levantamento bibliográfico e pelas entrevistas com os dados gerados pelo processamento das fotografias aéreas e das imagens de satélites, o que permitiu a modelagem da evolução urbana e a partir da análise desses mapas inferir como o crescimento, sem planejamento, acabou contribuindo para a exaustão de diversas superfícies líquidas que existiam na cidade da Serrinha e como continuam interferindo para que outros recursos venham também a serem comprometidos.

Destarte, observando-se a mancha da área urbana da cidade de Serrinha no ano de 1959 (Figura 01), é perceptível que a mesma encontrava-se afastada da grande maioria dos recursos hídricos existentes. Os açudes que estavam mais próximos da cidade correspondiam ao da Bomba e o da Estação.

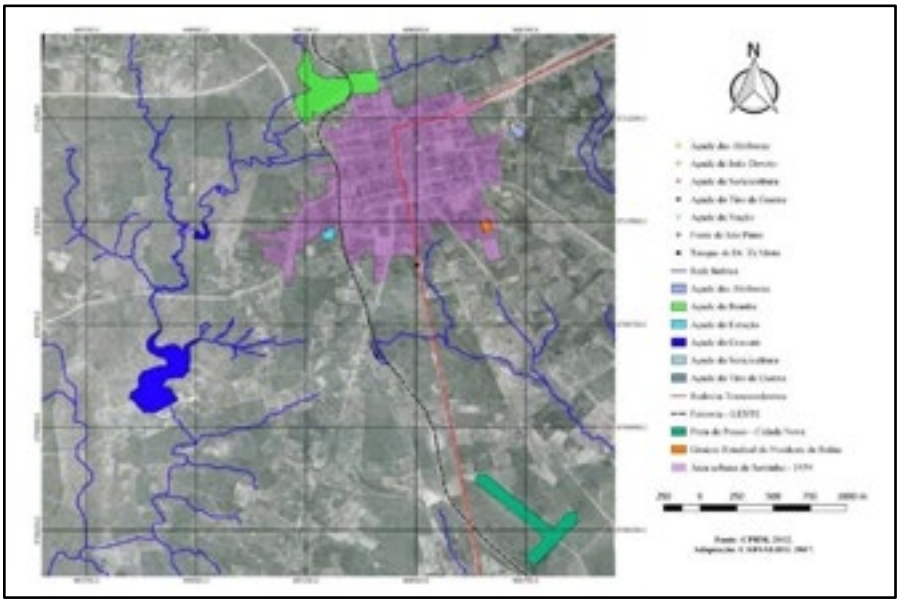


Figura 01 – Interpolação da área urbana da cidade de Serrinha em 1959 com os recursos hídricos locais

Alguns desses açudes foram construídos pelo Estado com o intuito de amenizar os efeitos da seca, podendo ser citado como exemplo o açude das Abóboras, uma vez que

> O Tanque das Abóboras foi construído em 1905, teve uma seca muito grande aqui, foi construído também o Gravatá e o prefeito de Serrinha Joaquim Hortélio não tinha os recursos próprios e tinha muita gente precisando trabalhar. Ele acertava com os trabalhadores que ele pagava metade com o dinheiro e metade com abóboras já que ele teve uma safra de abóbora muito grande numa fazenda que ele tinha ali perto da umburana e depois de certo tempo ele passou a solicitar que as pessoas doassem abóboras para pagar os trabalhadores, então ele ficou como Tanque das Abóboras. O cara recebia metade do salário em dinheiro e metade em abóboras, era uma maneira habilidosa dele fazer o trabalho, não deixar sem fazer alguma coisa, isso se deve a Joaquim Hortélio em 1905 (ENTREVISTADO B).

No tocante ao açude da Bomba, é importante destacar que a nordeste do espelho d'água do açude encontra-se o morro denominado Senhora Santana, apresentando um relevo mais acidentado, correspondendo assim à área de contribuição do açude, uma vez que o morro está localizado a montante do mesmo.

O abastecimento de água tratada em Serrinha foi inaugurado em outubro de 1969. Antes, porém, existiam pessoas que tinham a profissão de aguadeiros, pessoas que geralmente moravam na periferia da cidade e eram proprietários de animais como jumentos ou burros e sobre eles colocavam uma cangalha e quatro barris, em cada um tinha uma capacidade em torno de 18 (dezoito) litros, podendo haver variações. Essas pessoas possuiam de cinco a seis animais que se encarregavam de abastecer as casas em troca de determinado valor, sendo que, somando os quatro barris, mais a viagem, o valor correspondia a Cr$ 1,00 (um cruzeiro), dinheiro que era a principal renda destas pessoas que, na sua maioria, já tinham constituido familia. Sendo assim, a profissão de aguadeiro em decorrência da necessidade da cidade ser abastecida – até então não havia rede de distribuição - se tornara importantíssima para as pessoas que começavam a se organizar na periferia.

Este sistema de abastecimento prevaleuceu até a chegada da água tratada. As famílias encomendavam aos aguadeiros e esses assumiam o compromisso de periodicamente distribuir a água. Dessa forma, as famílias, toda semana, recebiam três ou quatro viagens com o objetivo de suprirem as suas necessidades. A água distribuida era de pouca qualidade devido ao fato de que ela não era tratada e destinava-se à lavagem de roupas, de praças, de casas, dentre outros usos. Já a água de beber também era servida por aguadeiros ou por pessoas que

vendiam latas, dentre estes dois, os últimos correspondiam às pessoas de maior poder aquisitivo que construiam tanques de grande capacidade, em torno de 50 e 60 mil litros e vendiam latas que normalmente custavam em torno de Cr$ 0,40 (quarenta centavos) a Cr$ 0,50 (cinquenta centavos).

O açude da Bomba abastecia a LESTE - Rede Ferroviária Federal Leste Brasil (RFFLB), para atender normalmente o funcionamento de suas locomotivas que eram a vapor. Paralelamente, era utilizada essa água com a destinação de serventia para os residentes da empresa. Foi feita uma tubulação muito pequena que ia para o barracão, uma segunda, maior que a primeira, atendia o pessoal administrativo e a outra que vinha até a Praça Luis Nogueira para atender a casa do médico e a do engenheiro chefe.

> O sistema de água deles para abastecimento das máquinas era muito bom. (...) Paralelamente eles tinham redes para disponibilizar aos seus funcionários, que naquela ocasião a empresa dava uma atenção especial aos seus empregados. Tinha os barracões, tinham as casas. Eles levavam água, levavam luz. (...) E aqui na praça, até na praça tinha água e vinha luz até onde hoje tem a loja da Fama e onde hoje é o Bradesco. No Bradesco era a casa do Inspertor-Médico e na Fama ficava o Inspertor de Linhas. O médico tinha água, tinha luz que vinha da LESTE a ponto deles construirem uma usina a vapor lá na Bomba. (...) Agora o consumo principal era para as locomotivas que transportavam a riqueza agrícola e mineral de Juazeiro para cá, até Alagoinhas e daí para Salvador (ENTREVISTADO A).

Quando se analisa a figura 02, pode ser observado que o Açude das Abóboras, assim como, o Açude da Bomba, começam a serem envolvidos pela mancha urbana. Na direção sudoeste da cidade é notória a expansão da área urbana, uma vez que o bairro do Cruzeiro, que no ano de 1959 (Figura 01) apresentavam-se distantes dos afluentes do açude do Gravatá, em 1961 (Figura 02) já domina a faixa das nascentes do açude.

Ressalta-se que até a década de 1960 havia uma dependência da população serrinhense para com estes recursos hídricos, pois se constituíam na fonte de água para a população em geral. Mas a LESTE também contribuía com o abastecimento de água não só para Serrinha como na região.

> A LESTE trazia no período de maior estiagem, ela trazia tanque de água cheio, (...) e botavam ai na estação e iam subindo ai, e em cada cidade ia deixando um vagão. Ela ajudou muito, inclusive minha mãe várias vezes pegou lata d´água, pote d´água

> nessa coisa da LESTE quando tinha dificuldade para usar em casa (ENTREVISTADO B).

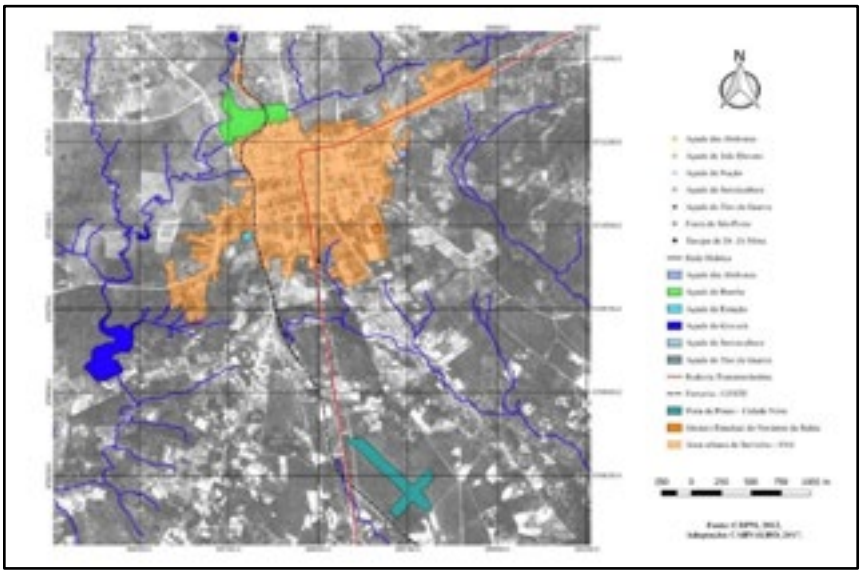


Figura 02 – Interpolação da área urbana da cidade de Serrinha em 1961 com os recursos hídricos locais

No ano de 1974 (Figura 03) pode ser observado que os únicos açudes que ainda não tinham sido envolvidos pela cidade correspondiam ao do Tiro de Guerra e o do Gravatá. Vale frisar que em 16 de dezembro de 1969 a água tratada chega à cidade de Serrinha e, consequentemente, a relação da mesma com os recursos hídricos começa a ser alterada. Ou seja, os açudes da cidade passam a receber os efluentes gerados, uma vez que o saneamento básico executado na cidade correspondeu apenas à água tratada.

> Com uma solenidade singular – todas as autoridades locais e mais o Secretário Luiz Viana Neto, tomando um verdadeiro banho sob um chafariz instalado na praça principal da cidade – foi inaugurado o serviço de abastecimento d´água de Serrinha, construído pela SESEB com apoio financeiro do Fundo de Saneamento do Banco Nacional de Habitação. A inauguração desse serviço que significou a concretização de um sonho de mais de um quarto de século da população local se constituiu em verdadeira festa popular, calculando-se em mais de 10 mil pessoas as que participaram dos atos inaugurais (JORNAL DIÁRIO DE NOTÍCIAS, 16/12/1969).

A expansão da cidade na direção leste-sudeste com a passagem da BR-116, também em 1969 viabilizou o surgimento do bairro da Vaquejada, contribuindo para o lançamento de

efluentes na bacia hidrográfica do rio Inhambupe que já vinha sendo impactada com o lançamento de esgoto da área mais ao sul da cidade. A bacia hidrográfica do rio Paraguassú localizada na porção oeste da cidade, sendo constituída, por exemplo, por açudes como o da Bomba e do Gravatá recebia significativa descarga de dejetos, processo este decorrente da maior expansão urbana na supracitada direção. Evidencia-se esse decurso com a expansão do bairro dos Treze seguindo a linha férrea ao norte do açude da Bomba. A expansão do bairro do Cruzeiro e o surgimento do bairro do Novo Horizonte a sudeste da cidade ampliam assim, a quantidade de efluentes lançados nos afluentes do açude do Gravatá e no açude do Matadouro, localizado as margens da ferrovia e ao sul da BA – 411 (Serrinha – Coité).

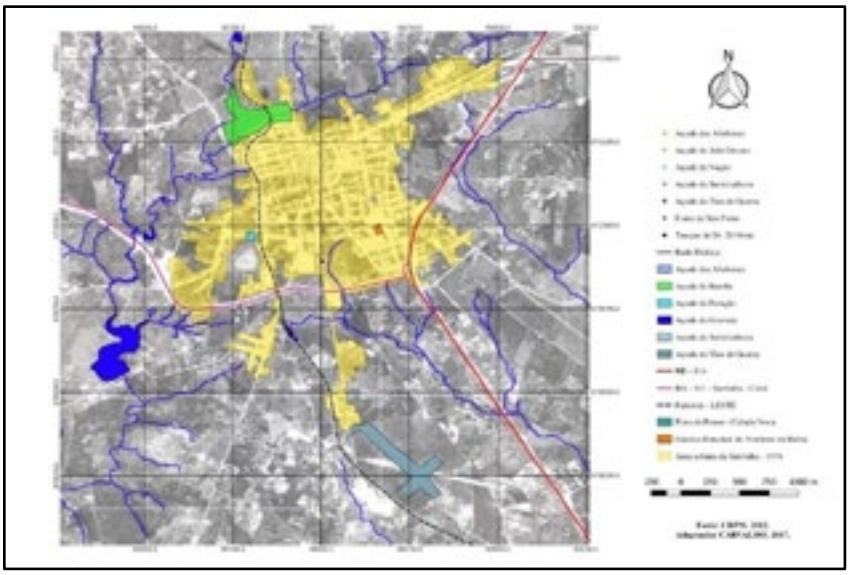


Figura 03 – Interpolação da área urbana da cidade de Serrinha em 1974 com os recursos hídricos locais

Devido ao lançamento de efluentes, os recursos hídricos que antes eram utilizados pela população para fornecimento de água passam a constituir-se como problema para as pessoas que vivem no entorno, uma vez que estes potencializam a transmissão de doenças adquiridas por via hídrica, viabilizando assim, o soterramento por ser a ação mais simplória e menos custosa para o Estado, além de contribuir para a expansão do núcleo urbano.

> (...) Foi aterrado o tanque de João Devoto quando Carlos Mota abriu a rua que sai do jardim infantil até chegar naquela que vem do Ginásio da Praça Morena Bela. Ele abriu ali, que ficara no fundo da casa de Carlos Alberto e ali era o Tanque de João Devoto, um tanque cercado que ele vendia água. (...) Zevaldo aterrou o açude das Abóboras, quando fez esse serviço de esgotamento, porque os esgotos passavam embaixo das abóboras, ele fez as caixas e depois aterrou porque era um foco de muriçocas e doenças. (ENTREVISTADO B).

Analisando a figura 04, pode-se observar que em 1998 a cidade de Serrinha apresentava uma mancha urbana que já envolvia todos os açudes existentes, com exceção do Gravatá. Nesse período todos os açudes elencados na legenda do mapa já haviam sido aterrados com o objetivo bem claro de escamotear a incapacidade dos diversos gestores públicos em resolver tal problemática ambiental.

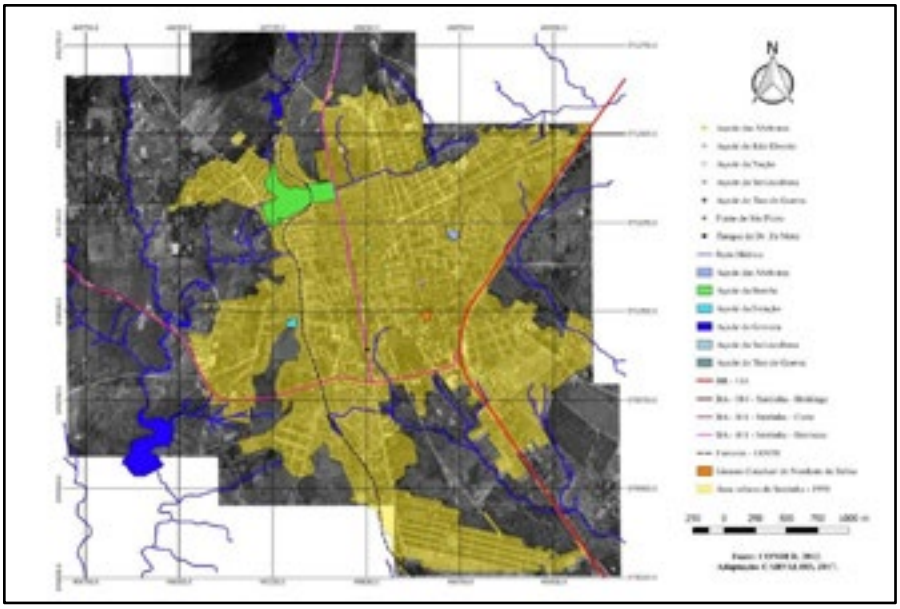


Figura 04 – Interpolação da área urbana da cidade de Serrinha em 1998 com os recursos hídricos locais

Os açudes que ainda resistem à tentativa de aglutinação correspondem a Bomba e o Gravatá, sendo que todos os demais açudes já foram aterrados por incapacidade dos gestores de efetivarem uma política ambiental que garantisse a preservação dos recursos hídricos, os quais, no passado, foram fundamentais para o desenvolvimento local. No entanto, com a chegada da água tratada no ano de 1969 foram destinados a serem receptores de efluentes,

relegando ao esquecimento o papel fundamental exercido por tais recursos na história ambiental local.

Devido à saturação das áreas residenciais mais próximas ao centro e também por causa da especialização do núcleo central da cidade, principalmente no que tange ao comércio, ocorreu uma migração da população do centro para a periferia. Como consequência houve um aumento populacional, fazendo crescer concomitantemente a demanda por domicílios nos bairros periféricos e dentre eles o bairro Vila de Fátima.

Como nesses bairros, há um número significativo de residências presentes na faixa de dominação de rios e açudes, ou seja, áreas de preservação permanente, consequentemente são essas "áreas em condições inadequadas de habitabilidade que necessitam ser objeto de reurbanização em vista de precariedade de infraestrutura ou de relocação por implicar em riscos ambientais" e de saúde pública. (PDDU, 2000, p. 85)

Esses processos eram desencadeados pois

> O planejamento urbano realizou-se considerando, principalmente, os aspectos sociais, culturais e econômicos, e admitindo que o ambiente físico deveria adequar-se às atividades do homem. Considerava-se que os recursos naturais podiam ser utilizados e alterados de forma ilimitada, desde que fossem antendidas as necessidades básicas dos moradores das cidades: habitação, trabalho, circulação e lazer (MOTA, 2011, pág. 31-32).

Entreanto, o planejamento urbano deve prezar pela conservação dos recursos naturais, ou seja, que a apropriação dos mesmos ocorram dentro da capacidade que estem apresentam de manter o seu equilíbrio como também a qualidade em niveis aceitáveis.

Realizado o mapeamento da rede hídrica da cidade, percebeu-se que a cidade, historicamente, vem desenvolvendo-se sobre a mesma (Figuras 05 e 06), resultado da expansão urbana que vem vivenciando por conta da ação de diversos agentes produtores do espaço urbano, dentre eles: os Proprietários Fundiários, os Promotores Imobiliários e o Estado.

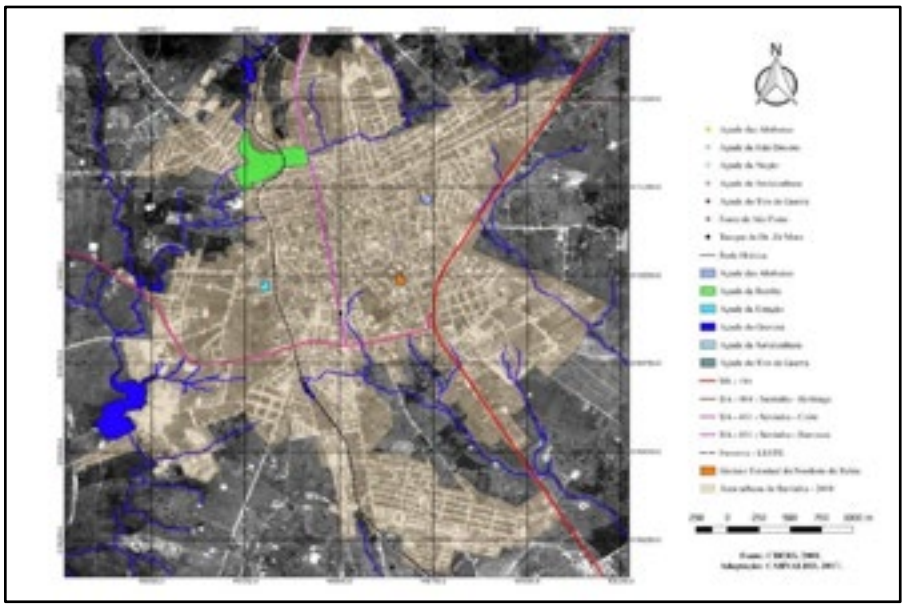


Figura 05 – Interpolação da área urbana da cidade de Serrinha em 2008 com os recursos hídricos locais

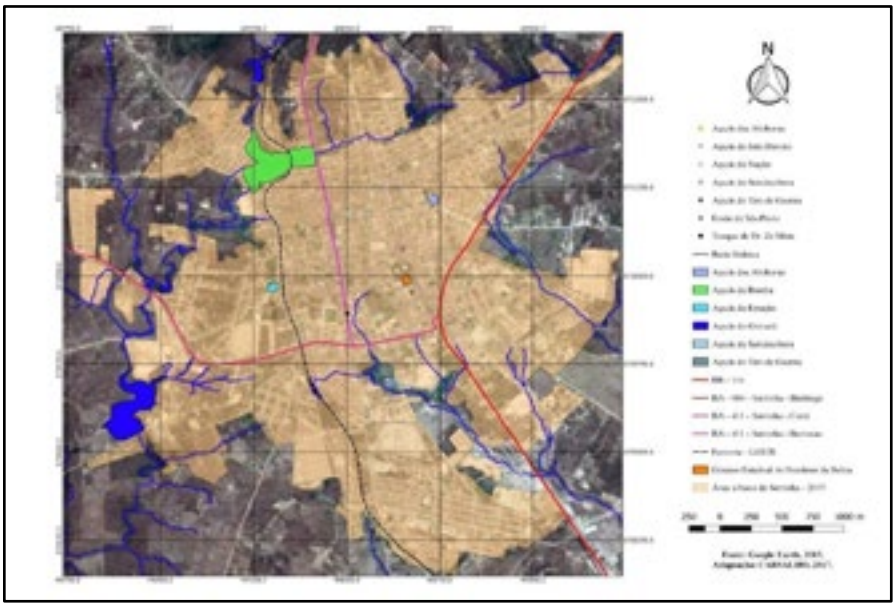


Figura 06 – Interpolação da área urbana da cidade de Serrinha em 2015 com os recursos hídricos locais

Na figura 07, observa-se a presença de diversos equipamentos urbanos que estão localizados em uma área de várzea, contribuindo para a degradação ambiental. Isso pode ser

comprovado com a implementação do IF Baiano, como também com os conjuntos habitacionais do Programa Minha Casa Minha Vida do Governo Federal, o Shopping Serrinha, o Conjunto Habitacional Residencial Serrinha e o Condomínio Fechado Serra Ville.

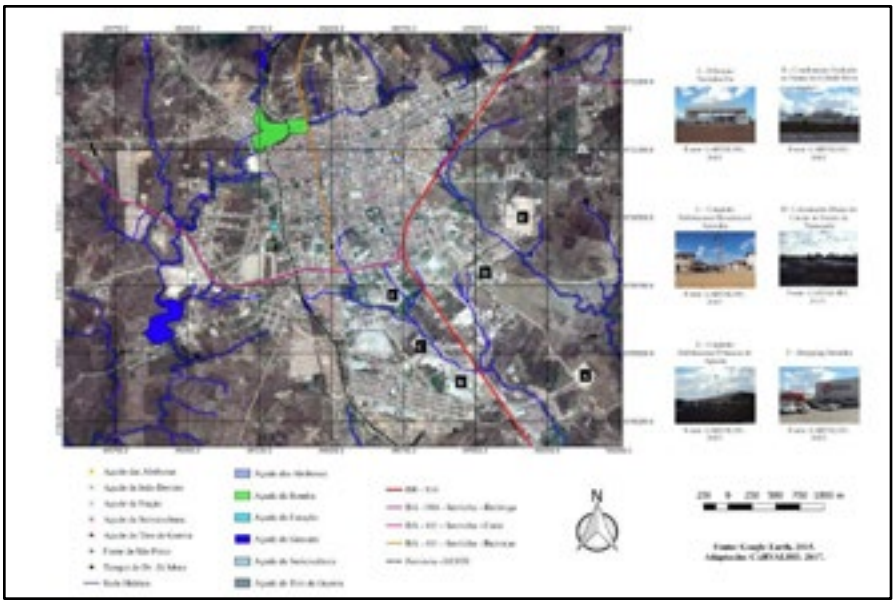


Figura 07 – Rebatimentos da expansão urbana nos recursos hídricos

Contudo, o rebatimento da expansão urbana nos recursos naturais viabiliza degradação ambiental, uma vez que não há por parte dos agentes uma preocupação em aplicar a legislação vigente. Com a ocupação dessas áreas de preservação ambiental, a Resolução do CONAMA n. º 303 (BRASIL, 2002) vem sendo violada, uma vez que

> Esta lei traz algumas definições importantes, como: nível mais alto; nascente ou olho d´água; linha de cumeada e tabuleiro. Por outro lado, mantém o que foi especificado no Código Florestal de 1989, ou seja, 30 metros de área protegida para o curso d´água com menos de dez metros de largura. (SANTO, 2012, p. 89).

Ou seja, todas estas intervenções vêm ocorrendo em uma área segundo a legislação ambiental vigente protegida por lei, mas correspondem atualmente ao principal vetor de expansão urbana da cidade de Serrinha. Entretanto, como a expansão urbana vem ocorrendo em uma área de mananciais, em períodos de elevado índice pluviométrico, como ocorrido no ano de 2015, ocorrem alguns inconvenientes, como podem ser visualizados na figura 08.

Figura 08 – Córrego transbordando nas imediações do Condomínio Serra Dourada - Serrinha – Bahia

No entanto, é de suma importância destacar a incapacidade dos corpos receptores de assimilar a carga poluente neles lançada. Sendo assim, o açude da Bomba, do Gravatá, dentre outros encontram-se num alto grau de poluição, pois boa parte do esgotamento sanitário é lançado nestes açudes, onde a presença das baronesas já indicam o alto grau de eutrofização desses recursos hídricos.

2. Referências Bibliográficas

CORRÊA, Roberto Lobato. **O Espaço Urbano.** São Paulo: Editora Ática, 2003.

MOTA, Suetônio. **Urbanização e Meio Ambiente**. 4.ª ed. Rio de Janeiro: ABES, 2011.

SANTO, Sandra Medeiros. **A expansão urbana, o Estado e as águas em Feira de Santana – Bahia (1940 – 2010)** [Tese]. Salvador: UFBA, 2012.

SANTOS, Milton. **Território, territórios:** ensaios sobre o ordenamento territorial. 3.ª Ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2011.

SERRINHA. Secretaria de Urbanismo. **Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano.** Serrinha, 2000.

SOUZA, Marcelo Lopes de. **Mudar a cidade:** uma introdução crítica ao planejamento e à gestão urbana. 8.ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ABORDAGEM SISTÊMICA APLICADA A SEDIMENTOLOGIA EM UMA PERSPECTIVA GEOGRÁFICA

Edivaldo Geffer [(a)], Tatiane Wouk [(b)]

(a) Professor EBTT no IFMS-Instituto Federal de Mato Groso do Sul, campos Ponta Porã email: edivaldo.geffer@ifms.edu.br

(b) Universidade Estadual do Centro-Oeste UNICENTRO- email: tatianewouk@hotmail.com

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo
O presente trabalho tem por objetivo fazer algumas discussões teóricas sobre a abordagem sistêmica aplicada a sedimentologia, em uma perspectiva geográfica. A pesquisa é de cunho bibliográfico onde foram feitas análises dos referencias teóricos, com o intuito de discutir sobre a abordagem sistêmica aplicada a sedimentologia, bem como os principais processos e fenômenos que ocorrem dentro da temática, e suas inter-relações. Dentre os resultados obtidos destaca-se que a abordagem sistêmica pode ser perfeitamente aplicada a sedimentologia, há medida que os fenômenos físicos não podem ser estudados de maneira única e isolada, sem levar em conta aspectos sociais, políticos, econômicos, e ambientais, bem como sua relações e inter-relações.

Edivaldo Geffer , Tatiane Wouk

Palavras chave: Sedimentos, Métodos e técnicas, geografia física.

1. Intrudução

A compreensão das dinâmicas da superfície terrestre, através da relações sociedade/natureza, tendo como base uma perspectiva sistêmica, possibilita perceber o significado e as propriedades dos fenômenos de uma maneira ampla englobando vários aspectos que antes eram analisados de maneira isolada, e que podem ser compreendidos em sua totalidade levando em consideração as relações com outros processos.

Desta forma o presente trabalho procura apresentar os principais conceitos, caraterísticas e estrutura destas abordagens, bem como sua aplicação a sedimentologia sobre um víeis geográfico.

Haja visto que a erosão dos solos, sedimentação e o aporte de sedimentos, são resultantes de vários processos e fenômenos, que se inter-relacionam, e são influenciados pela ação antrópica, que em maior ou menor grau de atuação, pode ser um fator decisivo na modificação de processos, acarretando mudança na dinâmica sedimentar e alterando o sistema como um todo.

A ação antrópica interferindo na dinâmica de tais processos pode ocasionar, o crescimento de forma desordenada das cidades, o desmatamento de sistemas florestais, a ocupação irracional de bacias hidrográficas, o assoreamento de rios e a diminuição da vida útil de lagos e reservatórios utilizados para produção de energia hidroelétrica e abastecimento populacional. Desta forma este trabalho visa fazer algumas discussões teóricas sobre a abordagem sistêmica aplicada a sedimentologia, em uma perspectiva geográfica.

2. Desenvolvimento

2. 1 A Ciência e o Surgimento da Abordagem Sistêmica

Durante o período conhecido como a antiguidade muitos pensadores que em geral eram físicos, filósofos, matemáticos, astrônomos, dentre outras denominações buscavam através de teorias, explicar os acontecimentos o comportamento humano e principalmente os fenômenos da natureza, dentre inúmeros pensadores dessa época estão Aristóteles, Platão e Sócrates.

Ao analisarmos o conhecimento científico produzido pela sociedade, destaca-se que passando por outro contexto histórico no período conhecido como Idade Média, a ciência de modo geral assume novos rumos, onde pensadores como, Santo Agostinho, São Tomás de Aquino e Ambrósio, buscaram adaptar o conhecimento produzido e adquirido pelos pensadores da ciência clássica aos pressupostos da igreja, caraterizado por um caráter dogmático e metafisico. (VICENTE e PEREZ FILHO, 2003).

Esse período é marcado pelo apogeu do Igreja católica a qual se consolidou como uma instituição de enormes poderes, influenciando na ciência, política e na economia marcada pelo modo de produção feudal.

Essa realidade começa a mudar com o Iluminismo, atribuindo novos significados e razões, no campo da ciência cresce a valorização da razão, do questionamento, defesa da liberdade política e ideológica, crença nas leis naturais, e principalmente a crítica ao dogmatismo religioso e outras instituições vigentes na época.

De acordo com Andry et al (1988), foi com o movimento iluminista, ocorrido logo após a idade média por volta de século XVIII, que marca o início para o mundo ocidental, caraterizado principalmente por uma maior preocupação com a sistematização e organização da busca pelo conhecimento científico. Gerando como resultado novos olhares e perspectivas, com conceitos

inovadores em várias áreas principalmente na física e matemática, e de forma concomitante também na filosofia e na própria ciência.

Isto foi sem dúvida uma nova etapa da ciência propriamente dita, marcada com a sistematização dos conceitos de importantes pesquisadores e pensadores, tais como, Copérnico, Galileu, Bacon, Kepler e Descartes, através da síntese físico matemática de Newton, ocorre de uma maneira geral uma certa sedimentação do universo mecânico nas ciências como um todo, seja as ciências de bases físicas, a matemática sejam também nas ciências biológicas e humanas, influenciando de maneira significativa no processo de busca de conhecimento até os dias atuais. (Vicente e Perez Filho 2003).

No entanto um ponto importante é que esse pensamento cartesiano não obteve êxito em relação a explicação da realidade como um todo. Morim (1997), destaca que este pensamento Cartesiano "não tinha singularidade na sua obediência ás regras gerais", se voltando para os mesmos problemas e as mesmas soluções fragmentadas, fazendo parte de um determinismo inflexível, (MORIN, 1997, p.83).

Partindo dessa premissa pode-se apontar que a abordagem sistêmica constitui-se como complemento ou mesmo uma alternativa ao pensamento cartesiano, uma vez que tal abordagem não veio com o intuito de discutir e substituir tudo o que existia a respeito de métodos e investigação da ciência, e sim agrupa-los e buscar com isso uma maior compreensão da realidade que está sendo pesquisada.

2.2 A Abordagem Sistêmica e a Geografia

Segundo Capra (1996), os trabalhos de Bogdanov e Leduc são os pioneiros em relação abordagem sistêmica, no entanto os mais expressivos e lembrados na literaturas são os trabalhos de Bertalanffy e Defay nos anos 1930 considerados por muitos como os pais da teoria dos sistema.

Bertalanffy (1973), descreve que em vários períodos diferentes da evolução do pensamento científico e de maneira distinta, muitos pensadores buscaram trabalhar esporadicamente com a noção de sistemas, influenciados principalmente quando deparavam-se com questões não resolvidas pelo pensamento científico da ordem cartesiana.

Esses trabalhos serviram de bases para várias teorias e conceitos, que foram se originando anos depois, tendo como base o comportamento não-linear, evolutivo, probabilístico e por vezes caótico, de modo sistêmico. Bertalanffy (1973), propôs uma proposta que buscava envolver todos os campos do conhecimento em uma única linguagem científica, colocando como suporte ou ferramenta para isso os sistemas.

Essa teoria dos sistemas ganha destaque na década de 1950 quando Bertalanffy lança *General System Theory,* (Teoria Geral dos Sistemas), influenciando vários pesquisadores que empregam esse novo modo de pensar a ciência, nas mais diversas áreas, incluindo ai a Física, Química, Biologia e também a geografia.

Quando se busca uma definição de sistema se evidencia que não é consenso entre os pesquisadores uma definição unanime, mais sim várias definições de vários autores. Dentre essas várias definições Christofoletti (1979), descreve a de Hall e Fragen que define sistema como sendo "um conjunto dos elementos e das relações entre eles e seus atributos", enquanto que para Bertalanffy (1973), sistemas é "um conjunto de elementos em interação".

De fato existe inúmeras definição de sistemas mais todas de um modo geral busca exemplificar as caraterísticas principais de um sistema, como o caratê global, o aspecto relacional, a hierarquização e organização. Em outras palavras não se pode entender um fenômeno sem entender antes os processos e os fatores que podem ocasiona-lo, ou influencia-lo durante sua trajetória.

Christofoletti (1979), descreve em seus estudos que dentre essas definições destaca-se que um número considerável de autores, descrevem que para se caracterizar um sistema é necessário que exista qualquer conjunto de objetos que venham a se relacionar em determinado tempo e espaço. Por ouro lado muitos autores defendem a premissa que além das relações é necessário haver uma finalidade, podendo ser a execução de uma função por parte desse conjunto.

Os trabalhos de Prigogine e seus colaboradores são contribuições relevantes dentro dos estudos dos sistemas, estes a partir da década de 1950, aplicam as leis da Termodinâmica ao estudo do comportamento de sistemas complexos, aprimorando conceitos como: evolução não linear, estrutura dissipativas complexidades dentre outros. (GONDOLO, 1999, p.72).

Nesta perspectiva sistêmica torna-se necessário uma proposta de cunho multidisciplinar que transcende o ambiente físico-químico ou sociocultural, devendo buscar a complexidade do ambiente

percebido pelo homem como o verdadeiro espaço para a interação entre aplicação/compreensão. (VICENTE E PEREZ FILHO 2003, p. 9).

Partindo desta proposta a Geografia possui uma boa dianteira em relação as demais ciências, uma vez que está ciência sempre tratou em suas analises os fenômenos em sua complexidade, como exemplo os complexos territoriais defendidos por Sotchava, (1977), que compreendia territórios como todo o envoltório físico-geográfico, por excelência, um sistema complexo, talvez o mais prescritível e importante de todos.

Christofoletti (1979), argumenta que em âmbito geográfico a abordagem sistêmica, contribuiu significativamente ao passo que favoreceu e de certa forma dinamizou o desenvolvimento da chamada geografia nova. Desta forma ofereceu bases no sentido de delineação com maior exatidão de seus campos de estudos seja nas áreas da geografia humana ou física.

Essa teoria geral dos sistemas foi utilizada pela geografia humana e econômica, de maneira difusa, ainda destacam-se os trabalhos de Berry em 1964, que tratava das cidades como sistemas dentro de sistemas de cidades (CHRISTOFOLETTI, 1979).

Na geografia Física essa abordagem foi muito aceita, e serviu na revitalização de vários campos de estudos, com destaque para a Geomorfologia, tendo os estudos de Strahler, em 1950, que amparavam-se no trabalho com sistemas de drenagem, considerado como um sistema aberto. Nesta área após os estudos desse autor fizeram-se relevante estudos de Culling (1957), Hack (1960), Chorley (1962), Howard (1965), Chorley e Kennedy (1971), trabalhos estes voltados para a geomorfologia, exceto o ultimo que contribuía de maneira mais significativa para a geografia física (CHRISTOFOLETTI, 1979).

Na geografia física os estudo pautados sobre a abordagem sistêmica, tinham em destaque a perspectiva dos geossistemas. Sobre os geossistemas Bertalanffy (1973), os define como uma classe diferenciada de sistemas dinâmicos abertos e hierarquicamente organizados.

Já Sotchava (1977), argumenta que os geossistemas, se caracterizam por ser "formações naturais, experimentando, sob certa forma o impacto dos ambientes sociais, econômicos e tecnogênico". Deste modo os estudos de geografia física de maneira alguma, pode estar separado ou dissociado, dos aspectos antrópicos do ambiente em virtude da inter-relação que tais fenômenos e processos possuem.

Deste modo os geossistemas podem ser entendidos, como funções naturais que são influenciados e se desenvolve tanto por fenômenos naturais quanto por fenômenos econômicos e sociais, que podem de uma maneira ou de outra alterar sua estrutura, em determinado momento e espaço.

Nesta perspectiva os geossistemas, dentro da abordagem sistêmica podem ser empregados de maneira oportuna nos estudos de sedimentologia, uma vez, que os processos neste campo estão relacionados e quando se tem a interferência seja de origem natural ou antrópica em uma parte ou fração, certamente a outra sentira e apresentara mudanças em seu comportamento considerado normal.

2.3 A Abordagem Sistêmica Aplicada a Sedimentologia

Ao relacionar os estudos de sedimentologia, com a abordagem sistêmica, observa-se que está assume perfeitamente seu papel enquanto método de abordagem. No entanto é necessário lembrar que as outras abordagem como a geografia crítica, até mesmo a fenomenologia também podem ser aplicados a estudos relacionados a sedimentologia, sendo necessário basicamente saber qual é a finalidade e o que se pretende pesquisar para então aplicar a melhor abordagem dentro da pesquisa.

No caso da abordagem sistêmica aplicada a sedimentologia, destaca-se que na sedimentologia tem-se a ocorrência de processos que se inter-relacionam e podem ser influenciados de diversas formas, portanto é necessário compreender vários processos que por via de regra fazem parte de um sistema que é mutável, em maior ou menor gral dependendo das modificações feitas dentro do sistema.

Morin (1997), destaca que um sistema pode ao mesmo tempo ser “um e múltiplo”, em outras palavras pode ser único, ou ter múltiplas facetas, sendo composto por vários outros subsistemas. Este mesmo autor inda argumenta que parte desse sistema possui identidade própria e participa da identidade de um todo, nestes termos o todo não é apenas a soma das partes, mais sim depende da intensidade das interações e inter-relações que ocorrem entre partes.

Neste sentido afim de especificar melhor as partes essências da sedimentologia que se inter-relacionam entre si para formar um sistema que tende a ser um tanto como complexo foi elaborado um

organograma. A (figura 1) representa o organograma elaborado para melhor exemplificação das relações entre os processos e fenômenos.

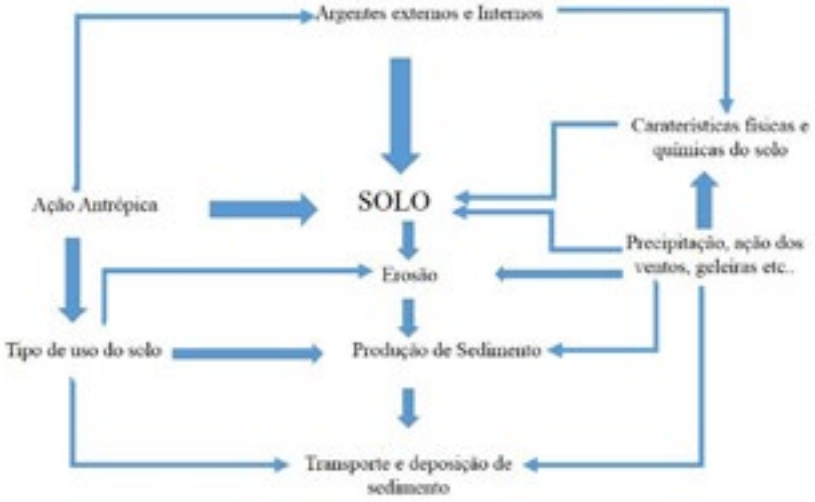


Figura: 1 Organograma sobre as principais relações entre os processos e fenômenos.

Neste organograma está exposto de forma resumida e genérica, os principais processos e fenômenos que ocorrem dentro da sedimentologia, bem como suas inter-relações, com isso a ação antrópica conforme seu grau de atuação e intensidade pode ser um fator decisivo na modificação de processos, acarretando mudança na dinâmica sedimentar e alterando o sistema como um todo.

Desta forma para se compreender as caraterísticas dos elementos e das partes constitutivas de um sistema é necessário que se conheça não somente as partes mais sim sua relação, como salienta (BERTALANFF 1973 p. 83).

Como parte da sedimentologia tem-se a água que trata-se de um dos recursos naturais mais importantes que o homem dispõe, sendo que este recurso tem sido fundamental ao longo da história da humanidade, e por muitas vezes é palco de vários conflitos, assim como sua localização influenciou na fixação de povoações, localização de indústrias, geração de energia, irrigação entre outras atividades vitais para o homem (DREW, 1994). Porém o processo de ocupação e utilização do solo acaba impactando na dinâmica do ciclo hidrológico.

Em relação à produção de sedimentos, é visto que este processo relaciona-se diretamente à ação das águas e do vento mas também ao modo de uso, ocupação e tipo de cobertura dos solos. Estes

influenciam na quantidade e na forma de perda de solos originando assim a erosão que pode ocorrer de diversas formas (FIGUEIREDO, 1989).

A erosão é um dos fatores que mais influenciam na produção de sedimentos em uma bacia e esta pode ser definida como a retirada da camada superficial do solo pela ação das águas da chuva, da gravidade, dos ventos e da neve e sua consequente deposição nas partes mais baixas do relevo (LEPSCH, 1976; FERNANDES e LIMA, 2007; SILVA et. al, 2003.).

Neste sentido a produção de sedimentos pode ser definida como a quantidade de solo erodido que é removido de uma determinada área de drenagem. Essa produção representa apenas uma parcela do total de sedimentos mobilizados em uma bacia em decorrência dos processos erosivos atuantes (CUNHA FILHO et. al, 2010).

Com isso, é quase indissociável o fator de influência da erosão dos solos nos processos, primeiramente de produção dos sedimentos e em sequência de transporte das partículas da vertente para os canais fluviais.

Os processos erosivos em solos abrangem diversas áreas da superfície terrestre, como cultivos, áreas urbanas, montanhas, estradas, sendo causados principalmente pelo escoamento superficial, sub-superficial e pelo vento. Estes agentes de erosão fornecem energia para que ocorra a desagregação das partículas e seu transporte, sendo dependentes do clima e da topografia para sua ocorrência (FERNANDES e LIMA, 2007).

A erosão ocorre de maneira mais acentuada e constante nas áreas tropicais devido a maior possibilidade de ocorrência e elevado volume das precipitações. Além disto, ocorre sua concentração em certas áreas em determinados períodos do ano, o que pode agravar e acelerar os processos de erosão (GUERRA, 2011).

Lins et. al, (2001), comentam que a erosão é um processo que abrange tanto as áreas urbanas quanto as áreas rurais e cada uma destas terá fatores de influência específicos que tornam mais acelerado ou mais impactante o processo erosivo nestas áreas.

De uma forma geral, a erosão e o transporte de sedimentos superficiais nas regiões urbanizadas diferem-se dos processos que ocorrem nas áreas de uso do solo predominantemente rural, porém em ambas, a interferência antrópica é um fator fundamental para a potencialização dos efeitos erosivos.

Guerra (2011), aponta que o processo erosivo torna-se acelerado quando as áreas são "desmatadas para a exploração da madeira ou para a produção agrícola, uma vez que os solos ficam

desprotegidos da cobertura vegetal e as chuvas incidem direto sobre a superfície do terreno" (GUERRA, 2011, p.32).

De acordo com o referido autor nas áreas urbanas os solos também encontram-se desprotegidos e com um agravante: a ocupação humana. Está implica em maneiras inapropriadas de construções e por vezes, com os efeitos da ação erosiva ocorrem perdas materiais e de vidas humanas.

Portanto não se pode estudar os fenômenos físicos de maneira única e isolada, sem levar em conta aspectos sociais, políticos, econômicos, e ambientais. Essa premissa ressoa com mais intensidade nós estudos geográficos que utilizam a abordagem sistêmica, ou geossistemica, onde percebe-se a preocupação que muitos geógrafos estão desenvolvendo sobre essas várias facetas.

Sotchava (1977), argumenta que nos estudos dos geossistemas os componentes da natureza não deve ser destacado, mais sim a conexão entre eles, a exemplo nos estudos das paisagens com essa abordagem, merece destaque, a dinâmica, estrutura funcional, conexões, interferências humanas, e não somente analisar a morfologia e subdivisões.

Ao observarmos a abordagem sistêmica aplicada a sedimentologia, destaca-se que Christofoletti (1979), argumenta que um sistema é composto por matéria, energia e estrutura. A meteria se caracteriza pelo material que será mobilizado através do sistema, no caso o sedimento oriundo do desgaste da rocha matriz, a energia se caracteriza pelas forças que fazem funcionar o sistema, no caso, o intemperismo, físico, químico, ação dos argentes modeladores do relevo interno e esterno. E a estrutura diz respeito aos elementos e suas relações expressando-se através do arranjo de seus componentes, no caso da sedimentologia, seria os processos e as transformações que ocorrer dependendo da interferência que se tem, entrando também a ação antrópica.

3. CONCLUSÕES

Este trabalho não teve como proposito, fazer uma profunda discussão sobre o assunto apresentado, mais foi desenvolvido objetivando-se um levantamento teórico e bibliográfico, para iniciar uma compreensão maior sobre o mesmo.

Ao se tratar da abordagem sistêmica percebe-se que está surgiu efetivamente por volta de 1950, com Bertalanffy que lança *General System Theory,* (Teoria Geral dos Sistemas), influenciando vários pesquisadores que empregam esse novo modo de pensar a ciência, nas mais diversas áreas, incluindo ai a Física, Química, Biologia e também geografia.

Essa abordagem tende a contribuir a medida que constitui-se uma ferramenta na junção do conhecimentos, dentro de uma realidade complexa, onde tudo está, de certa forma, inter-relacionado, interligado, necessitando em muitos casos dependendo do que se pretende pesquisar de uma visão sistêmica para solucionar problemas.

Desta forma a teoria geral dos sistemas busca o entendimento da complexidade do todo. Com isso quando a complexidade da natureza é entendida sobre uma perspectiva ambiental, da qual o homem é parte integrante tornando uma realidade bastante complexa.

No caso da geografia, está ciência, desde seu surgimento buscou em seus estudos tratar da complexidade dos fenômenos. Buscando entender a organização do espaço, para isso torna-se necessário entender vários aspectos seja dos geossistemas, como também do sistemas socioeconômicos, e a emergência de suas relações.

Na abordagem sistêmica aplicada a sedimentologia, destaca-se que está é muita oportuna ao se aplicar a tal temática, uma vez que, os processos e fenômenos que ocorrem dentro da sedimentologia, via de regra se inter-relacionam. De forma concomitante nesses estudos cresse cada vez mais a necessidade de levar em considerações fenômenos sociais, ou seja, a ação antrópica que conforme seu grau de atuação e intensidade pode ser um fator decisivo na modificação de processos, acarretando mudança na dinâmica sedimentar e alterando o sistema como um todo.

Por fim mesmo que se apresente de forma complexa a teoria geral dos sistemas, esta abordagem tende e muito a contribuir no progresso da ciência de modo geral e principalmente para a geografia.

4. **REFERÊNCIAS**

ANDERY, M. A. et al. **Para aprender a ciência**. Rio de Janeiro: Espaço e Tempo, 1988. 446p.

BERTALANFFY, L. V. Teoria Geral dos Sistemas. **Tradução de Francisco M. Guimarães**. Petrópolis: Vozes, 1973.

CAPRA, F. **A teia da vida**. São Paulo: Cultrix, 1996.

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de Sistemas em Geografia**. São Paulo: Hucitec, 1979.

DREW, D. **Processos Interativos Homem-Meio-Ambiente** (tradução João Alves dos Santos). 3ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 1994.

FILHO, M.C, CANTALICE, J. R. B, STOSIC, B, ARAÚJO, A. M, PISCOYA, V. C, ALVES, P.S. **Produção de sedimentos em suspensão da bacia hidrográfica do riacho exu no semi-árido pernambucano.** In: IX Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos, 2010, Brasília, IX Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos, 2010, Brasília, ABRH, 2010. 16p.

FERNANDES, A.R; LIMA, H.V. **Manejo e conservação do Solo e da água**. Belém, Universidade Federal Rural da Amazônia, 2007. 15 p

FIGUEREDO, A. G. **Analise da produção e transporte de sedimento nas bacias do rio Peixe e rio Aguapei.** Anais do Simpósio Recursos Hídricos. São Paulo ABRH, 2v, 1989.

GONDOLO, Graciela C. F. **Desafios de um sistema complexo à gestão ambiental:** bacia do Guarapiranga, região metropolitana de São Paulo. São Paulo: Annablume, 1999. 162p.

GUERRA, A. J. T. et. al. **Geomorfologia Urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos.** São Paulo, Oficina de Textos, 2002

____. **Solos: formação e conservação.** 2. ed. São Paulo: Edições Melhoramentos, 1976.

LINS, M.; BRAMORSKI, J.; PINHEIRO, A.; et. al,ii. **Influência da cobertura do solo e do comprimento da vertente no transporte de sedimentos.** In: CARACTERIZAÇÃO QUALIQUANTITATIVA DA PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS. Santa Maria: ABRH/UFSM, 2001. Tema 1, p. 11-22.

MORIN, E. **O Método: A Natureza da Natureza**. Tradução de Maria Gabriela de Bragança. Mira-Sintra/Europa-América Ltda., 1997.

SILVA, A. M. DA. SCHULZ, H. E. & CAMARGO, P. B. DE. **Erosão e hidrossedimentologia em bacias hidrográficas.** São Carlos: RiMa, 2003, 140 p.

SOTCHAVA, V. B. **O estudo de Geossistemas.** Métodos em Questão. São Paulo: USP/ IG, 1977, n. 16.

VICENTE, L.E.; PEREZ FILHO, A. Abordagem Sistêmica e Geografia. **Geografia**. Rio Claro: v. 28, n. 3, p. 345-362, set./dez., 2003.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ANÁLISE AMBIENTAL DO CÓRREGO DO AÇUDE EM JATAÍ (GO)

Antônia Maria Nascimento Silva [(a)], Carine Cabral Souza [(b)], Natana Lemes de Souza [(c)],

[(a)] Graduanda em Geografia Bacharelado, Universidade Federal de Goiás (UFG) , antonia.nasc.silva@gmail.com

[(b)] Graduanda em Geografia Bacharelado, Universidade Federal de Goiás (UFG), carinejatai@hotmail.com

[(c)] Graduanda em Geografia Bacharelado, Universidade Federal de Goiás (UFG, natanalemes@hotmail.com

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

RESUMO

O homem vem modificando lugar em que vive desde tempos remotos, alterando paisagens e reformulando o espaço em que está inserido. A água também sofre consequências das ações antrópicas, principalmente quando há utilização intensa das microbacias, e o mal uso do solo que fica próximo a elas, o que gera degradação e poluição desse lugar. O presente trabalho tem como principal objetivo fazer uma análise ambiental do córrego Açude localizado na cidade de Jataí (GO). Como metodologia foi feita uma análise empírica do local e também o mapeamento da microbacia. Foi realizada uma análise detalhada do ambiente, o qual percebeu-se problemas ambientais devido a sua localização próximo a residências. Como resultado verificamos que a microbacia está sendo a cada dia mais degrada e poluída, resultado do uso indevido de suas margens, do arremesso de dejetos em seu leito e da falta de conscientização da população local.

Palavras – Chave : Córrego Açude. Jataí (GO). Bacia Urbana. Degradação.

Antônia Maria Nascimento Silva , Carine Cabral Souza , Natana Lemes de Souza

1. Introdução

O homem vem modificando o lugar em que vive desde os primórdios da humanidade, construindo e reconstruindo o espaço. Há uma relação constante entre o homem e a natureza, configurando paisagens diferenciadas e reformulando o espaço (SCOPEL, 2002). A relação harmoniosa que o homem tinha com a natureza foi diminuindo muito

com o passar do tempo. Após a revolução Industrial no século XX, com a descoberta de novas técnicas e o avanço do conhecimento científico, as transformações antrópicas na natureza aumentaram em um ritmo acelerado e desenfreado.

Atualmente, a relação entre homem e natureza baseia-se na exploração intensa dos recursos naturais, devido ao sistema econômico capitalista em que o mundo está inserido. De acordo com Scopel (2002, p 31.) "as relações socioeconômicas capitalistas, que direcionam a ocupação do espaço físico, em geral, não levam em consideração a dinâmica da própria natureza". A natureza possui um equilíbrio natural, este equilíbrio é completamente modificado quando nele é introduzido um elemento artificial (SCOPEL, 2002). Estas mudanças podem ser em pequena escala como o plantio de uma nova planta, ou em escalas maiores (mais graves), como a retirada de toda vegetação de determinado local. A introdução de elementos artificiais na superfície terrestre afeta também solo e a água.

A necessidade de água para produção em grande escala, a contaminação do solo, a localização indevida de casas próximas a microbacias hídricas e o uso desordenado fazem com que a quantidade e a qualidade da água fiquem comprometida. Como é o caso da cidade de Jataí-GO que tem como base econômica a produção agrícola.

O município de Jataí (figura 1) fica localizada no sudoeste do estado de Goiás, possui economia baseada na pecuária e na agricultura, é atualmente considerado um dos maiores produtores de grãos do país, levando a utilização intensa de recursos hídricos em grande escala. O município conta com várias microbacias, entre elas a tratada neste artigo, Microbacia Açude conhecida popularmente como Córrego do Sapo.

De acordo com MELO (2001), a Microbacia do Açude tem grande importância para a cidade de Jataí atuando no abastecimento de residências, comércios, clubes e industrias, os quais beneficiam-se com suas águas, o autor cita ainda que no passado além de utilizarem para o abastecimento de suas residências, alguns moradores da região lavavam suas roupas no seu leito. No entanto, alguns fatos são preocupantes, essa viabilidade de acesso humano as margens do córrego e de suas nascentes vem facilitando a ocorrência de muitos problemas ambientais, introduzindo lixos, os quais podem afetar

a qualidade hídrica, devastando as áreas de preservação deixando o curso d'agua mais exposto e favorável a erosões e voçorocas, problemas esses muitas vezes desprovidos de soluções.

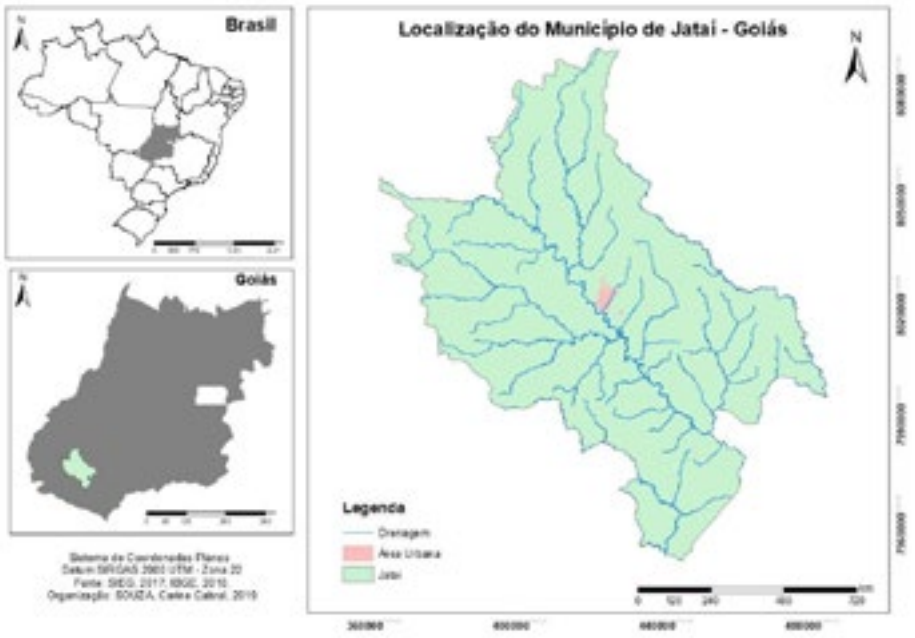


Figura 1 – Mapa de localização de Jataí (GO).

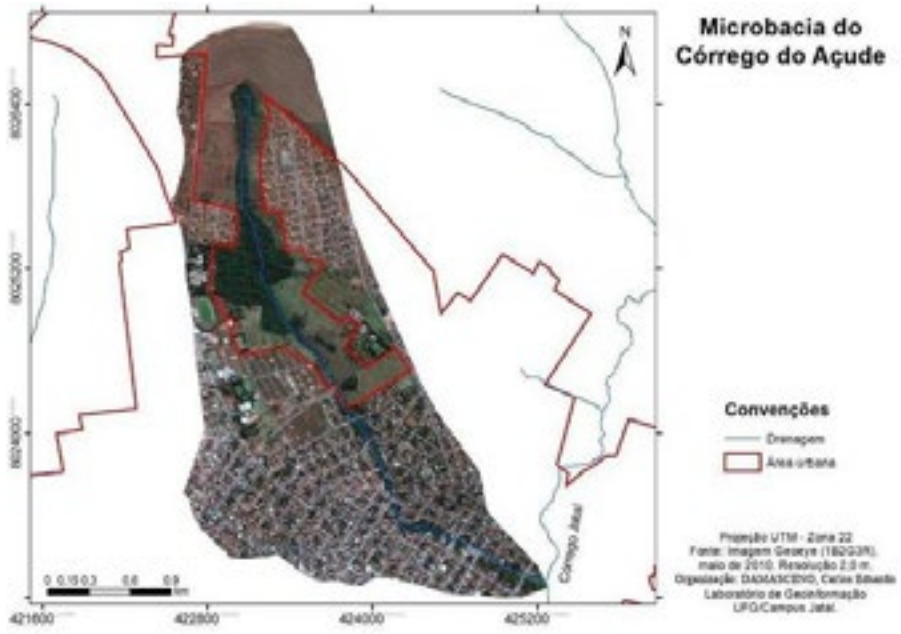
O presente trabalho tem como principal objetivo fazer uma análise ambiental do córrego Açude (Microbacia do Açude) localizado na cidade de Jataí (GO). Como metodologia foi feita uma análise empírica do córrego açude em Jataí, baseado em observações da estrutura da paisagem foi realizada uma análise detalhada do ambiente, o qual percebeu-se problemas ambientais devido a sua localização próximo a concentração de pessoas.

2. Material e Métodos

O estudo foi realizado na microbacia do córrego Açude (Figura 2), localizado na área urbana de Jataí (GO). O trecho do córrego Açude em estudo, se encontra no bairro Campo Neutro da cidade de Jataí (GO). Neste trabalho foi realizada uma análise empírica da paisagem/ambiente da microbacia em questão, ou seja, foi buscado entender as relações

existentes dos fatores físicos, biológicos e antrópicos, os quais entendidos auxiliam na conclusão e tomada de decisão.

De acordo com BERTRAND (2004, p. 141) a paisagem é definida como: "certa porção do espaço, o resultado da combinação instável de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem-na um conjunto único e indissociável em perpétua evolução".



Autor: **DAMASCENO**, Carlos Eduardo. 2017

Figura 2. Extensão da microbacia do córrego Açude na área urbana de Jataí (GO).

Para realização deste trabalho foi feita revisão bibliográfica a respeito da temática abordada e colhidos dados a campo (imagens), para o mapeamento da área foi utilizado o software ArcGIS 10.1®, licenciado para o Laboratório de Geoinformação da UFG/Regional Jataí.

Com o mapeamento e as imagens coletadas foi melhor identificado a microbacia em estudo e seus possíveis impactos presentes, os quais permitiram a percepção e assim posteriormente a conclusão mais real de afirmações contidas neste trabalho.

3. Resultados e Discussões

Jataí é uma cidade média do sudoeste goiano, surge no final do século XVIII, devido a expansão da agricultura. Para o Instituto Brasileiro de Geografia (IBGE) cidade média é aquela que possui entre 50 e 500 mil habitantes (IBGE, 2005). O contexto histórico, no qual Jataí se fundou exigia mais terras para a agricultura e pecuária (existia um forte interesse econômico ao redor dessa expansão de terras). De acordo com Silva (2005, p. 37)) "o surgimento de Jataí insere-se, inicialmente, no avanço da "frente de expansão" e posteriormente da "frente pioneira"; marcando-se em termos mais recentes pelo avanço da fronteira agrícola. na década de 1970".

Atualmente, Jataí possui uma das maiores produções de grãos do país. Segundo Silva (2005) as primeiras famílias que se instalaram no sudoeste goiano viram a oportunidade de melhores condições de vida, atrativos como a oferta de terras boas para pastagem e a facilidade de acesso à propriedade privada, motivo ao qual há uma supremacia da agropecuária dentro dessa região.

A área urbana da cidade de Jataí é cortada por algumas microbacias, entre elas a microbacia do córrego do Açude, popularmente conhecido como córrego do Sapo. A microbacia do córrego Açude fica localizada totalmente na área urbana de Jataí, cortando a cidade, de uma maneira acessível aos moradores dos bairros que se localizam próximo, devido a sua exposição.

Todos os tipos de mananciais vêm sofrendo inúmeros impactos, em especial as microbacias que estão inseridas no meio urbano como a do Córrego do Açude. O bairro no qual a microbacia se encontra vem sendo ocupado de forma desordenada, sua margem acaba por sofrer com impactos negativos dessa ocupação, a mata ciliar foi prejudicada, muito lixo é encontrado no local, o esgoto é lançado nas águas, construções foram feitas na encosta não respeitando o limite de essas atividades têm causado uma grave degradação das terras na microbacia hidrográfica desencadeado processos erosivos que podem se tornar problemas futuros para a população que ali habitam.

Segundo Rodrigues (1987), os processos de degradação podem ser caracterizados, a partir de suas influências sobre os diferentes componentes ambientais, sendo eles: eliminação da cobertura vegetal original e presença de uma cobertura invasora; perda

parcial ou total do solo, seja por fenômenos físicos ou químicos; diminuição na quantidade e qualidade dos recursos hídricos; da fertilidade e produtividade do solo; da densidade populacional, aumento do desemprego e crescente importação de produtos de consumo. Todos os fatores citados por Rodrigues podem ser encontrados nos arredores da microbacia Açude. Na figura 3 podemos observar uma série de lixos que foram jogados dentro do curso d'água e a proximidade do mesmo com as casas ao seu redor.

Figura 3 – Painel de fotos do entorno do curso d'água do Córrego Açude.

Ficou constatado um aumento de degradação na área da microbacia que pode ser atribuído ao crescimento desenfreado da população e a má gerencia dos recursos naturais ali dispostos, a retirada da mata ciliar e a poluição do manancial deve ser retida e recuperada. Na figura 3, podemos observar de forma mais nítida a quantidade de lixos que são jogador dentro do córrego. A retirada da mata ciliar e a poluição do manancial deve ser retida e recuperada. De acordo, com a lei de preservação inserida no código de meio ambiente nº 4.771, de 1965, assim como no código do próprio município de Jataí,

deve-se respeitar uma área de 30 m destinado a Área de Preservação Permanente – APP, sendo este curso d'agua de até 10 metros de largura.

Figura 4 – Hospital público construído às margens do Córrego Açude.

Como visto nas figuras 3 e 4, muitas construções residenciais e/ou comerciais encontram-se em pontos próximos a nascentes ou ao curso d'água onde não foram respeitados os 30 metros mínimos de preservação permanente (e 50 metros para nascentes) previstos no Código Florestal. Um fato ainda mais preocupante observado, é a construção de um hospital público as margens do córrego, como nos mostra a figura 4. Também podem ser identificados pontos de risco onde apresentam processos erosivos pelo uso indevido da terra e a ausência de mata de galeria.

As margens do córrego Açude encontra-se pouca vegetação, que seria de extrema importância para a proteção do solo, e do curso d'água em si. Segundo Krupek e Felski (2006), a ausência de vegetação às margens dos mananciais afeta diretamente a biodiversidade, temperatura e a composição química em geral da água, o que pode causar um desequilíbrio ambiental ainda maior.

Figura 5 – Construções feitas à margem do córrego.

Com a análise empírica deste local, pertencente a microbacia Açude, notamos que trata-se de um local onde o descaso e a imprudência estão nitidamente presentes. Apesar da importância do manancial para a população jataiense, este é um local esquecido pelos governantes locais.

4. Considerações Finais

Diferentemente das Bacias hidrográficas rurais, que devido sua localização acabam por dificultar um pouco mais a ação humana (o que não significa que estão livres desta ação), as bacias urbanas sofrem uma intensa modificação principalmente por estarem mais expostas e vulneráveis as ações antrópicas.

O homem é dependente da água para o consumo e também como material de trabalho, indispensável para todo e qualquer tipo de produção. A ocupação indevida as margens do Córrego do Açude geram grande quantidade de lixo, entulho e outros dejetos lançados no vale pela própria população. A poluição da microbacia gera problemas ambientais, mas também gera problemas sociais e econômicos.

Com as observações em campo e posteriormente com imagens registradas podemos concluir que a microbacia do córrego do açude, pelo fato de estar localizada em meio urbano, é vítima dessas incessantes modificações pelas ações do homem, que utiliza sempre dos recursos da natureza. Essas microbacias se tornam urbanas com as expansões das cidades, as quais muitas vezes acontece de forma desordenada com construções ocupando lugares indevidos, tal como nas margens dos córregos e das nascentes.

Muitos dos problemas ambientais observados são ocasionados pela falta de conhecimento por parte da população local, estes problemas são vistos como pequenos. É necessário que se conscientize a população, para que a mesma saiba que estas atitudes a longo prazo se resultarão em grandes desastres ambientais se não forem cuidados. Contudo, é necessário que a Microbacia do Córrego Açude seja melhor assistida pelo governo local.

5. Referências Bibliográficas

BERTRAND, G. **Paisagem e geografia física global: Esboço metodológico.** R. RA'E GA. Curitiba, n. 8 p. 141-152, 2004

KRUPEK, R A.; FELSKI, G.: **Avaliação da Cobertura Ripária de Rios e Riachos da Bacia Hidrográfica do Rio das Pedras, Região Centro-Sul do Estado do Paraná**. Revista Ciências Exatas e Naturais, Vol. 8 n º 2, Jul/Dez 2006.

MELO, D. C. **Jatahy, páginas esquecidas.** Jatai-GO: Sudográfica, 2001.

NETO, V. P. **Avaliação da qualidade da água de represas destinadas ao abastecimento do rebanho na Embrapa pecuária sudeste**. 2006. 40p. Dissertação (Mestrado em Ecologia), Centro de recursos hídricos e ecologia aplicada, Universidade de São Paulo, São Carlos. 2006.

REBOUÇAS, A.C. **Água doce no Mundo e no Brasil**. In: _____ Águas doces no Brasil. 2. ed. São Paulo: Escrituras editora, 2002. p.1-37.

RODRIGUES, Flavia Mazzer. **Caracterização hídrica em função das condições de uso e manejo do solo na microbacia hidrográfica do córrego da Fazenda da Glória, Taquaritinga, S.P**. / Flavia Mazzer Rodrigues. – – Jaboticabal, 2008.

RODRIGUES, V. 1987. **Desertificação: As relações entre suas causas e as atividades humanas**. Interciência, Caracas, vol. 12, nº 2.

SCOPEL, Iraci et al. **Evolução do uso da terra na Microbacia do Córrego Açude, em Jataí-GO**. Boletim Goiano de Geografia. 22 (2): 31-46. jul./dez. 2002.

SILVA, Marcio R. **Encontros e Desencontros: Estudo do espaço urbano de Jataí- GO**. 2005. 114 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Estudos Sócio-Ambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia. 2005.

SILVA, Wend Rocha da. SILVA, Mérik Rocha. PIRES, Tatiane Botini. **O uso sustentável e a qualidade da água na produção animal**. Revista Eletrônica Nutritime. Artigo 266 Volume 11 - Número 05– p. 3617- 3636– Setembro/Outubro 2014.

TUNDISI, J. G. **Novas perspectivas para a gestão de recursos hídricos**. Revista USP, São Paulo, n.70, p. 24 35, Junho e agosto de 2003.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ANÁLISE DA DENSIDADE DE DRENAGEM DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO COREAÚ, NOROESTE DO CEARÁ

Daniel dos Reis Cavalcante [(a)], Frederico de Holanda Bastos [(b)], Abner Monteiro Nunes Cordeiro [(c)]

[(a)] Mestrando em Geografia, Universidade Estadual do Ceará, daniel_reisc1@hotmail.com
[(b)] Professor Adjunto/Universidade Estadual do Ceará, fred.holanda@uece.br
[(c)] Pós-doutorando/Universidade Estadual do Ceará, abnermncordeiro@gmail.com

Eixo:

Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

A densidade de drenagem (Dd) se apresenta como parâmetro morfométrico de sistemas fluviais bastante importante, tendo em vista as diferentes variáveis que se pode relacionar para sua melhor interpretação e posterior entendimento. Dessa forma, o objetivo da presente pesquisa é realizar uma análise da Dd da bacia hidrográfica do rio Coreaú, buscando relacionar diferentes variáveis, tais como substrato rochoso, relevo, solos, vegetação, entre outros, para se justificar a Dd calculada para a referida bacia. Para alcançar o objetivo proposto dividiu-se as etapas metodológicas do presente trabalho em levantamento bibliográfico, processamento de dados geográficos por meio de imagens de satélites, levantamentos de campo em áreas pré-selecionadas, elaboração de mapas e análise dos dados. A bacia hidrográfica do rio Coreaú apresentou um índice de Dd relativamente baixo, 1,34 km^{-2}, tal fato pôde ser explicado por diferentes variáveis, tais como os aspectos climáticos, litoestruturais e relevo.

Daniel dos Reis Cavalcante, Frederico de Holanda Bastos, Abner Monteiro Nunes Cordeiro

Palavras chave: Parâmetros Morfométricos. Condicionamento de Drenagem. Bacias Hidrográficas.

1. Introdução

Os rios possuem importância econômica, social e política, além disso, a drenagem pode propiciar relevantes informações sobre o meio físico, sobretudo no que tange aos aspectos geológicos e geomorfológicos (LIMA, 2006). Dessa forma, sua análise fornece subsídios sobre as melhores maneiras de intervenções sobre os recursos naturais.

Toda área topograficamente delimitada, a partir de divisores de água, e drenada por um conjunto de rios, hierarquicamente organizados, abrangendo suas nascentes até a sua foz é conhecida como bacia hidrográfica (CHARLTON, 2008; STEVAUX; LATRUBESSE, 2017). A grande virtude da bacia hidrográfica se deve ao fato de que, na mesma área, pode-se

conciliar a gestão dos recursos hídricos com os demais componentes ambientais na busca pela sustentabilidade. Nessa perspectiva, a bacia hidrográfica tem sido utilizada como unidade básica de estudos ambientais, tanto no meio acadêmico, como na esfera governamental (BOTELHO, 1999; CHRISTOFOLETTI, 1980).

Dentro dessa conjuntura, a densidade de drenagem, que é a relação entre o comprimento total dos canais fluviais e a área total da bacia hidrográfica, se apresenta como um parâmetro morfométrico de sistemas fluviais bastante importante, tendo em vista as diferentes variáveis que se pode relacionar para sua melhor interpretação e posterior entendimento (STEVAUX; LATRUBESSE, 2017; VILLELA; MATTOS, 1975).

Bacias hidrográficas de menor porte, tendem a ter índices de densidade de drenagem maiores, isto justifica-se pelo fato de que segmentos de ordens inferiores se situam em setores onde a declividade é maior, sendo que a medida que aumenta a área da bacia e a ordem da drenagem, os locais de topografia mais plana aumentam, dando origem a áreas com densidade de drenagem mais baixas (CHRISTOFOLETTI, 1979).

Sendo assim, o objetivo da presente pesquisa é realizar uma análise da densidade de drenagem da bacia hidrográfica do rio Coreaú (Figura 1), buscando relacionar diferentes variáveis, como, por exemplo, substrato rochoso, relevo, solos e vegetação, para se justificar a densidade de drenagem calculada para a referida bacia.

Tal bacia se situa no setor NW do Estado do Ceará, drenando aproximadamente uma área de 4.400 km², abrangendo integralmente os municípios de Moraújo, Coreaú, Frecheirinha e Alcântaras, e parte de outros 13 municípios como, por exemplo, Camocim, Granja, Sobral, Tianguá, Ubajara, Viçosa do Ceará, entre outros.

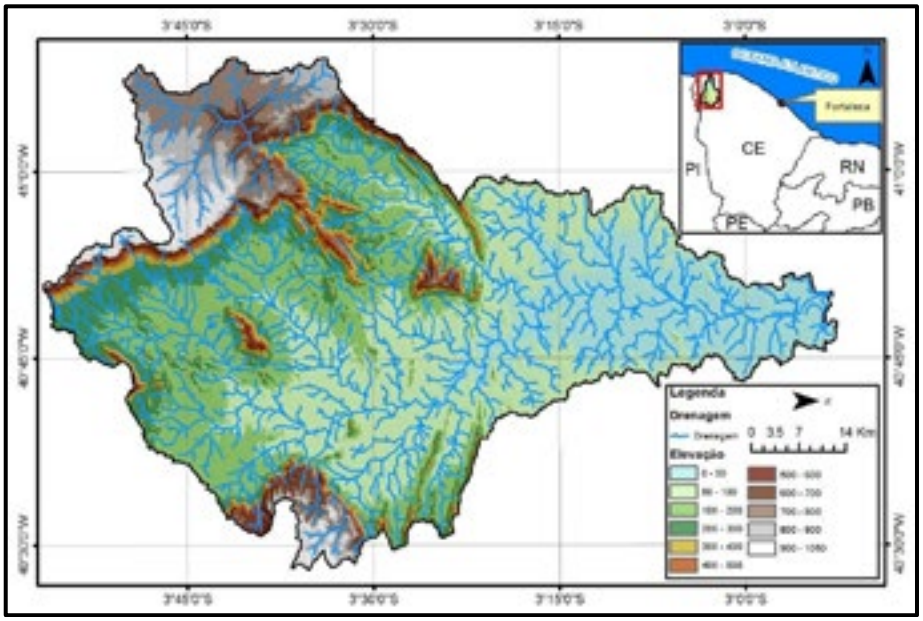


Figura 1 – Localização e hipsometria da bacia hidrográfica do rio Coreaú. Fonte: elaborado pelo autor (2019), com base em imagem do satélite ALOS/PALSAR.

2. Materiais e Métodos

As etapas metodológicas do presente trabalho incluíram levantamento bibliográfico, processamento de dados geográficos por meio das imagens ALOS/PALSAR (*Advanced Land Observing Satellite/Phased Array type L-band Synthetic Aperture Radar*), levantamentos de campo em áreas pré-selecionadas, elaboração de mapas e análise dos dados.

Obteve-se o valor da densidade de drenagem (Dd) a partir da equação Dd = L/A, onde (L) corresponde ao comprimento total dos cursos d'água da bacia e (A) representa a área total da bacia. O índice de Dd pode variar entre 0,5 km^{-2}, para bacias mal drenadas, e 3,5 km^{-2} ou mais, para bacias bem drenadas (VILLELA; MATTOS, 1975). O comprimento total dos cursos d'água (L) corresponde a 5.947 km e a área total da bacia (A) é de 4.431 km^2.

Foram realizadas, também, diversas visitas de campo visando compreender e verificar a veracidade das informações geradas nas outras etapas de trabalho, dessa forma, foram percorridos os setores do alto, médio e baixo curso da bacia hidrográfica do rio Coreaú.

Na última etapa do trabalho, foram organizados, interpretados e integrados os dados e as informações obtidas nas etapas anteriores, realizando-se uma discussão sobre a densidade de drenagem da área de estudo e sobre os possíveis fatores condicionantes desse parâmetro morfométrico.

3. Resultados e discussões

Através da hierarquização da rede de drenagem da bacia do rio Coreaú pôde-se afirmar que esta é uma bacia de 6ª ordem, onde o canal principal tem suas principais nascentes localizadas no *glint* da Ibiapaba e na Serra do Carnutim. O rio Coreaú possui oito afluentes de 5ª ordem, que juntos somam 195 km de comprimento, sendo os mais expressivos os rios Itaquatiara, Itacolomi, Juazeiro e Sairi.

O canal de 6ª ordem, representado pelo rio Coreaú, assume, ao longo dos seus 152 km de comprimento, diferentes direções. No entanto, sobre os sedimentos do Grupo Barreiras (CPRM, 2003), o rio Coreaú apresenta de forma preponderante direção N-S. O rio Coreaú apresenta índice de sinuosidade (Is) igual a 1,29, indicando que seu canal não tem forma retilínea, mas também, não pode ser considerado como sinuoso, ou seja, o canal apresenta forma transitória. Conforme Freitas (1952), o índice de sinuosidade < 1,0 pode ser considerado um canal retilíneo e um canal com índice de sinuosidade > 2,0 pode ser considerado um canal sinuoso.

Dados quantitativos dos canais fluviais da bacia do rio Coreaú manifestam os resultados obtidos para a análise linear da rede hidrográfica, onde os canais de 1ª (3.138 canais) e 2ª (673 canais) ordem representam 95,03% dos cursos d´água da bacia em análise. No entanto, são canais que não apresentam grande extensão, assumindo em média 0,964 a 1,921 km por canal. Porém, à medida que aumenta a ordem dos canais, a quantidade de canais diminui e aumenta a extensão linear dos mesmos. Assim, os canais de 3ª, 4ª e 5ª ordem apresentam, respectivamente, 4,981 km, 9,125 km e 24,375 km de comprimento médio, constituindo os afluentes mais significativos do rio Coreaú.

Diversos fatores controlam a densidade de drenagem (Dd) em uma bacia hidrográfica. Pode-se citar como os mais importantes o clima, relevo, solos, substrato litológico e cobertura vegetal, estes são fatores eminentemente de cunho natural. Porém, para Coralles (2000), os fatores antrópicos, que podem gerar alterações na Dd de uma bacia são a urbanização e a agricultura.

A bacia hidrográfica do rio Coreaú apresentou índice de Dd relativamente baixo (1,34 km^{-2}). Tal valor apresentado está condicionado pela ação combinada dos diferentes componentes ambientais que compreendem a bacia hidrográfica em questão. No caso do clima, que de acordo com Stevaux e Latrubesse (2017), é o fator de controle mais importante, a Dd sofre redução por estar localizada, em sua maior parte, em áreas com predomínio de clima semiárido.

No semiárido nordestino documentam-se elevadas taxas de insolação e temperatura, bem como totais pluviométricos baixos, com alta variabilidade no tempo e espaço, e elevadas taxas de evapotranspiração, que acabam refletindo num significativo défict hídrico anual (ZANELLA, 2014), consequentemente na Dd.

Dentro de um mesmo ambiente climático, o que passa a sobressair é o fator litológico (CHRISTOFELETTI, 1980; STEVAUX; LATRUBESSE, 2017; TONELLO et al., 2006), onde dependendo das propriedades geomorfológicas das rochas ter-se-á maior Dd ou não. No caso da bacia hidrográfica do rio Coreaú, tal observação se fez bastante válida, tendo em vista que há diferentes unidades litoestratigráficas que condicionam a Dd.

O setor do *glint* da Ibiapaba (Figura 2), que representa um importante enclave úmido cearense, é sustentado por arenitos do Grupo Serra Grande (Ssg) (CPRM, 2003), esse tipo de rocha apresenta significativa porosidade primária, aumentando, dessa forma, a capacidade de infiltração da água e, consequentemente, na diminuição da Dd (Figura 3). Esse contexto pode ser facilmente observado em outros setores da bacia, como, por exemplo, onde ocorre a

Formação Trapiá (arenitos), Grupo Sairi (arenitos), Formação Frecheirinha (calcários), Grupo Barriras, entre outros.

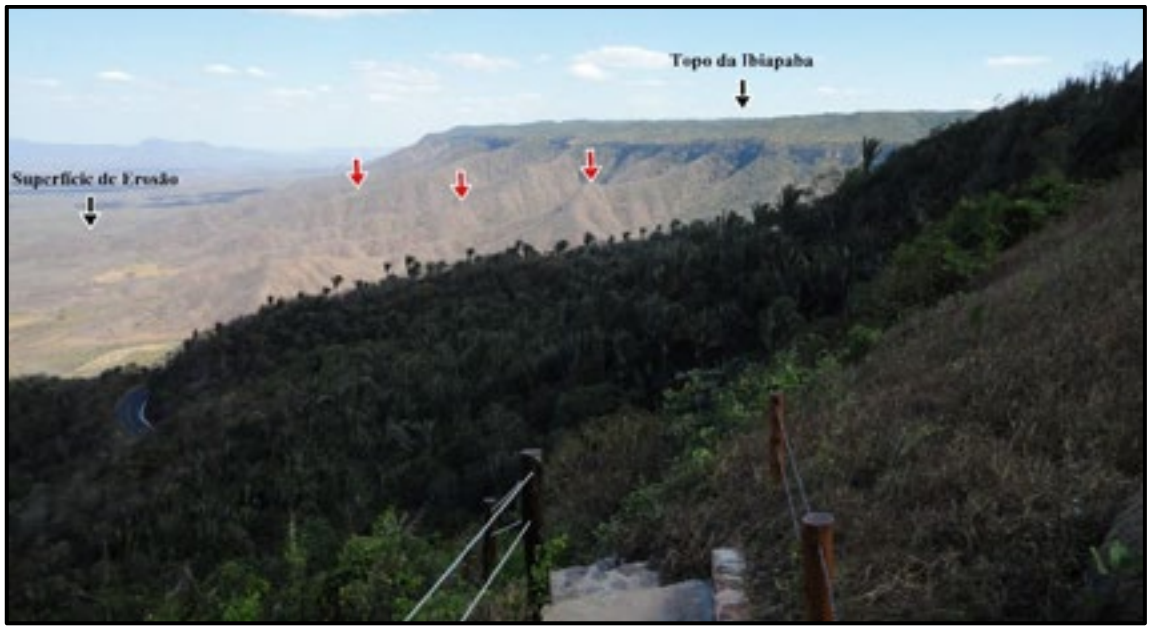


Figura 2 – Vista parcial do front do g*lint* da Ibiapaba, onde as setas em vermelho indicam o pedimento dissecado. Notar a morfologia aplainada do topo. Fonte: acervo particular do autor, 2018.

Os maiores valores de densidade de drenagem concentram-se no centro-sul da bacia, em função da predominância e do comportamento das rochas do embasamento pré-cambriano, que dificultam a infiltração da água, favorecendo o escoamento superficial.

A forma como o relevo se apresenta também influencia na Dd, sendo que em relevos planos a Dd tende a diminuir consideravelmente (STRAHLER, 1964 *apud* MARTINI 2012). Este fato, certamente, também é um fator importantíssimo para se justificar a baixa Dd da bacia do rio Coreaú, pois a mesma apresenta 79,63% de sua área total dividida entre relevo plano (0-3º) e suave ondulado (3-8º) (Figura 4).

É muito provável que em áreas onde a densidade de drenagem se apresenta mais acentuada, o grau de dissecação do relevo seja também acentuado, tendo em vista que os

processos de erosão linear comandados pelo escoamento superficial, sobretudo em áreas de expressivos gradientes, são os principais responsáveis por formar vales encaixados em forma de “V”.

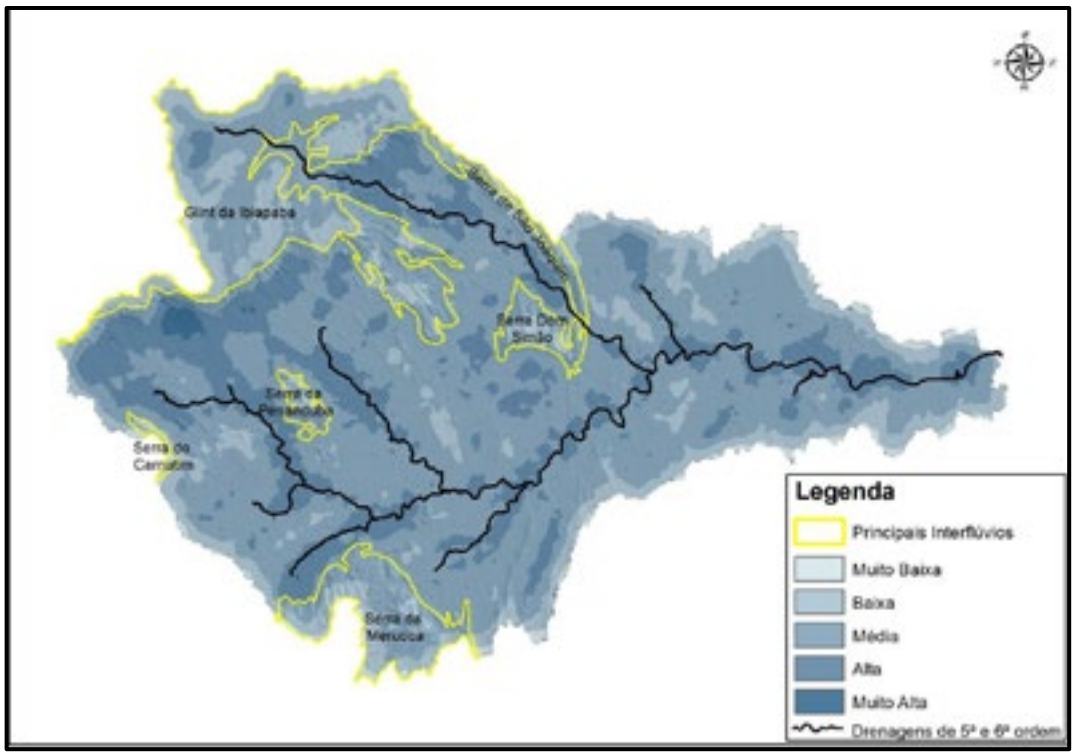


Figura 3 – Densidade de drenagem da bacia hidrográfica do rio Coreaú. Fonte: elaborado pelo autor (2019) com base em imagem do satélite ALOS/PALSAR.

Fatores como solos e cobertura vegetal também têm participação direta na forma como se apresenta a densidade de drenagem de determinadas bacias hidrográficas (CHRISTOFOLETTI, 1980; STEVAUX; LATRUBESSE, 2017; VILLELA; MATTOS, 1975). Os solos agem de forma similar aos aspectos litoestruturais, pois de acordo com Stevaux e Latrubesse (2017), classes de solos distintas, apresentam Dd diferentes. Porém, tipos de solos iguais também podem apresentar diferentes densidades de drenagem, tal fato foi observado por Demattê e Demétrio (1998) que utilizaram o índice de Dd para detectar áreas onde solos estavam mais intemperizados dentro de um mesmo substrato rochoso.

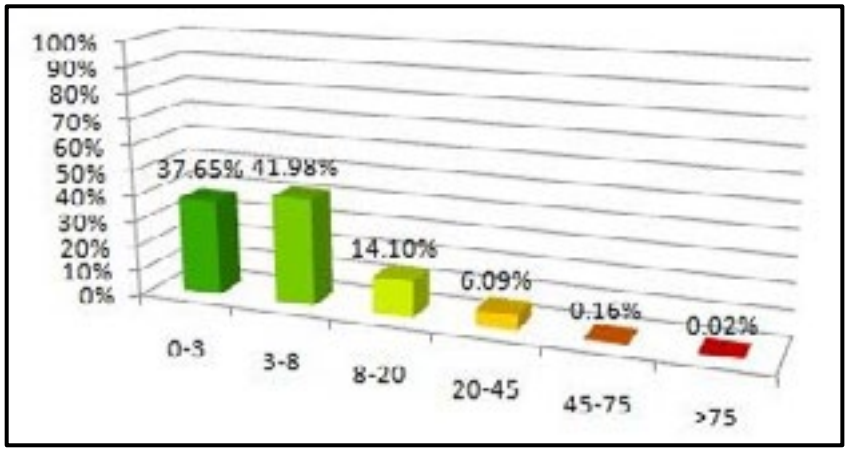


Figura 4 – Gráfico com percentual por classes de declividade da bacia do rio Coreaú. Fonte: elaborado pelo autor (2019).

Na bacia hidrográfica em questão, em decorrência da expressiva heterogeneidade litológica, há uma significativa variação de tipos de solos, porém a área em análise apresenta, em sua grande maioria, solos pouco desenvolvidos. Entretanto, no *glint* da Ibiapaba existem solos bastante desenvolvidos como no caso dos Latossolos Amarelos (Figura 5A). Tais solos, de acordo com Lepsch (2010), se apresentam bem drenados diminuindo assim a Dd da área. Outro exemplo de solo com excepcional drenagem são os Neossolos Flúvicos da área de estudo (Figura 5B).

Figura 5 – (A) Perfil de Latossolo no município de Tianguá; (B) Perfil de Neossolo Flúvico próximo ao rio Coreaú. Fonte: arquivo do autor.

A vegetação também contribui diretamente para os baixos valores encontrados de Dd, pois a caatinga se apresenta de forma muito espaçada o que acarreta na ausência da proteção dos solos e consequente aumento da erosão dos mesmos. A exceção se dá, sobretudo, nos setores onde há enclaves úmidos, como no caso do *glint* da Ibiapaba.

4. Considerações finais

O presente artigo teve como objetivo realizar uma análise sobre a densidade de drenagem (Dd) da bacia hidrográfica do rio Coreaú. O índice calculado por meio do comprimento total dos canais fluviais e a área total da bacia se apresentou relativamente baixo, 1,34 km^{-2}, tal fato pôde ser explicado por diferentes variáveis, tais como aspectos climáticos, litoestruturais e de relevo.

Em relação aos aspectos climáticos, a Dd sofre redução em áreas de climas áridos e semiáridos, sendo constatados para a bacia em questão. A heterogeneidade litológica é outro fator que influenciou diretamente nos baixos valores de Dd encontrados na área de estudo, além disso, algo que também contribui de forma expressiva para a manutenção desses valores é a forma plana da bacia hidrográfica que chega a corresponder à aproximadamente 80% da área total da bacia.

Referências Bibliográficas

BOTELHO, R. G. M. Planejamento ambiental em microbacia hidrográfica. p. 269-293. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. (Orgs.). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. Bertrand Brasil. Rio de Janeiro, 1999.

CHARLTON, R. **Fundamentals of fluvial geomorphology**. New York: Routledge, 2008. 280 p.

CHRISTOFOLETTI, A. A análise da densidade de drenagem e suas implicações geomorfológicas. **Geografia**, v. 4, n. 8, p. 23-42, 1979.

_____. **Geomorfologia**. São Paulo: Blucher, 1980. 188 p.

CORALLES, E. G. **Avaliação de alterações em redes de drenagem em microbacias como subsídio ao zoneamento geoambiental de bacias hidrográficas: aplicação na bacia**

hidrográfica do rio Capivari – SP. 210f. Tese (Doutorado em Geotecnia) –Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. **Atlas digital de geologia e recursos minerais do Ceará**. Mapa na escala de 1:500.000. Fortaleza: Serviço Geológico do Brasil/Ministério das Minas e Energia, 2003.

FREITAS, R. O. Textura de drenagem e sua aplicação geomorfológica. **Boletim Paulista de Geografia,** n.11, p. 53-57, 1952.

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2010. 216 p.

LIMA, M. I. C. **Análise de drenagem e seu significado geológico-geomorfológico**. Belém: UFPA, 2006. 194 p.

MARTINI, L. C. P. Características morfométricas de microbacias hidrográficas rurais de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v. 13, n. 1, p. 67-72, 2012.

STEVAUX, J. C.; LATRUBESSE, E. M. **Geomorfologia fluvial**. São Paulo: Oficina de Textos, 2017.

TONELLO, K. C.; DIAS, H. C. T.; SOUZA, A. L.; RIBEIRO, C. A. A. S.; LEITE, F. P. Morfometria da bacia hidrográfica da cachoeira das Pombas, Guanhães – MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 5, p. 849-857, 2006.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975. 245 p.

ZANELLA, M. E. Considerações sobre o clima e os recursos hídricos do semiárido nordestino. **Caderno Prudentino de Geografia**, n. 36, p. 126-142, 2014.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ANÁLISE DO USO E COBERTURA DAS TERRAS E SUA RELAÇÃO COM OS ATRIBUTOS CLIMÁTICOS CAÇU-GO

Regina Maria Lopes[a]José Ricardo Rodrigues Rocha [b], Ezequiel Pereira da Silva[c] Germano Silva Albuquerque[d]

[a] Professora do curso de Geografia Licenciatura/Bacharelado, Universidade Federal de Jataí. E-mail: lopesgeo@yahoo.com.br
[b] Doutorando em Geografia, Universidade Federal de Jataí. E-mail: joserocha90@hotmail.com
[C] Graduando em Geografia, Universidade Federal de Jataí. E-mail: ezequiel.trabalho@gmail.com
[d] Graduando em Geografia, Universidade Federal de Jataí. E-mail: germano.hatzler@gmail.com

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

A área de estudo faz parte da bacia do rio Claro, no trecho que compreende área de influência dos reservatórios da UHE Caçu e UHE Barra dos Coqueiros. O Rio Claro é um dos principais tributários do rio Paranaíba, divisor dos Estados de Goiás e Minas Gerais e possui grande potencial hidrelétrico, com instalação de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH's) e Usinas Hidrelétricas (UHE's) em funcionamento, na porção média do Rio Claro, as (PCH's) Jataí, Araras e Salto do Rio Claro e as UHE's Caçu, Barra dos Coqueiros e Foz do Rio Claro. A análise do uso e cobertura das terras foi fundamental para entender o contexto de uso e ocupação, uma vez que, neste estudo, se trabalhou com pontos de coletas fixos em diferentes ambientes com usos distintos, o que é importante para auxiliar na análise dos dados. Nesse sentido, evidenciamos que os pontos que estão localizados próximos da margem dos reservatórios, assim como os pontos instalados dentro das florestas, podem apresentar respostas distintas, confirmando a importância do uso e ocupação das terras, principalmente na escala de análise microclimática.

Palavras chave: Bacia hidrográfica, chuva, temperatura e umidade relativa do ar.

1. Introdução

A área de estudo está situada no bioma Cerrado e as características climáticas são influenciadas pelos sistemas atmosféricos que atuam na região Centro-Oeste e no Estado de Goiás. Para Nimer (1989, p. 394), o clima da região Centro-Oeste brasileira é influenciado pelos fatores físico-geográficos (posicionamento continental, extensão latitudinal e relevo) e dinâmicos (circulação atmosférica).

A respeito das massas de ares, Borsato (2016, p.79) afirma que os sistemas apresentam características próprias, destacando que, no Brasil, os sistemas frontais atuam mais intensamente nos estados do Sul, diminuindo a participação para o Sudeste e Centro-Oeste. O autor ressalta que as características geográficas determinam ou contribuem com a intensidade dos sistemas atmosféricos.

Para Ab'Saber e Costa Jr. (1950), o sudoeste de Goiás apresenta características gerais de clima da área tropical de continentalidade representada por um longo período chuvoso durante o verão, opondo-se a um outro mais seco (menos chuvoso) no inverno, fato que pode ser verificado nos estudos realizados por Cabral et al. (2013) e Queiroz Junior (2014), cujos autores relatam que o período chuvoso ocorre entre os meses de outubro a abril, seguido de um período mais seco entre maio e setembro.

De acordo com Scopel et al. (1995), a região do sudoeste goiano apresenta um clima tropical, mesotérmico e térmico, com estações definidas pelo regime sazonal de chuvas. Climaticamente, caracteriza-se por apresentar uma estação chuvosa de outubro a abril, com cerca de 1650 mm de precipitação, e outra estação seca (menos chuvosa) nos restantes dos meses.

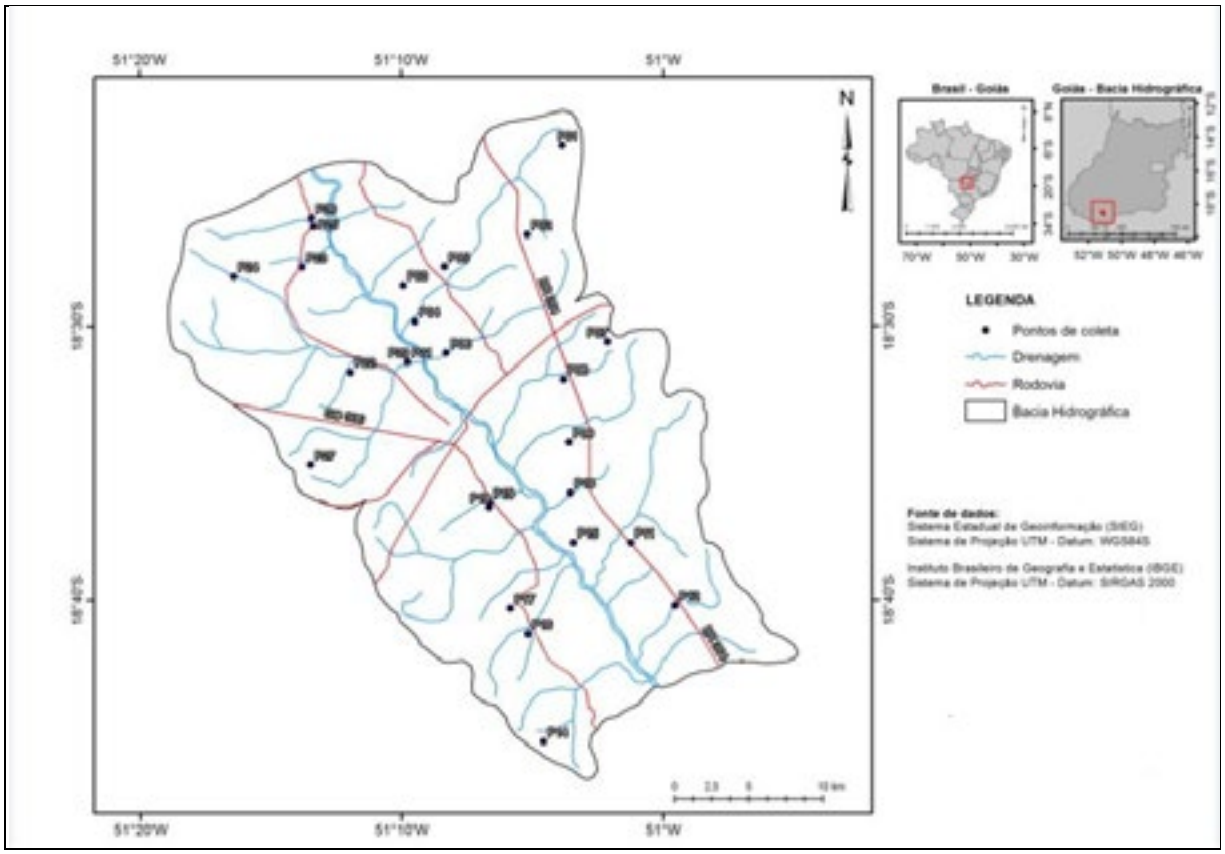
Diante do contexto sobre as características climáticas que atuam na região da área da pesquisa, buscou-se com este estudo verificar os diferentes usos e ocupação das terras e sua influência no clima local, para está análise considerou as variáreis climáticas temperatura do ar, umidade relativa do ar e chuva, na área de influência dos reservatórios de Barra de Coqueiros e Caçu, no rio Claro no município de Caçu-GO.

2. Materiais e Métodos

A área de estudo (Mapa 1) situa-se entre as coordenadas geográficas 18º 30’ S a 18º 45’ S e 50º 55’ W a 51º 10’ W, no baixo curso do Rio Claro, pertencente à mesorregião do Sul Goiano e à microrregião de Quirinópolis, possuindo área total de 955,3 km², com perímetro de 172,6 km, entre os municípios de Caçu e Cachoeira Alta-GO.

A área de estudo faz parte da bacia do rio Claro, no trecho que compreende área de influência dos reservatórios da UHE Caçu e UHE Barra dos Coqueiros. O Rio Claro é um dos principais tributários do rio Paranaíba, divisor dos Estados de Goiás e Minas Gerais e possui grande potencial hidrelétrico, com instalação de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH’s) e Usinas Hidrelétricas (UHE’s). Conforme EIBHSG (2005) foram instaladas e se encontram em funcionamento, na porção média do Rio Claro, as (PCH’s) Jataí, Araras e Sertãozinho, e no terço inferior, as UHE’s Caçu, Barra dos Coqueiros e Foz do Rio Claro.

Para o recorte da área de estudo (Mapa 1), utilizou-se a carta topográfica SE-22-Y-B, elaborada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), disponibilizada pelo Sistema Estadual de Estatística e Informações Geográfica do Estado de Goiás (SIEG). A localização geográfica da área de estudo foi delimitada e georeferenciada no ArcGIS 10.1.6® (Licenciado para o Laboratório de Geoinformação da UFG/Regional Jataí) com as respectivas coordenadas geográficas. Efetuou-se a localização das bacias hidrográficas de Caçu e Barra dos Coqueiros, destacando a rede de drenagem.



Mapa 1: Localização da área de estudo.
Org.: LOPES, R. M. (2018).

2.1 Procedimetnos e Coleta dos Dados

Os aparelhos utilizados para coleta dos dados climáticos foram: pluviógrafos modelo P300 (Figura 1A) para registrar os dados de chuva e termohigrômetros HT4000 (Figura 1B) para registrar a temperatura e umidade relativa do ar, foram utilizados termohigrômetros modelo HT – 4000 e miniabrigos meteorológicos elaborados pelo Laboratório de Climatologia da UFG/REJ. Os miniabrigos foram confeccionados em madeira, na cor branca, de modo a refletir a radiação solar, revestidos na parte frontal com tela de náilon para evitar a entrada de insetos instalados na direção voltada ao sul. Para este estudo utilizou dados de

chuva e temperatura do ar e umidade relativa do ar, no período de 2014 a 2015, o mapeamento do uso e cobertura das terras é referente ao ano de 2014.

1A)

1B)

Figura 1A e 1B: Equipamentos instalados na área de estudo.
Fotos.: LOPES, R. M. (2015).

3. Resultado e discussões

3.1 Análise do uso e cobertura das terras e variáveis climáticas

Analisar e considerar os aspectos de uso e cobertura vegetal em relação às características de cada ponto de coleta permitiu fornecer subsídios para compreensão da análise da variação das chuvas, temperatura e umidade relativa do ar. Sobre a distribuição dos pontos de coletas em diferentes tipos de uso na bacia, verificou-se que, dos 27 pontos de coletas, 19 pontos estão instalados em área destinada à pastagem, 4 pontos em áreas de

reserva ou APP nas propriedades rurais, 3 pontos em áreas de uso para a agricultura e um ponto de coleta (P27) em área de Cerrado.

Paula e Cabral (2012), em estudo realizado na área da pesquisa, no período de 1990 a 2010, constataram que a área ocupada por mata/cerradão foi reduzida de 29,16% em 1990, para 21,89% em 2010. Lima (2013) comenta que:

> No mapeamento realizado por Lima para o ano de 2009, 74,6% da área de estudo era ocupada por pastagens, 19,7% por vegetação nativa, 4,0% cultura, 0,6% de água, 0,8% de solo exposto e 0,3% de área urbana. Em 2011, o modelo de uso da terra e cobertura vegetal sofre transformações que alteram os valores de área ocupada por pastagem que passa a ser de 68%, 19% com vegetação nativa, 8% com água, 3,4% solo exposto, 1,3% cultura e 0,3% área urbana. A diminuição das áreas de pastagens deve-se à inserção da cana-de-açúcar e silvicultura na região. A redução na área de culturas e o aumento de solo exposto no ano de 2011 está associada ao preparo do solo para o plantio da cana-de-açúcar (LIMA, 2013, p. 67).

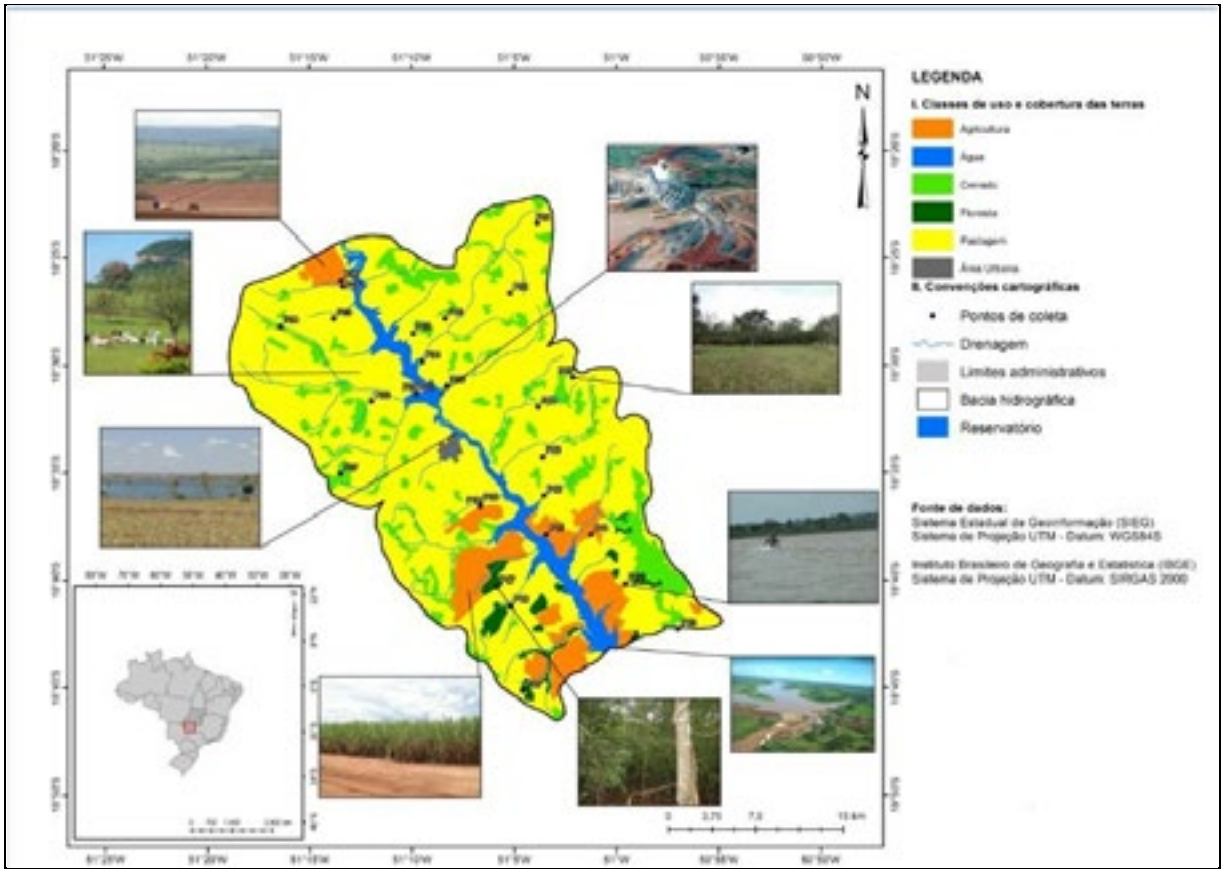
Com a finalidade de verificar novas alterações no modelo de uso da terra e cobertura vegetal da BHCBC, foi realizado um novo mapeamento para o ano de 2014. Na Tabela 1, são apresentados os valores que cada classe de uso da terra, de acordo com os dados espacializados no (Mapa 2).

Classes	**Área (km²)**	**Porcentagem (%)**
Agricultura	88,3	9,1
Água	39,6	4,1
Cerrado	106,4	11,0
Floresta	18,2	1,8
Pastagem	708,8	73,4
Urbano	3,4	0,38

Tabela 1- Classes de uso e ocupação das terras na área da BHCBC (2014).
Org.: LOPES, R. M. (2017).

Foi possível perceber que a classe de uso pastagem é a mais representativa e ocupa 73,4 % da bacia, utilizada para criação de gado de corte e leite. A classe agricultura ocupa 9,2% da área, sendo utilizada para o plantio de soja, milho, sorgo e cana-de-açúcar. Já as áreas de floresta e Cerrado correspondem a 12,9%.

Ao se comparar esses valores com os resultados obtidos na mesma área de estudo por Lima (2013), verificamos que vegetação composta pelo Cerrado e floresta perdeu espaço para a agricultura, devido ao aumento da área por agricultura e por cana-de-açúcar para a produção de etanol e açúcar. Este fato, destacado na pesquisa realizada por Rocha et al. (2014) e Rocha et al. (2015), justifica este aumento face a demanda das indústrias sucroalcooleiras na região Centro-Oeste, como, por exemplo, a implantação de uma usina de biocombustíveis, instalada próxima à área de estudo, influenciando no modelo de uso e ocupação das terras.



Mapa 2: Uso e cobertura das terras na área de estudo-2014.
Org.: LOPES, R. M. (2018).

O maior valor de média de temperatura do ar observado foi de 26º C, constatado no P9, localizado em vertente Norte, a qual recebe maior incidência de radiação solar, em especial no período da tarde. Próximo ao local do ponto de coleta dos dados ocorre o predomínio de áreas com pastagens, bem como ocorre influência de solo exposto e vegetação rasteira.

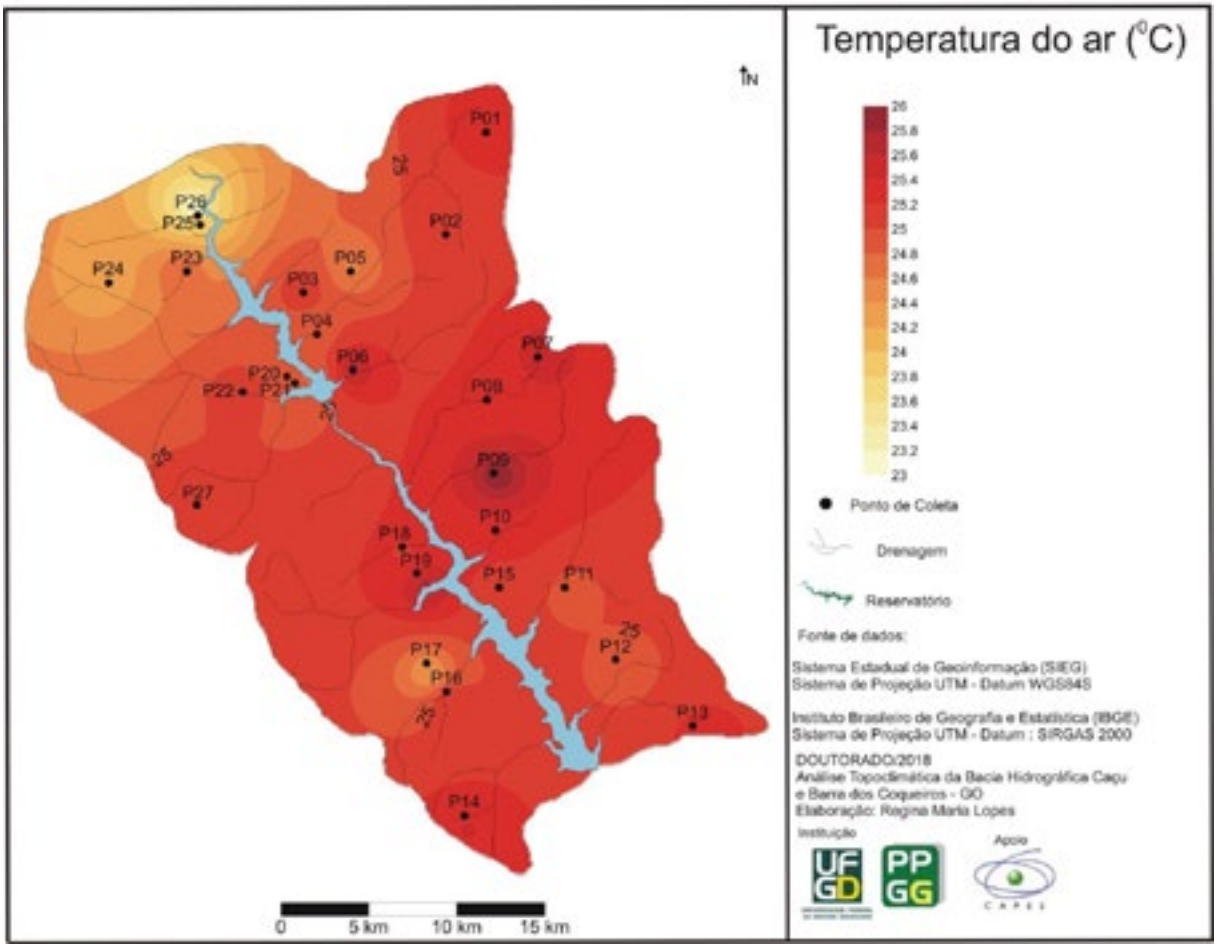


Figura 2: Variação da temperatura do ar média para o período compreendido entre setembro 2014 a agosto de 2015 na bacia hidrográfica Caçu e Barra dos Coqueiros-GO.
Org.: LOPES, R. M. (2018).

A umidade relativa do ar mínima variou de 23,1 a 52% entre os pontos de coleta, com o menor valor de 23,1%, registrado no P22, e o maior com 52%, observado no P26. O estudo da variação da umidade relativa do ar na bacia hidrográfica de Caçu e Barra dos Coqueiros permite concluir que há uma significativa relação desta variação com a presença ou ausência de cobertura vegetal do solo.

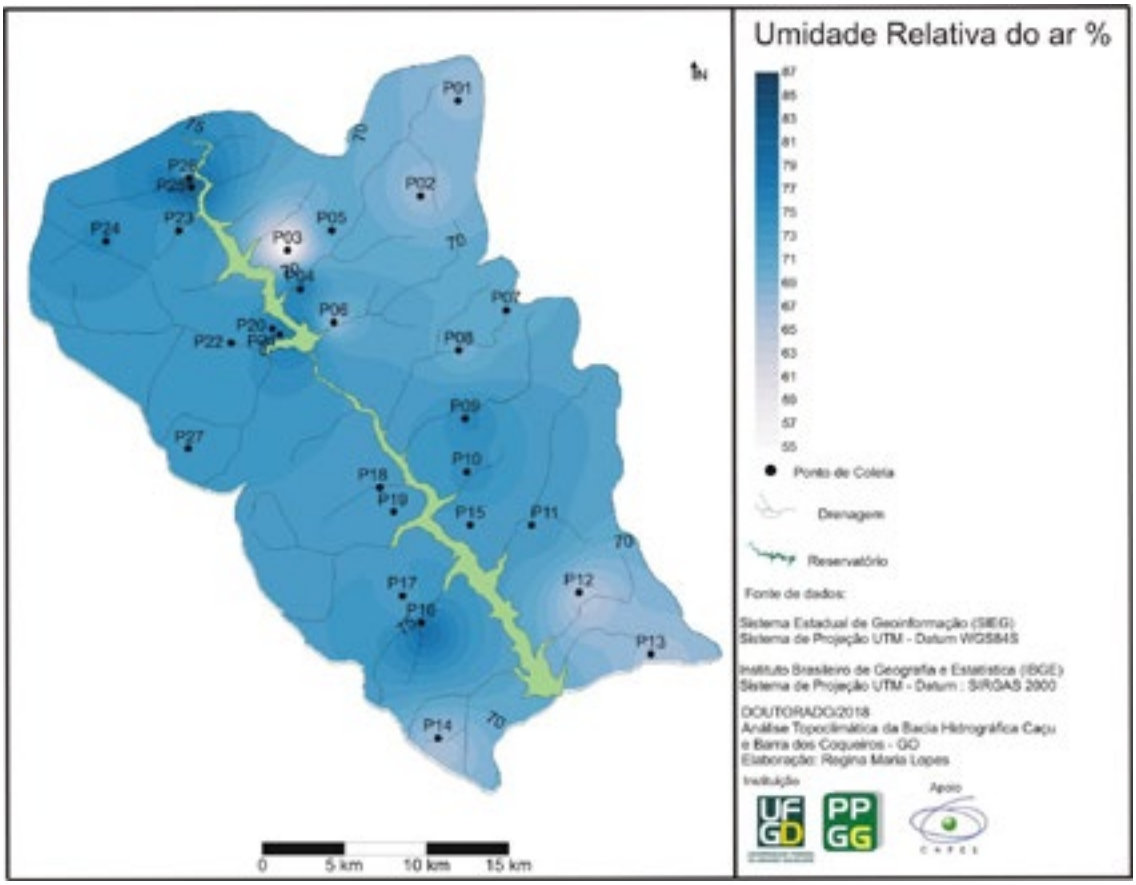


Figura 3: Variação da umidade relativa do ar média, para o período compreendido entre setembro de 2014 a agosto de 2015 na bacia hidrográfica Caçu e Barra dos Coqueiros-GO
Org.: LOPES, R. M. (2018).

Verificamos que os volumes de chuva sofrem influências da hipsometria da região. Com base em Campos et al. (2002), um dos fenômenos atmosféricos que mais contribui para as diferenças entre os totais de chuvas mensais é a ação das massas de ar. Pode-se inferir que as variações que ocorreram na bacia hidrográfica de Caçu e Barra dos Coqueiros decorrem da influência das massas de ar equatorial continental, tropical continental, polar atlântica e tropical atlântica.

Conforme pesquisa realizada por Lima (2013) na região da bacia hidrográfica de Caçu e Barra dos Coqueiros, a média dos totais de chuva para o período de 1977 a 2011, a partir

dos dados de 4 estações meteorológicas na bacia do rio Claro, foi de 1503 mm. A maior média registrada foi no ano de 2009, com 1856 mm, e a menor em 1999, com 1107 mm.

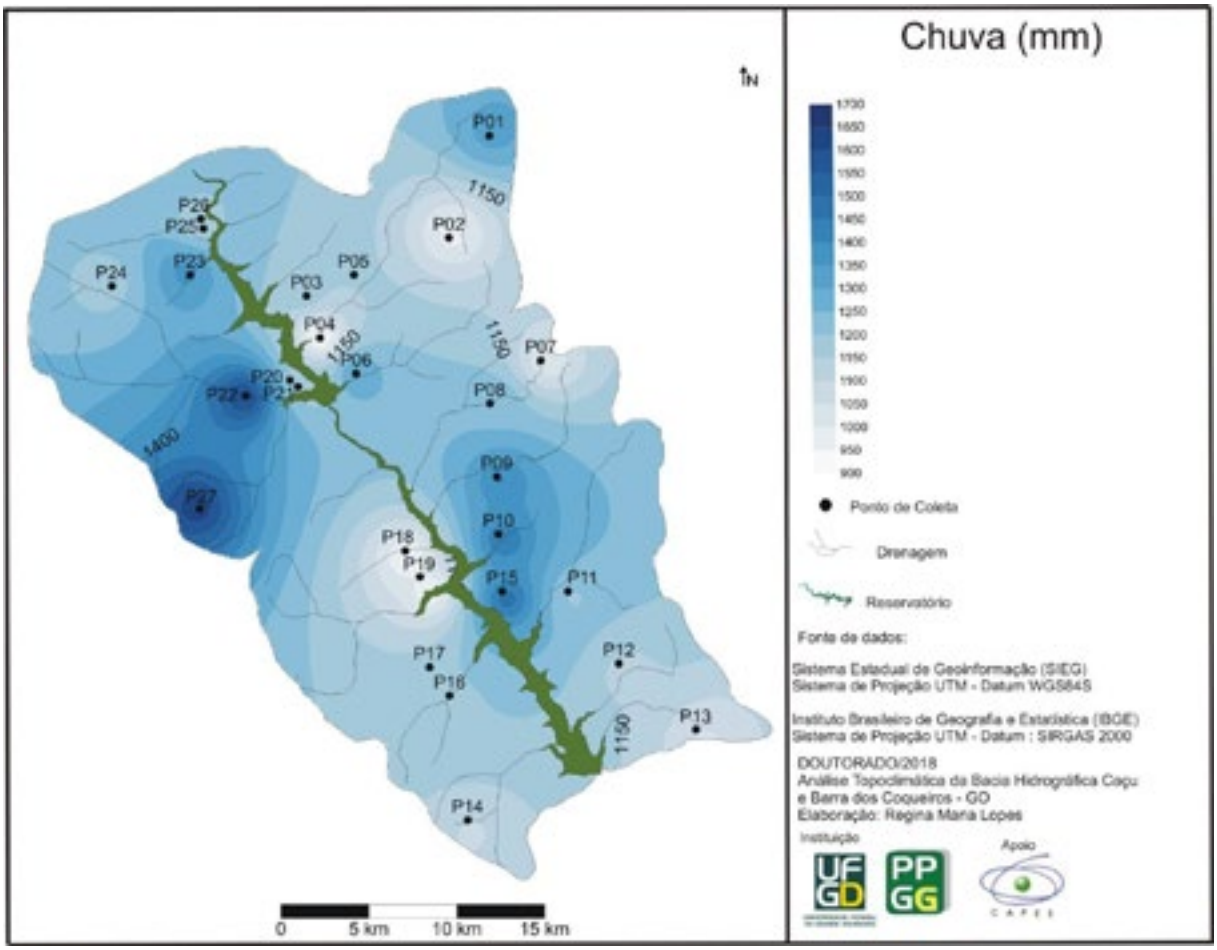


Figura 4: Chuva total para o período compreendido entre setembro de 2014 a agosto de 2015 na bacia hidrográfica Caçu e Barra dos Coqueiros-GO
Org.: LOPES, R. M. (2018).

4. Considerações Finais

Na avaliação do uso e ocupação das terras na área da pesquisa, a maior porcentagem do uso é destinada para pastagem, utilizada na pecuária. A vegetação é característica da região de Cerrado, com algumas reservas de APP nas propriedades rurais que foram denominadas

como florestas e áreas de Cerrado, e, ainda, há o uso destinado para agricultura, destacando-se o plantio de milho, soja e, mais recentemente, a implantação da cana-de-açúcar.

A análise do uso e cobertura das terras foi fundamental para entender o contexto de uso e ocupação, uma vez que, nesta pesquisa, se trabalhou com pontos de coletas fixos em diferentes ambientes com usos distintos, o que é importante para auxiliar na análise dos dados. Nesse sentido, evidenciamos que os pontos que estão localizados próximos da margem dos reservatórios, assim como os pontos instalados dentro das florestas, podem apresentar respostas distintas, confirmando a importância do uso e ocupação das terras, principalmente na escala de análise microclimática.

Compreender os diferentes tipos de uso e ocupação das terras, nas análises climáticas é fundamental, uma vez que as condições de uso podem alterar a variação dos atributos climáticos analisados nesta pesquisa. Áreas anteriormente ocupadas por vegetação nativa perderam espaço para agricultura, mostrando que, em determinado período do ano, sobretudo no período seco de inverno, exercem influência nos dados de temperatura e umidade relativa do ar, devido à presença de solos exposto que refletem em maior intensidade a energia solar, ou devido às culturas se encontrarem em estágio de crescimento e maturidade, absorvendo maior quantidade de radiação solar.

5. Referências

AB'SÁBER, A. N.; COSTA JR., M. Contribuição ao estudo do Sudoeste Goiano**. Boletim Paulista de Geografia**, São Paulo, n. 4, p. 3-26, mar. 1950.

BORSATO, V. A. **A dinâmica climática do Brasil e massas de ares.** 1. Ed. Curitiba, PR: CRV, 2016. 184 p.

CABRAL, J. B P et al. Diagnóstico Hidrossedimentológico do Reservatório da UHE Caçu - GO. **Geofocus** (Madrid), v. 13, p. 25- 37, 2013.

CAMPOS, A. B. de. et al. Análise do comportamento espacial e temporal das temperaturas e pluviosidades no Estado de Goiás. In: ALMEIDA, M. G. de (Org.). **Abordagens geográficas de Goiás:** o natural e o social na contemporaneidade. Goiânia: IESA, 2002. p. 91-118.

EIBHSG - **Estudo integrado de bacias hidrográficas do Sudoeste Goiano**, Goiânia, 2005. CD-ROM.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cartas topográficasde escala 1: 250.000** (folhas SE-22-YB e SE-22-ZA). Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 01 dez. 2013.

IBGE – Instituto brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico da vegetação brasileira.** Rio de Janeiro: IBGE, 2012. Disponível em: <http://geoftp.ibge.gov.br/documentos/recursos_naturais/manuais_tecnicos/manual_tecnico_vegetacao_brasileira.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2014.

LIMA, A. M. **Relação clima e vegetação na área das bacias das usinas hidrelétricas de Barra dos Coqueiros e Caçu-GO,** 2013. 89f. Dissertação (Mestrado em Geografia)– Universidade Federal de Goiás- Campus Jataí. Jataí-GO. 2013.

NIMER. E. **Climatologia do Brasil.** 2 ed. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1989. 421p.

NOVELIS. **RIA/RIMA UHEs Caçu e Barra dos Coqueiros**. 2005. 230p.

PAULA, M. R.; CABRAL, J. B. P.; MARTINS, A. P. Uso de técnicas de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento na caracterização do uso da terra da bacia hidrográfica da UHE Caçu– GO. **REVISTA GEONORTE**, Manaus, v.4, n.4, p.1482 – 1490, 2012.

QUEIROZ JUNIOR, V. S., Cabral, B. P., da Rocha, I. R., Barcelos, A. A. N. (2014): Uso de geotecnologias na caracterização da fragilidade ambiental da Bacia da UHE Foz do Rio Claro (GO), **GeoFocus**, n. 15, p. 193-212. ISSN: 1578-5157.

ROCHA, H. M. et al Avaliação Espaço-Temporal das Águas dos Afluentes do Reservatório da UHE Barra dos Coqueiros/Goiás**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos.** 19, 131-142, 2014.

ROCHA, R. I. et al. Avaliação sazonal das águas do reservatório da usina hidrelétrica Caçu no município de Caçu, Goiás. **Revista do Departamento de Geografia – USP**. 29, 137-160, 2015.

SIEG. **Sistema Estadual de Estatísticas Informações Geografias de Goiás.** Disponível em: <http://www.sieg.go.gov.br>. Acesso em: 20 jan. 2013.

SCOPEL, I. et al. Análise das Chuvas no Centro-Sul de Goiás. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 2., Campina Grande/PB, 1995. **Anais...**Campina Grande/PB, 1995 p. 215-217.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ANÁLISE DOS ASPECTOS GEOLÓGICOS E GEOMORFOLÓGICOS RELACIONADOS À PROPAGAÇÃO SONORA SUBAQUÁTICA À JUSANTE DA UHE DE LAJEADO – LAJEADO - TOCANTINS

Sandro Sidnei Vargas de Cristo [(a)], Luis Eduardo de Souza Robaina [(b)] Romário Trentin [(c)]

[(a)] Curso de Geografia, Campus de Porto Nacional, Universidade Federal do Tocantins (UFT), Email: sidneicristo@uft.edu.br
[(b)] Curso de Geografia, Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Email: lesrobaina@yahoo.com.br
[(c)] Curso de Geografia, Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Email: Curso de Geografia, Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Email: romario.trentin@gmail.com

Eixo: Dinâmica e Gestão de Bacias Hidrográficas

Sandro Sidnei Vargas de Cristo
, Luis Eduardo de Souza Robai-
na Romário Trentin **Resumo**

O trabalho trata-se de uma analise dos aspectos geológicos e geomorfológicos da região da Usina Hidrelétrica Lajeado, localizada na bacia hidrográfica do Rio Tocantins, relacionada com a propagação sonora subaquática. Na metodologia utilizou-se uma modelagem tridimensional da área (imagens de RADAR SRTM), sobrepondo a litologia da área levantada com base em mapeamentos temáticos existentes, trabalhos de campo e imagens de satélite. Os resultados evidenciaram que a área de pesquisa apresenta feições e formas geomorfológicas associadas às litologias presentes e suas resistências aos processos de intemperismos e abrasão. De modo geral que devido às distintas características físicas e ambientais da área, existem condições favoráveis à formação de distintos ambientes acústicos, principalmente relacionadas às condições de turbilhamentos e propagação do som nos distintos substratos litológicos.

Palavras chave: Bacia Hidrográfica, Aspectos Geológicos e Geomorfológicos, Propagação Sonora Subáquatica

1. Introdução

Na busca de adquirir conhecimentos da dinâmica hídrica e da propagação de sons relacionados aos aspectos físicos de bacias hidrográficas algumas pesquisas vêm sendo desenvolvidas. Nesta perspectiva, apresenta-se o presente trabalho, que enfatiza a relação entre a propagação sonora subaquática e as características geológicas e geomorfológicas da área.

Deste modo, a área de estudo está inserida no contexto da barragem e Usina Hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães (UHE Lajeado) que localiza-se no rio Tocantins, próximo a confluência do Rio Lajeado, no município de Lajeado. Esta UHE se encontra na porção central do Estado do Tocantins a cerca de 2 km do município de Palmas, capital do mesmo.

Na figura 1 observa-se a parte da bacia hidrográfica do Rio Tocantins a montante da UHE Lajeado, com suas características de altimetria, declividade e distribuição de seus principais afluentes, que se estende pelos estados de Goiás e Tocantins.

Com relação a altimetria, a área em análise, apresenta uma amplitude altimétrica de 1.496 metros, tendo sua altitude máxima em 1.666 metros e a altitude mínima em 170 metros.

Quanto às declividades apresentam grandes variações ao longo da área da bacia hidrográfica em questão, representando as inclinações das encostas e divisores de água. As declividades predominantes são as que caracterizam áreas planas a levemente onduladas, inferiores à 5%.

As inferiores a 2% ocorrem junto aos canais fluviais e predominam processos de acumulação e entre 2 e 5% formam relevo levemente ondulado e são encontrados em toda área, especialmente no médio e baixo curso dos canais fluviais que formam a bacia.

As declividades entre 5% e 15% formam áreas onduladas onde processos erosivos lineares podem ser significativos. As declividades superiores a 15% estão presentes nas encostas associadas aos divisores de água.

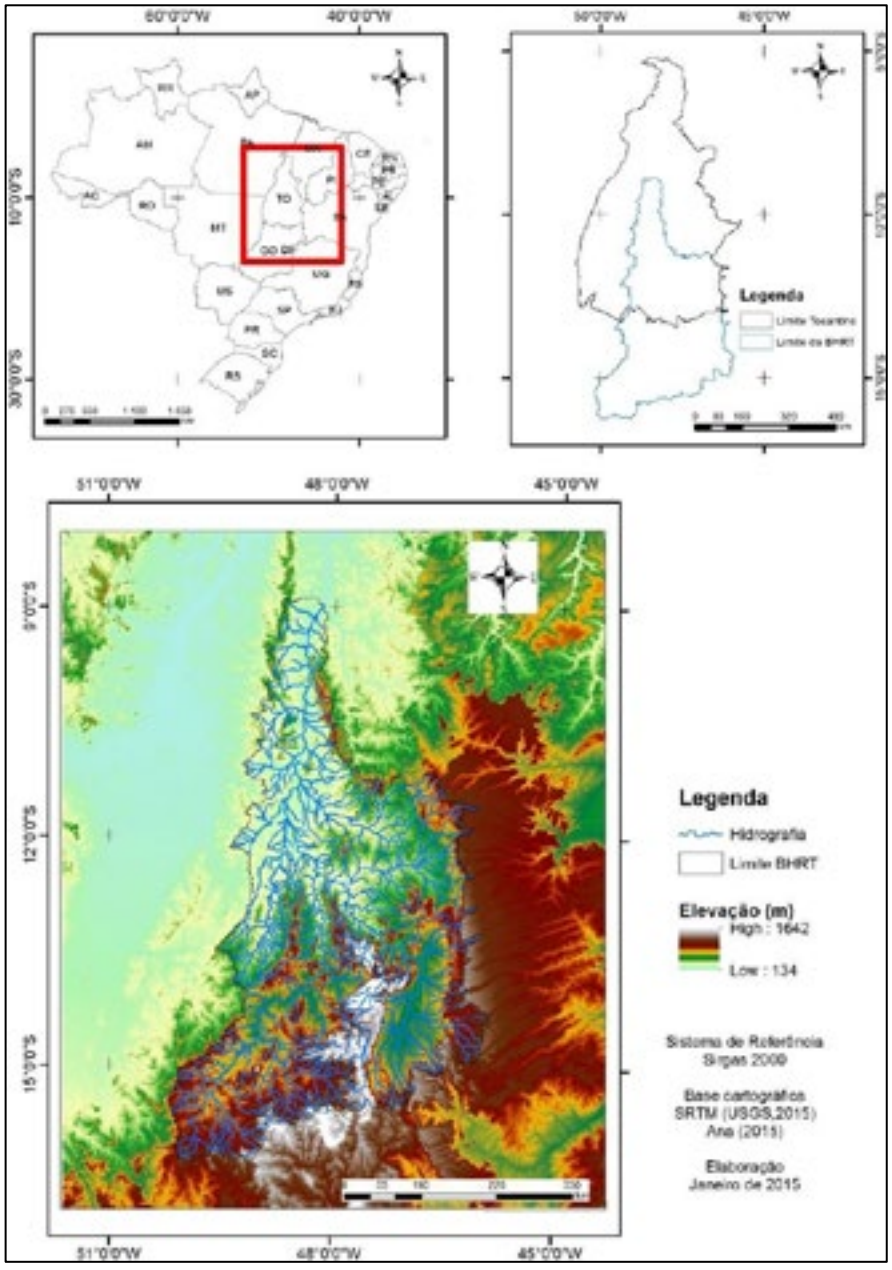


Figura 1 - Porção da bacia hidrográfica do Rio Tocantins, montante da UHE Lajeado. Edição: Autores, 2016.

A área de estudo, corresponde à região da UHE Lajeado (Figura 2), localizada a jusante da barragem da UHE, compreende basicamente a área conhecida como "Funil" (porção mais a jusante no leito do rio Tocantins) até o eixo da barragem da UHE Lajeado.

Figura 2 - Região da UHE Lajeado. Fonte: Iimagem: Google Earth e organização: autores, 2016.

A região está localizada em um sistema de falhas que controla o rio Tocantins entre elevações com encostas inclinadas e topos planos a levemente inclinados. Ocorrem materiais de deposição entre a meia-encosta e a base que são compostos por colúvios e colúvios-alúvios.

O rio Tocantins, a jusante da barragem, é composto por um leito rochoso onde afloram rochas de diferentes composições que geram corredeiras, associadas a diferenças de resistência a erosão no curso do rio.

Observam-se rochas aflorantes do tipo ígnea plutônica, representada por rochas graníticas (Figura 3) e rocha sedimentar terrígena, representada por arenitos conglomeráticos e conglomerados cimentados por sílica (Figura 4).

Figura 3 - Afloramentos de granitos na jusante ao eixo da barragem da UHE Lajeado. Fonte: autores, 2016.

Figura 4 - Arenitos silicificados, jusante do eixo da barragem da UHE Lajeado. Fonte: autores, 2016.

2. Materiais e Métodos

Na caracterização geológica e geomorfológica utilizou-se uma modelagem tridimensional da área utilizando imagens de RADAR SRTM, sobrepondo a litologia da área levantada com base em mapeamentos temáticos existentes, trabalhos de campo e imagens de satélite.

Para a realização da modelagem tridimensional foram adquiridas as imagens de radar disponibilizadas pela NASA no site "earthexplorer.usgs.gov". As imagens correspondem aos dados adquiridos pelo projeto SRTM *(Shuttle Radar Topography Mission)*.

O processamento das informações foi realizado no SIG ArcGIS, utilizando as ferramentas de geoprocessamento do *"3D analyst" e "Spatial Analyst"*, inerentes do *ArcMAP*, bem como os pacotes de processamento e visualização das informações inerentes do *ArcSCENE*.

Para a identificação da litologia foram realizados trabalhos de campo e análise macroscópicas com identificação dos principais constituintes das rochas expostas (cor, textura, composição mineralógica, entre outros aspectos).

Os dados coletados em campo foram georreferenciados com uso de receptor de navegação GNSS, o que permitiu a espacialização dos mesmos em ambiente SIG.

A caracterização local foi pautada tendo como referência os dados topográficos disponibilizados pela Investco que referem-se ao projeto base da área do empreendimento.

3. Resultados e Discussões

Na região da UHE Lajeado pôde-se observar a presença do granito inequigranular com feldspatos potássicos de maior tamanho, associado com quartzo, plagioclásios e micas.

Com relação às descontinuidades presentes nas rochas graníticas se caracterizam por um sistema de fraturas subverticais de origem tectônica, que separam grandes blocos e matacões.

Além desse sistema de fraturas é significativo o sistema de fraturas de alívio que seguem a superfície do terreno e formam placas nos maciços graníticos (Figura 5).

Figura 5 - Placas formadas por alívio de pressão no maciço granítico. Fonte: autores, 2016

As rochas sedimentares (Figura 6) são terrígenas e as estruturas de acamadamento gradacional, estratos cruzados de baixo ângulo e marcas de ondas, indicam ambiente fluvial de alta energia na sua formação.

O componente principal é o quartzo que ocorre associado a fragmentos de rochas de diferentes tamanhos formados por rochas cristalinas e minerais de sílica. A coesão alta da rocha é dada por cimento silicoso preenchendo os poros.

Nas rochas sedimentares, também se observa um importante conjunto de fraturas tectônicas semelhantes as que são observadas nos granitos e descontinuidades associadas a uma estratificação cruzada acanalada muito representativa (Figura 7).

Figura 6 - Arenito conglomerático com presença de sílica e fragmentos de rocha. Fonte: autores, 2016.

Figura 7 - Arenito com estratificações acanaladas junto às margens do Rio Lajeado. Fonte: autores, 2016.

Quanto as Formas das Corredeiras pode-se observar que as rochas, quando na superficifie, estão expostas a processos que geram sua decomposição e desagregação.

As reações promovem a quebra da estrutura química dos minerais originais que compõem as rochas, enquanto processos de abrasão geram a pulverização ou redução do tamanho de rochas e minerais a partir do impacto e atrito de partículas em movimento.

A alteração de uma rocha efetua-se por meio de um processo complexo e variado. Depende de fatores, como: Composição mineralógica e química da rocha; Forma e estrutura de jazimento e a Circulação da água através das rochas que é fundamental para a alteração intempérica.

Nas rochas cristalinas, como os granitos, as fraturas permitem a entrada da água em rochas pouco permeáveis, fazendo com que alcance os minerais e provoque sua alteração. As porções menos coesas ocorrem seguindo o padrão de fraturamento, que gera um conjunto de prismas isolados dentro do maciço rochoso.

A alteração mais proeminente nos vértices e arestas promove o arredondamento dos corpos rochosos gerando a forma dos afloramentos de granitos com blocos arredondados separados por espaços onde a água do rio concentra e gera maior turbilhamento. Por vezes este turbilhamento ocorre em porções de encontro de fraturas podendo gerar marmitas.

Nos arenitos a granulometria e textura indicam a relação porosidade-permeabilidade. A permeabilidade é mais alta em texturas com grãos grandes e de pequena variabilidade. Assim, condicionam a entrada e percolação da água na rocha através dos poros. Entretanto, quando ocorrem depósitos de minerais nos poros formando o cimento (argiloso, ferruginoso, carbonático, silicoso) diminui a permeabilidade e aumenta a coesão.

Os arenitos conglomeráticos e conglomerados que compõem leito rochoso são muito resistentes pela ocorrência de cimento silicoso. Já as estruturas de fraqueza estão associadas às fraturas tectônicas que cortam o maciço rochoso e as estruturas sedimentares de acamadamento que constituem superfícies sub-horizontais.

Sobre os tipos litológicos e a propagação do som destaca-se que o som é uma forma de propagação de energia mecânica em forma de ondas e consiste na alternância regular de

pressão num meio elástico (sucessão de compressões e rarefações). É interessante notar que a velocidade de propagação das ondas mecânicas em meios rochosos é em função da constante elástica destes meios e do grau de compactação da rocha, sua porosidade, saturação e constituição mineralógica.

As ondas sonoras, assim como as ondas sísmicas podem ser refletidas, comprimidas, dilatadas ou atenuadas e quando atravessam meios de densidade diferentes podem sofrer difração, atenuação ou mudarem a velocidade de propagação. A variação ocorre por variações composicionais da rocha, mas especialmente pela ocorrência de descontinuidades. Estas são quaisquer superfícies que provoquem interrupções na continuidade do maciço rochoso.

São identificados vários tipos de descontinuidades: diáclases, falhas, superfícies de acamamento e xistosidade. Podem ocorrer de forma aleatória, mas em geral formam famílias que são conjuntos de descontinuidades com atitudes subparalelas (direção e mergulho).

A velocidade de propagação das ondas sonoras varia com a presença de descontinuidades em maior ou menor número.

Existem modelos que permitem comparar as características de uma rocha dada àquelas de um meio ideal de mesma composição mineralógica, mas sem descontinuidades. Nestes modelos o meio ideal tem um comportamento elástico linear e as descontinuidades são pequenas esferas, no caso dos poros, e elipsoides de revolução achatadas, no caso de fissuras.

Na tabela 1 são mostradas as diferentes velocidades de propagação para minerais e rochas. Observa-se que um corpo granítico e de arenito cimentado maciço apresentam comportamento semelhante. Entretanto, quando se considera o número e as características das descontinuidades presentes em cada rocha, pode-se definir que existem grandes diferenças.

Nas rochas sedimentares, presentes no leito, a propagação das ondas sonoras sofre muito mais difrações e reflexões, quando comparadas às rochas graníticas, devido ao maior número de descontinuidades. Assim, devem ter velocidades atenuadas ou alteradas conforme migra.

Tabela 1 - Velocidade média de propagação das ondas em algumas rochas e minerais

MINERAL	Vl (m/s)	ROCHA	Vl(m/s)
Quartzo	6050	Gabro	7000
Moscovita	6800	Granito, gnaisse	6000
Calcita	6600	Arenito, quartzito	6000
Anfibólio	7200	Xisto	5800
Dolomita	7500		
Feldspato	5960		

Fonte: NOGUEIRA, 2000

Quanto as feições das corredeiras e o som no corpo d`água pode-se observar que a seção do rio onde o leito apresenta um gradiente relativamente mais elevado pela exposição de rochas tem aumentada a velocidade da água e a turbulência. Como a água corrente salpica, chapinha e respinga violentamente sobre e em torno das rochas, bolhas de ar se misturam e em partes da superfície adquirem uma espuma de cor branca e um aumento do som gerado na água. Assim, quanto maior o número de obstáculos gerados pelas descontinuidades ou, mesmo, a complexidade destes, maior é o turbilhamento da água e aumento de sons no ambiente fluvial.

A forma arredondada de exposição dos maciços graníticos se contrasta com as formas angulosas e ricas de reentrância dos afloramentos de arenitos conglomeráticos, gerando diferenças importantes de turbilhamentos e sons na água.

As corredeiras associadas ao substrato arenítico são relativamente mais perceptíveis pelo som gerado que as corredeiras sobre o substrato granítico.

4. Considerações Finais

À região da UHE Lajeado apresenta características de variações da paisagem bastante significativas e às variações altimétricas, de inclinações de vertentes e composições litológicas, condicionam a formação de paisagens com características bastante peculiares.

O canal do rio junto à represa da UHE apresenta feições e formas geomorfológicas associadas às litologias presentes e suas resistências aos processos de intemperismos e abrasão. Litologias do canal que estão representadas por rochas ígneas plutônicas graníticas e rochas sedimentares terrígenas do tipo arenitos e arenitos conglomeráticos.

Tendo em vista as distintas características físicas e ambientais da área, existem condições favoráveis à formação de distintos ambientes acústicos, principalmente relacionadas às condições de turbilhamentos e propagação do som nos distintos substratos litológicos.

Agradecimentos

Agradecemos à Investco S/A e ao programa de Pesquisa & Desenvolvimento Tecnológico (P&D) do Setor de Energia Elétrica da ANEEL pelo suporte financeiro do projeto "Atratividade da escada para peixes como alternativa para redução de adensamento de peixes a jusante de hidrelétricas". À Universidade Federal do Tocantins (UFT) e Fundação de Apoio Científico e Tecnológico do Tocantins (Fapto) pelo apoio logístico.

Referências Bibliográficas

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. **Novo Dicionário Geológico - Geomorfológico.** Rio de Janeiro - RJ: 6ª ed. Bertrand Brasil, 2008.

NOGUEIRA, J. A. **Propriedades mecânicas da rocha intacta na mineração de ferro.** Belo Horizonte – MG: Curso de Pós-Graduação em Engenharia Metalúrgica e de Minas. Dissertação de mestrado apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Metalúrgica e de Minas da Universidade Federal de Minas Gerais, 2000.

RADAMBRASIL. **Levantamento de Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação, e Uso Potencial da terra, Folha SC 22 Tocantins.** Rio de Janeiro – RJ: Ministério das Minas e Energia, Secretaria Geral, 1981.

SEPLAN - Secretaria do Planejamento e da Modernização Pública. **Atlas do Tocantins: Subsídios ao Planejamento da Gestão Territorial.** Palmas – TO: Superintendência de Pesquisa e Zoneamento Ecológico-Econômico, Diretoria de Zoneamento EcológicoEconômico – DZE, 6 ed. 2012. 80 pag Disponível em: Acessado em: março de 2013

THEMAG. **Usina Hidrelétrica Lajeado - RIMA - Relatório de Impacto sobre o Meio Ambiente.** 1996.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ANÁLISE GEOMORFOMÉTRICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PANTANOSO, CANGUÇU/RS

Danilo da Silva Dutra[(a)], Luís Eduardo de Souza Robaina[(b)] André Ricardo Furlan[(c)]

[(a)] Departamento de Geociências/Universidade Federal do Rio Grande do Sul, danilodasilvadutra@hotmail.com
[(b)] Departamento de Geociências/Universidade Federal de Santa Maria, lesrobaina@yahoo.com.br
[(c)] Departamento de Geociências/Universidade Federal de Santa Maria, andrericardofurlan1990@gmail.com

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

O presente trabalho apresenta um estudo sobre a bacia hidrográfica do rio Pantanoso a qual está localizada no município de Canguçu/RS. O objetivo do trabalho é realizar uma análise geomorfométrica dessa bacia com base nos parâmetros de hidrografia, hipsometria, declividade e perfil e plano de curvatura das vertentes. Mediante o uso de SIG e seguindo a proposta de Straler (1957) a bacia em questão foi classificada como de quinta ordem. Quanto a hipsometria, a classe entre 5 e 15% predomina na área de estudo. Quanto a análise das vertentes em plano e perfil, há uma pequena predominância de vertentes convergentes e côncavas o que reflete o significativo número de cursos fluviais existentes na bacia do rio Pantanoso. Por fim, considera-se o uso de SIG um importante aliado no estudo do meio físico, contribuindo com resultados objetivos além de diminuir o tempo e o custo na realização desses estudos.

Palavras chave: Análise geomorfométrica; SIG; bacia hidrográfica; rio Pantanoso; Canguçu/RS.

1. Introdução

Nos últimos tempos observa-se que a necessidade de estudar os fenômenos ambientais de maneira integrada é quase unanimidade entre os estudiosos. Nesse sentido se sobressaem as unidades ambientais em bacias hidrográficas, pois nesses ambientes há uma facilitação dos estudos com viés de abordagem sistêmica.

Rodrigues e Adami (2006, p.147-148) definem bacia hidrográfica como:

> (…) um sistema que compreende um volume de materiais, predominantemente sólidos e líquidos, próximo à superfície terrestre, delimitado interna e externamente por todos os processos que, a partir do fornecimento de água pela atmosfera, interferem no fluxo de matéria e de energia de um rio ou de uma rede de canais fluviais. Inclui, portanto, todos os espaços de circulação, armazenamento, e de saídas da água e do material por ela transportado, que mantém relações com esses canais.

As bacias hidrográficas podem ser estudadas tanto do ponto de vista da hidrodinâmica quanto morfométrico. Nesse último tipo de análise, e de acordo com Rodrigues e Adami

(2006, p.150), podem-se destacar: "limites externos, área, hierarquia da rede de drenagem, densidade de drenagem, gradiente de canais, comprimento da bacia, curva hipsométrica, coeficiente orográfico etc".

Para a identificação e análise desses aspectos mencionados anteriormente é indispensável o uso de Sistemas de Informação Geográfica (SIGs). A quantidade de ferramentas disponibilizadas nos últimos tempos, com relação a softwares e SIGs, oportunizam um leque de oportunidades jamais experimentado (FITZ, 2008).

O presente trabalho tem por objetivo, através do uso de SIG, analisar com parâmetros geomorfométricos a bacia hidrográfica do rio Pantanoso localizada no município de Canguçu/RS, com as coordenadas de latitude Sul: 30,960087 e 31,386554; e longitude Oeste: 52,845732 e 52,606764 (FIGURA 1).

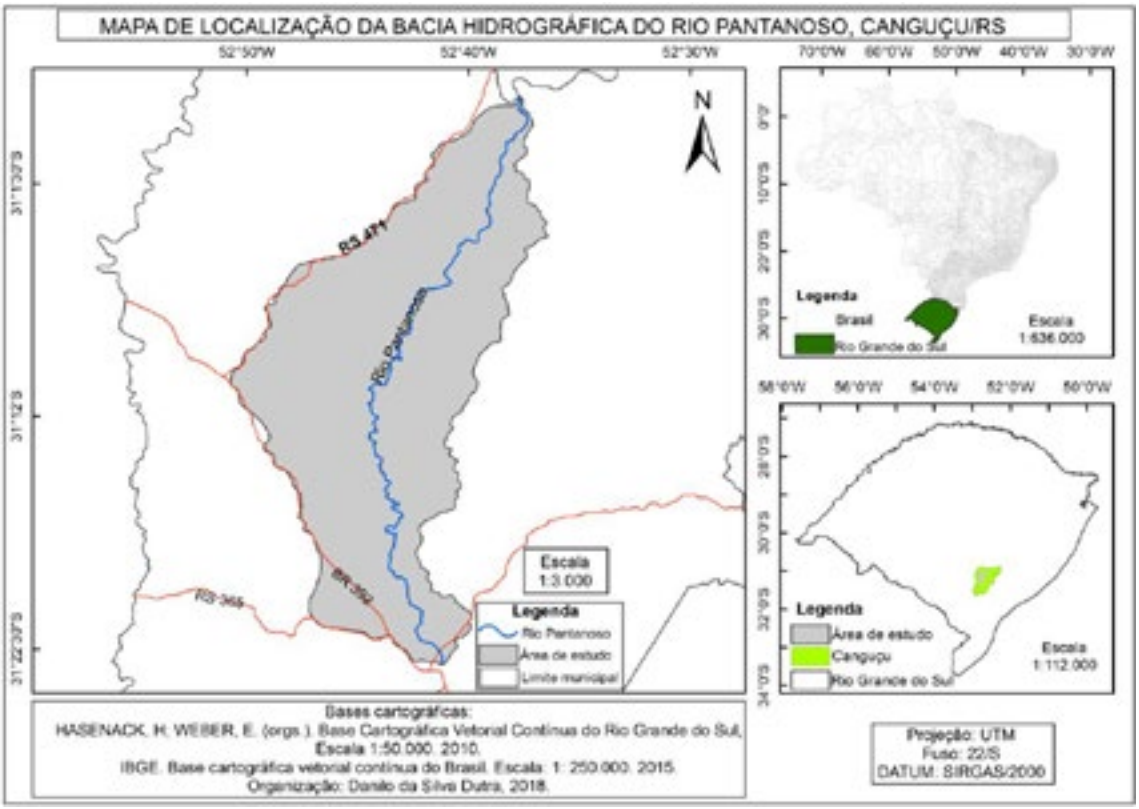


Figura 1: Localização da área de estudo;
Organização: Os autores, 2018.

Do ponto de vista ambiental a bacia hidrográfica em questão é a mais significativa pois é o principal meio de abastecimento urbano do município de Canguçu, nos períodos de estiagem.

2. Materiais e métodos

2.1 Análise hidrográfica

O mapa hidrográfico foi gerado a partir da manipulação da base cartográfica na escala de 1:250.000 disponibilizada pelo IBGE (2015), e da base hidrográfica na escala de 1:50.000 disponibilizada por Hasenack e Weber (2010). Mediante uso do software *ArcGis 10.5*, realizou-se a manipulação e o recorte dessas bases cartográficas e os procedimentos necessários para a quantificação da hidrografia da área de estudo.

Com o uso de SIG foram identificados os seguintes dados morfométricos da bacia do rio Pantanoso: área, perímetro, comprimento total da rede de drenagem e do curso fluvial principal, além da hierarquização da rede de drenagem de acordo com as proposições de Straler (1957).

2.2 Análise dos parâmetros do relevo

Os produtos cartográficos obtidos foram gerados a partir de Modelo Digital de Elevação (MDE) do *Shuttle Radar Topographic Mission* (SRTM) com resolução espacial de 86,92 metros (3 arc sec).

O MDE foi gerado a partir das imagens SH-22-Y-A, SH-22-V-D, SH-22-Y-C e SH-22-Y-D, a partir das quais se procedeu a realização de mosaico. Posteriormente, mediante a extração por máscara, foi definido o MDE para a área de interesse.

O mapa hipsométrico apresentado na pesquisa foi dividido em cinco classes (49 - 120; 120 - 200; 200 - 280; 280 - 360; 360 - 476 metros). Nas propriedades do MDE é acessado a ferramenta de classificação atribuindo-se o número de classes desejado. Posteriormente, a fim de organizar as informações para efetuar o cálculo de área, no *ArcTollbox*, acessa-se a ferramenta *Reclass*, e se fez a reclassificação do MDE.

As informações de declividade foram obtidas no presente trabalho por meio do polinômio de Horn (1981) e foram separadas em quatro classes, sendo elas: 0 – 2; 2 – 5; 5 – 15; e > 15%. Operacionalmente, esse mapa foi gerado mediante manipulação das seguintes ferramentas do *ArcGis 10.5*: *ArcTollbox – Spatial Analyst Tools – Surface – Slope*. Posteriormente, a fim do fatiamento das classes, bem como para o cálculo de área, foram realizados procedimentos equivalentes aos adotados no mapa hipsométrico.

Quanto as vertentes do relevo, e no que se refere ao plano de curvatura das mesmas, corresponde à variação do gradiente de arqueamento na direção ortogonal da vertente (curvatura da superfície perpendicular à direção da inclinação) e foram obtidos a partir do MDE, por meio do emprego do polinômio de Zevenbergen e Thorne (1987).

A classificação da curvatura das vertentes, tanto em plano quanto em perfil, foi obtida com o uso de SIG e através da análise do histograma de frequência das imagens. De acordo com Valeriano (2003), tratando-se do perfil de curvatura, as vertentes retilíneas tem valor nulo, as côncavas tem-nos positivos e as convexas tem valores negativos. No entanto, vertentes retilíneas são muito raras na natureza o que leva os valores a pertencer ao valor negativo ou positivo.

Para a classificação das vertentes de acordo com o plano de curvatura, a metodologia é semelhante a destacada anteriormente, sendo que os valores positivos representam as vertentes divergentes e os negativos, as convergentes.

3. Resultados e discussão

3.1 Análise morfométrica da hidrografia

O rio Pantanoso afluente da margem direita do rio Camaquã, é genuinamente e o mais expressivo do município de Canguçu. Sua bacia tem uma área total de 516,94 km² o que equivale a mais de 14% do território canguçuense, e um perímetro de 130,15 km. O canal principal da bacia quando analisado desde sua nascente até seu exutório tem um comprimento de 65,39 km e apresenta uma hierarquia fluvial de 5ª Ordem.

A bacia hidrográfica em análise pode ser caracterizada como endorreica, ou seja, tem sua drenagem direcionada para dentro do continente, no presente caso, ela tem sua foz no rio Camaquã. O alto e médio curso da bacia apresentam um padrão de drenagem predominantemente dendrítico, e o baixo curso um padrão de drenagem paralelo, em resposta aos diferentes tipos de resistência rochosa da área de estudo.

Com uma extensão total de 828,45 km de rede hidrográfica, os canais fluviais de primeira e segunda ordem, juntos, representam um total de 661,31 km de extensão. Isso significa que quase 80% da rede hidrográfica da bacia Pantanoso é composta por drenagem de baixa ordem mostrando a importância da bacia em termos hídricos para a região, pois compõem uma grande área de nascentes.

A densidade de drenagem apresenta um valor de 1,6 km, o que para Beltrame (1994) *apud* Machado e Torres (2017) pode ser qualificado como um valor mediano, ou seja, a Bacia dispõe de 1,6 km de cursos fluviais para drenar 1 km² de área. Portanto, esse parâmetro nos diz que não há nem demasia nem escassez de recursos hídricos superficiais na drenagem da bacia do rio Pantanoso.

Quanto a forma a bacia hidrográfica apresenta índice de circularidade com um valor de 0,383, que de acordo com Granell-Pérez (2004), apresenta uma forma alongada, portanto é uma bacia hidrográfica com menos chances de sofrer inundações bruscas em seu canal principal. Na figura 2 pode-se analisar o mapa hidrográfico da área de estudo.

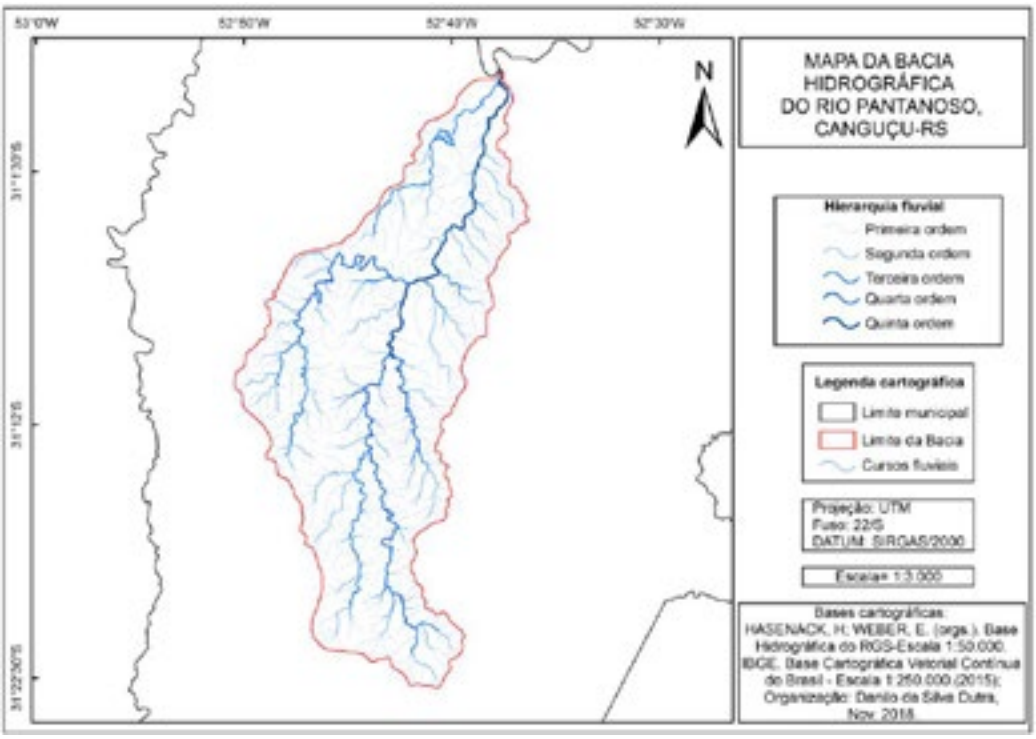


Figura 2: Mapa da bacia hidrográfica da área de estudo;
Organização: Os autores, 2018.

3.2 Análise do relevo

A menor altitude na bacia hidrográfica em estudo corresponde a 49 metros e a maior altitude corresponde a 476 metros, portanto uma amplitude altimétrica de 427 metros.

A classe hipsométrica compreendida entre 476 e 360 metros corresponde a 107,28 km² ou mais de 20% da área de estudo. Essa porção do relevo está concentrada na região sul compreendendo o alto curso da bacia do rio Pantanoso. A classe hipsométrica consecutiva, compreendida entre 360 e 280 metros, corresponde a uma área de 117,36 km², portanto a mais significativa da bacia Pantanoso, representando mais de 22% dessa área. Nessa altitude situam-se os divisores de água mais importantes, contendo a maioria das nascentes de primeira ordem, ocorrendo na área de transição entre alto e médio curso da bacia.

Situada majoritariamente na região central da bacia encontra-se a classe hipsométrica compreendida entre 280 e 200 metros, com uma área total de 103,33 km² ou

aproximadamente 20% da área de estudo, ela caracteriza-se principalmente pelo médio curso da bacia. Consecutivamente, a classe hipsométrica entre 200 e 120 metros é a menos significativa, com uma área de 89,35 km² ou menos de 18% da área de estudo, está concentrada predominantemente nas margens direita e esquerda do baixo curso da bacia Pantanoso onde também ocorrem muitas nascentes.

Por fim, a classe hipsométrica que vai de 120 a 49 metros representa 99,62 km² ou mais de 19% da área de estudo. Situada majoritariamente no norte da bacia, no seu baixo curso, onde ocorre o canal de quinta ordem e as respectivas áreas de várzeas. O mapa hipsométrico pode ser analisado na figura 3.

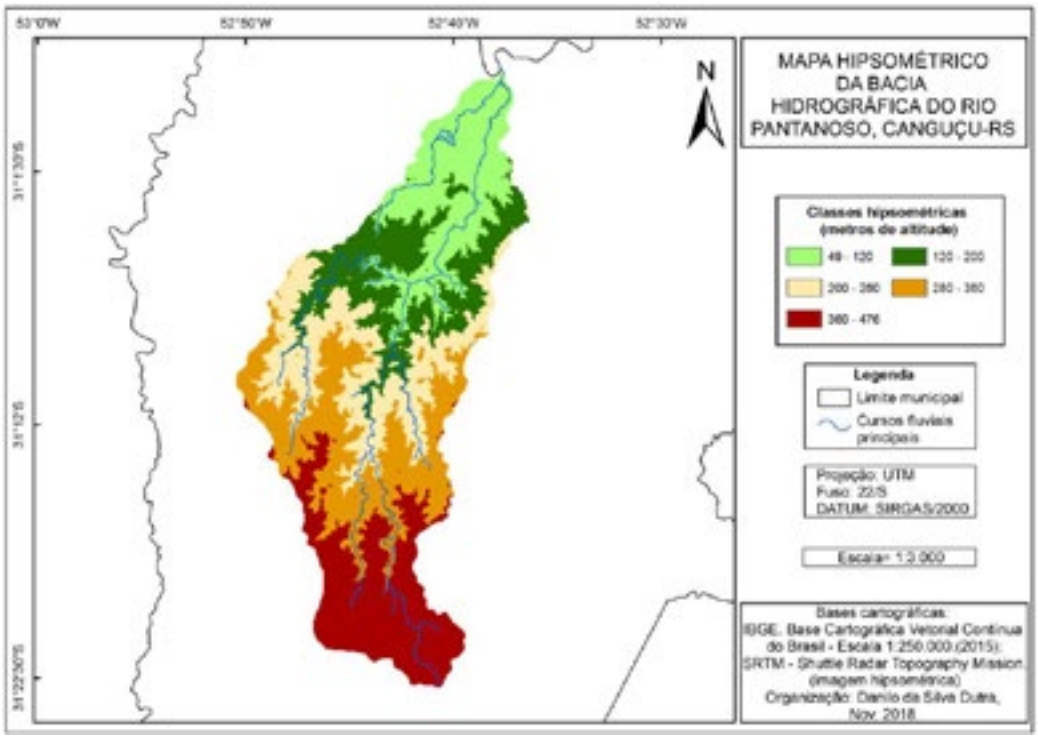


Figura 3: Mapa hipsométrico da área de estudo;
Organização: Os autores, 2018.

Com relação as vertentes que formam o relevo da bacia são predominantes as declividades entre 5 e 15% com uma área de 313,16 km² o que equivale a mais de 60% da bacia do Pantanoso. Nesse intervalo de declividade há o predomínio de relevo ondulado a

forte ondulado podendo-se caracterizá-los como colinas onduladas. Esse intervalo de declividade é considerado o limite para o emprego de máquinas agrícolas.

A classe com declividade superior a 15% é a menos significativa da área de estudo com apenas 34 km², ou seja, menos de 7% dessa área. Elas correspondem as encostas dos morros e morrotes mais proeminentes e estão espacializadas, predominantemente, na região do médio curso da bacia Pantanoso. A partir desse intervalo de declividade torna-se inapropriado o uso de máquinas agrícolas.

Com a segunda maior área da bacia Pantanoso destaca-se a classe de declividade entre 2 a 5%, a qual corresponde a uma área de 122 km² o equivalente a mais de 23% da área de estudo concentrando-se no alto e baixo curso da bacia. Por fim, a classe de declividade entre 0 e 2% caracteriza as áreas planas e junto aos cursos fluviais, concentrando-se na região norte junto a foz da bacia. Essa classe de declividade tem uma área de 47,78 km² ou pouco mais de 9% da área de estudo. O mapa em questão pode ser analisado na figura 4.

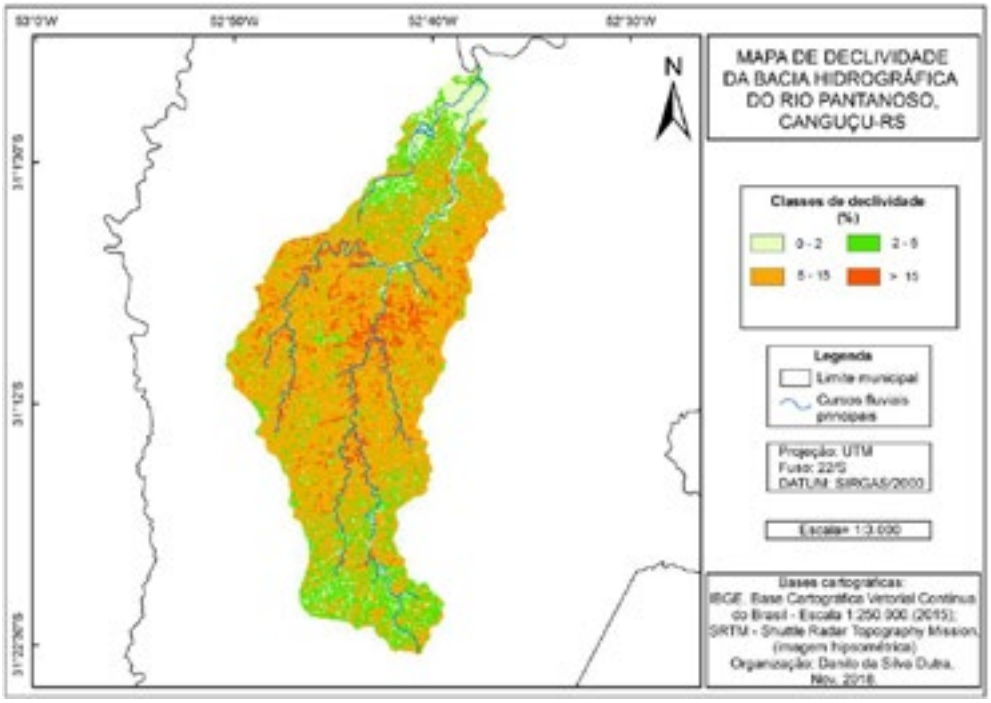


Figura 4: Mapa de declividade da área de estudo;
Organização: Os autores, 2018.

Como observado pelas características hidrográficas da área de estudo a quantidade de canais fluviais é bastante significativa o que se reflete nas características das vertentes.

Com relação a forma, as vertentes foram analisadas quanto a observação em perfil e no plano. Em relação ao perfil, as vertentes côncavas compreendem 271,23 km² ou pouco menos de 53% da área de estudo enquanto que as vertentes convexas se apresentam em 245,71 km² ou pouco mais de 47% dessa área.

As vertentes côncavas perfazem principalmente o terço inferior das vertentes, incluindo o fundo de vale dos cursos fluviais de menor ordem. As vertentes convexas compreendem as partes média, superior e o topo das vertentes, e na área de estudo, são representativas dos divisores d'água.

As vertentes convexas são resultantes dos processos morfogenéticos que atuam sobre o relevo. Na área de estudo isso demonstra o longo processo evolutivo pelo qual ela vem passando. Na figura 5 é apresentado o mapa do perfil de curvatura das vertentes da bacia Pantanoso.

Quanto as vertentes em plano de curvatura, as convergentes são predominantes com 264,94 km² o que representa pouco menos de 52% da bacia, aspecto que se justifica frente ao processo de dissecação do relevo e a consequente quantidade de cursos fluviais da bacia. Menos representativas, as vertentes divergentes apresentam 252 km² o que equivale a pouco mais de 48% da área de estudo.

As vertentes convergentes compõe as áreas de concentração dos fluxos de água, minerais e matéria orgânica formando, sobretudo, os canais fluviais e suas adjacências. Também são predominantes no baixo curso da bacia onde predominam as áreas planas de baixa altitude.

As vertentes divergentes compõe, sobretudo, as médias e altas vertentes das formas de relevo em morrotes e morros, onde ocorre a dispersão dos fluxos de água das chuvas. Na figura 6 é apresentado o mapa do plano de curvatura das vertentes da bacia Pantanoso.

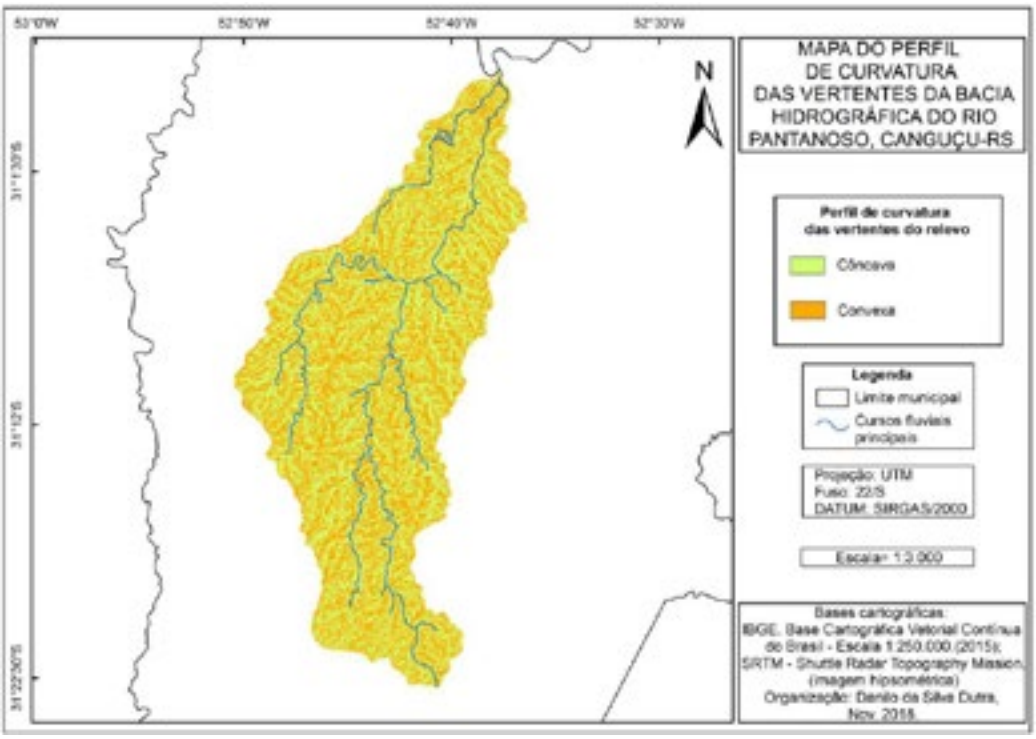


Figura 5: Mapa do perfil de curvatura das vertentes da área de estudo;
Organização: Os autores, 2018.

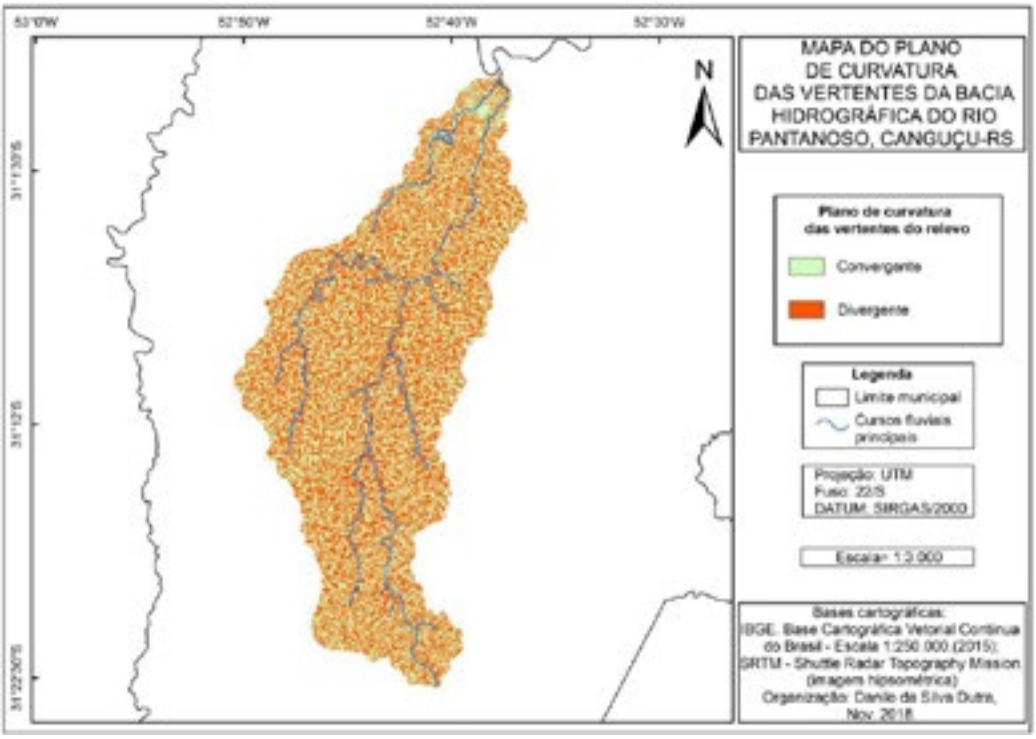


Figura 6: Mapa do plano de curvatura das vertentes da área de estudo;
Organização: Os autores, 2018.

4. Considerações finais

O trabalho permitiu conhecer algumas características do relevo através de análise dos parâmetros de altitude e de declividade e forma das vertentes. O uso do SIG também se mostrou um poderoso aliado na análise e interpretação do meio físico permitindo a extração de muitas variáveis, e com isso, refinar o conhecimento sobre as características hidrográficas da bacia Pantanoso, com objetividade e rapidez.

Além disso, o presente trabalho pode contribuir com o processo de gestão da bacia hidrográfica do Pantanoso, visto que ela tem uma importante função social na comunidade canguçuense. A identificação dos parâmetros do relevo serve como base para avançar em estudos que considerassem os demais aspectos físicos como a geologia, pedologia além de aspectos sócio-econômicos, como os usos e ocupação da terra.

Agradecimentos

Agradecimento a Capes pela conceção da bolsa de estudo.

Referências bibliográficas

FITZ, P. R. Uso de geotecnologias para o planejamento espacial. **Geografia**, Rio Claro, v. 33, n.2, p. 307-318, mai./ago. 2008.

GRANELL-PÉREZ, M. C. **Trabalhar geografia com as cartas topográficas.** 2.ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2004.

HASENACK, H; WEBER, E. (Orgs). **Base Cartográfica vetorial contínua do Rio Grande do Sul – Escala 1:50.000.** Porto Alegre: UFRGS – IB – Centro de Ecologia. 2010. 1 DVD – ROM (Série Geoprocessamento, 3).

HORN, B. K. P. Hill shading and the reflectance map. **Proceedings of the IEEE**, n.69, v.01, p.14-47, 1981.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA (IBGE). **Base Cartográfica Contínua do Brasil na escala de 1:250.000.** 2015. Disponível em: ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapeamento-sistematico/base-vetorial-continua-escala-250mil/ Acesso em: 10 dez 2017.

MACHADO, P. J. O; TORRES, F. T. P. **Introdução à hidrogeografia.** São Paulo: Cengage Learning, 2017.

RODRIGUES, C.; ADAMI, S. **Técnicas fundamentais para o estudo de bacias hidrográficas,** *in*: REBOUÇAS, A. C.; BENEDITO, B.; TUNDISI, J. G. Águas doces do Brasil: capital ecológico, uso e conservação. 3ed. - São Paulo: Escrituras Editora, 2006.

STRAHLER, A. N. Quantitative Analysis of Watershed Geomorphology. **Transactions, American Geophysical Union**, Washington, v. 38, n. 6, p. 913-920, 1957.

VALERIANO, M. M. Curvatura vertical de vertentes em microbacias pela análise de modelos digitais de elevação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.7, n.3, set./dez. 2003.

ZEVENBERGEN, L. W.; THORNE, C. R. Quantitive Analysis of Land Surface Topography. **Earth Surface Processes and Landforms**, v.12, p.47-56, 1987.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ANÁLISE MORFOMÉTRICA DA BACIA DO RIO APUCARANINHA, LONDRINA – PR.

Ana Paula Rodrigues dos Santos [(a)], Graziele de Melo Bicca[(b)], Helian Araújo Oliveira[(c)], Larissa Cristina Figueiredo Ramiro[(d)], Matheus Henrique de Lala Burity[(e)], Marciel Lohmann[(f)]

[(a)] Departamento de Geociências/Centro de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Londrina, paulaanarodrigues@live.com.
[(b)] Departamento de Geociências/Centro de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Londrina, graziele_bicca@hotmail.com.
[(c)] Departamento de Geociências/Centro de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Londrina, helianoliveira@gmail.com.
[(d)] Departamento de Geociências/Centro de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Londrina, larissafig97@gmail.com.
[(e)] Departamento de Geociências/Centro de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Londrina, matburity@hotmail.com.
[(f)] Professor Doutor do Departamento de Geociências/Centro de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Londrina, marciel_lohmann@yahoo.com.br.

Ana Paula Rodrigues dos Santos , Graziele de Melo Bicca, Helian Araújo Oliveira, Larissa Cristina Figueiredo Ramiro, Matheus Henrique de Lala Burity, Marciel Lohmann

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

O desenvolvimento desse trabalho teve por objetivo caracterizar a morfometria da bacia do rio Apucaraninha, localizado ao norte do estado do Paraná, no município de Londrina. Na elaboração das figuras foram utilizadas as bases cartográficas do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), do ITCG (Instituto de Terras, Cartografia e Geologia) e rede de drenagem do Águas Paraná. Para as análises morfométricas, os parâmetros foram baseados no proposto por Horton (1945) e Schumm (1956), discutidos na literatura por Christofoletti (1980), cujas são abordadas algumas categorias de análise. Os resultados obtidos poderão auxiliar na complementação de bancos de dados assim como na melhor

compreensão das dinâmicas dos rios que compõem a bacia, dessa forma, possibilitando o monitoramento da área a fim de prever e/ou evitar evento (s) ambiental (is) catastrófico (s) na mesma.

Palavras chave: Geomorfologia Fluvial; Hidrografia; Morfometria; Planejamento Ambiental.

1. Introdução

A geomorfologia fluvial é um ramo da geomorfologia que engloba o estudo dos cursos de água e bacias hidrográficas (CUNHA, 1994). Os rios são agentes importantes na esculturação do relevo e no transporte de sedimentos e materiais intemperizados.

Segundo Nunes et Al (2006, p. 1) "O estudo morfométrico de bacias hidrográficas é definido como a análise quantitativa das relações entre a fisiografia da bacia e sua dinâmica hidrológica.", assim sendo, é possível obter maior entendimento quanto ao comportamento hidrológico da bacia em questão e compreensão das dinâmicas dos rios que a compõem.

A análise de bacias hidrográficas – "regiões geográficas formadas por rios que deságuam num curso principal de água." (HIDROGRAFIA..., UNICAMP), torna-se também importante para o planejamento e diagnóstico ambiental, prevenindo eventos catastróficos e que alterem a dinâmica do ambiente.

O desenvolvimento desse trabalho visa à caracterização morfométrica da bacia do rio Apucaraninha, localizada no município de Londrina, norte do estado do Paraná, sobre o terceiro planalto paranaense. Essa área, segundo o ITCG (Instituto de Terras, Cartografia e Geologia do Paraná) é composta por formações do grupo São Bento e Bauru, predominantemente pelo primeiro, destacando a formação Serra Geral, sendo essa constituída quase que em sua totalidade por basaltos, de acordo com Serviço Geológico do Brasil ou CPRM (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais).

Figura 1 – Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Apucaraninha - PR

2. Materiais e Métodos

Para as análises morfométricas, os parâmetros foram baseados no proposto por Horton (1945) e Schumm (1956), sendo discutidos na literatura por Christofoletti (1980). As análises utilizadas neste trabalho foram: 1) comprimento médio dos canais por ordem de ramificação (Lm), 2) relação de bifurcação (Rb), 3) extensão do percurso superficial (Eps), 4) índice de sinuosidade (Isn), 5) índice de compacidade (Kc), 6) densidade de drenagem (Dd), 7) densidade hidrográfica (Dh), 8) coeficiente de manutenção (Cm), 9) fator forma (Kf), 10) relação de relevo (Rr) e 11) índice de rugosidade (Ir). Essas categorias de análise são expressas pelas seguintes formas:

Tabela I – Fórmulas para cálculo morfométrico

Categoria de Análise	**Fórmula**
Comprimento médio dos canais por ordem de ramificação (Lm)	**Lm=Lu/Nu** Lu - Comprimento total dos canais de determinada ordem hierárquica.

	Nu - Número de segmentos dessa mesma ordem.
Relação de bifurcação (Rb)	**Rb=Nu/Nu+1**
Extensão do percurso superficial (Eps)	**Eps=1/2Dd** Dd – Densidade de drenagem.
Índice de sinuosidade (Isn)	**Isn=L/Lt** L – Comprimento do rio principal. Lt – Comprimento do eixo da bacia.
Índice de compacidade (Kc)	**Kc = P/2√π.A** P – Perímetro da bacia. A – Área da bacia.
Densidade de drenagem (Dd)	**Dd=Lt/A**
Densidade hidrográfica (Dh)	**Dh=N/A** N - número de cursos de água.
Coeficiente de manutenção (Cm)	**Cm=1/Dd*(1000)**
Fator forma (Kf)	**Kf=A/L²**
Relação de relevo (Rr)	**Rr=Hm/Lb** Hm - Amplitude altimétrica. Lb - Comprimento do eixo da Bacia.
Índice de rugosidade (Ir)	**Ir=Hm*Dd**

Fonte: CHISTOFOLLET, 1980.
Org: Os autores, 2018.

A elaboração das figuras foram realizadas a partir das bases cartográficas do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) e do ITCG (Instituto de Terras, Cartografia e Geologia); a rede de drenagem utilizada foi a do Águas Paraná. As informações obtidas desses órgãos foram cruzadas no Sistema de Informação Geográfica (SIG), ArcGis (Map 10.3.1), produzindo por fim, as figuras que ilustram dados e informações ao longo do redigir desse artigo.

3. Resultados e Discussão

A caracterização da bacia é realizada a partir de índices obtidos por meio de cálculos, como supracitado, a fim de obter maior entendimento quanto ao comportamento hidrológico da bacia em questão e compreensão das dinâmicas dos rios que a compõem, sendo assim, a figura 2 expressa a Hierarquia Fluvial da Bacia Hidrográfica do Rio Apucaraninha. Segundo

Christofoletti (1980, p.106), "A hierarquia fluvial consiste no processo de estabelecer a classificação de determinado curso de água (ou área drenada que lhe pertence) no conjunto total da bacia hidrográfica na qual se encontra.".

Nessa análise utilizou-se o método proposto por Arthur N. Strahler, em 1952. Segundo este, os canais que não possuem tributários e são menores, são classificados como de primeira ordem (são os canais onde se encontram as nascentes); A confluência entre dois rios de primeira ordem dá origem ao rio de segunda ordem; do encontro entre dois rios de segunda ordem, surgem os rios de terceira ordem (os rios de segunda ordem recebem afluentes apenas de primeira ordem, já os rios de terceira recebem afluentes de segunda ordem e de primeira); e assim sucessivamente (CHRISTOFOLETTI, 1980, p.107).

Na Bacia do Rio Apucaraninha nota-se que a maioria dos canais são de 1º ordem – 448 segmentos. O número de segmentos reduz conforme se aumenta a ordem da hierarquização. O comprimento total dos canais separados por ordem indica maior extensão nos segmentos de 1º ordem – 432,51Km, e reduz, chegando aos segmentos de 6º ordem com 31,45Km de extensão; Já no comprimento médio dos canais de cada ordem (esse valor refere-se ao tamanho médio que cada canal terá ao dividir o comprimento total da ordem referente com a quantidade de rios da mesma), o valor mais expressivo encontra-se nos segmentos de 6º ordem – 31,45 e 5º ordem – 19,44. Os rios de ordens inferiores (como 1º e 2º ordem) tendem a ter o comprimento médio com valores menores.

Na Tabela II, nota-se a Relação de Bifurcação que expressa quantidade de rios necessários para formar os rios de ordem superior; quanto maior for o resultado, mais denso o rio será. Nos rios de 1º ordem o valor encontrado para esta relação é de 4,71 – sendo o valor mais expressivo dentre as análises, seguida por 4,0 – dos rios de 4º ordem.

Figura 2 –Hierarquia Fluvial da Bacia Hidrográfica do Rio Apucaraninha – PR

Tabela II – Análises Morfométricas da Bacia Hidrográfica do Rio Apucaraninha, por Hierarquização dos canais

Ordem	Número de Segmentos	Comprimento Total dos canais de cada Ordem (Km)	Comprimento Médio dos canais de cada Ordem (Km/rio)	Relação de Bifurcação (Rb)
1º	448	432,51	0,96	4,71
2º	95	149,17	1,57	3,8
3º	25	114,16	4,56	3,12
4º	8	60,88	7,61	4,0
5º	2	38,89	19,44	2,0
6º	1	31,45	31,45	-

Fonte: Ramiro, L.C.F., 2018.

Tabela III – Análises Morfométricas (areal, linear e hipsométrica) da Bacia do Rio Apucaraninha

Parâmetros	Valores e Unidades
Ordem da Bacia	6º
Comprimento Total da Rede de Drenagem	827,06Km
Comprimento do Canal Principal	78,24Km

Área da Bacia	544,34Km²
Perímetro	121,84Km
Número de Canais	579
Extensão do Percurso Superficial (Eps)	0,33Km
Índice de Sinuosidade (Isn)	2,12
Índice de Compacidade (Kc)	1,47
Densidade de Drenagem (Dd)	1,51Km/Km²
Densidade Hidrográfica (Dh)	1,06rios/Km²
Coeficiente de Manutenção (Cm)	660m²/m
Fator Forma	0,4
Altitude Máxima	1.210,91m
Altitude Mínima	440m
Amplitude Altimétrica (Hm)	770,91m
Relação de Relevo (Rr)	20,97m/km
Índice de Rugosidade (Ir)	1.164,07

Fonte: Ramiro, L.C.F., 2018.

Por meio das análises morfométricas (Tabela III), observa-se que a Bacia do Rio Apucaraninha é de 6º ordem hierárquica sendo composta por 579 canais de drenagem, apresenta 827,06Km de extensão total e canal principal com 78,24Km de comprimento. A bacia ocupa uma área de 544,34Km² e tem perímetro de 121,84Km.

A extensão do percurso superficial (Eps) representa a "distância média percorrida pelas enxurradas entre o interflúvio e o canal permanente [...]" (CHRISTOFOLETTI, 1980, p.111). Na bacia em questão, o Eps de 0,33Km indica que a precipitação encontra um curso d'água com rapidez, o que contribui para o aumento do volume de água dos canais receptores.

O índice de sinuosidade (Isn) indica a relação entre o comprimento do rio principal e o comprimento do eixo da bacia. Valores abaixo de 2,0 indicam normalmente canais retilíneos, com baixa capacidade de acumular sedimentos (JESUS, 2004, *apud* SOARES E SOUZA, 2012, p.29). O Isn da bacia é 2,12, apresentando canais com certa sinuosidade e com capacidade mediana deposicional.

O índice de compacidade (Kc) indica a relação entre o perímetro da bacia (P) e a área (A) da mesma. Quanto maior o coeficiente, mais irregular será a bacia (NUNES et Al, 2006,

p.6); O fator forma (Kf) expressa a relação entre a área da bacia (A) e o comprimento do eixo da bacia (L). Possuí importância para determinação de risco de enchente da bacia: quanto menor o valor, menor é o risco de enchentes (NUNES et Al, 2006, p.6).

O índice de compacidade (Kc) de 1,47, quando relacionado ao fator forma de 0,4 revelam uma bacia alongada e extensa. Essa relação indica ainda que há baixo risco de enchente – em condições meteorológicas consideradas normais, e o escoamento da bacia é satisfatório.

A densidade de drenagem (Dd) é a relação entre o comprimento total dos canais de drenagem (Lt) e a área (A) da bacia hidrográfica. Esse índice varia de 0,5 km/km² para bacias pobres em drenagem, a 3,5 km/km² ou mais, para bacias bem drenadas (VILLELA E MATOS, 1975 *apud* NUNES et Al, 2006, p.6). Quanto maior o índice, maior é a capacidade da bacia em escoar suas enchentes. O valor expresso de Dd para a bacia do rio Apucaraninha é 1,51Km/Km², indicando drenagem mediana.

A densidade hidrográfica (Dh) indica a relação entre o número de cursos de água (N) e a área da bacia hidrográfica (A), sendo de 1,06 rios por km² quando relacionadas à ordem hierárquica da bacia - 6º ordem -, indica que a drenagem da mesma é moderada.

O coeficiente de manutenção (Cm) foi proposto por Schumm, em 1956, e indica a área necessária para a manutenção de um metro de canal de escoamento (CHRISTOFOLETTI, 1980, p.117). O Cm de 660m²/m indica que a bacia necessita de uma área muito grande para manutenção, considerando o tamanho quanto a sua ordem hierárquica. A ocupação da área com atividades antrópicas precisa ser moderada, pois a bacia apresenta certa fragilidade neste aspecto.

A hipsometria da bacia apresenta com amplitude altimétrica (Hm) o valor de 770,91m, tendo como valor máximo de altitude de 1.210m e valor mínimo de altitude de 440m.

A relação de relevo (Rr) indica a relação entre amplitude altimétrica (Hm) e comprimento do eixo da Bacia (Lb). Sendo 20,97m/km, a Rr representa um desnível topográfico moderado, tornando também a velocidade do escoamento superficial moderado.

O índice de rugosidade (Ir) representa a relação entre a amplitude topográfica máxima (Hm) e a densidade de drenagem (Dd). Na bacia o Ir é de 1.164,07, sendo considerado um valor alto. Quanto maior esse índice, maior é o risco de degradação da bacia em vertentes íngremes, – no caso da Bacia do Rio Apucaraninha, esse risco é muito grande.

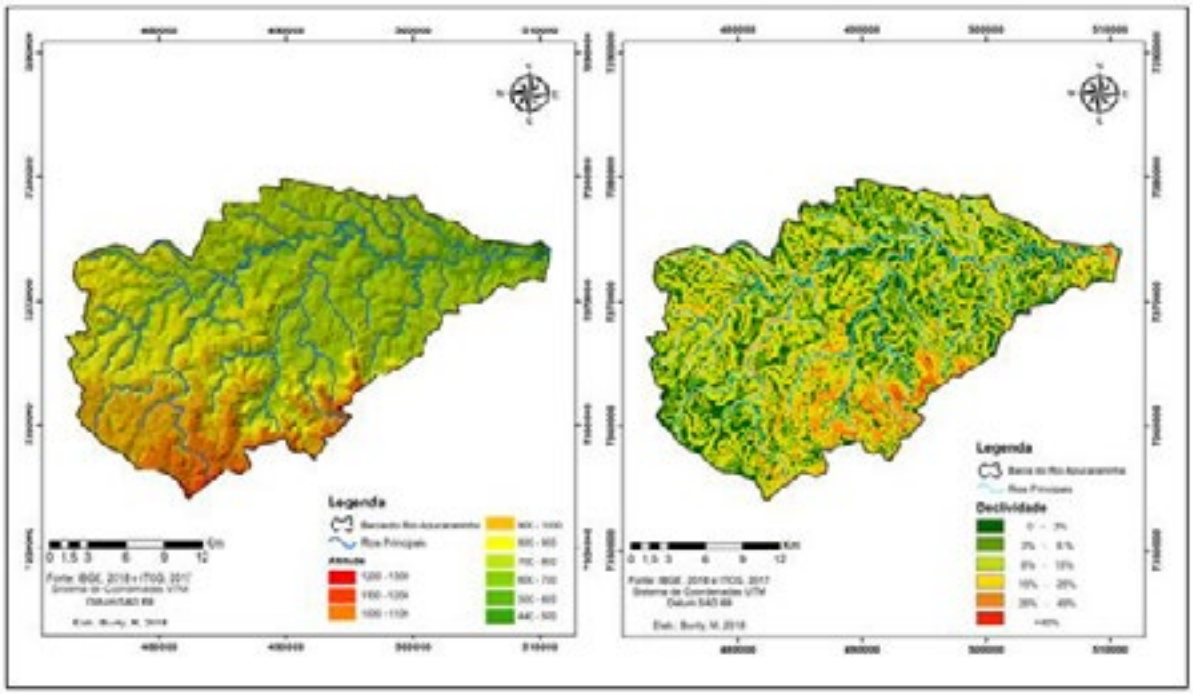


Figura 3 –Hipsometria e de declividade do rio Apucaraninha – PR

Ao analisar a figura hipsométrica da bacia do Rio, percebe-se que nas porções sul, sudoeste e oeste da bacia há predominância de altitudes mais elevadas; Nas demais áreas da bacia as altitudes variam entre 440 a 900m. Esses dados corroboram com a direção e sentido da maioria dos cursos d'água que alimentam o rio principal, indo ao encontro da foz.

A classificação da declividade segue o proposto pela Embrapa (1979). A maior parte do relevo tem declive entre 0 e 25%, sendo característico o relevo plano, suave ondulado e

ondulado. A maior concentração de declives acentuados está na porção sul e centro-sul da bacia, encontrando-se espalhadas, em menor concentração, por quase todas as outras porções da bacia.

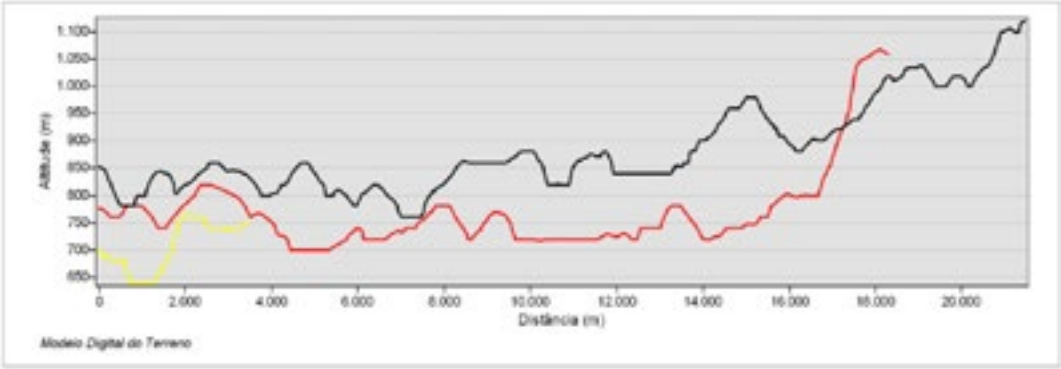


Figura 4 – Perfil topográfico da Bacia
Elaboração: Santos, A. P. R, 2018.

Na figura 5 são apresentados os perfis topográficos, sendo elaborado a partir de três linhas, por meio de cortes verticais no sentido norte/sul. O resultado colabora para uma melhor compreensão das variações topográficas, formas das vertentes e vales da bacia do Rio Apucaraninha.

A linha preta foi traçada na porção oeste da bacia, onde se constatou as maiores elevações e que elas aumentam à medida que avança mais ao sul. A maior parte dos topos dos morros é aguda e há predomínio de vales em "V". A linha vermelha representa o corte feito mais ao centro da bacia e revela topos mais suaves e vales em "U". Próximo ao limite sul há uma significativa elevação na altitude do terreno. A linha amarela demostra o corte feito na porção leste, já próximo ao exutório. As vertentes neste ponto são bem assimétricas, sendo a margem esquerda de menor elevação e a direita com uma vertente íngreme e terreno relativamente mais elevado, e entre elas o leito do rio principal plano.

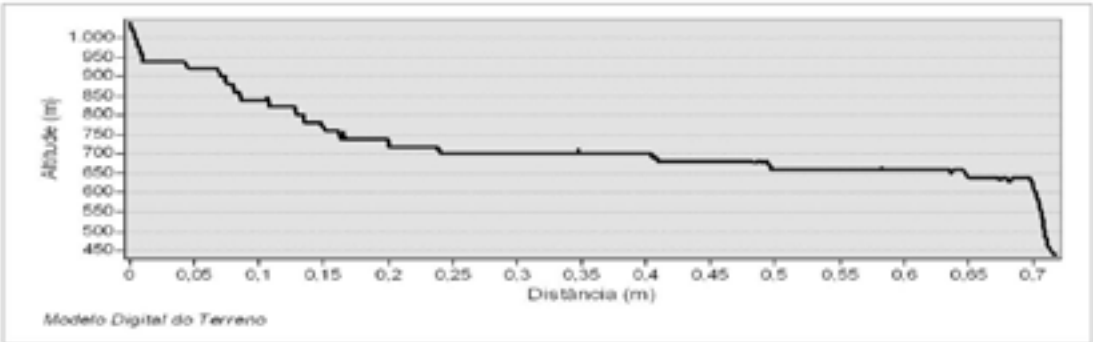


Figura 5 - Perfil longitudinal do Rio Apucaraninha – PR

Elaboração: Santos, A. P. R, 2018.

O perfil longitudinal do rio pode apresentar diversas características em seu percurso segundo Larue (2008, *Apud* H.F. Rafaela – 2011). A análise do perfil longitudinal pode demonstrar em seu perfil a relação entre a declividade do canal e a e sua extensão. Analisando o perfil longitudinal do Rio, nota-se declividade acentuada em seu curso, com inúmeras e pequenas quedas desde a nascente até à foz.

A caracterização de desnível topográfico da bacia é classificada como moderado, sendo assim, ela apresenta moderada capacidade deposicional e baixo risco de enchente. Entretanto, ao sul a bacia expressa altitudes maiores, com vertentes mais íngremes denominadas vertentes em "V", apresentando então, a área, maior risco de degradação, devido a maior potencialidade erosiva que apresenta.

4. Considerações Finais

A bacia hidrográfica do Rio Apucaraninha apresenta longa extensão e grande número de segmentos. Apresenta grande amplitude altimétrica, mas na maior parte de seu percurso caracteriza-se como baixa sinuosidade, concluindo que se trata uma bacia com capacidade média de deposição possuindo, consequentemente, baixo risco de enchente.

As análises morfométricas demonstram que a bacia hidrográfica está em bom estado de conservação, não sendo recorrentes problemas ambientais na região como um todo, porém na porção sul e centro-sul da bacia há declividades acentuadas, tornando esses locais mais frágeis e susceptíveis a processos erosivos. Isso evidencia a importância do planejamento ambiental, para que a bacia continue bem estruturada e em boas condições afins prevenir os processos geomorfológicos citados. A construção deste artigo proporcionou um entendimento amplo acerca da morfometria, geomorfologia e hidrografia da bacia, evidenciando as características físicas da região e sua caracterização geral.

5. Referências Bibliográficas

ALVES, W.S. ROCHA, T. Análise dos aspectos hipsométrico e de exposição do relevo da área urbana de Iporá-GO: Uma contribuição para o estudo do clima das cidades. **I Simpósio Internacional de águas, solos e geotecnologia**. Uberaba -MG, nov. 2018.

BOLETIM DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO – EMBRAPA. **Análise Morfométrica de Bacia Hidrográfica – Subsídio à Gestão Territorial. Estudo de Caso no Alto e Médio Mamanguape.** 1ª edição. Campinas: Embrapa Gestão Territorial, 2012. 35p.

CHRISTOFOLETTI, Antônio **Geomorfologia**. 2ª edição. São Paulo: Edgard Blucher, 1980.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (R**io de Janeiro, RJ). In: REUNIÃO TÉCNICA DE LEVANTAMENTO DE SOLOS**, 10., 1979, Rio de Janeiro. Súmula… Rio de Janeiro, 1979. 83 p. (EMBRAPA-SNLCS. Micelânea, 1).

HIDROGRAFIA...; ST 306 – Hidrologia e Drenagem. CESET – UNICAMP.

NUNES. F. G. RIBEIRO, N. C. FIORI, A. P. Propriedades Morfométricas e aspectos físicos da bacia hidrográfica do Rio Atuba: Curitiba-Paraná. **VI Simpósio Nacional de Geomorfologia.** Goiânia, set. 2006.

SOARES, Marcia Regina Gomes de Jesus. SOUZA, Jorge Luiz Moretti de. Análise Morfológica da Bacia Hidrográfica do Rio Pequeno em São José dos Pinhais (PR). **Revista Geografia.** Londrina, v. 21, n. 1, p. 19 a 36, jan.\abr. 2012.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ANÁLISE TEMPORAL DO USO DO SOLO NA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CABUÇU-PIRAQUÊ, ZONA OESTE DO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO, BRASIL

Fabrizio da Costa Barros [(a)], Leandro Andrei Beser de Deus [(b)], Alexander Josef Sá Tobias da Costa [(c)]

[(a)]Mestrando em Geografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ/PPGEO, Brasil. fabrizio.barr@gmail.com.
[(b)]Professor adjunto do Instituto de Geografia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ/PPGEO, Brasil, leandrobeser@gmail.com
[(c)]Professor adjunto do Instituto de Geografia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ/PPGEO, Brasil. ajcostageo@gmail.com

Eixo: Geotecnologias e modelagem aplicada aos estudos ambientais

Fabrizio da Costa Barros , Leandro Andrei Beser de Deus), Alexander Josef Sá Tobias da Costa

Resumo

Neste estudo, o recorte espacial da Faixa Marginal de Proteção da rede hidrográfica do rio Cabuçu-Piraquê utilizou mapeamentos de uso do solo realizados pelo Instituto Pereira Passos (IPP), da Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro (PMRJ), dos anos de 2004, 2009 e 2016. A metodologia utilizada considera um período recente, intitulado como "Era dos megaeventos esportivos" na cidade do Rio de Janeiro, período que estruturou parte significativa das políticas públicas da cidade. Ocorreram diversas intervenções urbanas, como abertura de corredores de ônibus, construção e demolição de inúmeras instalações esportivas, remoção de comunidades e periferização da população para a Área de Planejamento 5, que inclui bairros como Campo Grande, Itaguaí, Pedra de Guaratiba e Guaratiba. As cenas ambientais escolhidas para input da modelagem foram selecionadas de acordo com a disponibilidade dos dados e informações dentro do período selecionado. Os mapas de uso do solo gerados foram utilizados para comparar as mudanças ocorridas dentro das APPs dos corpos hídricos no período estudado. O resumo deverá ter um máximo de 150 palavras.

Palavras chave: Bacia hidrográfica; Área de Proteção Permanente; Processamento de imagens; Sistema de Informação Geográfica; Modelagem de mudanças do uso do solo.

1. Introdução

São diversos os fatores que influenciam na dinâmica de ocupação e uso do solo. Dependendo da maneira como ocorrem tais usos e ocupações em determinados locais, há maior ou menor potencial de geração de impactos ao meio ambiente. Uma alternativa comum para avaliar os reflexos das ações antrópicas é verificar o uso do solo e sua relação com as feições naturais de um local e seus desdobramentos, principalmente em uma bacia hidrográfica costeira, que pode ser considerado um ambiente extremamente frágil e que apresenta zonas estuarinas e de mangue, que constituem criadouros naturais para diversas espécies de animais, recebendo contribuição hídrica de localidades no entorno.

Nesse sentido, a cidade carioca tem passado por uma gradativa expansão do seu tecido urbano, sobretudo no período intitulado como "Era dos megaeventos esportivos", que tem como marco inicial o ano de 2002, com a escolha da cidade como sede dos Jogos Pan-Americanos de 2007, e se estende até o último grande evento do período, os Jogos Olímpicos de 2016.

Neste período, a gestão municipal adota uma postura empreendedora passando, a estruturar a cidade visando sua modernização, sobretudo, as áreas centrais (Harvey, 2006; Mascarenhas, 2016). Neste processo, os bairros da zona oeste da cidade têm recebido investimentos que condicionam a ocupação humana paralelos às remoções feitas nas áreas centrais da cidade.

Para acompanhamento dessas mudanças e visando possibilitar novas ações ao poder público, o processamento digital de imagens associado aos sistemas de informações geográficas possibilitam análises espaço-temporais que podem auxiliar significativamente, sobretudo considerando que parte significativa dos problemas é gerada e agravada pela expansão da malha urbana. Chistofoletti (1999, p.157) menciona que “o desafio consiste no conhecimento cada vez mais preciso dos sistemas econômicos, ecológicos e geográficos, em torno de suas estruturações e funcionamentos, e na interação desses sistemas”, tornando o acompanhamento e monitoramento desses sistemas um importante procedimento.

Diversos estudos têm sido realizados com a finalidade de monitorar a evolução ou mudança do uso e cobertura do solo, sobretudo em áreas urbanas em expansão, o que mostra a importância e relevância deste procedimento, tais como os aplicados por Bhagawat Rimal et al. (2018), Kamal Jain et al. (2017), Yasmine Megahed et al. (2015).

Diante disso, é importante considerar a transição do uso do solo, e, para isso, foi utilizada a ferramenta *Land Change Modeler (LCM)*, do Idrisi Selva, que cumpre importante função de analisar mudanças no uso do solo entre duas datas, avaliar as perdas, ganhos e manutenções no uso do solo, as contribuições de cada tipo de uso do solo para conversão em outra classe, além de estipular tendências e modelar as variáveis relativas às transições de um local (EASTMAN, 2012a e 2012b).

Desta maneira, a ferramenta foi utilizada para analisar as mudanças dos usos do solo nos corpos hídricos da sub-bacia do rio cabuçu-piraquê e discutir essa relação com a expansão do tecido urbano da cidade para áreas periféricas. Foi considerada, como base legal para o estabelecimento da largura mínima da APP dos rios, a Portaria Serla nº 324 de 28 de agosto de 2003 (atualmente Inea), que se mantém de acordo com o Código Florestal, Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.

Neste contexto, o presente artigo teve por objetivo analisar as mudanças de cobertura de uso do solo na sub-bacia do Rio Cabuçu-Piraquê, localizada na zona oeste do município do Rio de Janeiro, no período de 2004 a 2009 e 2009 a 2016, através da ferramenta *LCM*.

2. Materiais e métodos

A área de estudo compreende a sub-bacia hidrográfica do rio Cabuçu-Piraquê, inserida totalmente no município do Rio de Janeiro, na região administrativa de Guaratiba, desaguando na Baía de Sepetiba e com uma área de aproximadamente 108,7 km^2.

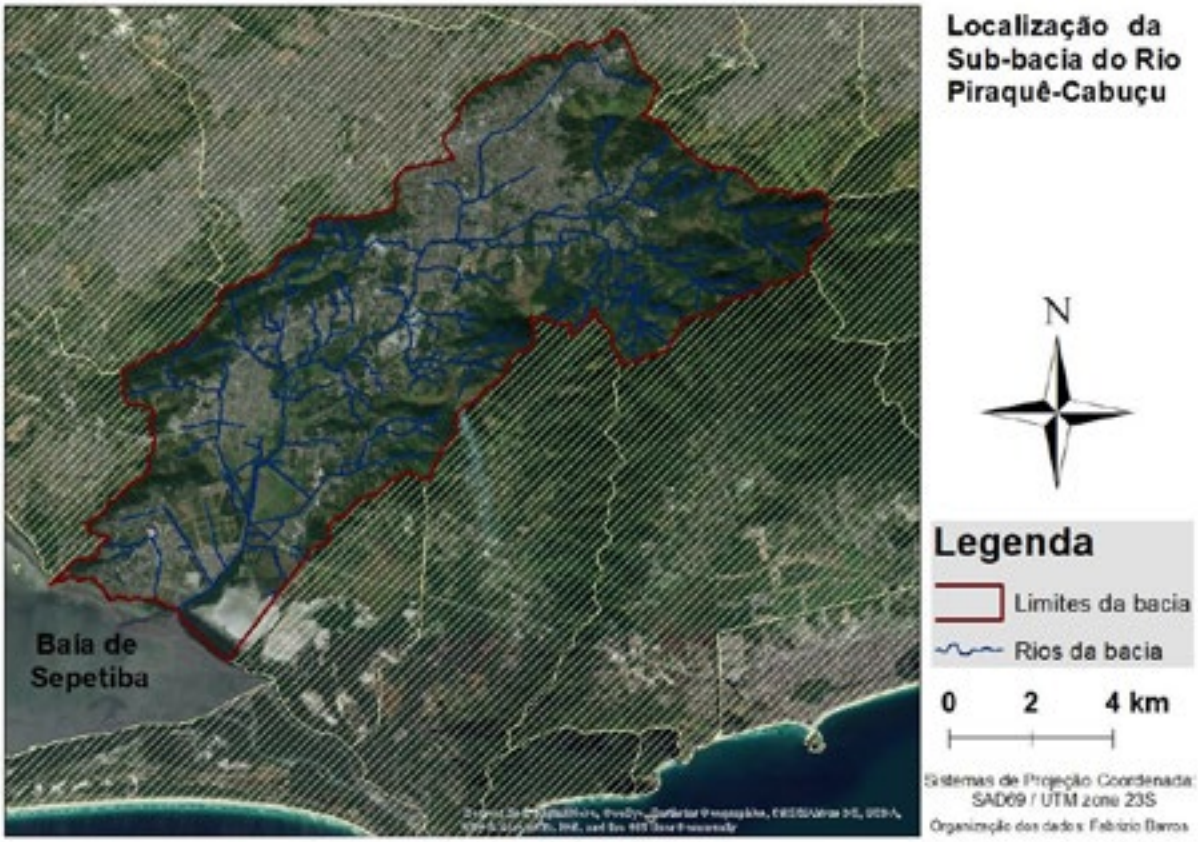


Figura 1. Localização da área de estudo.

Para criação do banco de dados foram utilizadas imagens dos satélites Landsat e mapeamentos de uso do solo realizados pelo Instituto Pereira Passos (IPP), da Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro (PMRJ), dos anos de 2004, 2009 e 2016. O intervalo entre os anos dos mapeamentos deu-se estimando um período em que mudanças significativas pudessem ocorrer dentro do período intitulado como "Era dos megaeventos esportivos"

Em um primeiro momento, a organização dos dados foi realizada no software ArcGIS 10.5 para, posteriormente, no segundo momento, esses dados serem aplicados no módulo *Land Change Modeler* do SIG Idrisi Selva, onde foram modeladas as mudanças de uso, ganhos, perdas e/ou manutenções de uso do solo nos anos considerados. Neste segundo

momento, são inseridos mapeamentos da mesma área em momentos distintos (2004, 2009 e 2016), onde suas diferenças indicarão as mudanças ocorridas.

A utilização de mapeamentos de três momentos distintos teve como objetivo buscar maior consistência para as possíveis mudanças que fossem observadas na aplicação do LCM, minimizando as possibilidades de serem consideradas mudanças momentâneas.

Para inserção das faixas marginais, considerou-se a Lei n° 1.130 de 12 de fevereiro de 1987, com o objetivo de atender às particularidades do sistema hídrico do Rio de Janeiro, definindo-se, assim, as áreas de interesse especial. Dentre essas áreas estão as Faixas Marginais de Proteção que são faixas de terra necessárias à proteção, à defesa, à conservação e operação de sistemas fluviais e lacustres, determinadas em projeção horizontal e considerados os níveis máximos de água (NMA), de acordo com as determinações dos órgãos federais e estaduais competentes. A área demarcada como FMP é uma área non aedificandi, isto é, onde não podem ser erguidas construções em virtude tanto da proteção do ambiente quanto da própria segurança das edificações e das pessoas que nelas habitam ou delas fazem uso.

A base legal para o estabelecimento da largura mínima da FMP é a Portaria Serla nº 324 de 28 de agosto de 2003 (atualmente Inea). Na lei, há estabelecimento das larguras mínimas das FMP ao longo de qualquer curso d'água desde seu nível mais alto, tendo sido aplicada a faixa de 50m para este estudo, que corresponde aos rios de largura entre 10m e 50m. Tal regra segue o estabelecido no Código Florestal, Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.

Desta maneira, embora neste estudo se apresente todo o limite da sub-bacia estudada, as análises das ocupações e mudanças foram feitas somente nas FMP dos corpos hídricos.

3. Resultados e discussões

Os mapas de uso do solo gerados foram utilizados para comparar as mudanças ocorridas dentro das APPs dos corpos hídricos no período estudado. A análise mostrou um

gradativo aumento da expansão urbana na sub-bacia com significativos aumentos em áreas residenciais e em área não edificadas, que podem ser entendidas como áreas abertas para futuras ocupações. A distribuição da área (km2) das classes de uso nos três anos são apresentadas nas Tabelas I, II e III. As mudanças podem ser observadas nas diferenças existentes entre as mesmas classes das tabelas, sendo a Tabela I o ponto inicial da análise.

Tabela I. Distribuição percentual das classes de uso do solo nas APPs dos corpos hídricos em 2004.

2004	
Classe	Área (km2)
Afloramentos rochosos e depósitos sedimentares	0,0114096
Áreas agrícolas	1,24176
Áreas de comércio e serviços	0,0298677
Áreas de educação e saúde	0,0111224
Áreas de exploração mineral	0,0033967
Áreas de lazer	0,11048
Áreas de transporte	0,0141888
Áreas industriais	0,0260573
Áreas institucionais e de infraestrutura pública	0,0104935
Áreas não edificadas	**0,386088**
Áreas residenciais	**3,25315**
Áreas sujeitas à inundação	1,22682
Cobertura arbórea e arbustiva	**8,3353596**
Cobertura gramíneo lenhosa	**2,4976001**
Corpos hídricos	0,388053
Favela	0,525109

Na Tabela II já é possível identificar aumento da área das classes "Áreas não edificadas" e "Áreas residenciais" paralelamente à redução da área das classes "Cobertura arbórea e arbustiva" e "Cobertura gramíneo lenhosa". Outras classes que podem indicar um aumento da malha urbana na área também tiveram leve aumento, como "Favela" e "Áreas institucionais e de infraestrutura pública".

Tabela II. Distribuição percentual das classes de uso do solo nas APPs dos corpos hídricos em 2009.

2009	
Classe	Área (km2)
Afloramentos rochosos e depósitos sedimentares	0,014152
Áreas agrícolas	1,5076801
Áreas de comércio e serviços	0,0389059
Áreas de educação e saúde	0,0111224
Áreas de exploração mineral	0,0033967
Áreas de lazer	0,157135
Áreas de transporte	0,0141888
Áreas industriais	0,139247
Áreas institucionais e de infraestrutura pública	0,0083536
Áreas não edificadas	**0,505659**
Áreas residenciais	**3,8817501**
Áreas sujeitas à inundação	1,21981
Cobertura arbórea e arbustiva	**7,5611801**
Cobertura gramíneo lenhosa	**2,08392**
Corpos hídricos	0,385308
Favela	0,539146

Merece destaque a gradativa redução das coberturas arbóreas e arbustivas e gramíneo lenhosas, agravada na Tabela III, classes que indicariam algum nível de preservação. A dinâmica de mudanças foi observada nestas classes nos dois intervalos (2004/2009 e 2009/2016) indicando uma possível tendência de crescimento da ocupação da área, e não um fenômeno momentâneo. A distribuição da área (km2) das classes de uso nas três datas são apresentadas nas Tabelas I, II e III.

Tabela III. Distribuição percentual das classes de uso do solo nas APPs dos corpos hídricos em 2016.

2016	
Classe	Área (km2)
Afloramentos rochosos e depósitos sedimentares	0,0141521
Áreas agrícolas	1,49278
Áreas de comércio e serviços	0,0889695
Áreas de educação e saúde	0,0188862
Áreas de exploração mineral	0,0033967
Áreas de lazer	0,179629
Áreas de transporte	0,0141887
Áreas industriais	0,139247
Áreas institucionais e de infraestrutura pública	0,0083536
Áreas não edificadas	**0,964574**
Áreas residenciais	**4,17805**
Áreas sujeitas à inundação	0,842962
Cobertura arbórea e arbustiva	**7,35745**
Cobertura gramíneo lenhosa	**1,8602**
Corpos hídricos	0,377473
Favela	0,530647

De 2009 para 2016 houve um aumento de áreas residenciais nas APPs de aproximadamente 0,07% de 2009 para 2016. A classe de áreas não edificadas, por sua vez, teve um aumento de aproximadamente 0,9%. No mesmo período, a cobertura arbórea e arbustiva teve perdas de aproximadamente 0,03% em sua área nas APPs, enquanto que a classe de cobertura gramíneo lenhosa de aproximadamente 0,1%. Ao realizar a análise das mudanças no período 2009/2016, através da ferramenta "*Contributors no Net Change*", onde a classe escolhida perdeu área para as classes da barra esquerda e ganhou área das classes da barra direita, revelaram-se indícios de um relevante aumento da ocupação na sub-bacia. A classe escolhida, "Áreas não edificadas", ganhou área das classes "Cobertura gramíneo lenhosa", "Cobertura arbórea arbustiva" e "Áreas sujeitas à inundação", e tiveram área perdida, principalmente, para classe "Areas residenciais" (Figura 2).

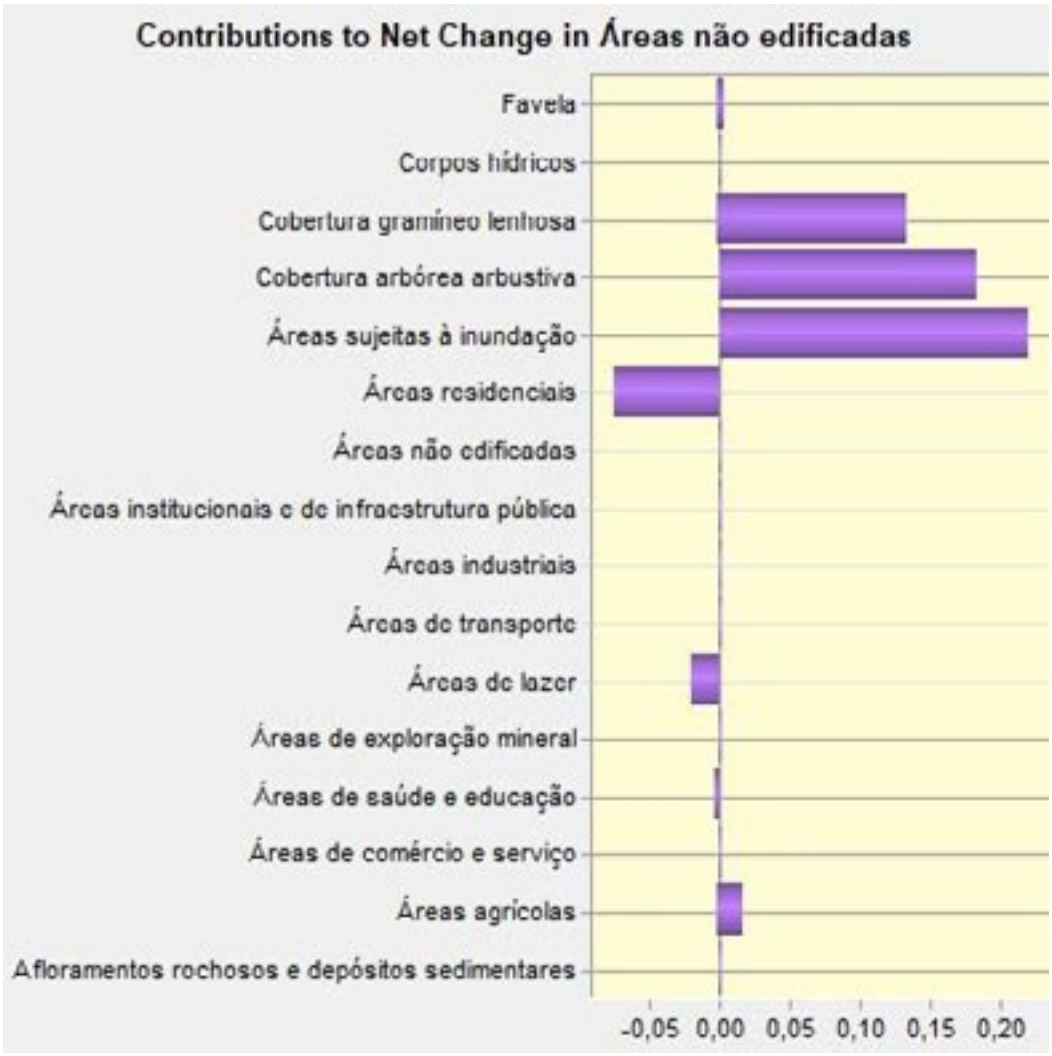


Figura 2. Perda de área da classe "áreas não edificadas" para demais áreas entre 2009 e 2016.

As demais classes de uso também tiveram variações ao longo dos anos, contudo, a mudança mais relevante (áreas não edificadas para áreas residenciais) tem uma espacialização voltada para região sudoeste da sub-bacia, a partir de seu médio curso, onde há uma maior infraestrutura urbana já presente, bem como loteamentos (Figura 3). Nesta análise, portanto, as áreas não edificadas estão se tornando áreas residenciais.

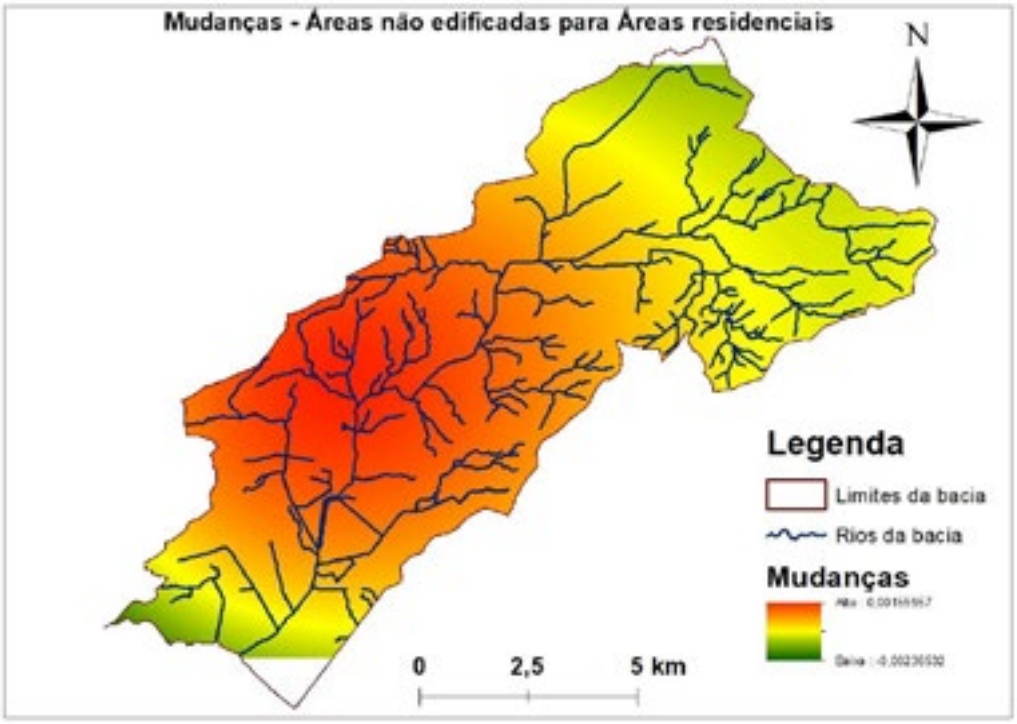


Figura 3. Mudança de áreas não edificadas para áreas residenciais entre 2009 e 2016.

Outra mudança significativa ocorre no baixo curso da sub-bacia, onde há o domínio de manguezais, antes de o rio principal desaguar na baía de Sepetiba (Figura 4).

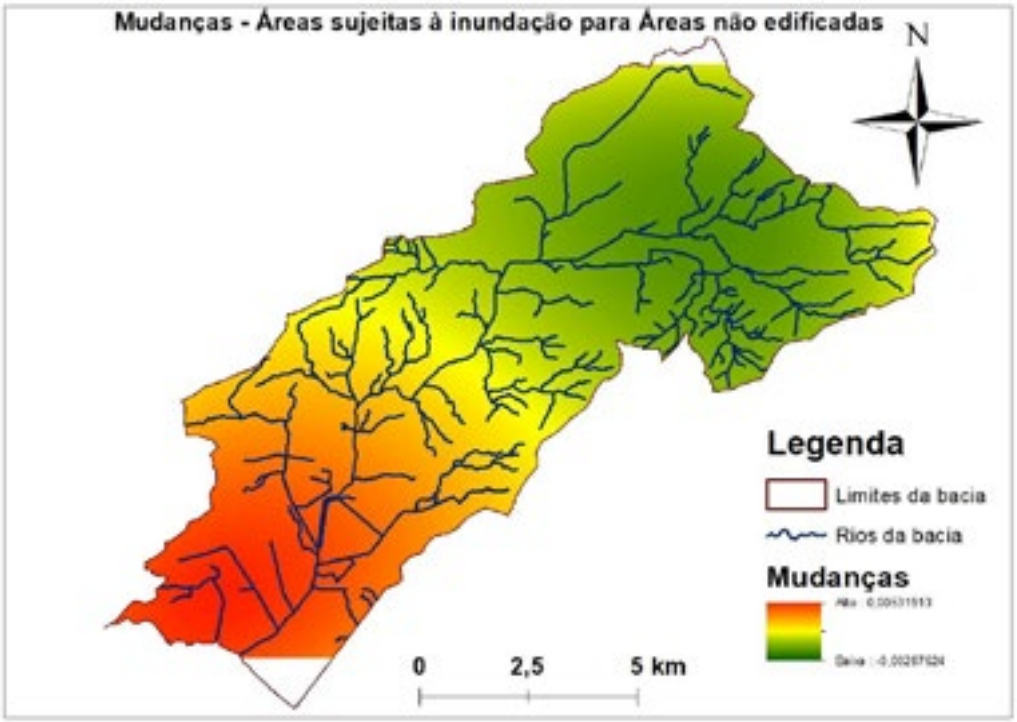


Figura 4. Mudança de áreas sujeitas à inundação para não edificadas 2009 e 2016.

Nesta região, a infraestrutura urbana possui menor porte em relação ao médio curso, contudo, se tornou uma área onde os loteamentos estão presentes de maneira significativa. A área em questão vem sendo alvo da especulação imobiliária, empurrando, gradativamente, parte da população para áreas de risco, seja por falta de fiscalização ou desconhecimento por parte da população da dinâmica hidrológica de uma bacia de drenagem (Figura 5).

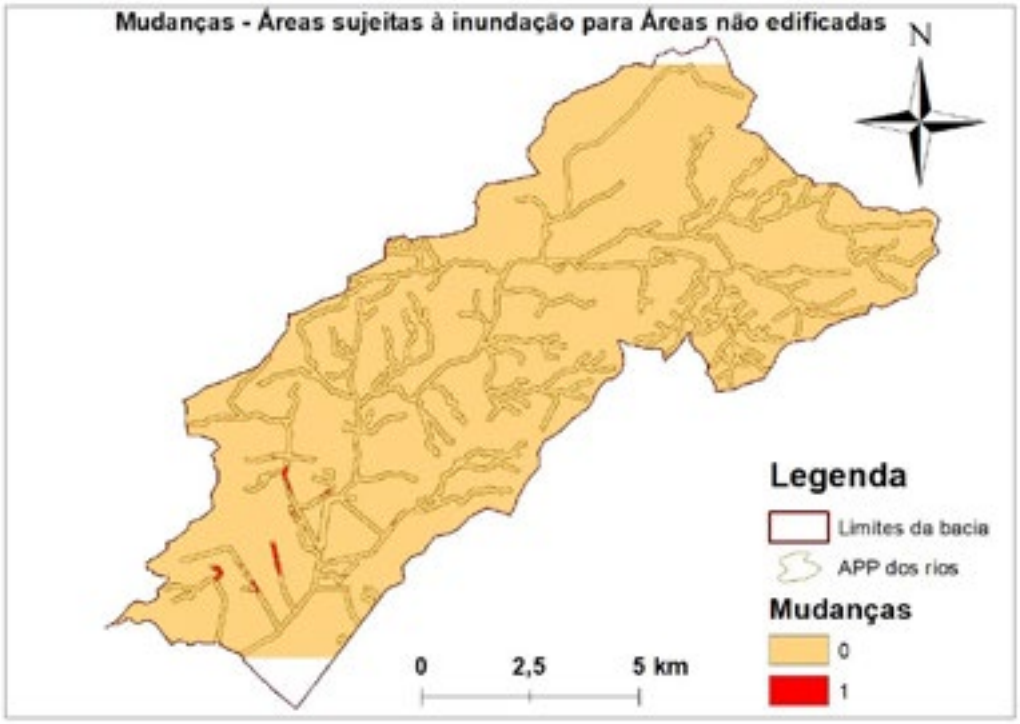


Figura 5. Áreas sujeitas à inundação para Áreas não edificadas no baixo curso, 2009 e 2016.

Tal dinâmica social acarreta alterações em pontos à jusante dentro do ambiente da bacia e os impactos hidrológicos poderão ocorrer exatamente no ponto de saída da bacia de drenagem (Coelho Netto, 2001).

Os loteamentos são criados justamente onde a malha urbana ainda não está consolidada, contudo, são áreas de grande vulnerabilidade ambiental (Figura 6).

Figura 6. Avanço de ocupação residencial próxima ao manguezal.

O baixo curso da sub-bacia apresenta-se como uma área para possível expansão residencial, visto que é onde já ocorrem diversos loteamentos e expansão das residências já existentes.

4. Considerações finais

Os conflitos de ocupação em áreas protegidas por legislação, como as faixas marginais dos cursos hídricos, são históricos e de difícil solução, e a dinâmica urbana dos anos analisados trouxe uma apropriação do espaço que não segue um modelo muito diferente.

Técnicas, metodologias e estudos ainda são alternativas para tentar identificar formas de fornecer subsídios e propostas de planejamento que visem mitigar e/ou evitar a degradação

ambiental. Através das análises feitas no LCM, pode-se observar que a maior parte dos usos do solo na sub-bacia sofreu alterações em menor ou maior escala.

A ferramenta *Land Change Modeler*, do software Idrisi Selva desempenhou importante papel no processo de interpretação da dinâmica do uso do solo nas APPs da área de estudo, evidenciando as mudanças relevantes entre os diferentes usos.

A principal dinâmica observada foi a expansão das áreas residenciais associada ao ganho de área da classe de áreas não edificadas no baixo curso e da classe áreas residenciais nas APPs do médio curso, bem como a diminuição de cobertura arbórea e arbustiva e cobertura gramíneo lenhosa na sub-bacia de modo geral.

Observou-se um aumento em todas as classes que estão associadas ao uso direto pela população, e que ocorrem associadas ao aumento da população fixa de um local, como áreas de comércio e serviços e áreas de lazer, o que mostra ser uma região de vetor da expansão urbana, mesmo tendo em suas proximidades áreas ambientalmente frágeis, como os manguezais que margeiam a baía de Sepetiba.

5. Referências Bibliográficas

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Novo Código Florestal**.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. 1ª edição. São Paulo: Editora Edgard Blücher LTDA, 1999.

COSTA, T. C. C.; MARCO JÚNIOR, P. D.; BRITES, R. S. Classificação do uso/cobertura da terra por meio de algoritmos não paramétricos comparados ao classificador de máxima verossimilhança. **Boletim Paranaense de Geociências**, Curitiba, v. 56, p. 65-87, 2005.

COELHO NETTO, A. L. Hidrologia de encostas na interface com a geomorfologia. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 4. Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. P. 93-148.

EASTMAN, J. R. **Idrisi Selva**: manual version 17. Worcester, MA: Clark University, 2012a.

EASTMAN, J. R. **Idrisi Selva**: tutorial version 17. Worcester, MA: Clark University, 2012b.

HARVEY, D. A produção capitalista do espaço. 2ª edição. São Paulo: Annablume, 2006.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto Princípios e Aplicações**. 2ª edição – 3ª Reimpressão, Editora Edgard, 1998.

Rimal B.; Zhang L.; Keshtkar H.; Haack B. N.; Rijal S.; Zhang P. Land Use/Land Cover Dynamics and Modeling ofUrban Land Expansion by the Integration of CellularAutomata and Markov Chain. **International Journal of Geo-Information**. Abril, 2018. DOI: 10.3390/ijgi7040154

RIO DE JANEIRO. **Lei n° 1.130 de 12 de fevereiro de 1987**. Define as áreas de interesse especial do Estado.

RIO DE JANEIRO. **Decreto n° 42.356 de 16 de março de 2010**. Dispõe sobre o tratamento e a demarcação das Faixas Marginais de Proteção nos processo de Licenciamento Ambiental.

RIO DE JANEIRO. **Portaria Serla nº 324 de 28 de agosto de 2003**. Define a base legal para estabelecimento da largura mínima da FMP e dá outras providências.

Jain R. K.; Jain K.; Ali S. R. Modeling Urban Land Cover Growth Dynamics Based on Land Change Modeler (LCM) Using Remote Sensing: A Case Study of Gurgaon, India. **Research India Publications**. ISSN 0973-6107 Volume 10, Number 10 (2017) pp. 2947-2961.

MASCARENHAS, G. A produção da cidade olímpica e os sinais da crise do modelo globalitário. **Geousp – Espaço e Tempo** (Online), v. 20, n.1, p.52-68, mês. 2016. ISSN 2179-0892.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

APLICAÇÃO DE PROTOCOLOS RÁPIDOS PARA A AVALIAÇÃO AMBIENTAL DE NASCENTES: EMPECILHOS E POSSIBILIDADES

Juliana A. Cantarino Toledo[1], Mirella Nazareth de Moura[2] , Nicolle Rodrigues Grizendi Rocha[3], Dominique Brunno de Castro Morem[4], Miguel Fernandes Felippe[5]

[1] Mestra em Geografia pela Universidade Federal de Juiz de Fora, E-mail: juliana_cantarino@yahoo.com.br
[2] Mestranda em Geografia pela Universidade Federal de Juiz de Fora, E-mail: mirellanm92@hotmail.com
[3] Graduanda em Geografia pela Universidade Federal de Juiz de Fora, E-mail: nic.grizendi@gmail.com
[4] Graduanda em Geografia pela Universidade Federal de Juiz de Fora, E-mail: domi_castro@hotmail.com
[5] Professor do Departamento de Geociências da Universidade Federal de Juiz de Fora, Email: miguel.felippe@ufjf.edu.br

Eixo: Bacias hidrográficas e recursos hídricos: Análise, planejamento e gestão

Resumo

As nascentes vêm sendo severa e constantemente afetadas pela ação humana, o que leva a qualidade ambiental das mesmas a ser foco de preocupação das ciências. Visando subsidiar iniciativas de melhoria de qualidade ambiental das nascentes, algumas ferramentas analíticas são propostas, a exemplo do IIAN (Índice de Impacto Ambiental em Nascentes). Dessarte, este texto objetiva traçar uma discussão em torno das dificuldades que envolvem a aplicação do IIAN. O trabalho se baseou em relatos de voluntários que aplicaram o protocolo em uma nascente previamente conhecida e participaram de um grupo focal para explorar as dificuldades encontradas. Além disso, reflexões produzidas a partir de pesquisas anteriores que foram desenvolvidas pelos autores colaboraram para os resultados alcançados. As apreensões permitiram, entre outras coisas, compreender a ferramenta como objeto de extrema relevância às pesquisas envolvendo nascentes, mas também, levantar questões merecedoras de reflexões, como as lacunas que envolvem a aplicação da técnica.

Palavras chave: NASCENTES, GESTÃO AMBIENTAL, PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA.

1. Introdução

O processo histórico de ocupação e colonização do território brasileiro na era pós-cabralina esteve intimamente ligado à transformação da paisagem e à degradação ambiental. Com a retirada e substituição da cobertura vegetal e alteração da superfície geomorfológica, a dinâmica hidrológica foi completamente afetada, bem como a qualidade dos elementos do sistema fluvial. Nesse ínterim, as nascentes, sistemas reconhecidamente sensíveis às intervenções no meio, foram (e são) severamente afetadas. Com o crescimento das preocupações ambientais, sobretudo a partir do início do século XXI, a qualidade ambiental das nascentes passa a ser foco de preocupação de cientistas das mais diversas áreas, perfazendo uma discussão ainda pueril acerca das (im)possibilidades metodológicas dessa temática (GOMES *et al* 2005; FELIPPE, 2009).

Desta forma, visando subsidiar iniciativas de melhoria da qualidade ambiental das nascentes, uma série de ferramentas analíticas é proposta. Os índices se destacam por desempenhar um papel importante no auxílio na avaliação da integridade de ecossistemas, na realização de diagnósticos e difusão de informações para a população (VARGAS, 2012).

Tendo em vista o diagnóstico dos impactos ambientais de nascentes, Gomes *et al* (2005) adaptaram para a realidade urbana brasileira o Índice de Impacto Ambiental em Nascentes (IIAN). Ele é entendido como uma ferramenta de interpretação da qualidade ambiental das nascentes, que permite identificar seu grau de impacto ambiental[1]. Segundo os autores, a técnica consiste na avaliação sensorial – macroscópica – e comparativa de alguns elementos-chave na identificação de impactos ambientais e suas consequências sobre a qualidade das nascentes. Entretanto, estudos recentes apontam questões merecedoras de questionamentos em relação a precisão envolvendo a aplicação desse tipo de técnica. A breve reflexão realizada no trabalho

[1] O termo "impacto ambiental" não é utilizado pelos autores da proposta na concepção conceitual convencional acerca da consequência da ação humana sobre o ambiental (WATHERN, 1988; SÁNCHEZ, 2013).

de Moura *et al* (2018) sobre o IIAN, concluiu que alguns de seus parâmetros carregam um peso bastante subjetivo à análise, dificultando a obtenção de resultados comparáveis. Considerações semelhantes foram pontuadas no estudo realizado por Paraguaçu, *et al* (2010), ao explicitarem o cuidado em lidar com algumas subjetividades que envolvem o IIAN, ao aplicá-lo em nascentes.

Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo discutir as dificuldades encontradas na aplicação de protocolos de avaliação rápida em nascentes, a partir da experiência da utilização do IIAN. Parte-se do pressuposto que alguns parâmetros ocasionam certas dúvidas de compreensão, acarretando em certas lacunas que podem se apresentar como percalços a interpretação da qualidade ambiental de nascentes.

2. Metodologia

Para o desenvolvimento do trabalho foram definidos alguns percursos metodológicos que se dividem em cinco momentos: leituras e discussões; trabalho de campo para a aplicação do IIAN; Grupo Focal; transcrição das discussões e interpretação das falas captadas pelos mesmos.

A título de sistematização e detalhamento dos procedimentos, primeiramente, foi feita uma revisão teórico-metodológica envolvendo a temática. Posteriormente, debruçou-se sobre a interpretação crítica dos parâmetros do IIAN, bem como a discussão coletiva das suas variáveis e organização das etapas seguintes da pesquisa. As Tabelas I e II apresentam, respectivamente, o IIAN e seus parâmetros e classes de análise; e a classificação do grau de preservação de acordo com a pontuação obtida.

Tabela I. Parâmetros utilizados pelo IIAN

Parâmetros Macroscópicos	Ruim (1)	Médio (2)	Bom (3)
Cor da Água	Escura	Clara	Transparente
Odor	Cheiro Forte	Cheiro Fraco	Sem cheiro
Lixo ao redor	Muito	Pouco	Sem lixo
Materiais flutuantes	Muito	Pouco	Sem materiais flutuantes
Espumas	Muita	Pouca	Sem espumas
Óleos	Muito	Pouco	Sem óleos
Esgoto	Esgoto doméstico	Fluxo superficial	Sem esgoto

Parâmetros Macroscópicos	Ruim (1)	Médio (2)	Bom (3)
Vegetação (preservação)	Alta degradação	Baixa degradação	Preservada
Uso por animais	Presença	Apenas marcas	Não detectado
Uso por Humanos	Presença	Apenas marcas	Não detectado
Proteção do local	Sem proteção	Com proteção (mas com acesso)	Com proteção (sem acesso)
Proximidade com residência ou estabelecimento	A menos de 50 metros	Entre 50 e 100 metros	A mais de 100 metros
Tipo de Área de Inserção	Ausente	Propriedade privada	Parques ou áreas protegidas

Fonte: Gomes, *et al* (2005).

Tabela II: Classificação das nascentes quanto ao grau de preservação

Classe	Grau de preservação	Pontuação final (*)
A	Ótimo	Entre 37 a 39 pontos
B	Bom	Entre 34 a 36 pontos
C	Razoável	Entre 31 a 33 pontos
D	Ruim	Entre 28 a 30 pontos
E	Péssimo	Abaixo de 28 pontos

(*) notas para os 13 parâmetros observados (através da somatória dos pontos obtidos na quantificação da análise macroscópica). Fonte: GOMES, Et AL (2005).

Num terceiro momento, foi realizada a aplicação do índice em uma nascente[2]. Essa nascente é do tipo flutuante na classificação de Felippe e Magalhães (2013), possuindo exfiltração difusa, móvel e intermitente em uma concavidade do relevo de grande influência

[2] A aplicação do Índice foi realizada em uma nascente localizada nos arredores do estacionamento do prédio da Faculdade de Educação da UFJF. O motivo da escolha pela nascente se deu em razão de essa ser bastante acessível. Além disso, ela também se encontra em uma área conhecida pelos voluntários, facilitando a realização dos trabalhos de campo. Para maior detalhamento da nascente, consultar Moura *et al* (2013), Dias, Moura, e Felippe (2013), Oliveira *et al* (2013), Moura, Oliveira e Felippe (2015).

antrópica (terraplanagem e aterros a montante). A aplicação do protocolo do IIAN contou com a colaboração de 14 voluntários, sendo eles alunos e ex-alunos do curso de geografia da Universidade Federal de Juiz de Fora, sem nenhum conhecimento prévio acerca da técnica. Assim, antes da ida a campo, foi realizado um breve treinamento que perdurou por aproximadamente 50 min.

A aplicação teve como intuito verificar quais dificuldades os voluntários encontrariam ao realizar a interpretação *in loco*. Por esse motivo, durante a capacitação, houve um cuidado em não esmiuçar os parâmetros, bem como as classes avaliativas abarcadas no índice, focando em explicações gerais sobre o conceito de nascente, o que é o índice, para que é utilizado e cuidados necessários em campo. Os voluntários foram orientados a não partilharem suas marcações, dúvidas e percepções com os colegas, já que isso seria feito durante a discussão.

A atividade de campo foi realizada em dois dias, de acordo com a disponibilidade dos voluntários. No primeiro dia (4 de dezembro de 2018), estiveram no local quatro voluntários e no segundo dia (6 de dezembro de 2018) dez voluntários, acompanhados pelos autores que atuaram apenas na orientação do trajeto, não participando de forma opinativa na marcação das respostas. Em seguida, os voluntários participaram do Grupo Focal.

Desenvolvido originalmente pelas Ciências Sociais, o grupo focal, é uma técnica que visa a recolha de dados. Conforme Kind (2004), o grupo focal caracteriza-se por um "procedimento de coleta de dados no qual o pesquisador tem a possibilidade de ouvir vários sujeitos ao mesmo tempo, além de observar as interações características do processo grupal" (KIND, 2004, p. 126). Ainda em consonância com a autora, a técnica possibilita a apuração de uma variedade de informações e experiências de grupos acerca de um determinado tema.

Em vista disso, a escolha da técnica para este trabalho foi idealizada pela compreensão de que as discussões entre os membros dos grupos angariariam uma riqueza de detalhes e variados apontamentos em relação as dificuldades elencadas pelos mesmos, uma vez que,

compartilhariam as suas experiências. As discussões foram gravadas e posteriormente transcritas pelos próprios pesquisadores.

Ainda sobre as transcrições, visando seguir minuciosamente o que foi dito em áudio, a transcrição se encontra na íntegra e, por questões éticas, os nomes dos participantes foram substituídos por letras, nomeados da seguinte forma: Grupo 1- integrantes, A1 a A4 e Grupo 2 - de B1 a B10. Além disso, as 14 aplicações foram contabilizadas e transcritas para gráficos, objetivando uma melhor visualização dos resultados. A partir de então, foi possível traçar algumas considerações sobre o resultado da breve pesquisa.

3. Resultados e discussão

As tabulações, oriundas da contabilização dos resultados obtidos da aplicação do IIAN, estão descritas na Figura I. Nela estão ressaltados os percentuais obtidos a partir do somatório final médio dos 14 questionários aplicados. Deste modo, percebe-se que do ponto de vista do grau de proteção, 31% dos voluntários classificaram a nascente como péssima, 46% como ruim e 23% a consideram razoável.

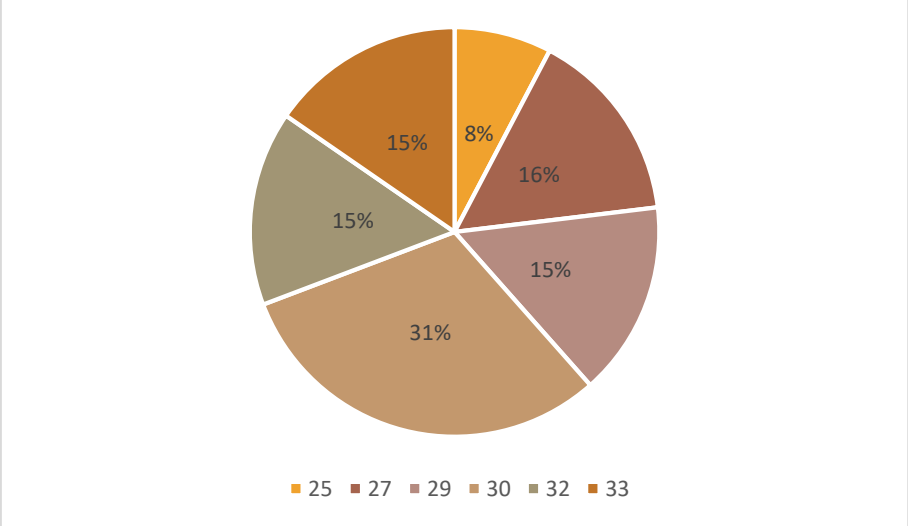


Figura 1: Resultado das caracterizações ambientais da nascente. Fonte: dados coletados em campo, 2018.

Percebe-se que não houve consenso quanto à classificação final do IIAN. Além disso, quando analisados os parâmetros isoladamente são verificadas grandes disparidades em relação as classes selecionadas para cada parâmetro. Isso implica concluir que a subjetividade que envolve alguns dos parâmetros favorece diferentes possibilidades de entendimento e perspectiva acerca da nascente.

Tal proposição pode ser melhor entendida a partir das discussões realizadas no grupo focal, que se iniciou indagando se os voluntários haviam tido alguma dificuldade ao aplicar o índice. Os voluntários apontaram alguns impasses relacionados às interpretações de alguns parâmetros como, por exemplo, a cor da água. Para eles, a dúvida entre a diferença de uma água clara e uma transparente compromete a análise. Observa-se, essa hesitação, na fala do voluntário A4: "Ah eu sinto falta de parâmetros, sabe? Igual você falou, tipo: o que ele chama de água de cor clara?".

Sobre o "lixo ao redor", os voluntários não sabiam qual a área exata de observação para averiguar a presença do mesmo. Nota-se esse questionamento no diálogo entre os voluntários A1 e A3, respectivamente: "É. lixo ao redor, eu coloquei sem lixo, porque lá eu não vi nenhum. Assim, qual distância seria esse lixo ao redor? Porque no caminho eu vi." E "Eu coloquei com, porque durante caminho eu já fui observando".

O parâmetro "uso por animais" também gerou questionamento sobre qual seria o tipo de animal a ser considerado e qual o uso da água, visto que esse fator está intimamente ligado a possível causa de impactos ambientais negativos na nascente. O voluntário A4, evidencia esse impasse:

> Igual ele falou, eu não acredito que um passarinho vai atrapalhar a nascente, um cachorro ir lá beber. Mas eu acredito que se tivesse, por exemplo, que se tivesse um boi lá bebendo, pisoteando, com certeza interferia alguma coisa.

Outra incerteza detectada, ao longo dos diálogos, foi a respeito dos "materiais flutuantes". A grande maioria dos voluntários expressou os mesmos impasses nesse tópico: "Eu coloquei 'sem materiais', mas também não especifica qual o tipo, se é orgânico, se não é, se é natural, e tal e tá em suspenção, se é só material antrópico, não sei (B4); "Coloquei sem também, mas fiquei na dúvida. (B10)"; " Pra mim teve, materiais flutuantes" (B1); "Eu não sei se isso de materiais flutuantes, entra naquele do tipo lixo, ou o que que seria o material flutuante?" (B2). "É eu também estava com muita dúvida tipo, se esse resíduo ia ser sólido, ia ser líquido". (B10) "É, se se é uma coisa natural, tipo: o galho, o mato, ou larva." (B4).

Os voluntários também apresentaram dúvidas no quesito qual óleo levar em consideração: "A questão do óleo eu também não consegui identificar" (B3). "Porque superficialmente ela tem aquela característica oleosa, derivada de algum... não sei, de alguma coisa, então dá a entender que pode ser óleo. Mas não é, não é... talvez não seja exatamente óleo. Óleos em que sentido? entendeu? (B5).

Macroscopicamente, o esgoto poderia ser identificada através da cor e odor da água, dessa forma, entende-se esse parâmetro como redundante, visto que o IIAN já abarca os parâmetros "cor" e "odor". Além disso, a presença de esgoto está intimamente ligada à vivência de quem está aplicando o índice. Por exemplo, a cor que uma pessoa enxerga, pode ser atrelada ao esgoto, ou a eutrofização na água.

O parâmetro "vegetação" também gerou hesitação, uma vez que os voluntários apresentaram dificuldades em saber como avaliar, macroscopicamente, se a área está degradada ou não. Segundo o voluntário B4: "E a vegetação? Como é que eu vou saber se ela é preservada? Se ela é degradada? (...) como é que eu sei se ela é degradada ou não?

Por fim, a maior dificuldade elencada pelos voluntários, foi em relação a qual alternativa marcar, uma vez que o IIAN apresenta um número muito reduzido de alternativas.

De forma unânime, os 14 voluntários contestaram a insuficiência de classes avaliativas pré-estabelecidas. Entretanto, os voluntários não levaram em consideração o fato de que quanto menor o número de classes, maior a facilidade para enquadrar os parâmetros.

Os principais parâmetros considerados com poucas classes de avaliação e elencados como geradores de dúvida quanto a sua interpretação, foram: “cor da água”, “vegetação”, “odor”, “lixo ao redor”, “materiais flutuantes”, “espumas”, “uso por animais” e “área de inserção”. As incertezas evidenciadas ao longo da discussão podem ser observadas ao se interpretar a Figura II, nela pode-se notar grande disparidade de respostas em alguns dos parâmetros.

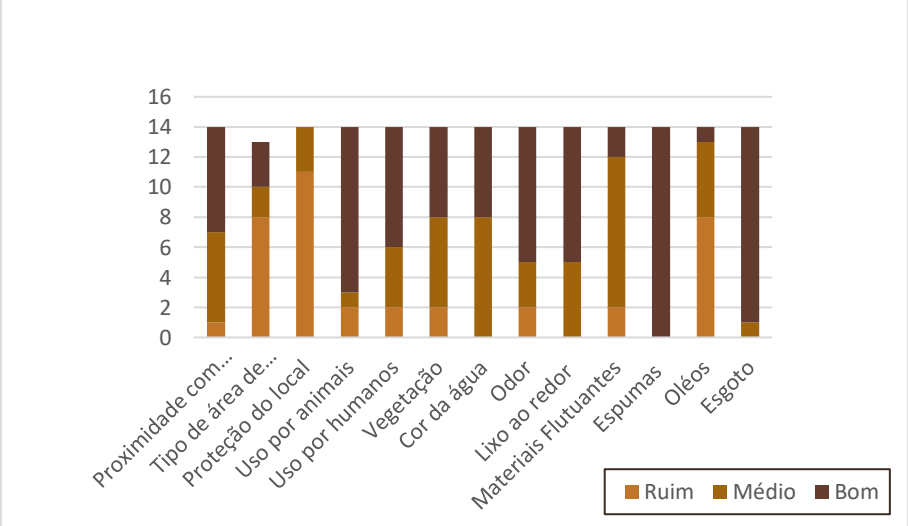


Figura 2: Resultado das Caracterizações da Nascente por Parâmetros.

Fonte: dados de campo, 2018.

Quando são verificados quais deles apresentam tal discrepância de respostas, observa-se que são estes os mencionados com problemas de interpretação ou falta de alternativas para marcar a resposta ao longo das discussões realizadas pelos grupos.

Por último, foi questionado se acreditavam que os resultados representavam a realidade da nascente. As respostas negativas se apresentaram unânimes no curso das discussões. Para ambos os grupos, as variadas possibilidades de interpretação de alguns parâmetros, aliada a "reduzida" oferta de classes avaliativas, podem mascarar as reais condições da nascente.

4. Considerações Finais

Como explicitado ao longo do texto, o IIAN (assim como dos demais protocolos de avaliação rápida usados na análise ambiental) caracteriza-se por ser um procedimento prático e de fácil execução, possibilitando que seja aplicado por qualquer sujeito e em diferentes contextos. Levando em conta o objetivo desse estudo, as maiores dificuldades evidenciadas se voltam à subjetividade, à dubiedade de interpretação e à dificildade de enquadrar as percepções individuais nas classes de análise.

A subjetividade deve ser entendida como uma característica intrínseca a esse tipo de protocolo de avaliação. Porém, questiona-se se as dificuldades enfrentadas não estariam relacionadas à falta de instruções sobre o que considerar ao analisar os parâmetros elencados. Clarificar os parâmetros, bem como suas respostas, dando exemplos e parametrizando, auxiliará, sobremaneira, a uniformidade na aplicação do protocolo. Desse modo, ressalta-se a importância da preparação dos agentes que atuarão na coleta de dados em campo.

Além disso, é importante ponderar em quais contextos cabem a utilização do IIAN. Apesar do nome dado à técnica, este protocolo não se debruça sobre impactos ambientais. Parece um erro conceitual considerá-lo assim. Sua virtude é avaliar qualitativamente as condições ambientais de uma nascente (macroscopicamente). Ficando as comparações e hierarquizações restritas a um mesmo estudo, onde todos esses aspectos metodológicos são uniformes (incluindo aí os agentes de aplicação do protocolo).

5. Referências Bibliográficas

DIAS, J.S ; MOURA, M. N. ; FELIPPE, M. F**.** Qualidade Ambiental dos Hidrossistemas do Campus UFJF: Classificação Geomorfológica e poluição das águas. In: **Seminário de Iniciação Científica 2013**. Juiz de fora: UFJF, 2013.

FELIPPE, Miguel Fernandes. **Caracterização e tipologia de nascentes em unidades de conservação de Belo Horizonte com base em variáveis geomorfológicas, hidrológicas e ambientais**. Dissertação (mestrado) Universidade Federal de Minas Gerais, 2009.

FELIPPE, M. F.; MAGALHAES JUNIOR., A. P. Relação Precipitação-Vazão Em Nascentes No Município De Lagoa Santa-MG. In: **Anais do XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. Bento Gonçalves: ABRH, 2013.

FILIZZOLA, B. R.; MAGALHÃES-JUNIOR, A. P.; FELIPPE, M. F. Proposta metodológica para o desenvolvimento do índice de risco a poluição das águas de nascentes. In: **Anais do XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. Bento Gonçalves: ABRH, 2013.

GOMES, P. M.; MELO, C.; VALE, V. S. Avaliação dos impactos ambientais em nascentes na cidade de Uberlândia-MG: análise macroscópica. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, pp. 103-120, 2005.

KIND, L. Notas para o trabalho com a técnica de grupos focais. Belo Horizonte. **Psicologia em Revista**, v.10, p.124-136, jun. 2004.

MOURA, M. N.; ÁVILA, B.T; OLIVEIRA, M.C.P.; FELIPPE, Miguel. F. **Identificação e caracterização de nascentes no Campus da Universidade Federal de Juiz de Fora**. 2013. (Apresentação de Trabalho/Simpósio).

MOURA, M. N.; OLIVEIRA, M.C.P; FELIPPE, Miguel. F. **A influência de eventos de precipitação na exfiltração em nascentes no campus da Universidade Federal de Juiz de Fora**. 2015. (Apresentação de Trabalho/Simpósio).

MOURA, M. N.; TOLEDO, J. A. C.; MOREM, D. B. C.; ROCHA, N. R. G.; QUELLES, V. S.; FELIPPE, M. F. Reflexões e discussões acerca do Índice de Impactos Ambientais em Nascentes. In: **Resumos Expandidos do VI Seminário do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFJF**. Juiz de fora: UFJF, 2018.

OLIVEIRA, M. C. P.; OLIVEIRA, B. T. A.; DIAS, J. S.; MOURA, M. N.; SILVA, B. M.; SILVA, S. V. B. et al. **Avaliação macroscópica da qualidade das nascentes do campus da Universidade Federal de Juiz de Fora**. Revista Geografia, v. 3, n. 1, 2013.

PARAGUAÇU, L.; MIRANDA, V.; FELIPPE, M. F., MAGALHÃES-JÚNIOR, A.**.** Influência da urbanização na qualidade das nascentes de Parques Municipais em belo Horizonte - MG. In: **Anais do VIII Simpósio Nacional de Geomorfologia.** Recife: UFPE, 2010.

SÁNCHEZ, L. E.. **Avaliação de impacto ambiental**. 2ª ed. Oficina de Textos, 2013.

SOARES, B.A; TROLEIS, L. A**.** Impactos socioambientais na qualidade da água da nascente Vila Maria no município de Garanhuns- PE. In: **Anais do XII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste**. Natal: UFRN/ABRH, 2014.

VARGAS, J. R. A.; FERREIRA JÚNIOR, P. D. Aplicação de um Protocolo de Avaliação Rápida na Caracterização da Qualidade Ambiental de Duas Microbacias do Rio Guandu, Afonso Cláudio, ES. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. Volume 17 n.1 - 2012, pp. 161-168.

WATHERN, P. Introductory guide to EIA. In: WATHERN, P. **Environmental impact assessment; theory and practice**. Unwin Hyman, 1988.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

APLICAÇÃO DO PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA DO CÓRREGO SANGRADOURO, NA CIDADE DE CÁCERES – MATO GROSSO

Cleidiane dos Santos Carvalho [(a)], Célia Alves de Souza [(b)], Deise Mara Siqueira[(c)], Solaine Lourdes Silva[(d)], Vinicius Neves da Silva[(e)]

[(a)] Pós-graduação em Geografia, UNEMAT, cleidianecarvalho74@outlook.com
[(b)] Departamento de Geografia, UNEMAT, celiaalvesgeo@globo.com
[(c)] Professora de Geografia, Rede Estadual- Mato Grosso, deise_mara85@hotmail
[(d)] Professora de Geografia, Rede Estadual- Mato Grosso, solaine-viscovini2hotmail.com
[(e)] Pós-graduação em Geografia, UNEMAT, vinicius.k99@gmail.com

Cleidiane dos Santos Carvalho , Célia Alves de Souza , Deise Mara Siqueira, Solaine Lourdes Silva, Vinicius Neves da Silva

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

Os córregos urbanos têm importância para toda a população localizada em seu entorno, que utilizam recursos para abastecimento humano, dessedentação, higiene e lazer, mas são amplamente utilizados para o despejo de dejetos. As alterações ambientais nesse importante recurso natural cada vez mais nítidas, seja canalização ou construção de residências no entorno. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo identificar as alterações ambientais no córrego Sangradouro, que se destaca como a principal rede fluvial urbana de Cáceres-MT. Para realização da pesquisa utilizou-se o Protocolo de Avaliação Rápida, sendo possível determinar a situação de alteração ambiental. Os itens observados na visita a campo, em cinco pontos principais, do montante para jusante do canal, foram: vegetação marginal, ocupação do entorno, presença de seres vivos, estado geral de preservação e odor. Os resultados apontaram que o córrego se encontra em grau de perturbação, sem vegetação, despejos de dejetos como lixos e esgotos etc.

Palavras chave: Canais urbanos; vegetação marginal; degradação ambiental, Protocolo de Avaliação Rápida.

1. INTRODUÇÃO

O rio constitui-se um dos elementos mais importantes da paisagem em uma bacia hidrográfica. Ao longo do tempo foi um importante fator geográfico para as organizações das sociedades e à conformação das cidades em diferentes épocas

(COSTA, 2006). Este autor afirma que os rios ofereciam controle do território, alimento e circulação de bens e de pessoas, sendo que a partir de rios - grandes, médios ou pequenos cursos d'aguas - muitos núcleos e/ou cidade surgiram.

Tucci (1997) descreve outras situações de época em que as cidades localizavam-se próximas a rios de médio e grande porte, para uso do transporte fluvial. A parcela do leito maior ocupada pela população sempre dependeu da memória dos habitantes e da frequência com que as enchentes ocorriam. Uma sequência de anos sem inundação é motivo para a sociedade ocupar o leito maior do rio.

A cidade de Cáceres passou a ser construída à margem esquerda do rio Paraguai, o qual era muito utilizado para o fluxo de comercialização, na segunda metade do século XIX (IBGE, 2017). Porém a sociedade moderna vem transformando as paisagens naturais dos rios e córregos, de uma forma progressiva e descontrolada, transformado áreas de paisagens fluviais em áreas urbanas.

Os córregos urbanos têm suma importância, pois têm capacidade de abastecer a população de uma cidade inteira. Porém, observa-se que esses recursos vêm sofrendo grandes impactos com a ocupação desordenada das suas margens, onde também são contaminados com esgotos domésticos e industriais, funcionando como depósitos de lixo, sofrendo com o descaso de uma grande maioria da população (Tucci, 2008). Rodrigues et. al. (2008) destacam que os cursos d'água vêm sofrendo com despejos de esgoto, tanto domésticos quanto industriais, alterando as estruturas físicas e suas comunidades biológicas.

A presente pesquisa foi realizada no principal córrego urbano da cidade de Cáceres-MT, denominado de Sangradouro, o qual tem sua nascente na zona rural, localizada na unidade geomorfológica Província Serrana no município, onde sua foz desagua na baía do Malheiros, no rio Paraguai, sendo a maior parte do seu percurso no perímetro urbano da cidade, onde ao longo dos anos seu curso tem sido utilizado como depósito de lixo e de descarga de efluentes comerciais e domésticos, o que tem

comprometido a qualidade de suas águas e a vida da fauna aquática (PAIVA *et. al.*, 2012).

No perímetro urbano, possui trechos canalizados até sua foz com o rio Paraguai. Nessa perspectiva, esse trabalho tem como objetivo identificar as alterações ambientais no córrego Sangradouro, que destaca como a principal rede fluvial urbana de Cáceres-MT.

2. MATERAIS E MÉTODOS

A presente pesquisa foi realizada na bacia do córrego Sangradouro, no município de Cáceres - sudoeste do estado de Mato Grosso. O município possui área territorial de 24.577,114 (km²), e está localizado entre as coordenadas geográficas: 16° 02’ 00” e 16° 08’ 00” de latitude Sul e 57° 42’ 00” e 57° 36’ 00” de longitude Oeste.

Segundo Santana et.al. (2017) é grande a área do perímetro urbano da cidade de Cáceres. No entanto, sua extensa área de nascente se estende entre as serras do Lobo e as de Bom Jardim, delineando a depressão do Alto Paraguai até a sua foz, na baia do Malheiros, no rio Paraguai.

A definição do canal principal da bacia foi definida pela toponímia local, conforme a denominação dada pela população. Assim denominada de bacia do córrego Sangradouro (SANTANA et. al, 2017).

Atualmente a cidade de Cáceres possui 91.271 habitantes, segundo dados do IBGE (2017), distribuída em 43 bairros os quais são cortados por cinco cursos d’água, que são: Sangradouro, Renato ou José Bastos, Fontes, Canal do Junco e Olhos D’água, e todos tem sua foz no rio Paraguai.

Para a realização da pesquisa investigando o grau de degradação desses recursos, utilizou-se o Protocolo de Avaliação Rápida (PAR), desenvolvido por Callisto et. al. (2002) e Rodrigues et. al. (2008). Nestes protocolos estão descritos parâmetros que podem ser utilizados para avaliar o nível de degradação de trechos de

córregos, onde sua finalidade é graduar o ambiente baseados em notas, as quais descrevem finalmente a qualidade ambiental. O protocolo utilizado possui dez parâmetros. O quadro 1 mostra os parâmetros considerados neste protocolo.

Quadro 1- Protocolo de Avaliação Rápida de Rodrigues et. al. (2008) (acima) e protocolo de Callisto et. al. (2002) (abaixo).

Quadro 1: adaptação do protocolo de avaliação rápida de rios- Rodrigues e Castro (2008b)

Parâmetros		Avaliação	Nota
1	deposição de sedimentos	**Péssima:** Elevada deposição de material fino ou cascalho no desenvolvimento de barras devido, principalmente, ás atividades antrópicas.	1
2	alterações no canal	**Péssima:** Margens revestidas com gabiões ou cimento de material fino ou cascalho e o curso d'água encontra-se canalizado ou pode ser observado forte evidência de revolvimento das margens para exploração recente de atividades garimpeiras.	1
3	estabilidade das margens	**Péssima:** Margens instáveis e muitas áreas erodidas. A erosão é frequente ao longo da seção reta e nas curvas.	1
4	proteção da margem pela vegetação	**Péssima:** Menos de 50% da superfície das margens está coberta por vegetação nativa. É evidente a descontinuidade da vegetação do entorno sendo esta praticamente inexistente.	1
5	estado de conservação da vegetação no entorno	**Péssima:** A vegetação nativa do entorno é praticamente inexistente e as atividades humanas, tais como pastagens e áreas de cultivo são intensas, além disso, o solo pode estar exposto às intempéries naturais.	1

Tabela 5. Protocolo de situação ecológica

Fonte: Rodrigues e Castro (2008b)

Quadro 2- avaliação dos aspectos morfológicos - Callisto et al (2002) e Rodrigues et al (2008)

Parâmetros		Análise	Pontuação
1	Tipo de ocupação das margens do corpo d'água (principal atividade)	Residencial/Comercial/Industrial	2
2	Erosão próxima e/ou nas margens do rio e assoreamento em seu leito	Acentuada	2
3	Alterações antrópicas	Alterações de origem industrial/urbana (fábricas, siderúrgicas, canalização e reutilização do curso do rio)	2
4	Cobertura vegetal no leito	Ausente	2
5	Odor da água	nenhum	8
6	Oleosidade da água.	Moderada	4
7	Transparência da água.	transparente	8
8	Odor do sedimento (fundo)	nenhum	8
9	Oleosidade do fundo	moderada	4
10	Tipo de fundo	Cimento/canalizado	2
X	**Pontuação total**	**Alterados**	**42**

Tabela 6: Protocolo de situação morfológica da estação de análise.
Fonte: Callisto et al. (2002) e Rodrigues et al. (2008).

Para a caracterização ambiental, três etapas foram realizadas: a primeira etapa foi realizada através de pesquisa bibliográfica em artigos publicados sobre a área de estudo e sites relacionados ao assunto. Na segunda etapa, o reconhecimento da área de estudo e captura de imagens com câmera fotográfica dos pontos observados de maior precisão para o desenvolvimento desse trabalho. Na terceira etapa, foi atividade de campo com aplicação do protocolo de Callisto e Rodrigues.

Nesse trabalho foram considerados cinco pontos, em ordem crescente, da montante para a jusante do canal. Os itens observados durante a visita foram: vegetação marginal, ocupação do entorno, presença de seres vivos, estado geral de preservação e odor. Os fatos observados foram todos registrados em caderno de campo e retiradas fotográficas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Ponto 1

As avaliações no primeiro trecho do córrego Sangradouro, região de nascente (Figura 1 e 2) demonstram umidade devido à presença de mata nativa em seu entorno. Em relação as demais áreas do córrego, a nascente é uma área preservada, com presença de vegetação nativa, mata ciliar e água corrente, porém neste trecho já é possível identificar a presença de depósitos tecnogênicos resultantes da ação antrópica. Todo esse ato tem como resultado a presença de lixos nas manilhas.

Diante das alterações no meio urbano Tucci (1997) descreve que o planejamento da ocupação do espaço urbano no Brasil não tem considerado aspectos fundamentais que trazem grandes transtornos e custos para a sociedade e para o ambiente. E tem produzido aumento significativo, na produção de sedimentos e na deterioração da qualidade da água.

A partir dos parâmetros do protocolo aplicado em campo observou-se que a área possui deposição de sedimentos com presença de alguns acréscimos recentes na

formação de barras, predomínio de cascalho, areia e sedimentos finos, sendo esses parâmetros considerados de boa conservação ambiental.

Entretanto as alterações na nascente são visíveis a presença de pequenas canalizações em geral, com áreas para apoio de pontes e evidências de canalizações antigas e de drenagem, mas com ausência de canalizações recentes, não havendo evidência de que o leito tenha sido explorado por atividades antrópicas. Isto também reflete na estabilidade da margem, estando estas moderadamente estáveis, com presença de áreas com erosões cicatrizadas.

As margens estão protegidas pela vegetação, com presença de 70% a 90% da superfície marginal sendo coberta por vegetação nativa, não sendo observada grande descontinuidade.

A vegetação presente do entorno é constituída por espécies exóticas e há pouca vegetação nativa. É possível perceber impactos de atividades humanas também sobre a vegetação.

A erosão nas margens do córrego e o assoreamento em seu leito são moderados, pois há erosões de pouca significância nas margens próximas a estrada. A ação antrópica em suas margens é de origem doméstica, ou seja: de esgoto e lixo vindos de um presídio próximo ao local (segundo informações de moradores).

Mediante o lançamento de dejetos o odor da água vária muito, dependendo da temperatura, em tempos de sol exala um cheiro muito forte de esgoto, mas com a temperatura mais baixa não há muita presença de mau cheiro.

Figuras 1 e 2. Nascente do córrego Sangradouro.

Fonte: Própria em JANEIRO de 2016.

Pode-se observar que não existe grande presença de oleosidade na água, pois a quantidade de esgoto jogado no leito do córrego não é suficiente para que haja a alta percepção da mesma, possuindo apenas presença de lama preta. A cor da água é considerada transparente, somente com presença de depósitos no fundo.

3.2 Ponto 2

O segundo trecho avaliado do córrego Sangradouro, região posterior à nascente **(Figuras 3 e 4)**, está localizado em área urbanizada com presença de ruas asfaltadas, casas e comércios. Por estar em área urbana possui margens estreitas com aterros que fazem parte da urbanização. Podendo ser encontradas capins nativos que fazem parte da paisagem, no seu leito há presença de plantas flutuantes como aguapés e outros.

Nesse ponto, a água é corrente e cristalina, com presença de peixes pequenos, logo abaixo da ponte há despejo de efluentes, como esgoto domiciliar e também comercial (Figura 3).

Reafirmando esse tipo uso das águas, Tucci (1997) descreve que com o crescimento populacional e a densificação fatores a poluição doméstica e industrial se agravaram, criando condições ambientais inadequadas, propiciando o desenvolvimento de doenças de veiculação hídrica, poluição do ar e sonora, aumento de temperatura, contaminação da água subterrânea entre outros.

Devido à presença de aterros, que fazem parte do processo de urbanização é possível verificar a presença de erosões nas margens, e no período chuvoso tendem a aumentar e cair sobre o leito do mesmo, deixando-o mais raso devido ao assoreamento. Há presença de elevada deposição de material fino e cascalho com aumento no desenvolvimento de barras devido principalmente as atividades antrópicas.

As alterações no canal são visíveis com presença de diques, terraplanagens, aterros, barragens e estruturas de escoamento em ambas as margens. Assim, estas margens estão instáveis com algumas áreas erodidas. Essa erosão é frequente ao longo da seção reta e principalmente nas curvas. Diante da área é evidente a descontinuidade da vegetação no entorno das margens, sem a presença de mata ciliar, sendo encontradas apenas capins nativos de áreas alagadas.

A área do entorno do canal é ocupada por ruas, casas e comércios que estão presentes tanto na margem esquerda como na margem direita. Sendo encontradas construções em ambas as margens e estabelecimentos tanto comerciais como residenciais.

Figuras 3 e 4 Segundo ponto de observação.

Fonte: Própria em JANEIRO de 2016.

Além das alterações citadas no canal é evidente a presença de lixo doméstico e os esgotos são os principais causadores dessas mudanças no estado da água desse córrego. Causando presença de oleosidade na água e odor forte dos sedimentos do fundo do córrego presentes devido ao esgoto jogado diretamente em seu leito, que se acumula no fundo e é responsável pelo mau cheiro da água.

3.3 Ponto 3

O terceiro ponto avaliado **(Figuras 5 e 6)** se encontra intersecção entre o córrego Lava-Pés e Sangradouro, de acordo com antigos moradores da região (informação pessoal). O trecho é caracterizado por percorrer uma área urbanizada, com presença de casas e ruas, sendo bastante degradada, sem presença da mata ciliar em suas margens, possuindo apenas capins e plantas flutuantes no seu leito.

Este trecho possui uma elevada deposição de material fino e cascalho com aumento no desenvolvimento de barras devido principalmente às atividades antrópicas, como consequência é evidenciado um fluxo lento das águas e cor esverdeada.

Para Tucci (1997) à medida que a bacia é urbanizada, há uma diminuição dos fluxos de sedimentos, mas um problema ainda maior tende a se agravar, que é a produção de lixo. O lixo obstrui ainda mais a drenagem e cria condições ambientais ainda piores.

As alterações do canal se constituem por presença de diques, terraplanagens e aterros devido à urbanização que se expandiu sobre as margens do córrego. As margens possuem algumas áreas com presença de erosões, frequentes tanto nas retas quanto nas curvas, consequências da reutilização do canal e a retirada da vegetação ciliar.

Figuras (05 e 06): Ponto 03.

Fonte: Própria em JANEIRO de 2016.

A erosão das margens nesse ponto é acentuada, provocando o assoreamento do leito do córrego. O que impede dessa erosão ser de maior escala nesse ponto observado são os capins nativos que servem como barreiras para amenizar a entrada de sedimentos trazidos pela água das chuvas.

A cobertura vegetal de médio e alto porte é inexistente, possui apenas vegetação rasteira nas margens e plantas flutuantes no seu leito. O córrego é utilizado

como depósito de coliformes fecais e água de uso doméstico, isso faz com que a água tenha um odor forte e uma oleosidade com cor de chá verde, todo esse odor existente é resultado de todo os detritos jogados em seu leito que vão se acumulando no fundo formando uma lama preta, mas mesmo com todos esses aspectos negativos ainda há existência de vida aquática no local.

3.4 Ponto 4

O quarto ponto avaliado **(Figuras 7 e 8)** é o ponto onde se inicia a canalização do córrego Sangradouro na área central da cidade de Cáceres. A ocupação da margem esquerda e direita é de uso comercial e residencial, havendo a presença de pouca vegetação no local, são vistos apenas capins e algumas árvores nas margens, as erosões são evidentes. Além disso, em seu leito é encontrado aguapés e outros tipos de plantas flutuantes.

Figuras (07 e 08): Ponto 4.

Fonte: Própria em JANEIRO de 2016.

É notável e em grande abundância a elevada deposição de material fino, como efluentes domésticos, residenciais e lixos. Devido a grande quantidade de lançamentos

dos efluentes jogados diretamente no leito do córrego há presença de odor forte (ovo podre). A maior parte dos efluentes é de origem doméstica, originados pelo despejo de esgoto e também por todo o lixo jogado nas ruas que é escoado pela água das chuvas para dentro do canal, que vão se acumulando em suas margens e leito.

Consequentemente esses detritos acumulados no canal são responsáveis pelo forte odor e pela oleosidade da água, visto que nesse ponto o córrego possui uma água escura, pois os sedimentos que se acumulam no fundo são abundantes, com grande presença de lama e areia, resultado de todo esses dejetos depositados em seu leito.

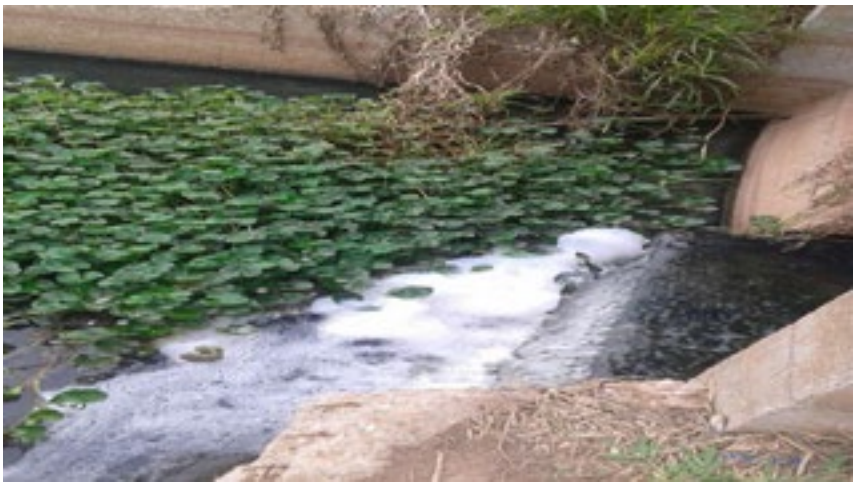
A conservação da vegetação no entorno é inexistente, devido às atividades humanas, com presença de ruas e comércios. Sendo observados as alterações do canal como: aterros e terraplanagem com um canal em linha reta, sendo que o mesmo se encontra canalizado sob construção feita em cimento, onde o córrego faz seu percurso no centro da cidade. A erosão é presente no canal antes da canalização, causada pela ausência de vegetação. As margens possuem menos de 50% da vegetação nativa, havendo apenas algumas árvores e capins em seu entorno.

3.5 Ponto 5

O ponto 5 **(figura 09),** área de foz do córrego Sangradouro, na baía do Malheiros, no rio Paraguai, é uma área ocupada com várias atividades, principalmente por turistas, com fluxo intenso de pessoas, principalmente em época de festas.

Em sua foz há uma elevada deposição de material fino transportados da nascente e ao longo do seu trajeto longitudinal. As margens estão revertidas com cimento, e o curso d'água encontra-se canalizado até a foz onde sua canalização é interrompida. Não é possível observar as margens nesse ponto, pois o mesmo percorre canalizado e em linha reta.

Figura (09): Ponto 5 indicando a foz do córrego Sangradouro.



Fonte: Própria em JANEIRO de 2016.

As margens são desprovidas de qualquer tipo de vegetação, e por serem em sua grande parte canalizada, possuem apenas capins, próximo à foz. A conservação da vegetação no entorno da sua foz é inexistente, e toda a sua área ao redor possui função para uso turístico e comercial, sendo que a área onde o córrego passa canalizado até sua foz é usada para eventos culturais da cidade.

Devido ao esgoto doméstico e o lixo escoado pela chuva, há um odor forte com uma água turva e bastante espumada, resultado de resíduos domésticos que se acumulam ao decorrer do seu percurso pela cidade.

Após o fim da canalização do córrego Sangradouro, ele percorre por dentro de manilhas que, segundo governantes da cidade, a água passa por um processo de tratamento antes de desaguar no rio Paraguai.

Dessa forma Rezende et.al. (2015) concluem descrevendo a interação dos canais fluviais urbanos e a área urbana, devem ser integrados, buscando-se pontos de convergência através da conciliação entre os inúmeros interesses privados e de proteção ambiental, sem que para tanto haja a degradação do meio ambiente mediante impactos em trechos dos corpos hídricos.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante a construção desse trabalho de pesquisa, pode-se avaliar que o Protocolo foi uma ferramenta útil na avaliação rápida dos trechos do córrego selecionado. Dessa forma foi possível detectar que o córrego Sangradouro encontra-se em um grau de perturbação e a degradação do mesmo está nítida.

As alterações encontradas são causadas pelo homem e os tipos de uso ao seu entorno. Ficando evidente a necessidade de projetos de limpeza e preservação dos córregos urbanos em geral que são de suma importância para toda a população de seu entorno. Problemas como o lixo jogado nos canais somente é minimizado com adequada frequência da coleta e educação da população, com multas pesadas.

REFERÊNCIAS

CALLISTO, M.; FERREIRA, W.; MORENO, P.; GOULART, M. D. C.; PETRUCIO, M. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). **Acta Limnologia Brasiliense**, Sorocaba, v. 14, n. 1, p. 91-98, 2002.

COSTA, L. M. S. A. Rios urbanos e o desenho da paisagem. In: COSTA, L. M. S. A. (Org.) **Rios e paisagens urbanas em cidades brasileiras**. Rio de Janeiro: Viana & Mosley: Ed. PROURB, 2006, p.9-15.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mato Grosso: Cáceres.** Disponível em: http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=510250 Acesso em: agosto de 2017.

PAIVA, S. L. P.; NEVES, S. M. A. S; SILVA, J. S. V.; NEVES, R. J. ; MUNIZ, C. C.; KREITLOW, J. P; CAMPOS, D. V. S. . Qualidade da água e estado de conservação das matas ciliares do Córrego do Sangradouro em Cáceres - MT. In: 4° **Simpósio de Geotecnologias no Pantanal**. São José dos Campos: Embrapa, v. 4, 2012.

REZENDE, G. B. M. ARAÚJO, S. M. S. Rios Urbanos: Reflexões sobre os aspectos ambientais e urbanos de suas margens rumo a uma perspectiva integradora e participativa. **Revista ESPACIOS** | Vol. 36. P.3 (Nº 23) Año 2015

RODRIGUES, A. S. L.; MALAFAIA, G.; CASTRO, P. T. A. Avaliação ambiental de trechos de rios na região de Ouro Preto-MG através de um protocolo de avaliação rápida. **Revista de Estudos Ambientais**, Blumenau, v. 10, n. 1, p. 74-83, 2008.

SANTANA, M. F. CUNHA, S. B. SOUZA, C. A. RAYMUNDI, V. M. O. Aspectos Agroambientais da bacia hidrográfica do córrego Sangradouro – Cáceres, Mato Grosso. In: **XVII Simpósio Brasileiro De Geografia Física Aplicada.** DOI - 10.20396/sbgfa. v1i2017.1805 - ISBN 978-85-85369-16-3. Campinas- SP, 2017.

TUCCI, C. E. M. **Água no meio urbano**. Capítulo 14 do Livro Água Doce. P.03-35. Instituto de Pesquisas Hidráulicas Universidade Federal do Rio Grande do Sul Dezembro de 1997 RS.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

AS MUDANÇAS NA DINÂMICA NATURAL DOS CANAIS FLUVIAIS DEVIDO A URBANIZAÇÃO

Alessandro kominecki [(a)]

[(a)] Universidade Estadual do Centro-Oeste, UNICENTRO. Mestrando do Programa de Pós-Graduação Geografia – PPGG. E-mail: alessandrokominecki@gmail.com

Eixo: Dinâmica e gestão de Bacias Hidrográficas

Resumo

As cidades brasileiras têm suas especificidades como reflexo da urbanização desigual e desordenada dos países em desenvolvimento. As características dos aspectos naturais no urbano, como dos rios, são reflexos da urbanização. Assim, o objetivo desse trabalho é a compreensão da gestão dos canais fluviais como elementos da paisagem da cidade, assim como alterações promovidas nos canais fluviais em razão da expansão do tecido urbano. À medida que os elementos do solo urbano são constituídos os canais fluviais têm suas morfologias definidas preponderantemente por interesses específicos, assim como, na ruptura de uma dinâmica fluvial natural, gerada por influências antrópicas na diversidade de interesses que constituem a cidade. Devido o urbano, o escoamento superficial aumenta em relação ao grau de impermeabilização do solo, da mesma forma a contribuição de partículas ou sedimentação das estruturas urbanas, interferindo na dinâmica natural dos processos hidráulicos dos rios.

Alessandro Kominecki

Palavras chave: Canais Fluviais, Urbanização, Impermeabilização, Escoamento.

1. Introdução

Os canais fluviais são elementos que constituem a paisagem urbana, são importantes na visão ambiental e ecológica. Para Melo (2005) os rios são elementos marcantes no tecido urbano. Em contraste, os canais fluviais na grande maioria das cidades brasileiras estão poluídos, degradados ou de alguma maneira com alterações na sua dinâmica natural.

O crescimento das cidades tem reflexo em sua maioria no processo de industrialização. A desigualdade do desenvolvimento industrial entre os países do mundo desencadeou processos distintos de crescimento e organização da malha urbana. Os países desenvolvidos tem sua industrialização originada no século XVIII, onde a transferência da população do campo ao

meio urbano se deu de forma lenta e com maior planejamento. Em contrapartida, o urbano dos países em desenvolvimento teve rápida expansão, reflexo da industrialização recente e da mecanização do campo. As cidades dos países subdesenvolvidos, inclusive as do Brasil, tiveram um crescimento acelerado. Com isso, a malha urbana se expandiu com reduzido ou sem nenhum planejamento, incluindo a gestão dos canais fluviais, constituindo a macrocefalia urbana.

A relação entre o gerenciamento dos rios e o desenvolvimento das cidades expõe significativa preocupação, pois a padronização ou êxito técnico nas estruturas urbanas tem promovido o uso inadequado dos corpos hídricos, ou mínima preocupação da manutenção dos aspectos originais da morfologia e dinâmica dos processos fluviais.

Considerando a relação abordada entre a expansão das cidades e as alterações na dinâmica natural dos canais fluviais que compõem a paisagem urbana, serão apresentadas as especificidades de um crescimento urbano com pouco ou sem planejamento, assim como os reflexos nos elementos naturais, no caso, os rios. Dessa forma, definiu-se como proposta desse artigo a compreensão da gestão dos canais fluviais como elementos da paisagem urbana, assim como as alterações promovidas nos canais fluviais em razão da expansão do tecido urbano.

2. Materiais e Métodos

A metodologia da pesquisa consiste em uma discussão bibliográfica sobre a gestão dos canais fluviais no ambiente urbano. Nesse artigo é feito um paralelo sobre a dinâmica natural dos rios, com seus processos hidráulicos de fluxo e sedimentação, e suas transformações frente à expansão da malha urbana. A premissa é elencar o grau de interferência na dinâmica natural dos canais fluviais que drenam o ambiente urbano.

3. Resultados e discussões

A revolução industrial é um marco do desenvolvimento do capitalismo, de crescimento tecnológico e industrial. A necessidade da indústria por recursos naturais desencadeou intensa exploração, assim como significativas alterações nas paisagens naturais, principalmente nos espaços urbanos. Para Tucci (1999) os problemas ambientais relacionados às bacias urbanas no Brasil se referem á quantidade de materiais tecnogênicos, esgoto doméstico e sedimentos que são lançados nos córregos das bacias hidrográficas.

3.1 Os reflexos da macrocefalia urbana

O crescimento urbano é resultado de um aumento gradativo da população nas cidades, atraídos pela indústria, desencadeando sucessivas alterações nas estruturas urbanas. A acelerada urbanização no Brasil, caracterizada como macrocefalia urbana, gerou crescimento desordenado das cidades, com pouco planejamento e ignorando em sua maioria a manutenção da proteção dos recursos naturais (como os Rios). Segundo Melo (2005) os canais fluviais foram sucessivamente deteriorados em razão do processo de urbanização das cidades, reflexo das relações estabelecidas historicamente entre a sociedade e os elementos naturais.

À medida que o uso do solo é modificado com os elementos urbanos, tanto os processos de infiltração, como do ciclo hidrológico de evaporação são sistemicamente alterados. Isso ocorre devido à substituição dos aspectos naturais (solo, plantas, alterações nos rios) pela cobertura urbana (asfalto, casas, prédios, sistemas de esgoto etc). Segundo Oliveira et al (2017) a expansão da malha urbana e consequentemente modificações nas encostas e canais fluviais promovem alterações na dinâmica hidrológica das microbacias, ou seja, enchentes, inundações e alagamentos.

> Os canais urbanos têm sido aterrados, canalizados ou desviados sem qualquer critério, simplesmente “encobrindo” os canais fluviais de primeira

> e segunda ordem. Essas modificações alteram os processos hidrológicos, pois esses canais têm um papel importante no retardamento dos efeitos das enchentes e inundações, compondo a complexidade do regime fluvial. (DUNNE e LEOPOLD, 1978 *apud* OLVEIRA, 2017, p. 08)

A poluição industrial e os esgotos residenciais lançados nos rios brasileiros se tornaram focos de insalubridade e resíduos sólidos. O Poder Público na tentativa de resolver a situação se utiliza de medidas paliativas como a canalização, retificação e o tamponamento de rios e córregos (ALMEIDA, 2010, pag. 84). Para Oliveira et al (2017) a expansão da malha urbana é dinâmica e não pode ser contida, entretanto precisa ser planejada de forma que as atividades humanas altere o menos possível a funcionalidade dos sistemas fluviais nas cidades.

3.2 O urbano e alterações na geometria hidráulica dos rios

Em sua dinâmica natural, os rios apresentam morfologias especificas que refletem as interações de geometria hidráulica no canal. A dinâmica dos canais fluviais é dada por diversos agentes, os quais exercem transformações na forma do canal de um rio, ou seja, interações entre canal fluvial e variáveis hidráulicas (Fig. 01).

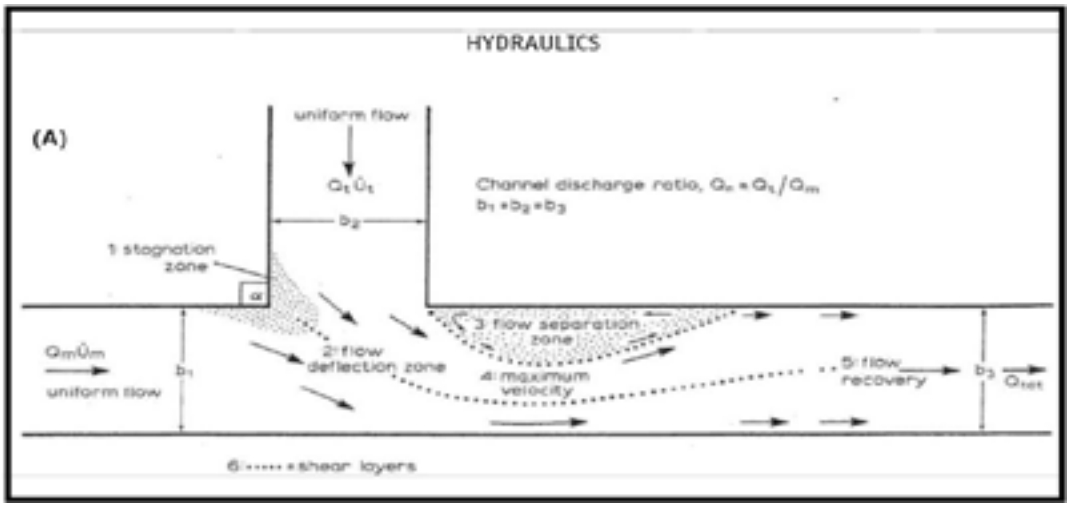


Figura 01. Comportamentos de fluxo em áreas de confluências (BEST, J. L.; 1987).

A geometria hidráulica é identificada em um canal fluvial como a relação entre as variáveis morfológicas, sendo, largura, profundidade do canal e variáveis hidráulicas, como, velocidade do fluxo e vazão. Segundo Christofoletti (1981), está no fato de o fluxo d'água ser o principal agente modificador do canal, impondo sua força hidráulica sobre os materiais localizados no leito e nas margens dos rios.

No espaço urbano essa geometria hidráulica é alterada pelas estruturas antrópicas, definindo novas morfologias. Para Oliveira et al (2017) "o crescimento urbano reflete num incremento de infraestrutura como as obras de engenharia ao longo dos canais fluviais (pontes e canalizações)". Esses elementos artificiais nos canais rompem a dinâmica natural sistêmica dos processos erosivos fluviais ao longo do perfil longitudinal do rio.

> Com a expansão da urbanização, houve aumento das seções canalizadas, que por sua vez, desencadeou alterações da dinâmica hidrológica local com alterações de compactação/impermeabilização dos sistemas: encosta/fluvial. Assim dependendo da intensidade pluviométrica é potencializado a ocorrência de erosões e alagamentos/inundações, além da concentração de água nas drenagens urbanas. A forma de uso e ocupação do espaço urbano nestes casos potencializa a ocorrência de desastres naturais, que acabam ocasionando ou intensificando prejuízos de ordem econômica e social (OLIVEIRA et al, 2017, p.10).

Os canais fluviais têm seus processos hidráulicos em dois segmentos morfológicos, a área que é preenchida pelo nível de margens plenas, onde atuam os processos erosivos, e a planície de inundação (Fig.2), que são locais de deposição dos sedimentos arrancados no canal ou carregados pelo fluxo da área de drenagem.

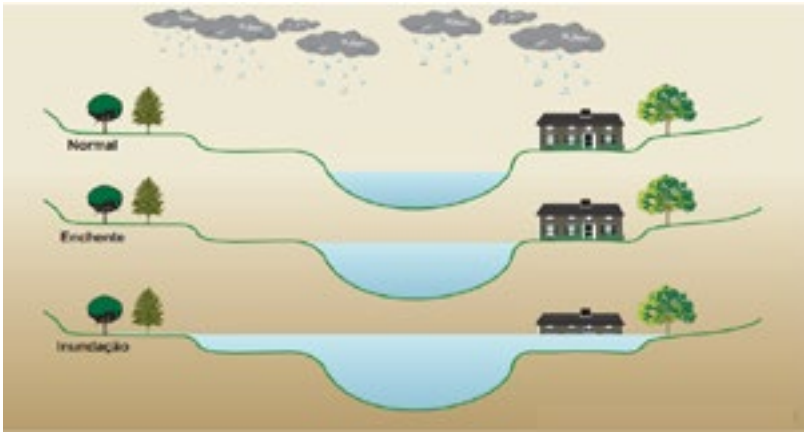


Figura 02: Dinâmica natural dos canais fluviais em relação a ocupações irregulares. Fonte: KOBIYAMA; GOERL, 2005.

O período normal do fluxo no canal é classificado como vazante, que é a quantidade de vazão no canal em períodos sem chuva. Quando a vazão aumenta no canal e atinge toda estrutura de escoamento do rio, denomina se período de margens plenas, ou enchente. A partir do escoamento dessa vazão para as bordas do canal, caracterizada como planície de inundação, configura uma inundação (Fig. 3).

Figura 03. Vazante e Margens Plenas do Rio Cavernoso no município de Cantagalo (2014).

A ocupação da faixa das margens dos rios por residências ou estruturas urbanas promove mudanças na dinâmica natural do mesmo, por um lado, em ser a extensão do canal fluvial, representado pela planície de inundação, e por outro na impermeabilidade da bacia de drenagem, vislumbrando interferência nos processos erosivos e de escoamento. Segundo Oliveira et al (2017) o aumento significativo da população tem favorecido mudanças na morfologia dos canais alterando as características naturais dos fundos de vales.

É nos ambientes urbanos que se têm maiores alterações nas características, funcionalidade das paisagens naturais e na dinâmica dos sistemas fluviais (OLIVEIRA et al, 2017). A falta de proteção marginal dos canais fluviais em razão da expansão irregular urbana é resultado da vulnerabilidade social presente nos países subdesenvolvidos, acarretando na ocupação desordenada das encostas de rios ou mananciais.

3.3 Impermeabilização do solo urbano e escoamento superficial

Em áreas rurais sem interferência da estrutura urbana o processo de infiltração no solo é maior, e consequentemente ocasiona um período mais longo para atingir o escoamento superficial.

A impermeabilização do solo urbano é resultado das estruturas urbanas, caracterizada como: a construção de edificações e obras de infraestrutura como as residências, ruas, calçadas e pátios, com essas obras, onde antes a água infiltrava, ela passa a escoar, aumentando o escoamento superficial. Segundo Tucci (2006) “o volume que escoava lentamente pela superfície do solo e ficava retido pelas plantas, pelos efeitos da urbanização, passa a escoar através das superfícies impermeáveis, condutos e canais” (TUCCI, 2006, p.72).

> Com o adensamento urbano vários trechos fluviais das microbacias correm em sub-superfícies, devido à construção de casas e rios, revelando que as canalizações não são apenas pontuais nas seções transversais, mas abrangem longos trechos dos canais de drenagem (Oliveira e Vestena, 2012, p. 09).

Com a presença da estrutura urbana a porcentagem de infiltração da bacia de drenagem passa a ser reduzida. Na medida em que se tem uma diminuição da infiltração no solo, aumenta o escoamento superficial, com tempo de resposta mais curto (Fig. 04).

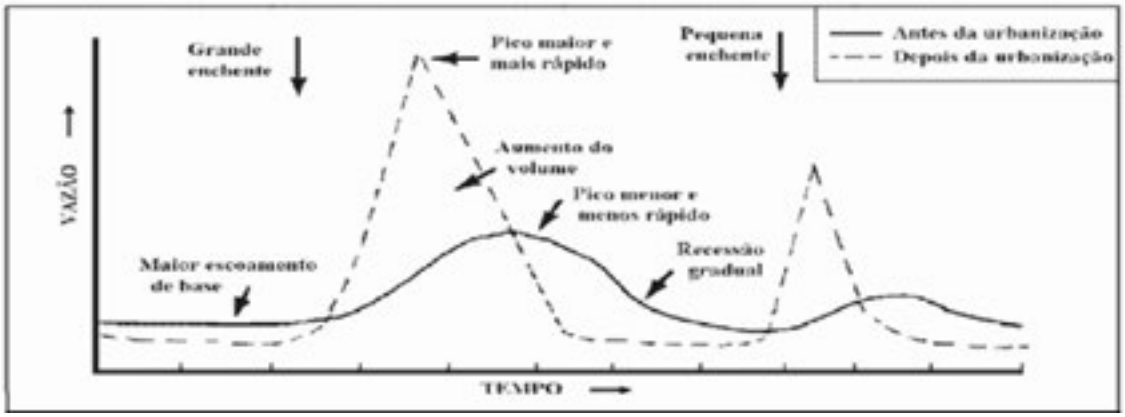


Figura 04. Resposta da geometria do escoamento (TUCCI et al, 2006)

Em condições anteriores a urbanização, à medida que o solo vai sendo saturado pela precipitação inicia se de forma lenta o escoamento superficial, ou seja, não ocorre de forma imediata o aumento do volume da vazão, o processo é gradativo e com pico de vazão menor e mais lento.

Com a urbanização, o solo é impermeabilizado, e reduzindo a infiltração da chuva inicia se o escoamento superficial. As enchentes acontecem devido à rápida resposta da bacia de drenagem, sem infiltração a maior parte da chuva escoa rapidamente aos canais fluviais, acarretando alagamentos e prejuízos sociais. Da mesma forma seu esgotamento, sendo elevada a capacidade de saída da água no sistema.

A produção de sedimentos nos rios também é alterada, canais concretados ou canalizados tendem a diminuir seu potencial de ação dos processos erosivos, porém, as áreas urbanizadas são responsáveis por alta produção de partículas oriundas de construções (Fig. 05) ou atividades antrópicas (lixo) que são carregadas até o fundo do vale.

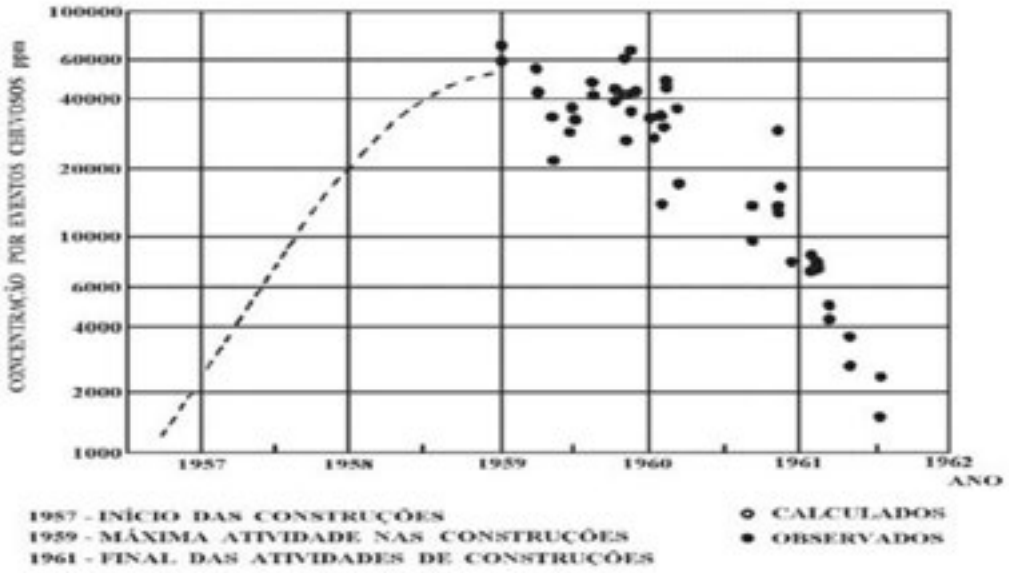


Figura 05. Variação na produção de sedimentos em decorrência do desenvolvimento urbano
(Dawdy, 1967 apud Tucci et al, 2006)

As cidades são dinâmicas no espaço e tempo, constantemente se reconstruindo, o antigo pelo novo. Essas ações antrópicas de modificações (construções de casas, prédios, etc.) do meio geográfico produzem toneladas de resíduos que são carregados pelos eventos de chuva para os canais fluviais, aceleradas pelo escoamento superficial em razão da impermeabilização.

> À medida que a bacia é urbanizada, e a densificação é consolidada, a produção de sedimentos pode reduzir, mas um outro problema aparece, que é a produção de lixo. O lixo obstrui ainda mais a drenagem e cria condições ambientais ainda piores. Esse problema somente é minimizado com adequada frequência da coleta, educação da população e penalidades para depósito e lançamento de lixo irregular (TUCCI et al, 2006, p. 37)

Nota se no gráfico (Fig. 05) que a produção de sedimentos acompanha o desenvolvimento das construções realizadas no tecido urbano. Durante o desenvolvimento das cidades, o

aumento dos sedimentos produzidos nessa área de drenagem da bacia hidrográfica é significativo, devido às construções e limpezas de terrenos para novos loteamentos, construção de ruas, avenidas, rodovias entre outras causas.

4. Considerações Finais

À medida que o meio urbano se desenvolve ou expande, os canais fluviais são moldados e modificados para facilitar a implantação das estruturas urbanas (Fig. 06). A dinâmica erosiva natural é reduzida em relação à intensidade de processos antrópicos que agem sobre os aspectos naturais da paisagem das cidades, no caso, a dinâmica fluvial.

Figura 06. Canalizações de canais fluviais no centro de Laranjeiras do Sul-Pr.

Quanto maior a impermeabilização do solo na área de drenagem da Bacia Hidrográfica, sem um sistema adequado de drenagem da chuva, mais elevado é o escoamento superficial e a quantidade de fluxo no fundo do vale, ou respectivamente no canal fluvial. Se esses locais não forem protegidos, mantendo ocupações humanas, se elevam os prejuízos sociais.

Para o desenvolvimento adequado da urbanização é necessário levar em consideração os recursos hídricos presente nesse espaço. É necessário encontrar meios sustentáveis para reduzir os impactos de transformações das dinâmicas naturais dos rios em relação às atividades humanas nas cidades.

Referências Bibliográficas

BEST, J. L. Flow dynamics at river channel confluences: Implications for sediment transport and bed morphology. In: ETHERIDGE, F. G.; FLORES, R.

BEST, J. L. Geomorfologia Fluvial. Editora Edgard Blucher, São Paulo, p. 313, 1981.

CANHOLI, A. P. Drenagem urbana e controle de enchentes. São Paulo: Oficina de Textos, 2005. 302 p.

COSTA, J. et al . TELHADO VERDE: REDUÇÃO E RETARDO DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL. REA – **Revista de estudos ambientais** (Online) v. 14, n. 2esp, p. 50-56, 2012

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia Fluvial. 2 ed.rev. E amp. Editora Edgard Blucher, São Paulo, V. 1, p. 147, 1981.

DOWNS, P. W.; GREGORY, K. J. **River channel management**: towards sustainable catchment hydrosystems. Londres: Arnold, 2004.

HORTON, R.E. Hydrophysical approach to the morphology of hillslopes and drainage basins. Geological. Society of America Bulletin, v.56, p.275–370, 1945.

HORTON, R.E. Erosional development of streams and their drainage basins: a hydrophysical approach to quantitative morphology. Geol Soe. Am. Bull, v.56, n.3, p.275-370, 1945.

KOBIYAMA, M.; BORTOLOTTO, L. N.; GAVA, T.; MARCHI, E. C. Geometria na junção fluvial: estudo de caso das bacias do Rio Negrinho e Rio Cunha, Santa Catarina. **Revista de Geografia**. Recife: UFPE – DCG/NAPA,v. especial VIII SINAGEO, n. 2, Set. 2010.

KOBIYAMA, M.; GOERL, R.F. Identificação dos riscos. **Revista Emergência**,

Novo Hamburgo, 2011, ed.25, p.48-52. Disponível em: <http://www.labhidro.ufsc.br/Artigos/Ed25_Arti...pdf> Acesso em 05 Dez. 2018.

LOJKINE, Jean. O estado capitalista e a questão urbana. São Paulo: Martins Fontes, 1981. - Capítulo - Da política estatal à política urbana - O papel do Estado na urbanização Capitalista.

LCF Cidade. Urbanização, ambiente, risco e vulnerabilidade: em busca de uma construção interdisciplinar. Cad. Metrop., São Paulo, v. 15, n. 29, pp. 171-191, jan/jun 2013

MELO, V.M. Dinâmica das paisagens de rios urbanos. XI Encontro nacional da associação nacional de pós-Graduação e pesquisa em planejamento urbano e regional- ANPUR (2005).

M.; HARVEY, M. D. Recent Developments in Fluvial Sedimentology. v. 39, 1987. p. 27-35.

OLIVEIRA, E.D. de. Impactos da urbanização na geometria hidráulica de canais fluviais da bacia hidrográfica do Rio Cascavel, Guarapuava-PR. Dissertação (Mestrado em Geografia) Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, 2011.

OLIVEIRA, E.D.; VESTENA, L.R. Alterações na morfologia de canais fluviais na área urbana de Guarapuava (PR). Ambiência, Guarapuava, vol. 8, ed. especial 1, p.757-773, 2012.

OLIVEIRA, E.D.; VESTENA, L.R. Expansão Urbana e a Canalização de Trechos Fluviais: Estudo de Caso da Cidade de Guarapuava, PR. **Revista Perspectiva Geográfica**-Campus Marechal Cândido Rondon, v. 12, no. 16, p. 2-13, 2017.

SILVEIRA, A. L. L. Apostila: Drenagem Urbana: aspectos de gestão. 1. Ed. Curso preparado por: Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul e Fundo Setorial de Recursos Hídricos (CNPq), 2002.

TUCCI, C.E.M. Água no Meio Urbano. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B. P. F.; TUNDISI, J.G. (Orgs.) Águas Doce do Brasil. São Paulo: Escrituras. 1999, p. 475-508.

TUCCI, C. E. M. Gestão das águas pluviais urbanas. IN: Brasil. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Saneamento para todos.** Brasília: Ministério das Cidades, 2006, v. 4. 194p.

TUCCI, C.E.M; MENDES, C.A. Avaliação ambiental integrada de bacia hidrográfica / Ministério do Meio Ambiente / SQA. – Brasília: MMA, 2006.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ASPECTOS QUANTITATIVOS E QUALITATIVOS DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DO RESERVATÓRIO PEDRAS BRANCAS, CE

Carine Fernandes Praxedes [(a)], Ítalo Sampaio Rodrigues [(b)] Fernando Bezerra Lopes [(c)]

[(a)] Mestranda em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza - CE; Fone: (88) 9 96650127; E-mail: carinepraxede@gmail.com
[(b)] Mestrando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza - CE; Fone: (85) 9 96867580; E-mail: italo_sampa@hotmail.com
[(c)] Doutor, Professor do Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza - CE; Fone: (85) 3366-9757; E-mail: lopesfb@ufc.br

Eixo: Dinâmica e Gestão de Bacias Hidrográficas

Resumo

Os diversos problemas que o estado do Ceará vivenciou e vivencia em decorrência do balanço hídrico desfavorável, especificamente na segunda década do século XXI, tem ocasionado diversos conflitos quanto ao uso e qualidade da água. Com as baixas pluviométricas, com as altas taxas de evaporação, e com a constante retirada de água do reservatório Pedras Brancas, torno-o vulnerável ao processo de eutrofização. Sendo assim o monitoramento do reservatório vem como uma ferramenta de planejamento essencial na redução dos conflitos e exploração sustentável desses reservatórios. Com isso, o objetivo deste estudo é verificar quantitativamente e qualitativamente se a água do reservatório Pedras Brancas esteve no ano 2017 adequada para consumo humano e irrigação de acordo com as metodologias de Toledo (1990), Lamparelli (2004) e COGERH. Os resultados obtidos mostram que a metodologia que mais se assemelhou aos dados disponibilizados pela COGERH foi a de Lamparelli (2004).

Palavras chave: IET; Metodologias; Comparação; Reservatório Pedras Brancas.

Summary

The various problems that the state of Ceará has experienced and experienced as a result of the unfavorable water balance, specifically in the second decade of the 21st century, has caused several conflicts regarding the use and quality of water. With low rainfall, high evaporation rates, and constant withdrawal of water from the Pedras Brancas reservoir, I make it vulnerable to the eutrophication process. Thus, the monitoring of the reservoir comes as an essential planning tool in the reduction of conflicts and the sustainable exploitation of these reservoirs. Therefore, the objective of this study is to verify quantitatively and qualitatively whether the water of the Pedras Brancas reservoir was in the year 2017 suitable for human consumption and irrigation according to the methodologies of Toledo (1990), Lamparelli (2004) and COGERH. The results show that the methodology that most resembled the data provided by COGERH was that of Lamparelli (2004).

Keywords: IET; Methodologies; Comparation; White Stone Reservoir.

Carine Fernandes Praxedes, Ítalo Sampaio Rodrigues Fernando Bezerra Lopes

1. Introdução

Compreender a problemática dos recursos hídricos nas regiões semiáridas é uma questão fundamental para superação dos obstáculos ao desenvolvimento regional. A construção de reservatórios garante diversos usos, alguns deles é o abastecimento humano, animal, e a irrigação. Entretanto, mesmo com a alta rede de reservatórios em zonas com maiores variações climáticas, não exime a população de continuar a vivenciar alta vulnerabilidade à disponibilidade hídrica em situações de eventos extremos de seca (DANTAS, 2017).

O Ceará executa uma forte gestão e monitoramento dos seus reservatórios, várias alternativas de gerenciamento vêm sendo implementadas (cisternas, pequenas barragens, entre outros) buscando a eficiência do controle de água, como a criação dos comitês de bacias, imposta por determinação federal na Lei das Águas em 1997.

Diante das questões gerenciais das águas superficiais, o Estado assume a responsabilidade de disponibilizar o abastecimento a população de maneira a garantir a sustentabilidade hídrica, nesse contexto, surge à necessidade do monitoramento em tempo real da quantidade e da qualidade da água disponível nos reservatórios.

No caso de Pedras Brancas, reservatório localizado no semiárido Cearense, é um reservatório de importância estratégica para o sertão central do Estado do Ceará e tem sofrido muito, principalmente na segunda década do século XXI, com a crise hídrica. Com isso justifica-se este estudo devido a importância de se analisar os aspectos quantitativos e qualitativos das águas armazenadas nos reservatórios do Estado, especificamente o reservatório Pedras Brancas.

Através disto, objetiva-se com este estudo apresentar dados quantitativos e qualitativos da água do reservatório Pedras Brancas, e verificar se a qualidade desta água esteve adequada no ano 2017 para consumo humano e irrigação de acordo com as metodologias de Toledo (1990), Lamparelli (2004) e os dados disponibilizados no portal hidrológico do Estado do Ceará.

2. Materiais e métodos

2.1. Caracteriazação da área

A barragem do açude Pedras Brancas foi construída no ano de 1978 pelo DNOCS, possui coordenadas 513.340 E e 9.430.607 N (SRH, 2015), e pertence a bacia hidrográfica do Banabuiú (Ver Figura 1). Ele barra o rio Sitiá, afluente do rio Banabuiú, possui capacidade de armazenamento de 456 hm^3 (COGERH, 2009), e no ano de 2017 abastecia uma população de aproximadamente 165.263 pessoas (IBGE, 2017), dos municípios de Quixadá e Quixeramobim.

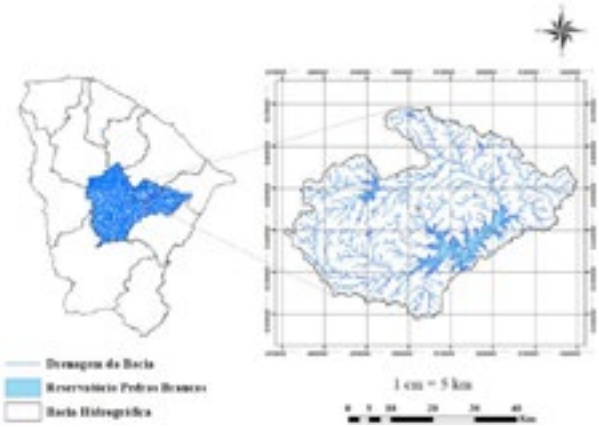


Figura 1 - Mapa de localização do reservatório Pedras Brancas.

2.2 Análise do estado trófico do reservatório

A coleta de dados para a determinação do Índice de Estado Trófico – IET do reservatório Pedras Brancas foi do tipo secundária fornecidos pelas instituições COGERH e FUNCEME. Os dados fornecidos são de coletas trimestrais realizadas nos meses de fevereiro, maio, agosto e novembro do ano 2017. Os meses fevereiro e maio referente ao período chuvoso e os meses agosto e novembro referente ao período não chuvoso.

As metodologias adotadas para a avaliação e classificação do reservatório Pedras Brancas foram as de Toledo (1990) e Lamparelli (2004). Ambas metodologias foram comparadas ao resultado de IET fornecido pela COGERH através do Portal Hidrológico. Os

parâmetros analisados e aplicados nas metodologias foram Fósforo Total (PT), Clorofila "a" (Cl "a") e profundidade de Secchi.

2.2.1 Tolledo (1990)

Para a aplicação da metodologia de Toledo (1990), usou-se as seguintes equações.

$IET_{PT} = 10\ \{6 - [\ln(80{,}32 / PT) / \ln 2]\}$ Equação (1)

$IET_{Cl"a"} = 10\ \{6 - [(2{,}04 - 0{,}695 \ln Cl"a") / \ln 2]\}$ Equação (2)

$IETm = [IET_P + IET_{Cl"a"}] / 2$ Equação (3)

Onde: PT = concentração de fósforo total em mg/m^3; Cl"a" = concentração de clorofila a em mg/m^3; ln = logarítmo natural; IETm = média aritmética simples dos índices relativos ao fósforo total e a clorofila "a".

Substituindo-se os dados dos parâmetros nas equações 1, 2, 3 foi obtido o IET. Após isso foi verificado na Tabela I a classificação trófica do reservatório Pedras Brancas de acordo com a metodologia de Toledo (1990).

Tabela I - Limites para diferentes níveis de estado trófico segundo o sistema de classificação proposto por Toledo (1990).

CRITÉRIO	Estado Trófico	Transparência	Fósforo Total (mg/l)	Clorofila "a" (ug/l)
IET ≤ 24	Ultraoligotrófico	≥ 7,8	≤ 0,006	≤ 0,51
24 < IET ≤ 44	Oligotrófico	7,7 – 20	0,007 – 0,026	0,52 – 3,81
44 < IET ≤ 54	Mesotrófico	1,9 – 1,0	0,027 – 0052	3,82 – 10,34
54 < IET ≤ 74	Eutrófico	0,9 – 0,3	0,053 – 0,211	10,35 – 76,06
IET > 74	Hipereutrófico	< 0,3	> 0,211	> 76,06

Fonte: Adaptado de Toledo, 1990.

2.2.2 Lamparelli (2004)

Para a aplicação da metodologia de Lamparelli (2004), usou-se as seguintes equações.

$IET_{PT} = 6{,}055 * \ln(PT) + 34{,}464$ Equação (4)

$IET_{Cl"a"} = 4{,}905 * \ln(Cl"a") + 46{,}727$ Equação (5)

$IETm = [(IET_{PT} + IET_{Cl"a"})/2]$ Equação (6)

Onde: PT = Concentração de Fósforo Total em µg/L; Cl"a" = Concentração de Clorofila "a" em µg/L; IETm = média aritmética simples dos índices relativos ao Fósforo Total e a Clorofila "a"; ln = Logarítmo natural.

Substituindo-se os parâmetros nas equações 4, 5 e 6 foi obtido o IET. Após isso foi verificado na Tabela II a classificação trófica do reservatório Pedras Brancas.

Tabela II - Limites para diferentes níveis de estado trófico segundo o sistema de classificação proposto por Lamparelli (2004).

NÍVEL TRÓFICO	Fósforo Total (mg/l)	Clorofila "a" (ug/l)	S (m)	IET
Ultraoligotrófico	≤ 0,008	≤ 1,17	≥ 2,4	IET ≤ 47
Oligotrófico	0,008 < FT ≤ 0,019	1,17 < Cl ≤ 3,24	2,4 > S ≥ 1,7	47 < IET ≤ 52
Mesotrófico	0,019 < FT ≤ 0,052	3,24 < Cl ≤ 11,03	1,7 > S ≥ 1,1	52 < IET ≤ 59
Eutrófico	0,052 < FT ≤ 0,120	11,03 < Cl ≤ 30,55	1,1 > S ≥ 0,8	59 < IET ≤ 63
Supereutrófico	0,120 < FT ≤ 0,233	30,55 < Cl ≤ 69,05	0,8 > S ≥ 0,6	63 < IET ≤ 67
Hipereutrófico	> 0,233	> 69,05	< 0,6	IET> 67

Fonte: Adaptado de Lamparelli, 2004

2.2.3 IET fornecido pela COGERH

O índice mais conhecido e de fácil aplicação para determinar a qualidade de água de reservatórios é o IET, no entanto ele mensura apenas os nutrientes na coluna de água, desconsiderando outros fatores de muita importância. Diante disso a COGERH para superar tal limitação, e aplicar a metodologia do IET nos reservatórios do estado do Ceará, utiliza o IET associado a outros aspectos ambientais para classificar o estado trófico dos reservatórios que ela gerencia.

De acordo com Paulino *et al* (2013) outros aspectos ambientais que a COGERH inclui em sua análise são: nutrientes limitantes, contagem de cianobactérias, presença de plantas aquáticas, volume armazenado no açude, transparência de Secchi e o conhecimento da área

dos técnicos das gerências regionais que realizam a determinação do IET. Ainda de acordo Paulino *et al* (2013) essa metodologia de análise tem se mostrado adequada e eficiente na avaliação do estado trófico dos reservatórios hídricos cearenses.

2.2.4 Fósforo Total

De acordo com a resolução CONAMA 357 de 2005, o limite de fósforo total em reservatórios lênticos de águas doces de Classe 2, e que possui tempo de residência de 2 a 40 dias, deve ser menor ou igual a 50 µg P/L. Como o reservatório Pedras Brancas não possui um enquadramento, assim como os outros reservatórios do Estado do Ceará, a resolução supracitada afirma em seu artigo 42 que deve considerá-los como de Classe 2.

Para Paulino, Oliveira e Avelino, (2013), e vários outros autores os resultados do IET correspondentes ao fósforo devem ser entendidos como uma medida do potencial de eutrofização, atuando assim como o agente causador do processo.

2.2.5 Clorofila "a"

De acordo com a resolução CONAMA 357 de 2005 o limite estabelecido para a concentração de clorofila "a" em reservatórios de águas doces de Classe 2 é de 30 µg/L Cl "a". Para Paulino, Oliveira e Avelino (2013), a clorofila "a" pode ser considerada como uma medida da resposta do corpo hídrico ao agente causador, indicando assim o nível de crescimento de algas em suas águas.

2.2.6 Cianobactérias

O abundante crescimento de cianobactérias em reservatórios de água cria vários problemas no suprimento de água para atendimento de seus usos múltiplos. As florações tóxicas oriundas das cianobactérias causam problemas como mortandade de peixes, alteração da cor, gosto e odor da água e risco a saúde humana, sendo assim justificado como parâmetro

de monitoramento da qualidade da água nos reservatórios do Estado do Ceará realizado pela COGERH. Como o reservatório Pedras Brancas é classificado como de Classe 2, conforme descrito na resolução CONAMA 357 de 2005, tem-se que o limite de cianobactérias permitidos para no reservatório Pedras Brancas é de até 50.000 células/ml.

3. Resultados

3.1 Variantes no processo da eutrofização

3.1.1 Precipitação

A precipitação pode ser uma das variantes que influenciam na eutrofização, esta atua no aporte de água do reservatório, fazendo com que as concentrações de nutrientes estejam mais diluídas, e resultando assim em uma melhor qualidade da água. A Tabela III apresenta o regime de chuvas de 2017 para a cidade de Quixadá, município em que o reservatório Pedras Brancas está localizado. Percebe-se que no segundo semestre a lâmina de água precipitada foi insignificante em relação ao primeiro semestre. Este fato indica um potencial do reservatório estar eutrofizado, ou em pior qualidade, nesse período.

Tabela III - Precipitação pluviométrica no município Quixadá no ano 2017.

PERÍODO		mm
2017	FEVEREIRO	235.6
	MAIO	134.0
	AGOSTO	12.0
	NOVEMBRO	0.0

Fonte: Próprio autor. Dados da FUNCEME.

3.1.2 Volume do reservatório

A Figura 2 ilustra a variação de volume armazenado no reservatório Pedras Brancas entre os anos 2004 e 2018. Percebe-se que é descrente o volume de água armazenada nesse período, somente no ano de 2009 houve uma recarga considerável de seu volume, chegando próximo a sua capacidade máxima de armazenamento. No ano 2017 essa redução de seu volume chegou a valores críticos, sendo este um dos anos com o menor volume medido nos últimos 14 anos mostrado no Gráfico.

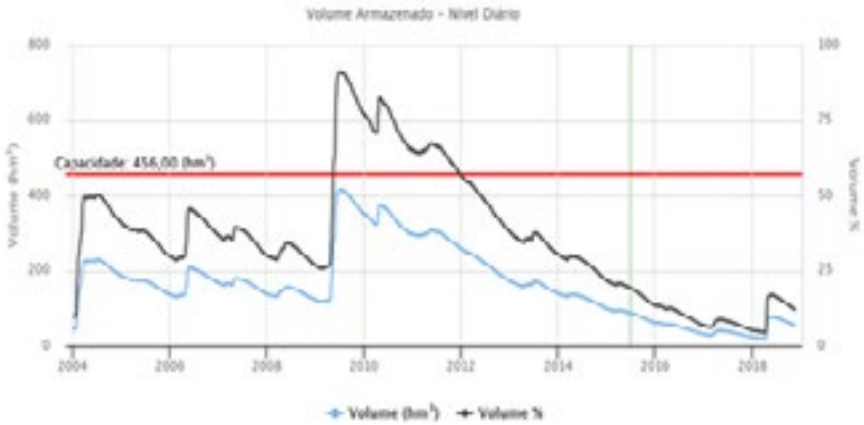


Figura 2 - Capacidade máxima e volume armazenado de água no reservatório Pedras Brancas entre 2004 e 2018. Fonte: COGERH e FUNCEME, 2018.

Na Tabela IV, verifica-se que o reservatório Pedras Brancas no ano de 2017 apresentou um volume menor que 10 % de sua capacidade total. Esse baixo aporte pode estar associado às baixas pluviométricas identificadas no reservatório (Tabela III), e à constante retirada de água desse para atendimento dos usos múltiplos.

Tabela IV - Volume de água armazenada no reservatório Pedras Brancas no ano 2017.

	MÊS	VOLUME
2017	FEVEREIRO	6,34%
	MAIO	8,60%
	AGOSTO	7,92%
	NOVEMBRO	5,73%

Fonte: Próprio autor. Dados da COGERH.

3.2 Metodologia de Toledo (1990)

A Tabela V apresenta as concentrações dos parâmetros utilizados na metodologia de Toledo (1990). Nesta metodologia foi calculado o IET para o fósforo total e clorofila “a”. Em seguida, foi feita a média aritmética entre estes IETs, e com o resultado foi verificado o estado trófico do reservatório Pedras Brancas na Tabela I.

Nos meses de fevereiro e maio de 2017, período considerado chuvoso, foi verificado que o reservatório Pedras Brancas esteve classificado como oligotrófico, sendo corpos de águas limpos e de baixa produtividade.

A partir dos meses de agosto a novembro de 2017 foi verificado que o reservatório esteve classificado como mesotrófico. De acordo com Toledo (1990), corpos hídricos neste estado são considerados lagos com produtividade intermediária.

Tabela V - Concentrações dos parâmetros analisados e seus respectivos IETs na metodologia de Toledo (1990) no ano de 2017.

	Mês	PT(µg P/L)	Cl "a" (µg/L)	S (m)	IET PT	IET Cl"a"	ETm
2017	FEVEREIRO	71,00	4,66	1,70	58,22	18,49	38,36
	MAIO	65,00	7,22	1,60	56,95	22,88	39,91
	AGOSTO	86,00	81,24	0,90	60,99	47,15	54,06
	NOVEMBRO	76,00	112,45	0,60	59,20	50,41	54,81

Fonte: Próprio autor. Dados da COGERH.

Os resultados dos IETs expressos na Tabela V possivelmente foram influenciados pelas variações pluviométricas características da região. O período em que o reservatório foi classificado com pior qualidade de água foi durante o segundo semestre do ano 2017, em que se teve 12 mm de chuva no mês agosto e 0 mm no mês novembro. Nesse mesmo período tem-se que o reservatório Pedras Brancas esteve com um dos seus menores volumes de armazenamento de água, que são 7,92% para o mês agosto e 5,73% para o mês novembro.

3.3 Metodologia de Lamparelli (2004)

Para esta metodologia os valores do índice de estado trófico médio, expressos na Tabela VI, mostraram que em nenhum mês o reservatório Pedras Brancas foi classificado no nível de estado trófico oligotrófico. Nos períodos de fevereiro e maio de 2017, o reservatório foi classificado no nível trófico mesotrófico, a partir de agosto o mesmo foi classificado como eutrofizado. Está classificação se dá a este nível pois muito provavelmente nesses períodos o

reservatório possuiu um baixo aporte de água, consequência das baixas precipitações e pela alta redução de seu volume acumulado, conforme mostrado nas Tabelas III e IV.

Tabela VI - Concentrações dos parâmetros analisados e seus respectivos IETs na metodologia de Lamparelli (2004) no ano de 2017.

	CAMPANHA	PT (µg P/L)	Cl "a" (µg/L)	S (m)	IETPT	IETCl"a"	IETm
2017	FEVEREIRO	71,00	4,660	1,70	60,27	54,28	57,28
	MAIO	65,00	7,220	1,60	59,74	56,42	58,08
	AGOSTO	86,00	81,240	0,90	61,44	68,30	64,87
	NOVEMBRO	76,00	112,450	0,60	60,69	69,89	65,29

Fonte: Próprio autor. Dados da COGERH.

3.4 Classes tróficas dos IETs

Conforme observa-se na Tabela VII, a metodologia que apresentou dados de IET mais próximo e por consequência a mesma classe trófica dos dados de classe trófica fornecidos pela COGERH foi a metodologia de Lamparelli (2004).

Sabendo-se que o dado da COGERH é o utilizado para a gestão dos recursos hídricos do Ceará, tem-se que para o primeiro semestre de 2017, período considerado chuvoso, o reservatório Pedras Brancas foi classificado como mesotrófico, que significa que nesse período o reservatório esteve com produtividade intermediária e com possíveis implicações na qualidade da água. Já no segundo semestre de 2017, período considerado não chuvoso, percebe-se um decaimento na qualidade da água do reservatório Pedras Brancas, neste período ele foi classificado como eutrofizado, que significa dizer que ele possui uma alta concentração de nutrientes, alta produtividade, baixa transparência e uma qualidade ruim.

Tabela VII – Nível trófico para as campanhas do ano de 2017 no reservatório Pedras Brancas.

	MÊS	Toledo (1990)	Lamparelli (2004)	COGERH
2017	**FEVEREIRO**	Oligotrófico	Mesotrófico	Mesotrófico
	MAIO	Oligotrófico	Mesotrófico	Mesotrófico
	AGOSTO	Mesotrófico	Eutrofizado	Eutrofizado
	NOVEMBRO	Mesotrófico	Eutrofizado	Eutrofizado

Fonte: Próprio autor.

3.5 Abastecimento humano e irrigação

Sabendo-se que as concentrações limites de Fósforo Total, Clorofila "a", e contagem de cianobactérias para reservatórios de águas doces e de classe 2, conforme estabelecido pela resolução CONAMA 357 de 2005, são de 50 µg P/L, 30 µg/L e 50.000 células/ml, respectivamente, e que suas concentrações medidas no reservatório Pedras Brancas no ano 2017 são os expressos na Tabela VIII, têm-se que:

- O reservatório Pedras Brancas nos meses fevereiro e março apresentou valores aceitáveis de cianobactérias e Cl "a", no entanto apresentou um valor de PT superior ao estabelecido pela resolução 357, tornando-o nesse período potencialmente eutrofizado. De acordo com as metodologias de Toledo (1990), Lamparelli (2004) e a GOGERH ele esteve próprio para consumo humano.

- Para os meses agosto e novembro observa-se valores de PT, Cl "a" e cianobactérias superiores aos aceitáveis, exceto cianobactérias para o mês de novembro. Estas características ratificam o motivo do reservatório ter sido classificado como eutrofizado pelas metodologias de Lamparelli e COGERH. Sendo assim nesse período o reservatório não esteve próprio para consumo humano, a não ser que tivesse passado por um tratamento físico, químico ou biológico.

- Analisando anualmente, observa-se que a concentração de Cl "a" foi crescente, atribui-se isso a no primeiro semestre do ano, quando choveu, os nutrientes presentes no solo, provindos das atividades agrícolas, foram carreados para dentro do reservatório, sendo assim no segundo semestre a produtividade foi alta devido ao grande aporte de nutrientes que havia ocorrido no reservatório no seu primeiro semestre.

- De acordo com a COGERH, e através de sua metodologia de determinação do IET, quando o reservatório for classificado como eutrofizado, o uso de sua água para a irrigação ainda se encontra em um nível aceitável/tolerado para ser utilizado na irrigação. Tornando, portanto, a água para ano de 2017 utlizável, mesmo quando o reservatório no segundo semestre foi classificado como eutrofizado.

Tabela VIII – Concentração de parâmetros no reservatório Pedras Brancas em 2017.

	CAMPANHA	PT (µg P/L)	Cl "a" (µg/L)	(m)	Cianobactérias (Células/ml)
2017	FEVEREIRO	71,00	4,66	1,70	45.618
	MAIO	65,00	7,22	1,60	8.356
	AGOSTO	86,00	81,24	0,90	283.079
	NOVEMBRO	76,00	112,45	0,60	4.261

Fonte: Próprio autor. Dados da COGERH.

4. Conclusões

Tendo como referência os monitoramentos realizados pela COGERH, pode-se afirmar que a metodologia mais assertiva ao aferimento do Índice de Estado Trófico do reservatório Pedras Brancas foi a de Lamparelli (2004). Sendo está, neste estudo, a mais assertiva durante o ano de 2017. A metodologia de Toledo (1990) subestimou o estado trófico do reservatório, afirmando que as águas do mesmo poderiam ser consumidas nos primeiros meses do ano apenas com filtração simples, classificação esta que traria sérios riscos à saúde humana, caso fosse executada.

5. Referências Bibliográficas

BRASIL. **Resolução CONAMA 357, 17 de março de 2005**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2006. Acesso em 05 de jan. de 2019.

COGERH. **SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BANABUIÚ**: Características gerais. 2009.

DANTAS, Sulivan Pereira. Açudagem no nordeste brasileiro e no Ceará: estimativa de evaporação do açude Castanhão em um ano seco. 2017. 195f. Tese (Doutorado em Geografia)-Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

FUNCEME. **Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos**. Disponível em: <http://www.funceme.br/>. Acesso em 05 de jan. de 2019.

LAMPARELLI, M. C. 2004. **Grau de trofia em corpos d'água do Estado de São Paulo: Avaliação dos métodos de monitoramento**. 207f. Tese. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

PAULINO, W. D.; OLIVEIRA, R. R. A.; AVELINO, F. F. **Classificação do estado trófico para o gerenciamento de reservatórios no semiárido: a experiência da Cogerh no estado do Ceará**. Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, XX, 2013, Bento Gonçalves.

TOLEDO JR., A. P.; TALARICO, M.; CHINEZ, S. J.; AGUDO, E. G. "**Aplicação de modelos simplificados para a avaliação de processos de eutrofização em lagos e reservatórios tropicais**". In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária. Anais. Camboriú, Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária, p.1-34. 1983.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS DO RIBEIRÃO DAS ROSAS, JUIZ DE FORA/MG, ATRAVÉS DOS PARÂMETROS OD, DBO E E. COLI

Geisa Dias Gaio [(a)], Pedro José de Oliveira Machado [(b)]

[(a)] Universidade Federal de Juiz de Fora, Programa de Pós-Graduação em Geografia, geisa1903@gmail.com

[(b)] Universidade Federal de Juiz de Fora, Programa de Pós-Graduação em Geografia, pjomachado@gmail.com

Eixo: Dinâmica e Gestão de Bacias Hidrográficas

Resumo

Este trabalho apresenta alguns resultados da pesquisa em desenvolvimento no curso de Mestrado em Geografia, da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), com objetivo principal de estudar as relações que se estabelecem entre uso, ocupação e cobertura da terra e a resultante qualidade das águas de um curso d'água urbano, tendo como recorte territorial a área de propriedade do Exército Brasileiro, popularmente tratada como Remonta, localizada em Juiz de Fora/MG. Por sua localização no Médio curso do Ribeirão das Rosas e por suas características diferenciadas – baixa densidade de ocupação humana e usos restritos – a Remonta, tende a desempenhar um importante papel de melhoria dos padrões de qualidade das águas desse ribeirão. Dessa forma, foi observada a variação dos parâmetros de qualidade relacionados à introdução de matéria orgânica, ou seja, OD (Oxigênio Dissolvido), DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) e E. Coli avaliados a partir de amostras coletadas em quatro pontos do curso d'água.

Palavras chave: Uso e cobertura, Qualidade da água, Matéria Orgânica.

Geisa Dias Gaio, Pedro José de Oliveira Machado

1. Introdução

O presente trabalho apresenta alguns resultados da pesquisa que vem sendo desenvolvida no curso de Mestrado em Geografia, da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), e que tem como objetivo principal estudar as relações que se estabelecem entre uso, ocupação e cobertura do solo e a resultante qualidade das águas de um curso d'água urbano, tendo como recorte territorial a área de propriedade do Exército Brasileiro, popularmente

tratada como Remonta, localizada em Juiz de Fora/MG, e que abriga o Centro de Educação Ambiental e Cultura do Exército Brasileiro (CEAC/JF).

A bacia hidrográfica do Ribeirão das Rosas (BHRR), que abrange grande parte da Remonta, apresenta uma importante especificidade quando comparada às bacias de outros córregos urbanos locais, pois a ocupação humana em seu baixo curso é praticamente inexistente (Figura 1). Embora Porto et. al. (1993, p.809) afirmem que "a ocupação da bacia hidrográfica tende a ocorrer no sentido de jusante para montante, devido às características do relevo", no caso específico da BHRR a ocupação está concentrada no seu alto curso, que apresenta grande diversidade de usos urbanos e intensa ocupação e, por consequência, elevada produção de efluentes. Seu baixo curso é caracterizado exatamente pela presença da Remonta, área onde predominam a baixa densidade de ocupação humana, usos com características tipicamente rurais e cobertura vegetal expressiva, sendo pequena a produção de efluentes domésticos.

Dessa forma, como demonstrado na figura 1, o baixo curso do Ribeirão das Rosas é caracterizado por reduzida introdução de efluentes domésticos, pela presença de densa cobertura vegetal, por trechos encachoeirados, baixa densidade de ocupação e por usos mais relacionados à conservação ambiental. Esse conjunto de circunstâncias transforma essa parte da bacia, ocupada pela Remonta, em uma área muito propícia às pesquisas que tentam estudar o papel desempenhado por áreas de proteção na qualidade das águas.

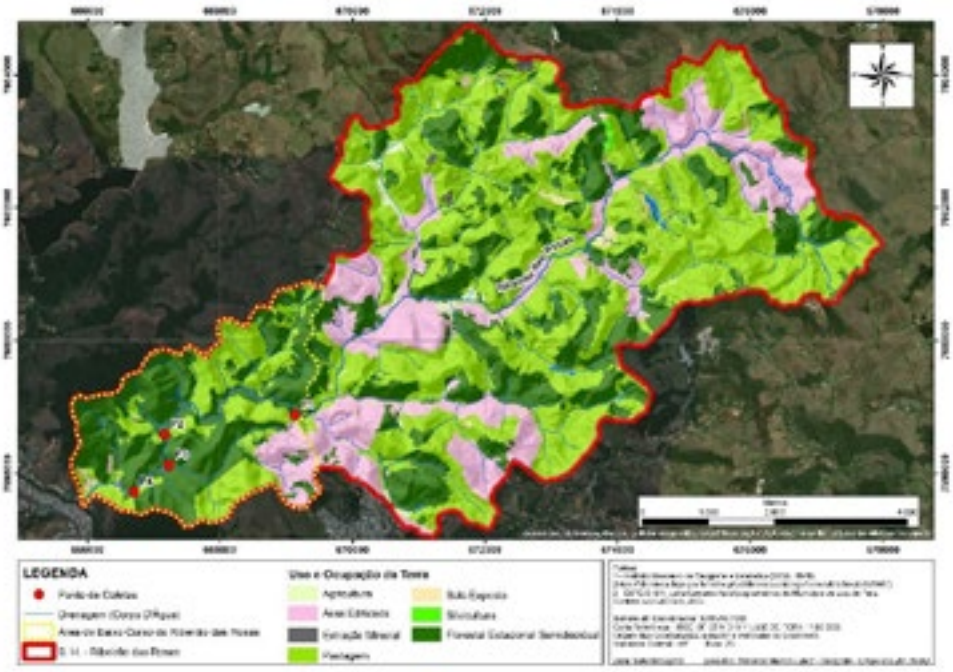


Figura 1 – Uso e Cobertura da terra na Bacia Hidrográfica Ribeirão das Rosas

1.1. Parâmetros de Qualidade da Água

Vários parâmetros podem ser utilizados para monitorar a qualidade das águas. Eles são fundamentais para classificar e enquadrar os corpos d'água de acordo com as classes de qualidade e os padrões de potabilidade, indicando os impactos gerados pela inadequada gestão dos recursos hídricos (ANA, 2018). A degradação da qualidade das águas, especialmente nas áreas urbanas, está diretamente vinculada à poluição orgânica.

Destaca-se que, de acordo com a Deliberação Normativa COPAM 16, de 24 de setembro de 1996, o Ribeirão das Rosas se enquadra como curso d'água de Classe 1, e sendo assim, os parâmetros avaliados nessa pesquisa serão correlacionados aos padrões estabelecidos para essa classe.

Dessa forma, para avaliar a influência da área da Remonta na qualidade das águas do Ribeirão das Rosas, foi observada a variação dos parâmetros de qualidade relacionados à introdução de matéria orgânica, sobretudo os apresentados a seguir.

Oxigênio Dissolvido (OD): o OD é essencial para muitas espécies de vida aquática. As águas poluídas por esgotos apresentam baixa concentração de OD, pois o mesmo é consumido no processo de decomposição da matéria orgânica. Geralmente, o OD se reduz ou desaparece quando a água recebe grandes quantidades de substâncias orgânicas biodegradáveis como, por exemplo, o esgoto doméstico. Se o oxigênio for totalmente consumido, formam-se condições anaeróbias, com geração de maus odores (VON SPERLING, 2014). Por outro lado, as águas limpas tendem a apresentar concentrações de OD mais elevadas, superiores a 5 mg/l, exceto se ocorrerem condições naturais que causem baixos valores deste parâmetro (ANA, 2018). O OD é o parâmetro mais importante para expressar a qualidade de um ambiente hídrico e a caracterização dos efeitos da poluição das águas por despejos orgânicos (VON SPERLING, 2014). Para águas da Classe 1 a Resolução Conama nº 357/05 estabelece o mínimo de 6mg/l.

Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO): de acordo com a CETESB (2016), a DBO de uma água é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbia para uma forma inorgânica estável. A DBO é normalmente considerada como a quantidade de oxigênio consumido durante um determinado período de tempo, numa temperatura de incubação específica. Um período de 5 dias, numa temperatura de 20°C é frequentemente usado e referida como $DBO_{5(20)}$. O aumento da DBO num corpo d'água é provocado por despejos de origem orgânica, que pode levar ao esgotamento do oxigênio, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática. A Resolução Conama nº 357/05 estabelece, para a Classe 1, o limite de 3mg/l para a $DBO_{5(20)}$.

Escherichia coli (E. coli): é a principal bactéria do subgrupo dos coliformes termotolerantes, que normalmente estão presentes em grandes quantidades no trato intestinal

de seres humanos e outros animais. Está presente em número elevado nas fezes humanas e de animais homeotérmicos e é raramente detectada na ausência de poluição fecal. É considerado o indicador mais adequado de contaminação fecal em águas doces (CETESB, 2016). A Resolução Conama nº 357/05 estabelece, para a Classe 1, que "a E. Coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliforme termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente. Em Minas Gerais, a DN Copam/CERH nº01/2008, estabelece que "a E. coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliforme termotolerante observando-se os mesmos limites". Ou seja, "não deverá ser excedido um limite de 200 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais, de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral".

2. Materiais e Métodos

Para avaliar a influência da Remonta na melhoria da qualidade das águas do Ribeirão das Rosas foram eleitos quatro pontos de monitoramento (Quadro 1 e Figura 1), que representam adequadamente as características gerais do baixo curso desse corpo hídrico.

Quadro 1 - Pontos de monitoramento das águas do Ribeirão das Rosas

Ponto de Coleta (Figura 1)	Localização (Lat/Long)	Altitude (m)
1	21º42.330” S 43º21.904” W	772
2	21º42.501” S 43º23.037” W	721
3	21º42.757” S 43º22.991” W	720
4	21º42.984” S 43º23.289” W	719

P1: Ponto de entrada do ribeirão na área militar da Remonta. Nesse ponto suas águas transportam todos os efluentes gerados (e não tratados) nos bairros localizados à montante, com elevada concentração de matéria orgânica.

Figura 2 – Primeiro ponto de coleta de água (Início da área do Exército).
Data: 14/08/2017. Autor: Geisa Dias Gaio

P2: Localizado à jusante do primeiro ponto, em local onde as águas do ribeirão se mostram mais oxigenadas, em razão do trecho encachoeirado que atravessa (Figura 3), o que aumenta a velocidade das águas e a adição de oxigênio atmosférico. Soma-se a essa situação, nesse trajeto, a presença de uma grande cobertura vegetal, o aumento da vazão, em razão da grande quantidade de afluentes e a diminuição da introdução de matéria orgânica. Todas essas características tendem a promover a melhoria da qualidade do corpo hídrico.

Figura 3 – Imagem do segundo ponto de coleta, com vista a partir da ponte.
Data: 27/11/2018. Autor: Geisa Dias Gaio

P3: Este ponto localiza-se à jusante do encontro do Ribeirão das Rosas com um tributário que vem do bairro Granjas Bethânia, trazendo os afluentes domésticos ali gerados (Figura 4). O local foi escolhido para avaliar a interferência desse tributário na qualidade das águas do Ribeirão das Rosas. Por não apresentar diferença significativa de altimetria entre os pontos 2 e 3, não há tendência de aumento na oxigenação natural do corpo hídrico nesse trecho.

Figura 4 – Terceiro ponto de coleta de água.
Data: 14/08/2017. Autor: Geisa Dias Gaio

P4: Ponto localizado próximo à foz do Ribeirão das Rosas, na saída da área da Remonta, onde a água escoa com baixa velocidade devido à pequena declividade do leito (Figura 5). Observa-se uma tonalidade bem mais clara das águas se comparada ao ponto 1 (entrada na área militar).

Figura 5 – Quarto ponto de coleta de água.
Data: 27/11/2017. Autor: Geisa Dias Gaio

A coleta das amostras de água do Ribeirão das Rosas (bem como as análises laboratoriais) foi realizada, trimestralmente, pela Companhia de Saneamento Municipal (CESAMA), desde o mês de agosto de 2017 até maio de 2018. Essa opção buscou abarcar duas coletas no período mais seco (agosto e maio) e duas coletas no período chuvoso (novembro e fevereiro), quando **foram** avaliados os parâmetros OD, DBO e E.Coli.

3. Resultados e Discussões

A Tabela II apresenta os valores médios encontrados nas coletas realizadas em agosto/2017, novembro/2017, fevereiro/2018 e maio/2018 dos parâmetros apresentados.

Tabela II – Resultados médios das amostras realizadas no Ribeirão das Rosas

Valores Médios (4 coletas)			
PONTO	**DBO (mg/l O2)**	**OD (mg/l)**	**E.COLI (NMP/100 ml)**
1	35,2	3,3	1.420.000
2	14,7	5,8	16.275
3	18,5	5,6	18.666
4	18,2	5,6	13.250

Destacam-se algumas importantes variações da qualidade das águas do ribeirão. No ponto 1, podemos observar valores elevados de E.coli e DBO. Isso é explicado pela grande quantidade de matéria orgânica trazida de montante, já que os esgotos domésticos são lançados no ribeirão sem nenhum tipo de prévio tratamento. O OD apresenta comportamento contrário, ou seja, quanto maior os valores da DBO (oxigênio consumido para oxidar a matéria orgânica via respiração dos microrganismos), menor a quantidade de OD.

Os valores encontrados a jusante do ponto 1 se mantém menores e mais aproximados devido as águas do ribeirão se mostrarem mais oxigenadas, em razão do trecho encachoeirado existente entre os pontos 1 e 2, o que aumenta a velocidade das águas e possibilita a adição de oxigênio atmosférico. Soma-se a essa situação, nesse trajeto, a presença de uma grande cobertura vegetal, o aumento da vazão do ribeirão, em razão da grande quantidade de afluentes e a diminuição da introdução de matéria orgânica (Figura 1). Por não apresentar diferença significativa de altimetria entre os pontos 2 e os seguintes, não há tendência de aumento na oxigenação natural do corpo hídrico o que faz com que os valores de OD se mantenham praticamente inalterados (Quadro 1).

Vale destacar que no ponto 3 (local onde o Ribeirão das Rosas recebe um afluente vindo de área urbanizada - Figura 1), a E.coli (e a dbo) apresenta um pequeno aumento, que

pode ser explicado pela introdução de matéria orgânica trazida pelo citado tributário, proveniente do bairro Granjas Betânia, que apresenta uma densidade demográfica elevada (PJF, 2016).

4. Considerações Finais

Os resultados apontam para uma tendência de melhoria da qualidade das águas do ribeirão a jusante, em direção à sua foz no Rio Paraibuna, o que está associado à presença das favoráveis características da Remonta, que funciona como uma zona de descontinuidade do processo urbano de Juiz de Fora.

É oportuno atentar-se que, mesmo observado uma melhora em todos os parâmetros observados, para jusante, os mesmos ainda se mostram fora dos limites estabelecidos para a classe 1, na qual se enquadra o Ribeirão das Rosas, demonstrando, de um lado, a importância da manutenção de áreas protegidas para a melhoria da qualidade ambiental, e de outro lado, o grande e negativo impacto causado pelas atividades humanas em áreas urbanas, geradoras de efluentes diversos e não tratados nos cursos d'água.

5. Agradecimentos

Agradecemos aos militares do Campo de Instrução de Juiz de Fora/Centro de Educação Ambiental e Cultura do Exército Brasileiro, ao apoio da equipe técnica da CESAMA e ao NAGEA – NÚCLEO DE ANÁLISE GEO AMBIENTAL, em especial ao professor Cézar, que desde o início dessa pesquisa tem-nos ajudado a alcançar nossos objetivos.

6. Referências Bibliográficas

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Panorama da qualidade das águas superficiais do Brasil: 2012. Brasília: ANA, 2018.

CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental). Varáveis de Qualidade das Águas. isponível em: http://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2017/11/Ap%C3%AAndice-E-Significado-Ambiental-e-Sanit%C3%A1rio-das-Vari%C3%A1veis-de-Qualidade-2016.pdf. Acesso em: 09 out. 2018.

COPAM (Conselho Estadual de Política Ambiental). Deliberação Normativa nº 016, de 24/09/1996. Dispõe sobre o enquadramento das águas estaduais da bacia do Rio Paraibuna. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=113>. Acesso em: 05 nov. 2011

GAIO, Geisa Dias; MACHADO, Pedro José de Oliveira. A Zona de Descontinuidade Urbana da Remonta. In: ANAIS DO V SEMINÁRIO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA. JUIZ DE FORA: UFJF, 2017. Disponível em: http://www.ufjf.br/ppgeografia/files/2017/09/COMPILADO_ANAIS_2_VERSAO.pdf. Acesso em: 30/03/2018.

GAIO, Geisa Dias; MACHADO, P. J. O.; ROCHA, C. H. B.. A influência da Remonta na qualidade das águas do Ribeirão das Rosas. Juiz de Fora/MG. In: ANAIS DO III SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA DO PARAÍBA DO SUL, 2018. Disponível em: http://www.ufjf.br/srhps/files/2018/09/C5005.pdf. Acesso em: 09/10/2018. (Apresentação de Trabalho/Simpósio).

PORTO, R. L. et al. Drenagem urbana. In. TUCCI, C. E. M. (Org.). Hidrologia: ciência e aplicação. Porto Alegre: UFRS/EDUSP/ABRH, 1993, p. 805-848.

VON SPERLING. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos: princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – DESA –Universidade Federal de Minas Gerais, 2014.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

AVALIAÇÃO DE MÉTODOS DE ESTIMATIVA DA DESCARGA SÓLIDA TOTAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CASCAVEL EM GUARAPUAVA/PR

Edivaldo Geffer [(a)], Tatiane Wouk [(b)]

(a) Professor EBTT do IFMS-Instituto Federal de Mato Groso do Sul, campos Ponta Porã email: edivaldo.geffer@ifms.edu.br

(b) Universidade Estadual do Centro-Oeste UNICENTRO- email: tatianewouk@hotmail.com

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

O trabalho teve como objetivo testar a eficácia de métodos de cálculo da carga sólida fluvial em rios de leito predominantemente rochosos, em bacias com diferentes tipos de uso da terra, em Guarapuava/PR. A partir de dados hidrossedimentológicos medidos na bacia do Rio Cascavel, e em quatro de suas sub-bacias, em 13 eventos de chuva entre julho de 2015 e novembro de 2016, aplicou-se e avaliou-se os métodos indiretos de cálculo da descarga sólida total fluvial de Colby (1957), Karim, (1998), Engelund e Hansen (1997), e Cheng (2002). Na seção da bacia do Cascavel, o método de Cheng (2002), seguido pelo de Colby (1957) foram os que aprestaram melhores resultados na estimativa da descarga sólida total. Para as demais seções das quatro sub-bacias a relação da descarga medida com a calculada variou de evento para evento e de bacia/sub-bacia. O transporte de sedimento fluvial mostrou-se complexo, e está associado principalmente às especificidades do local e as formas de manejo do solo.

Palavras chave: Sedimentos, hidrossedimentologia, geomorfologia fluvial.

1. Introdução

Os prejuízos ocasionados pelos processos erosivos, sob o ponto de vista da perda de solo, são amplamente discutidos e de suma importância em termos de degradação ambiental. Entretanto, a perda de solo é apenas o primeiro dos impactos, vindo em seguida outros, notadamente nos cursos fluviais, destino das partículas de solo removido (sedimentos), alterando o canal de drenagem fisicamente e também as características físicas e químicas das águas.

Os sedimentos transportados nos canais fluviais são influenciados por variáveis como a inclinação da vertente, tipo de cobertura e manejo do solo, forma da bacia, material de formação do solo, intensidade, duração e frequência da chuva. (Oeurng et al. 2010).

A carga de sedimento transportada pelos rios é originada em sua grande maioria das vertentes da bacia hidrográfica. O transporte de sedimentos de locais fontes para a saída da bacia depende fortemente da magnitude dos eventos climáticos e dos processos hidrogeomorfológicos que definem as partículas em movimento e sobre as quantidades (Gay et al., 2014). Existe uma forte variabilidade temporal das exportações de sedimentos das bacias hidrográficas em diferentes escalas de tempo.

Paiva (2003) descreve que, não se podem fixar as porcentagens da descarga transportadas em suspensão e no leito, em razão da complexidade e da variabilidade no espaço e no tempo do volume transportado, sendo importante sua medição e/ou estimativa, uma vez que com a soma delas tem-se a descarga total fluvial.

Destaca-se que são vários os métodos indiretos para cálculos da descarga sólida nos cursos fluviais (Carvalho, 1994; Yang, 1996; Moris e Fan, 1997; Julien, 1998; e Paiva, 2003). Sendo que alguns estimam apenas a descarga sólida de arrasto ou de materiais de leito e/ou em suspensão, enquanto outros estimam a descarga sólida total.

No Brasil alguns trabalhos avaliaram métodos indiretos para cálculo da descarga sólida fluvial (Paiva, 1995; Scapin, 2007; Vestena, 2016; Almeida 2012; Sobrinho *et al* 2013). Esses trabalhos desenvolvidos no Brasil foram aplicados para rios de grande porte em sua maioria e não se tem registro de avaliações de métodos indiretos para cálculo da descarga sólida fluvial aplicados em rios com leito rochosos ou misto rochoso-aluvial.

Em rios de leito rochosos ou mistos rochoso/aluvial que é o caso da bacia hidrográfica em estudo, a erosão começa quando a cobertura é removida, sendo que a incisão depende, em grande parte, da ação das partículas sobre o leito. Portanto, a erosão do leito depende da relação entre a taxa de suprimento e a taxa de remoção de sedimentos que se constitui de modo diferenciado, sendo influenciado pelo substrato rochoso e por atividades antrópicas, desenvolvida ao longo da vertente ou no próprio leito fluvial (LIMA e BINDA 2013).

Tinkler (1997), destaca que suas morfologias se diferencia dos canais aluviais, principalmente, por apresentarem declividades relativamente maiores. No sentido hidráulico, uma declividade alta seria aquela na qual o fluxo é sempre crítico e a vazão possui máxima eficiência para a energia disponível, maximizando a potência do escoamento e da tensão de cisalhamento, de modo que os sedimentos são prontamente removidos.

A erosão em rios de leito misto rochoso-aluvial dar-se predominantemente durante os períodos em que a vazão é geomorfologicamente dominante, quando a vazão apresenta competência para a mobilização da carga sedimentar depositada em trechos do leito fluvial.

Neste sentido, a erosão nesses canais ocorre quando o fluxo possui capacidade de transporte excessiva, quando comparado ao suprimento de sedimentos (LIMA e BINDA 2013). Tendo seu início quando a cobertura aluvial é removida, sendo que a incisão depende basicamente da ação das partículas sedimentares em trânsito no canal, compreendendo a relação de taxa de suprimento e a taxa de sedimentos.

Este estudo verificou a eficácia de métodos indiretos de cálculo da descarga sólida, de estimativa do transporte de sedimentos fluvial, em pequenos rios de leito rochosos em bacias com diferentes tipos de uso da terra. Os métodos indiretos de cálculo da carga sólida total fluvial testados foram o de Colby (1957); Karin (1998); Engelund e Hansen (1997); e Cheng (2002), de acordo com a aplicabilidade para rios de pequeno porte, e serem de fácil aplicação, em função da exigência de dados de entrada.

A pesquisa foi realizada no município de Guarapuava, na bacia hidrografia do rio Cascavel, e em quatro de suas sub-bacias, em rios com leito predominantemente rochoso, sendo três localizadas na área urbana, e uma na área rural.

1.1. Área de Estudo

O recorte espacial é a bacia do rio Cascavel–BHC, a qual se localiza no município de Guarapuava, região central do Estado do Paraná. Esta bacia tem como rio principal o rio Cascavel, o qual é tributário da bacia do rio Jordão, este por sua vez deságua no rio Iguaçu, afluente do rio Paraná.

A BHC, área de estudo, localiza-se, na região Centro-Sul do Estado do Paraná, em torno do paralelo 25º21’ de latitude Sul, no reverso da escarpa basáltica da Serra da Esperança, no Terceiro Planalto Paranaense a uma altitude média em torno de 1.015 m. Tendo como composição rochosa o arenito São Bento inferior ao Botucatu do período triásico do mesozoico, que recebeu vários derrames de lavas básicas muito compactadas e com espessuras que variam de 50 a 1.750 metros (MAACK, 2002).

O clima é o subtropical mesotérmico úmido (Thomaz e Perreto, 2016). A média anual de precipitação é 1.920,84 (mm), com índices pluviométricos elevados no período sazonal de Verão e Primavera.

Em relação a hidrografia da BHC seu canal principal é o rio Cascavel que drena a cidade de Guarapuava no sentido nordeste ao sudoeste, enquanto, seus afluentes: arroio Carro Quebrado, arroio Barro Preto e arroio do Engenho drenam a cidade em sentido leste ao oeste, em função de um padrão de drenagem controlado pela estrutura do substrato rochoso local (BINDA e BERTOTTI, 2008).

Este, está sobre uma estrutura de falha NE-SO, que condiciona a direção de sua drenagem, os seus divisores topográficos, e um padrão de drenagem dendrítico, com alto grau de ramificação, condicionado pelo substrato rochoso (MINEROPAR, 1992). A declividade média da BHC é de 6,4%, apresentando relevo pouco dissecado.

A BHC é composta por várias sub-bacias, porém neste trabalho, optou-se por trabalhar com a BHC e quatro de suas sub-bacias, sendo três localizadas na área urbana: sub-bacia hidrográfica do Barro Preto – SBHBP, sub-bacia hidrográfica do Carro Quebrado – SBHCQ e sub-bacia hidrográfica do Engenho – SBHE, e uma localizada na área rural, sendo a sub-bacia hidrográfica do Monjolo – SBHM (Figura 1).

A SBHCQ está toda situada na área urbana da cidade de Guarapuava, tendo uso e ocupação do solo predominantemente de construções e áreas impermeabilizadas. Tendo vários trechos canalizados ou alterados por obras de diversas magnitudes que consequentemente impactaram nas feições fluviais.

A SBHE, também está localizada na área urbana de Guarapuava, sendo o tipo de uso e ocupação do solo predomínio da área construída e áreas impermeabilizadas. A SBHBP, Também está localizada na área urbana de Guarapuava, tendo predomínio da área construída e áreas impermeabilizadas. Em alguns pontos da sub-bacia verificam-se avançados níveis de urbanização próxima ao leito fluvial, a presença de muros e paredes de residências. A SBHM diferencia-se das demais sub-bacias escolhidas, pelo fato de localizar-se predominantemente em área rural do município de Guarapuava. Possui cobertura vegetal arbóreo-arbustiva em quase 50%, de sua área.

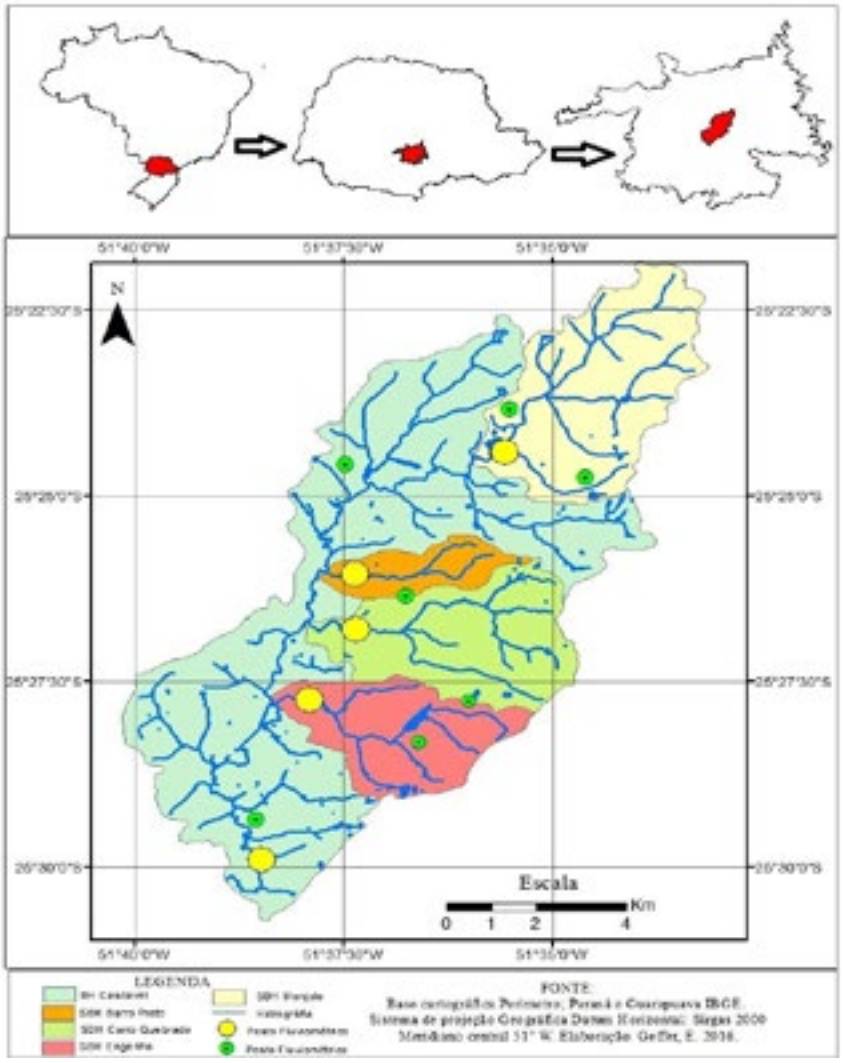


Figura 1 - Localização da área de estudo.

A escolha destas sub-bacias também ocorreu em função de apresentarem morfologia e morfometria semelhantes, em contraste com seus diferentes graus de urbanização e de uso do solo.

2. Metodologia

No total, treze eventos de chuva foram estudados, entre os meses de julho de 2015 a novembro de 2016.

Os dados de chuva utilizados foram dados médios, obtidos pelo método da média aritmética de postos pluviométricos na bacia e sub-bacia estudas, da estação Agrometeorológica de Guarapuava, monitorada pelo Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR); de cinco pluviógrafos automáticos monitorados pelo grupo de pesquisa: em Hidrogeomorfologia, da Unicentro; e de dois pluviógrafos automáticos, monitorados pelo Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais (CEMADEN) (Figura 1).

A concentração de sedimento em suspensão (Css) foi medida nas seções transversais fluviais, nos treze eventos mensurados, utilizou-se de um amostrador de sedimentos em suspensão, modelo USDH-48 (AMS-1), em amostragens integradas na profundidade, pelo método de amostragem por igual incremento de largura, como descrito em Carvalho et al. (2000).

A determinação da Css deu-se pelo método de evaporação ou pela leitura da turbidez, utilizando-se de um turbidímetro portátil, da marca Hanna, modelo HI93703. O equipamento faz a leitura em FTU (*Formazine Turbidity Unit*), sendo a concentração de sedimento em suspensão, em g/L, obtida utilizando-se da equação Css = 0.0004T + 0,0446, previamente elaborada e validada, na região de Guarapuava-PR, que relaciona o valor da turbidez, em FTU, com a Css, em g/L (Thomaz e Pereto, 2016).

Optou-se por utilizar esses dois métodos, pois as amostras variavam muito na quantidade de sedimento suspenso. Usou-se o turbidímetro quando as amostras tinham pouco sedimento suspenso, não ultrapassando 0.44 g/l, pois o turbidímetro só faz as leituras da turbidez até 999 FTU, o qual corresponde a 0.44 g/l. Para as amostras que a turbidez era superior, utilizou-se o método de evaporação.

As medições de vazão (Q) durante os eventos considerados foram feitas utilizando o método do flutuador, em função da medição ocorrer em momento de vazão crítica (nível de água alto e grande poder de transporte), este fato dificulta a medição por outros métodos, conjuntamente com o fato que são rios de pequeno porte.

O método de medição de vazão em seção fluvial por flutuadores é recomendado em casos cujos rios apresentam certas características, tais como: são pequenos (largura inferior a 10 metros), e/ou pedregosos, e/ou rasos (trechos com menos de 10 cm de altura da lamina de água) (COLLISCHONN; TASSI, 2008). Os rios estudados apresentam essas características.

A Descarga sólida em suspensão foi obtida por meio da relação entre a descarga sólida em suspensão e área de drenagem contribuinte na BHC e nas sub-bacias, para os trezes eventos mensurados.

A descarga sólida de arrasto ou descarga sólida de leito foi obtida por meio de medições pontuais, utilizando-se de um amostrador de sedimento de leito, tipo draga, seguindo os procedimentos detalhos em Carvalho (2000).

A descarga sólida total para cada uma das medições pontuais, em cada um dos eventos de chuva foram estimadas e medidas em campo. A descarga sólida total medida em campo deu-se por meio da soma entre a descarga sólida de leito/arrasto e a descarga sólida em suspensão ($Dst = Qss + Qsa$).

Os métodos indiretos de estimativa de cálculo da descarga sólida total: Colby (1957), Karin (1998), Engelund e Hansen (1997), e Cheng (2002) foram aplicados, utilizando-se de dados e informações pontuais obtidas nos levantamentos de campo. Cada método possui sua especificidade de dados de entrada os quais foram coletados durante os trabalhos de campo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A quantidade de sedimento transportada está associada à quantidade de sedimento disponível nas áreas fontes de sedimento da bacia. Dessa forma, verificou-se que a Dss pode variar significativamente no espaço, principalmente em bacias hidrográficas que apresentam altas taxas de concentração de fluxo fluvial e variações significativas na vazão, como verificado na BHC e suas sub-bacias, com uso da terra predominante urbano.

A Css na maioria dos trezes eventos foi maior na SBHCQ, mais especificadamente, em sete eventos, seguido pela BHC, com cinco eventos. No entanto, uma maior Css não necessariamente representou uma maior quantidade de sedimento em suspensão transportada, uma vez que a carga de sedimento depende da quantidade de vazão.

A Qst média na BHC nos eventos medidos foi de 137, 25 t/dia. Na BHC, a Qst máxima foi registrada no evento 11, de 30/11-02/12/2015, 661, 18 t/dia (27,57 t/horas), enquanto que no evento sete a menor 4,78 t/dia (0,19 t/horas).

A vazão na BHC variou significativamente dentre os eventos, a maior foi de 22,53 (m³/s) e a menor de 1,87 (m³/s), com uma média de 9,10 (m³/s).

Na figura 2, têm-se as relações da Qss (t/dia) com a Q (m³/s), da Qst (t/dia) com a Q (m³/s), da Qsa (t/dia) com a Q (m³/s) e da Qst (t/hora) com a Q (m³/s).

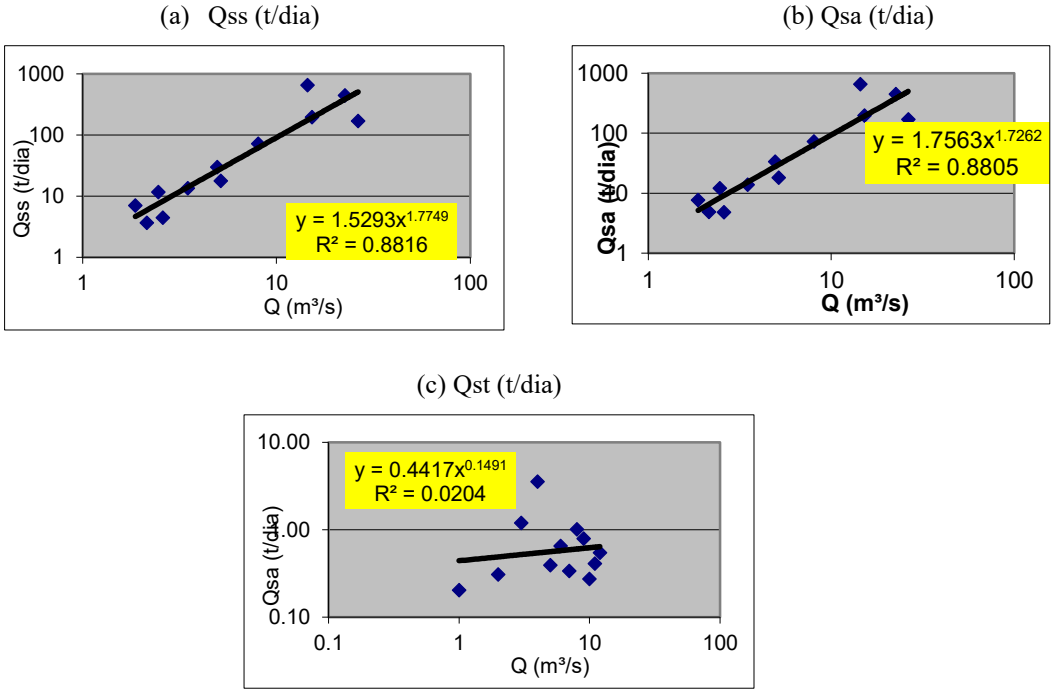


Figura 02 - Relação Qss, Qsa e Qst com a vazão na BHC.

A Qss e Qst apresentaram uma correlação positiva forte com a Q, com coeficiente de determinação r² de 0,8816 e 0,8805, respectivamente (Figura 2a e 2b). Entretanto, a Qsa não apresentou correlação com a vazão, r² de 0,0204 (Figura 2c).

Em relação as sub-bacias da BHC, destaca-se que a descarga sólida de leito e em suspensão variou de sub-bacia para sub-bacia e de evento para evento. Em relação às médias da Qst, destaca-se que a SBHCQ apresentou maior média 117,54 t/dia; seguida pelas SBHE com 48,23 t/dia; SBHBP com 25,77 t/dia; e SBHM com 8,32 t/dia (uso do solo rural).

A SBHCQ apresentou de modo geral valores medidos de Qss (t/dia), Qsa (t/dia) e Qst (t/dia), acima das demais sub-bacias analisadas assim como os valores de concentração de sedimento suspenso já mencionados.

Em relação à correlação da Q, com a Qss, Qst, Qsa, na SBHCQ os valores de r^2 foram de 0,906, 0,924 e 0,232, respectivamente. Na SBHE os valores de r^2 foram de 0,883, 0,907 e 0,006, respectivamente. A SBHBP apresentou valores de r^2 de 0,109, 0,453 e 0,103, respectivamente. E na SBHM, r^2 de 0,331, 0,3394 e 0,092. A Qsa e a vazão não apresentaram correlação com a vazão ou apresentaram correlação positiva fraca nas sub-bacias, já a Qss e a Dst apresentaram correlação positiva forte.

Assim como na BHC, nas demais sub-bacias a Q variou consideravelmente entre os eventos mensurados. Quantos aos valores médios de vazão dentre os eventos, a SBHCQ apresentou vazão de 4,66, a SBHE 3,37, a SBHBP 3,09, e a SBHM 1,65 m^3/s.

Os resultados de Qst estimados usando os métodos indiretos são apresentados na (tabela 2). Dos métodos empregados para estimar a descarga sólida total na BHC, o método que melhor se ajustou aos dados medidos em campo foi o de Cheng (2002) com *DIF* de 67,77%, seguido pelos métodos de Colby (73,66%), Engelund e Hansen (1997) (1964.60%) e Karin (1998) (2044%) (Tabela 1).

Os métodos de Engelund e Hansen (1997) e Karin (1998), foram os que apresentaram os maiores índices de *DIF* na BHC, ou seja, 1964,60% e 2044,58%, respectivamente. Sendo assim, os referidos métodos não devem ser utilizados na estimativa da descarga sólida total na BHC.

Tabela 1– Diferença percentual relativa (*DIF*) da BHC

Método (Autores)	***DIF* (%)**
Cheng (2002)	67,77
Colby (1957)	73,66
Engelund e Hansen (1997)	1964,60
Karin (1998)	2044,58

Dos métodos empregados para estimar a descarga sólida total nas sub-bacias urbanas, destaca-se que na SBHCQ, nem um apresentou valores próximos dos medidos, com valores elevados de *DIF*. Em relação à descarga sólida total na SBHE, o método de Engelund e Hansen (1997) e Karin (1998) foram os que aprestaram menores *DIF*, 85,35% e 89,81%, respectivamente. Já na SBHBP, o método de Engelund e Hansen (1997) foi o que apresentou menor *DIF* 92,72%.

Em relação aos métodos testados para a determinação da descarga sólida total na SBHM, com uso do solo predominantemente rural, nenhum dos métodos apresentou valores próximos dos medidos.

Tabela 2 – Diferença percentual relativa (*DIF*) nas sub-bacias da BHC.

Método (Autores)	***DIF* (%)**

SBHCQ	Cheng (2002)	26.296,62
SBHCQ	Colby (1957)	283.551,90
SBHCQ	Engelund e Hansen (1997)	4.599,29
SBHCQ	Karin (1998)	83.254,70
SBHE	Cheng (2002)	89,81
SBHE	Colby (1957)	6.655,35
SBHE	Engelund e Hansen (1997)	85,35
SBHE	Karin (1998)	1.415,45
SBHBP	Cheng (2002)	5.929,29
SBHBP	Colby (1957)	42.485.765,72
SBHBP	Engelund e Hansen (1997)	92,72
SBHBP	Karin (1998)	1.680,57
SBHM	Cheng (2002)	6.412,14
SBHM	Colby (1957)	2.479,14
SBHM	Engelund e Hansen (1997)	461,47
SBHM	Karin (1998)	980,36

Em termos gerais as variações das *DIF* se devem às características de cada equação, da BHC e suas sub-bacias. As equações, em sua grande maioria, foram deduzidas a partir de dados de laboratório, e o transporte de sedimento fluvial é complexo, e está associado às especificidades de cada local.

Um determinado método pode apresentar resultados bem diferentes para cada situação, bacia ou sub-bacia. Dessa forma, é extremamente importante a validação dos modelos para cada sub-bacia, por meio de comparação com dados medidos em campo, para se evitar estimativas e conclusões precipitadas e errôneas, e a obtenção de dados de descarga sólidas totais irreais.

Em relação aos métodos testados para determinação da descarga sólida total em rios de leitos rochosos verificou-se não haver um método indireto de cálculo da descarga sólida total mais indicado dentre os avaliados, uma vez que a eficiência dos métodos variou nos eventos e nos locais.

4. CONCLUSÕES

Dos métodos empregados para estimar a descarga sólida total de Colby (1957); Karin (1998); Engelund e Hansen (1997); e Cheng (2002), o método que melhor se ajustou a dados medidos na BHC foi o de Cheng (2002) com *DIF* de 67,77%, seguido pelos métodos de Colby (73,66%). Na SBHE o método de Engelund e Hansen e (1997) e Karin (1998), foram os que aprestaram melhores resultados, com DIF de 85,35% e 89,81%, respectivamente. Na SBHBP também foi o método de Engelund e

Hansen (1997), que aprestou DIF de 92,72%. Nas SBHCQ e SBHM todos os métodos empregados apresentaram índices elevados de *DIF*.

A relação descarga medida e estimada variou de evento para evento e de bacia/sub-bacia, o que demonstra que a quantidade de sedimento fluvial se diferencia no tempo e no espaço, e está diretamente associado as formas de uso e manejo do solo.

Por fim, destaca-se que a compreensão da dinâmica hidrossedimentológica exige monitoramento em campo em pequenos intervalos de tempo, pois dados obtidos em intervalos grandes podem esconder variações e comportamentos significativos, além de ocasionarem erros de estimativa.

5. REFERÊNCIAS

BINDA, A. L.; BERTOTTI, L. G. **Mapeamento de características físicas do relevo da cidade de Guarapuava-PR utilizando técnicas de geoprocessamento**. RA´E GA, Curitiba, n. 16, p. 167-182, 2008.

GAY, A.; CERDAN, O.; DELMAS, M.; DESMET, M. **Variability of suspended sediment yields within the Loire river basin (France)**. Journal of Hydrology, v.519, p.1225–1237, 2014.

CARVALHO, N. O.; FILIZOLA JÚNIOR, N.P.; SANTOS, P.M.C.; LIMA, J. E. F. W. **Guia de práticas sedimentométricas**. Brasília: ANEEL. 2000. 154p.

CARVALHO, N. O. **Hidrossedimentologia pratica**. 2 ed. Rio de Janeiro: Interciência, 600p. 2008.

COLLISCHONN, W.; TASSI, R. **Introduzindo hidrologia.** Porto Alegre: IPH/UFRGS, 2008. 274p.

LIMA. A.; BINDA. R: **Lithologic and structural controls on fluvial knickzones in basalts of the Paraná Basin, Brazil.** In: J. South Am. Earth Sci. 48 (2013), p. 262-270.

MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná**. 3ª ed. Curitiba: Banco de Desenvolvimento do Paraná, Universidade Federal do Paraná, Instituto de Biologia e Pesquisa Tecnológica, 2002. 438 p.

MONTGOMERY, D.R. & GRAN, K.B. Downstream variations in the width of bedrock channels. **Water Resources Research**, v.37, p.1841-1846, 2001.

MINERAIS DO PARANÁ. **Geologia de planejamento**: Caracterização do Meio Físico da Área Urbana de Guarapuava. Curitiba: MINEROPAR, 1992.

OEURNG, C., SAUVAGE, S., SÁNCHEZ-PÉREZ, J.-M., 2010. **Dynamics of suspended sediment transport and yield in a large agricultural catchment, southwest france**. Earth Surf. Proc. Land. 35 (11), 1289–1301. 2010.

PAIVA, L. E. D. **Aplicação de métodos macroscópicos na determinação da carga solida total transportada em rios**. 1995. 199 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia civil) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1995.

PAIVA, J. B. D. Métodos de cálculo do transporte de sedimento em rios. In: PAIVA, J. B. D. de; PAIVA, E. M. C. D. de. **Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas.** Porto Alegre: ABRH, 2003. p. 313-364.

THOMAZ, E. L.; PERETTO, G. T. Hydrogeomorphic connectivity on roads crossing in rural headwaters and its effect on stream dynamics. **Science of the Total Environment,** v. 550, p. 547-555, 2016.

TINKLER, K. J.; WOHL, E. E. A primer on bedrock channels. In: TINKLER, K. J. WOHL, E. E. **Rivers over rock**: fluvial processes in bedrock channels. American Geophysical Union: Washington, DC, 1997, p.1-18. (Geophysical monograph 107).

VESTENA, L. R. Água: conceitos e procedimentos metodológicos à Educação Ambiental. In: VESTENA, C. L. B.; SOUZA, F. M. **Educação Ambiental em foco**. São Carlos: 2016. 111-147, 2016.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ANÁLISE DA QUALIDADE HIDROQUÍMICA DA ÁGUA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DIACUÍ EM JATAÍ-GO

Maria Alice Santos Lima [(a)], Simone Marques Faria Lopes [(b)], Josemária Zulmira Araújo da Silva[(c)]

[(a)] Geografia (bacharelado)/Unidade acadêmica Especial de Estudos Geográficos, Universidade Federal de Jataí - UFJ, thealicetop@gmail.com
[(b)] Geografia/Unidade acadêmica Especial de Estudos Geográficos, Universidade Federal de Jataí – UFJ, simoneufg@yahoo.com.br
[(c)] Geografia (bacharelado)/Unidade acadêmica Especial de Estudos Geográficos, Universidade Federal de Jataí – UFJ, josya913@gmail.com

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas.

Resumo

A bacia do córrego Diacuí apresenta-se deficiente em cuidados com a qualidade ambiental. Neste sentido ressalta-se a importancia do planejamento para preservação dos recursos naturais, principalmente em áreas urbanas. Esta bacia foi escolhida por apresentar problemas ambientais, ausência de mata ciliar, erosão e elevada presença de resíduos sólidos, surgindo assim, a necessidade do monitoramento da qualidade d'água, relacionando aos valores de referência estabelecidos pelo CONAMA nº 357 de 2005, em que foi possível verificar que o córrego se enquadra na classe I da referida Resolução, a qual pode ser destinada ao consumo humano, após tratamento simplificado, a recreação de contato primário (natação, mergulho) e ainda irrigação de hortaliças, porém ressalta-se a necessidade de um monitoramento mais aprofundado sobre as variáveis físico-químico e biológicas.

Palavras chave: Bacia urbana; físico-químico; CONAMA 357/2005.

1. Introdução

Para Tucci (1993), "bacia hidrográfica é uma área de captação natural da água de precipitação, que converge os elementos para uma única saída", conhecida também como exutório. A utilização de uma bacia hidrográfica como sendo uma unidade de planejamento e gerenciamento ambiental não é recente.

Há tempos, hidrólogos reconhecem as ligações entre as características físicas das bacias e a quantidade de água que chega aos corpos hídricos. Já os limnólogos, consideram que as

Maria Alice Santos Lima, Simone Marques Faria Lopes, Josemária Zulmira Araújo da Silva

características do corpo d'agua reflete as características de sua bacia de drenagem. As abordagens de planejamento e gerenciamento ambiental que utilizam a bacia hidrográfica como unidade de estudo, têm evoluído em demasia, desde quando as mesmas apresentam características biogeofísicas que denotam sistemas ecológicos e hidrológicos relativamente coesos (SCHIAVETTI & CAMARGO, 2002).

É necessário conhecer a formação, constituição e dinâmica das bacias hidrográficas pois elas assumem grande importância na recuperação das áreas degradadas, neste sentido pode-se dizer que grande parte dos danos ambientais que ocorrem - na superfície terrestre – estão situadas nas bacias. E esse cuidado é importante para que as obras de recuperação nao sejam temporárias e/ou sem grande eficácia (ARAÚJO, 2013).

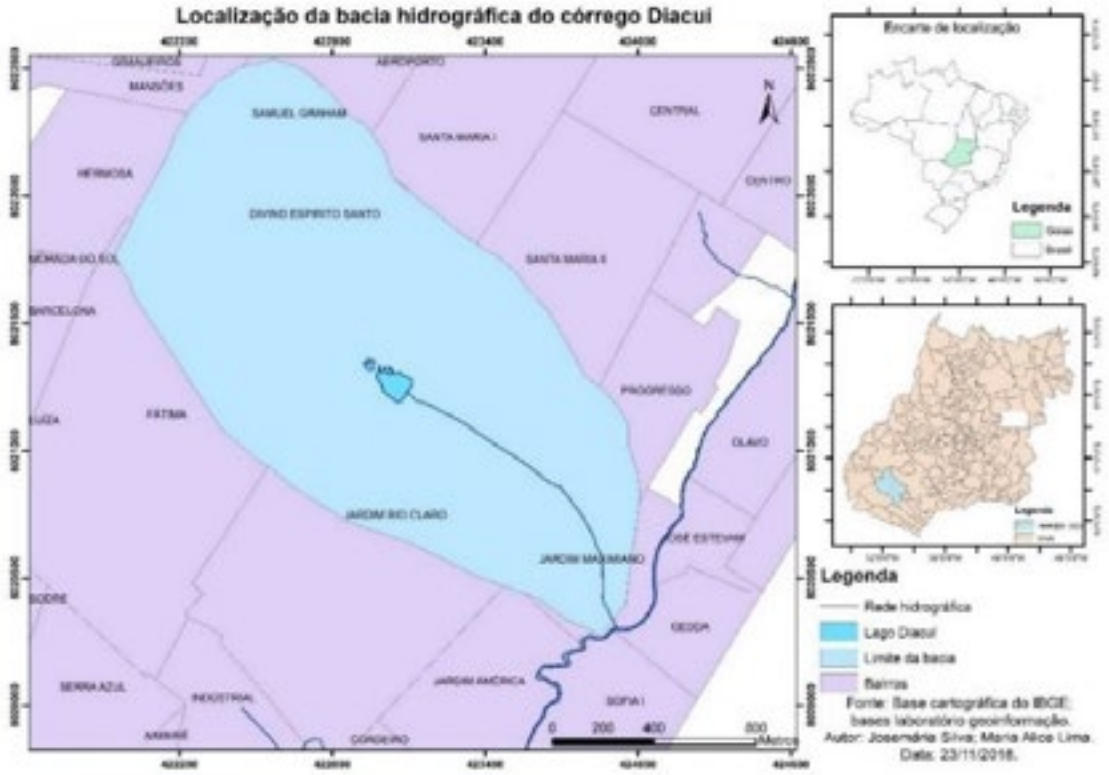
Neste sentido, o estudo das bacias urbanas, possui uma grande relevância, por esta ser muito mais fácil de se contaminar, por estar totalmente em contato com os usos humanos e todas suas formas de poluição, as quais devido ao processo de escoamento superficial, encontram maior facilidade de fluxo consequente da impermeabilização do solo, o que pode prejudicar a qualidade do curso d'água.

Dentro do processo de gerenciamento e planejamento ambiental de bacias hidrográficas, houve inicalmente um direcionamento à solução de problemas relacionados ao recurso água, que prioriza o uso múltiplo. O planejamento ambiental é essencial para a não destruição por completo dos recursos naturais. O gerenciamento dos problemas urbanos, é basicamente dependente de estudos relacionados à avaliação dos fatores que têm causado a degradação dos recursos naturais, como também das atividades antrópicas associadas a riscos potenciais para estes recursos, auxiliando na formulação de propostas para o manejo sustentado destes (FORBES & HODGE, 1971; SCHIAVETTI & CAMARGO, 2002).

A avaliação da qualidade da água superficial em áreas urbanas funciona como indicativo das dinâmicas dentro de uma bacia hidrográfica. O conhecimento das atividades dentro da bacia, assim como a massa de água, é imprescindível para os levantamentos e estudos sobre as características e alterações na qualidade da água, como também para a prevenção de problemas de poluição que comprometerá o aproveitamento múltiplo da mesma.

A bacia do córrego Diacuí foi escolhida por primeiramente não ser objeto de muitos estudos e ainda por apresentar problemas ambientais, ausência de mata ciliar, processos erosivos e etc. A falta de cuidados com o córrego é visível, trata-se de um córrego canalizado e totalmente antropizado. Sendo assim, objetivou-se analisar a qualidade d'água, no mês de novembro de 2018, referente à primavera, relacionando aos valores de referência estabelecidos pelo CONAMA nº 357 de 2005. Os dados referem-se a um levantamento inicial da qualidade hidroquímica da água de bacias urbanas do município de Jataí-GO.

A bacia hidrográfica do córrego Diacuí localiza dentro do perímetro urbano do município de Jataí no sudoeste Goiano. Margeado pelos bairros Setor das Mansões, Samuel Graham, Aeroporto, Santa Maria I e II, Divino Espírito Santo, Progresso, José Estevam, Jardim Maximiniano, Jardim América, Rio Claro, Vila Fátima e Hermosa. Sendo ele, afluente do córrego Jataí, afluente do rio Claro, o qual compõe a bacia do rio Paranaíba que deságua no rio Paraná. Situa-se na porção sudoeste de Jataí, entre as coordenadas UTM 8022500 – 8020000 S e 422200 – 424000 O (Mapa I), e ocupa área aproximada de 248 ha, com 90,8% sendo áreas contruídas e apenas 2% constituída por vegetação arbórea (mata de galeria) essencialmente na zona do Parque Ecológico Diacuí.



Mapa 1 – Mapa de localização da bacia hidrográfica do córrego Diacuí

2. Materiais e métodos

O processo cartográfico de delimitação, localização e caracterização da bacia hidrográfica do córrego Diacuí utilizou-se o *Software ArcGis 10.1*, tendo como base, os arquivos disponibilizados pelo laboratório de geoinformação da Universidade Federal de Jataí - UFJ.

O levantamento fotográfico para caracterização, foi realisado no dia da coleta de campo na bacia pelos próprios autores no dia 20 de novembro de 2018 – primavera - pela manhã. Utilizando câmera fotográfica Canon EOS Rebel T6, em que foi possível registrar as especificidades de cada ponto de amostragem.

Para as determinações referentes aos parâmetros limnológicos de qualidade hidroquímica da água, utilizou-se o equipamento Sonda Multiparâmetro da marca Oakton, modelo PCD 650, foram efetuadas *in* loco análises das variáveis Potencial Hidrogeniônico (pH), Temperatura da água (°C), Condutividade Elétrica (CE), Total de

Sólidos Dissolvidos (TDS), Salinidade (NaCl), Resistibilidade (Res), Oxigênio Dissolvido (DO).

O processo de leitura constitui-se em inserir a sonda multiparâmetro na água, cujos sensores apresentam os resultados diretos mg/L. Este método de leitura foi realizado igualmente para todos pontos amostrais ao longo do curso hídrico.

Para classificação do corpo d'água, os padrões de qualidade e enquadramento dos corpos d'água foram definidos de acordo com as Resolução CONAMA nº 357/2005, conforme descrito no Quadro 1.

Quadro 1 – Padrões de qualidade para ambientes lóticos das classes 1, 2, 3 e 4 de águas doces segundo a Resolução CONAMA nº 357/2005*.

Parâmetros	Classe I	Classe II	Classe III	Classe IV
T° C	Sem padrão	Sem padrão	Sem padrão	Sem padrão
pH	6,9 a 9,0	6,0 a 9,0	6,9 a 9,0	6,0 a 9,0
DO (O_2)	Não Inf. 6 mg/L	Não Inf. 5 mg/L	Não Inf. 4 mg/L	Sup. 2,0 mg/L
CE	Sem padrão	Sem padrão	Sem padrão	Sem padrão
TDS (mg/L)	Até 500 mg/L	Até 500 mg/L	Até 500 mg/L	Até 500 mg/L
Salinidade NaCl (mg/L)	500 mg/L	500 mg/L	500 mg/L	500 mg/L
Res	Sem padrão	Sem padrão	Sem padrão	Sem padrão

*Não Inf. Não inferior; Sup. Superior.
Fonte: Adaptado de CONAMA 357/2005. Org. Própria das autoras (2019)

3. Resultados

O córrego é totalmente canalizado e urbano, sendo encontrado na parte baixa da cidade. A comunidade ribeirinha, não respeita o limite de mata ciliar. Durante a coleta de campo, visualizou-se ocupações inadequadas, instalações comerciais além de resquícios de resíduos sólidos domésticos e de construção civil, muito próximo as márgens do córrego. Foi possível evidenciar ainda, marcas deixadas pela última chuva, (carreamento de solo e residuos sólidos), comprovados pelas informações disponíveis no site do INMET, em que em sete dias antecedentes a amostragem (13/11/2018 a a 19/11/2018) choveu 70mm no município de Jataí, observou-se ainda que em 30 dias antecedentes choveu cerca de 200,4mm.

A temperatura é de fundamental importância dentro das análises da água pois ela possui ligação direta com as as variáveis de mucoviscosidade, condutividade elétrica, resistividade

dentre outros fatores químicos e bioquímicos do corpo d'água. Mesmo o CONAMA não adotando padrão para a temperatura da água, a CETESB (2009) (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo) indicam variação de 0°C a 30°C nas águas do Brasil.

Dos dados coletados nos pontos de amostragem, apresentados no gráfico 1, a maior temperatura encontrada foi a do ponto 1 no Parque Ecológico Diacuí, onde há uma reserva fechada apenas em torno da nascente, e o lago encontra-se exposto a incidência dos raios solares, fazendo com que aumente a temperatura da água (LOPES, 2016)

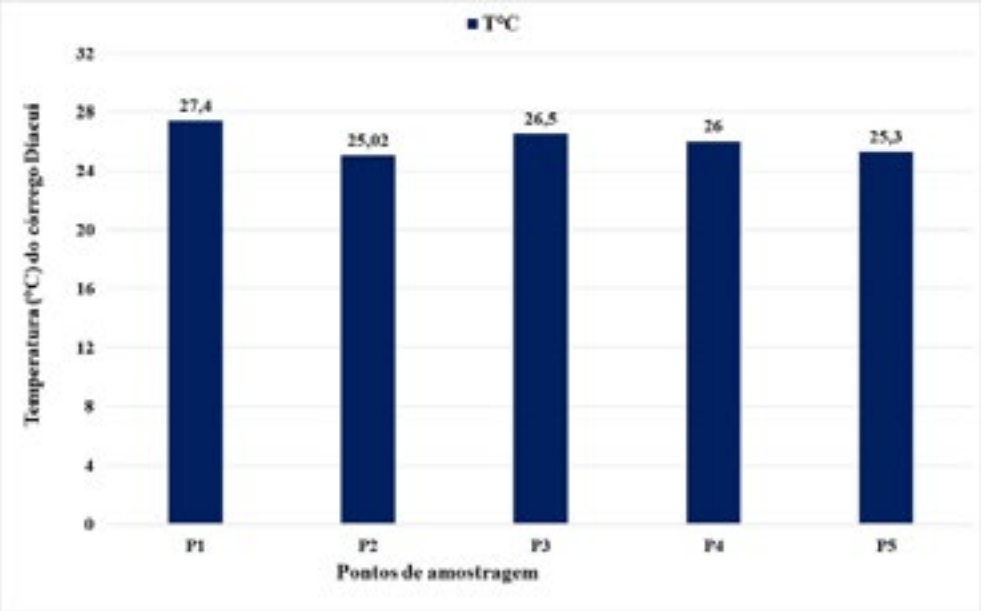


Gráfico 01 - Temperatura em ºC nos pontos de amostragem

Vale ressaltar nesta análise o ponto 2, em que, mesmo com o curso canalizado, evidenciou a presença de mata ciliar abaixo de 20 m, bastante sombreada devido ao porte das árvores, influenciando também diretamente a temperatura, outro fato que chama atenção nesta análise é a presença de um desvio na água vinda do lago, neste sentido, o ponto 2 no momento da amostragem não recebia influência do ponto a montante, sendo abastecido por água advinda das galerias pluviais da região, conforme foto 1 A e B.

A – Canalização da água do lago e escoamento de galerias pluviais.	B – Desvio da água do lago por canalização.

Foto1 - Própria das autoras

O gráfico 1 evidencia ainda uma distribuição homogênea na temperatura a partir do ponto 2, apresentando uma média de 26,4 °C para todo o curso hídrico, deixando claro que a área de represamento apresenta uma temperatura maior devido a incidência de raios solares.

O potencial hidrogeniônico é dado pela quantidade de íons de hidrogênio (H^+) dissolvido na água. Classifica-se sua concentração em ácida, neutra e básica, onde para água doce a resolução CONAMA 357/2005 indica que este parâmetro pode variar de 6,0 a 9,0. Em todos os pontos analisados, no córrego Diacuí, o pH enquadra-se dentro dos padrões estabelecidos pela resolução, conforme apresentado no gráfico 2, mostrando homogeneidade nos dados, com média de 7,3 considerado um pH neutro.

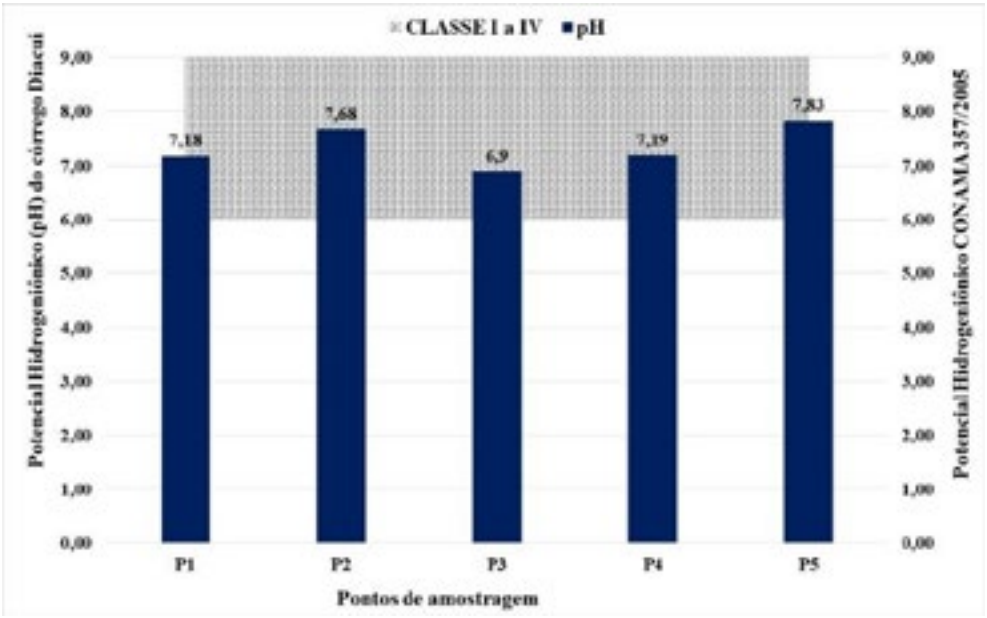


Gráfico 02 - Potencial Hidrogeniônico nos pontos de amostragem

Vale ressaltar que, o padrão de neutralidade no curso hídrico está ligado ao regime pluviométrico da região, em que o pH tende a aumentar no período chuvoso, pois o aumento da vazão faz com que o escoamento se dê de forma mais rápida aumentando a diluição dos compostos físico-químicos da água (LOPES 2016).

A salinidade é expressa em mg/L, segundo Lopes (2016), sofre influência direta da formação geológica pelo intemperismo das rochas e ao escoamento superficial. Os parâmetros de salinidade se encaixam dentro da resolução CONAMA 357/2005 que é até 500 mg/L e, no gráfico 3 pode-se perceber a crescente quantidade de NaCl dos pontos 1, 3, 4 e 5, mostrando que recebem esse aumento por sedimentos do percurso além da contribuição de águas advindas das galerias pluviais, as quais poderiam conter esgoto devido a percepção do mau cheiro durante a amostragem.

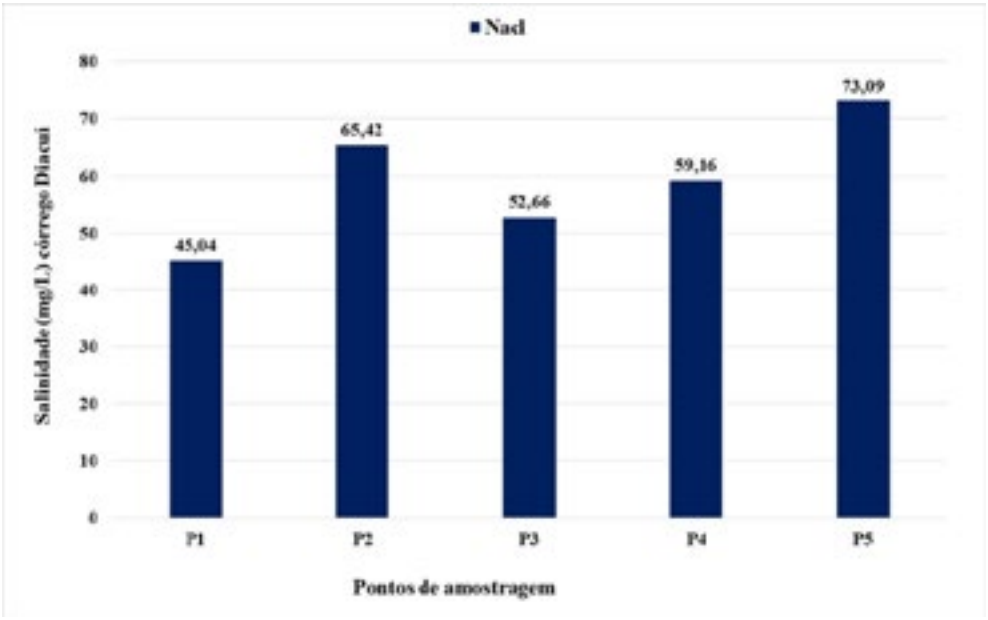


Gráfico 03 - Salinidade nos pontos de amostragem

O ponto 2 chama atenção devido as caracteristicas apresentadas à montante do ponto de coleta, já apresentados na foto 1, neste sentido, o ponto amostrado traz referências das águas de galerias pluviais da região. Vale ressaltar, que a vazão do curso estava abaixo do esperado para o período analisado. Zillmer et al. (2007), descrevem que a precipitação atmosférica, os processos de evaporação da água e a predominância rochosa, são os principais elementos que

controlam a quantidade de sais em ambientes aquáticos e, consequentemente, alteram as concentrações dos cátions e ânions na água.

Nos parâmetros de Total de Sólidos Dissolvidos, apresentados no gráfico 4, constata-se que assim como nos dados de salinidade, há crescimento contínuo nos pontos 1,3,4 e 5 pelo aumento dos sedimentos de percurso, e já no ponto 2 o valor é alterado pela descarga de águas advindas das galerias pluviais, as quais poderiam conter também resquícios de esgoto, evidenciando assim as relações existentes entre as variáveis apresentadas (NaCl e TDS).

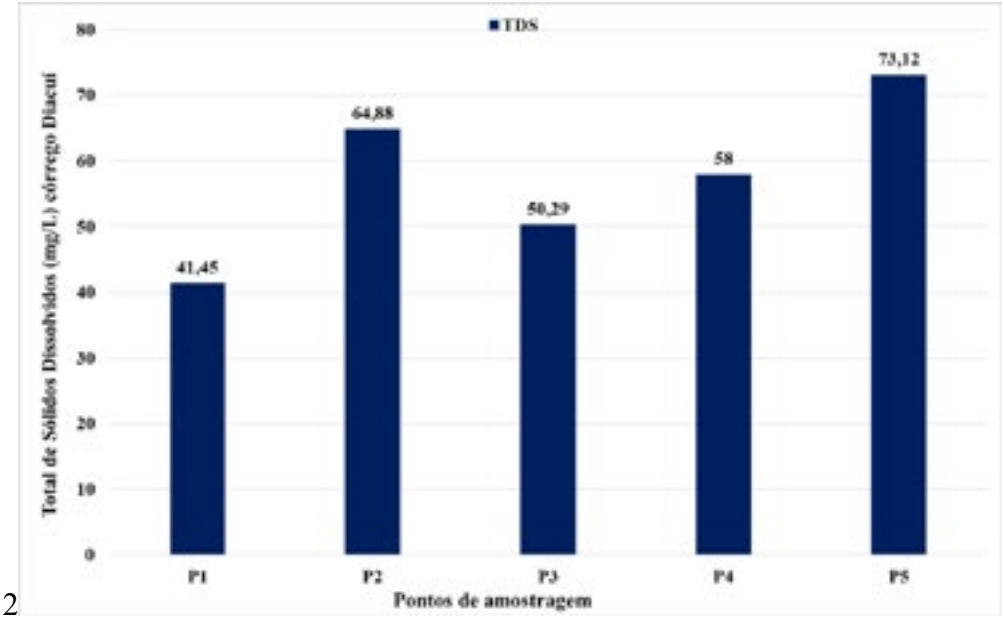


Gráfico 04 - Total de sólidos dissolvidos nos pontos de amostragem

Couto et al (2006), Tundisi e Tundisi (2008) ressaltam que águas com CE até 100 µS/cm são consideradas como de boa qualidade, já acima de 100 µS/cm podem significar indícios de toxidade da água por excesso de sais, caracterizando-se assim, impróprias para consumo humano. Com isso, vê-se que a partir do ponto 2 no gráfico 5, os parâmetros encontrados estão acima de 100 µS/cm, a resolução CONAMA 357/2005 não estabelece valores para esta variável, porém Tundisi e Tundisi (2008) os classifica como impróprios.

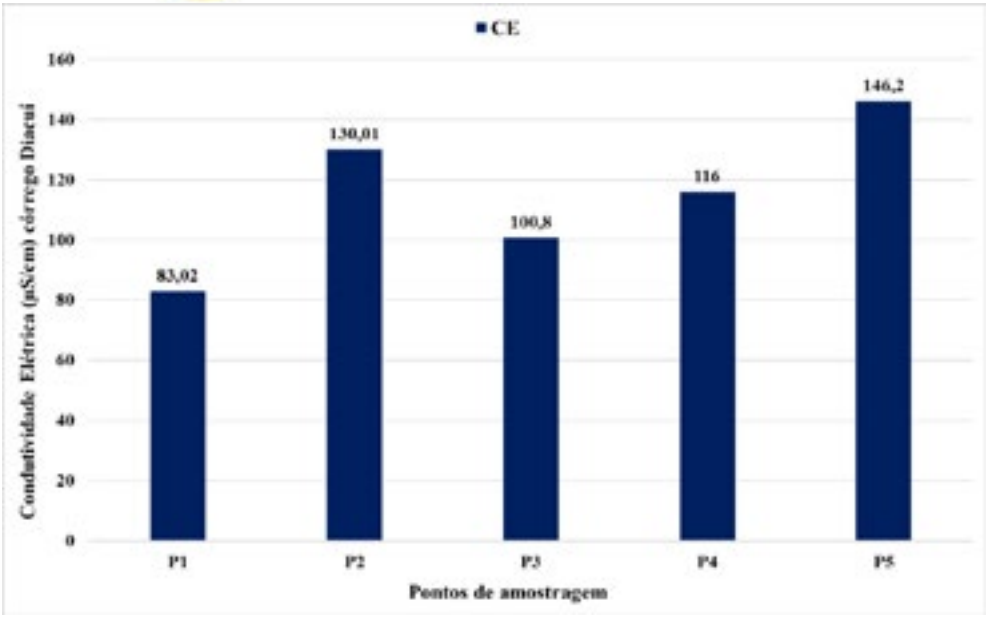


Gráfico 05 - Condutibilidade elétrica nos pontos de amostragem

O ponto 1 que se localiza no lago, apresentou a menor concentração de sólidos dissolvidos em relação ao restante do perímetro do córrego, podendo ser justificado pela área de preservação a montante, a qual recebe pouca influência da área externa.

Dentro da classificação de Oxigênio Dissolvido, todos os pontos de amostragem do córrego encaixam-se na resolução CONAMA 357/2005 para a classe I, conforme apresentado no gráfico 6, destaca-se o ponto 1 com 6,18mg/L devido as características físicas do ambiente (lago). pela criação de peixes, faz com que a taxa de OD seja menor que nos outros pontos.

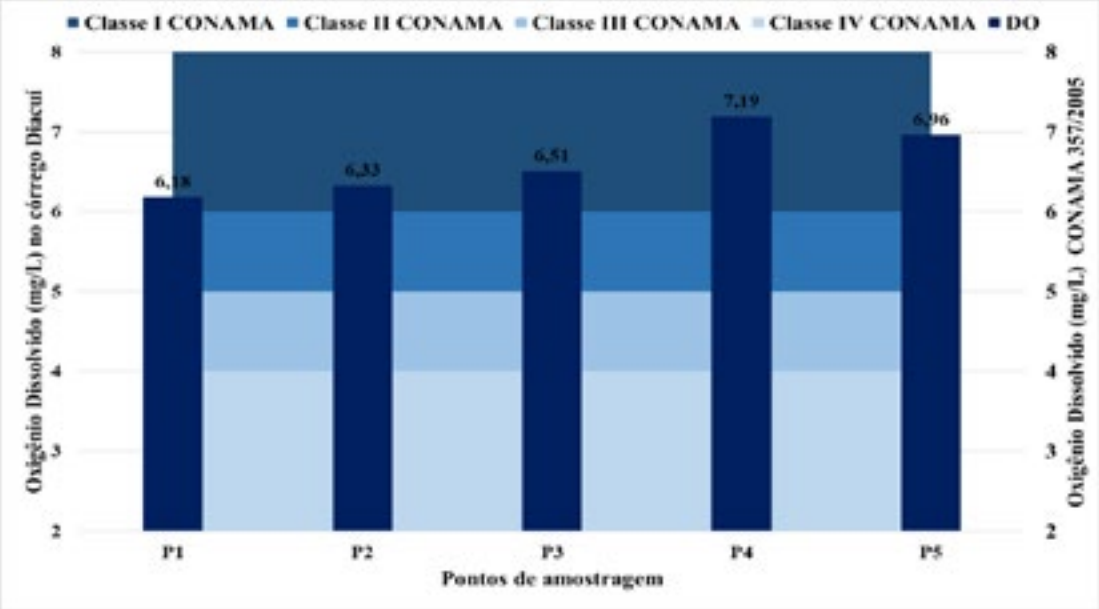


Gráfico 06 - Oxigênio dissolvido nos pontos de amostragem

Destaca-se também o ponto 4 com o maior índice de OD em relação aos outros pontos, sendo possível esse nível por encontrar dentro da canalização pontos onde o leito sofre maior turbilhonamento, e nesse feito, incorpora-se oxigênio na água.

4. Conclusão

A análise comparativa dos dados, mostrou que o córrego Diacuí se enquadra na classe I da Resolução CONAMA 357/2005, podendo ser destinada ao consumo humano, após tratamento simplificado, a recreação de contato primário (natação, mergulho) e ainda irrigação de hortaliças.

Mesmo apresentando uma boa classificação, ressalta-se a necessidade do acompanhamento das variáveis físico-químicos e biológicas antes da utilização da mesma para qualquer fim, pois após análise de campo constatou-se a bacia sofre fortes impactos ambientais dos mais variados níveis (ausência de mata ciliar, lançamento de esgoto doméstico, águas pluviais, presença de resíduos sólidos) que podem comprometer significativamente a qualidade hidroquímica das águas superficiais de bacias urbanas.

5. Referências

CETESB. Companhia de Tecnologia de saneamento Ambiental. **Relatório de estabelecimento de valores orientadores para solos e águas subterrâneas.** São Paulo. CETESB, 2009.

CONAMA. Conselho Nacional do meio Ambiente. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução nº 357, 17 de março de 2005. Corpos d'água.** Disponível em: http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=693.

COUTO, T. C.; FARIA, D. C.; NAVAL, L. P. Análise das variáveis físico-químicas da água do rio javaés, ilha do bananal, entorno do Parque Nacional do Araguaia, Tocantins Brasil. In: *CONGRESO INTERAMERICANO DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL*, 30, 2006, **Anais...** *Punta Del Leste Uruguai. Resgatando Antiguos Principios para los Nuevos Desafíos del Milenio;* p. 1-8, 2006.

FORBES, F. J.; HODGES, R. C. New *Approaches to Comprehensive Planning in Canada.* ***Water Resources Bulletin,*** **7:(5)** ,1971.

LOPES, S. M. Influência do uso da terra na qualidade da água em bacias hidrográficas com usos distintos, em Jataí-GO e Canápolis-MG**. Tese.** Disponível em https://repositorio.bc.ufg.br/tede/bitstream/tede/6760/5/Tese%20-%20Simone%20Marques%20Faria%20Lopes%20-%202016.pdf. Acesso em 25/01/2019

SCHIAVETTI, A; CAMARGO, A. F. M. **Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações**. Ilhéus/BA: Editus, 2002.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia:** ciência e aplicação. Sao Paulo: Editora da USP, 1993.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA TUNDISI, T. **Limnologia.** São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

ZILLMER, T. A.; VARELLA, R. F.; ROSSETE, A. A. Avaliação de algumas características físico-quimicas da água do ribeirão Salgadinho, Nova Xavantina-MT. ***Holos Environment,*** v.7, n.2, 2007. 125 p.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Avaliação quantitativa dos impactos da Barragem de Apertado na Estação Andaraí (51120000), no rio Paraguaçu, Bahia.

Msc. Nilton de Oliveira [(a)], Dr. Mário Jorge de Souza Gonçalves [(b)], Dr. Antonio Puentes Torres[(c)], Msc. Robério Barbosa Bomfim[(d)]

[(a)] Geógrafo. Pós-Graduação em Geografia; OBA-Observatório das Águas da Bahia, Geografia, da Universidade Federal da Bahia-UFBA, niltonde@uol.com.br
[(b)] Geólogo. Pós-Graduação em Geografia; OBA-Observatório das Águas da Bahia, Geografia, da Universidade Federal da Bahia-UFBA, mariojsg.taboca@hotmail.com
[(c)] Eng. Florestal. Pós-Graduação em Geografia; OBA-Observatório das Águas da Bahia, Geografia, da Universidade Federal da Bahia-UFBA, antoniopuentes@hotmail.com
[(d)] Eng. Agônomo; OBA-Observatório das Águas da Bahia, Geografia, da Universidade Federal da Bahia-UFBA, roberiobomfim@yahoo.com.br

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

A construção de barragens para armazenamento de água pode trazer prejuízos para as comunidades ribeirinhas de jusante, caso sua operação não garanta a regularização de vazões das demandas existentes. Este estudo de caso é o da "Barragem de Apertado", que entrou em operação em 1998 na bacia hidrográfica do rio Paraguaçu e está situada na região centro-leste do Estado da Bahia. O objetivo desta investigação foi avaliar os impactos quantitativos a jusante de Apertado através do tratamento estatístico de séries históricas de precipitação (a montante) e de vazão (a jusante da referida barragem) com dados da Estação fluviométrica 51120000, considerando os períodos de antes e depois da construção deste equipamento. Concluiu-se que antes da operação da Barragem havia uma tendência natural de redução da oferta hídrica ao longo do tempo e, ao invés de regularizar as vazões de jusante, após a operação da Barragem houve uma redução da oferta hídrica.

Palavras chave: Barragem, Apertado, Avaliação, impactos, Paraguaçu.

Msc. Nilton de Oliveira, Dr. Mário Jorge de Souza Gonçalves, Dr. Antonio Puentes Torres, Msc. Robério Barbosa Bomfim

1. INTRODUÇÃO

Desde períodos remotos da história da humanidade que as concentrações humanas, povoados, vilas, cidades, são originadas em espaços onde exista disponibilidade de água. A disponibilidade de água num ambiente não conhecido é um dos principais indicadores de que a vida humana poderá dar certo num espaço a ser explorado.

Desta maneira o objetivo deste trabalho foi avaliar os impactos quantitativos da Barragem de Apertado na Estação 51120000 em Andaraí-BA.

Nessa dinâmica em que hora a água pode parecer abundante, hora se tornar escassa, a população da região nordeste busca assegurar o acesso à água de formas mais diversas possíveis (cacimbas, fontes, caldeirões, tanques, açudes, barragens, etc.). A modalidade barragem é a mais utilizada, uma vez que dentre outras possibilidades, ela regula as vazões dos riachos e/ou rios em períodos de cheias extremas, possibilitando o armazenamento da água a ser disponibilizada às populações em ocasiões de secas.

Entretanto, a barragem para armazenamento de água pode trazer prejuízos para as comunidades ribeirinhas de jusante, caso sua operação não seja realizada com critérios que garantam a regularização das vazões que possam atender as demandas existentes. O espaço do estudo é a bacia hidrográfica do rio Paraguaçu, localizada entre as coordenadas -11º 11’ a -13º 42’ de latitude sul e 38º 48’ a 42º 07’ de longitude oeste, situada na região centro-leste do Estado da Bahia (Figura 1).

Figura 1: Mapa de localização da bacia hidrográfica do rio Paraguaçu.
Fonte: GONÇALVES, 2014.

A Barragem de Apertado, construída na calha principal do rio Paraguaçu, foi o objeto desta investigação. Ela teve sua operação iniciada em 1998 e está situada numa região que possui grandes propriedades agrícolas que se dedicam a agricultura irrigada, a base de pivô central, como forma de produção intensiva. Na Figura 2 Gonçalves, (2014, p.124) apresenta a localização da Barragem de Apertado juntamente com demais barragens existentes na Bacia Hidrográfica do Rio Paraguaçu, a saber: barragens do França e João Durval Carneiro (ambas no rio Jacuípe, principal afluente rio Paraguaçu) e barragens de Bandeira de Melo e Pedra do Cavalo, localizadas na calha principal do rio.

Figura 2: Mapa de localização das principais barragens na bacia hidrográfica do rio Paraguaçu. Fonte: GONÇALVES, (2014)

Utilizando dados hidrológicos da Estação (51120000) de Andaraí-BA, este trabalho procura compreender a dinâmica das vazões na calha do rio Paraguaçu antes e depois da construção da

Barragem de Apertado.

2. MATERIAIS E METODOS

A metodologia utilizada consiste na análise de séries históricas de vazão e precipitação, buscando avaliar a resposta das precipitações (a montante) em forma de vazão (a jusante) da Barragem de Apertado para calcular as médias mensais, antes e depois da construção da referida Barragem.

A metodologia consistiu no levantamento dos dados hidrológicos existentes da bacia hidrográfica do rio Paraguaçu, com posterior tratamento estatístico para realizar o diagnóstico das características físicas da área e a avaliação da disponibilidade hídrica, bem como na criação de novas metodologias para auxiliar na interpretação e na apresentação das variáveis hidrológicas.

Utilizando-se séries históricas de vazões extremas máximas e mínimas anuais, foram confeccionados gráficos para avaliar o comportamento destas vazões no período de 1930 a 2017. E por fim, foi gerado o gráfico da curva de permanência das vazões diárias na Estação 51120000 para avaliar a oferta hídrica atual. A disponibilidade hídrica ou a vazão num rio depende da variabilidade temporal expressa por várias funções hidrológicas. A curva de permanência é uma função que caracteriza a frequência da oferta das vazões, o que permite avaliar a disponibilidade frente às demandas de um rio (Cruz, J.C; Tucci, C. E. M., 2007).

Para avaliar os efeitos da construção da Barragem de Apertado sobre a oferta hídrica de jusante, foi especialmente importante gerar as curvas de permanências das vazões diárias. Foram utilizados os dados das vazões da Estação de Andaraí (51120000). Os dados foram divididos em dois períodos: **1) De 1943 a 1997**, série histórica de 55 anos monitorada antes da construção da Barragem e **2) De 1998 a 2017**, série histórica de 20 anos monitorada a partir do início de operação da Barragem de Apertado no ano de 1998.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com os dados de precipitação média mensal da Estação Barra de Estiva-BA (INMET-SEI), fez-se uma análise de correlação destes com os dados de vazão média mensal da Estação 51120000, em Andaraí-BA, ambas para o período de 1943-1981 (antes da construção da Barragem de Apertado). Observa-se na Figura 3, que antes da Barragem de Apertado a curva das vazões cresce gradativamente em Andaraí-BA em proporções similares com os índices pluviométricos registrados na Estação Barra da Estiva, ou seja, o "tempo de retorno médio" vinha sendo relativamente rápido, inferior a 30 dias.

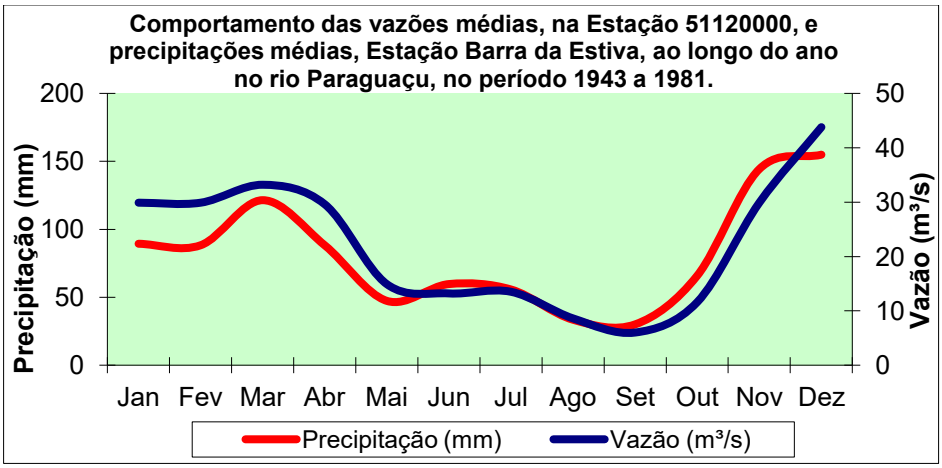


Figura 3: Comportamento das vazões, na Estação 51120000, em relação à precipitação, na Estação Barra da Estiva.
Fonte dos dados: BRASIL (2019); BAHIA (1999). Produção Própria dos autores.

Continuando o estudo das séries históricas e as análises de correlação, utilizou-se os dados de precipitação média mensal da Estação Usina Mucugê-BA (01241033) e os dados de vazão média mensal da Estação Andaraí (51120000), as duas séries são do período de 1986-2017 (após a operação da Barragem de Apertado), sendo o resultado esboçado graficamente na (Figura 4).

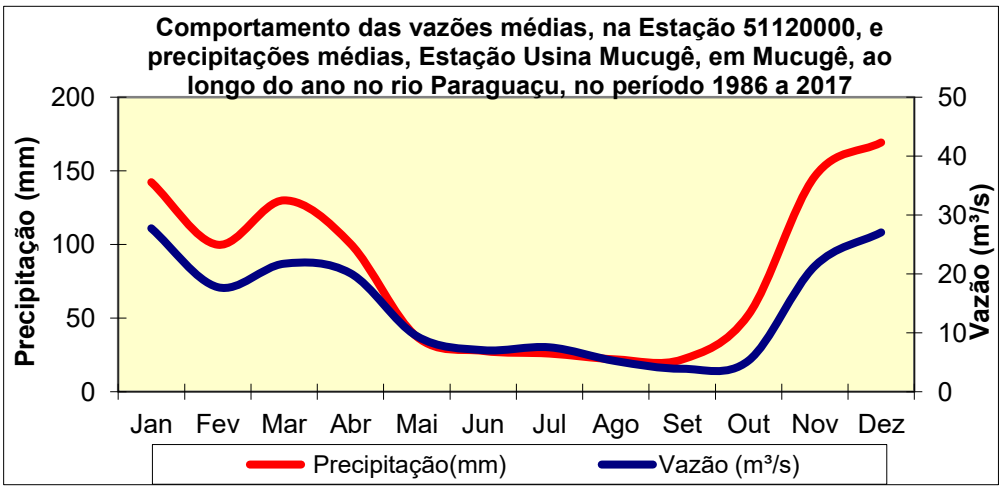


Figura 4: Comportamento das vazões, na Estação Andaraí (51120000), em relação à precipitação, na Estação Usina Mucugê (0124033).
Fonte dos dados: BRASIL (2019). Produção própria dos autores.

A construção da Barragem de Apertado criou uma discrepância entre os maiores valores de precipitação média mensal na estação de Mucugê-BA (01241033) e os maiores valores de vazão média mensal da Estação Andaraí-BA (51120000), sendo observado que as maiores precipitações acontecem em dezembro e as maiores vazões em janeiro. Foi realizada a correção do tempo de retardo médio entre a precipitação média e a vazão média, sendo o resultado apresentado na (Figura 5).

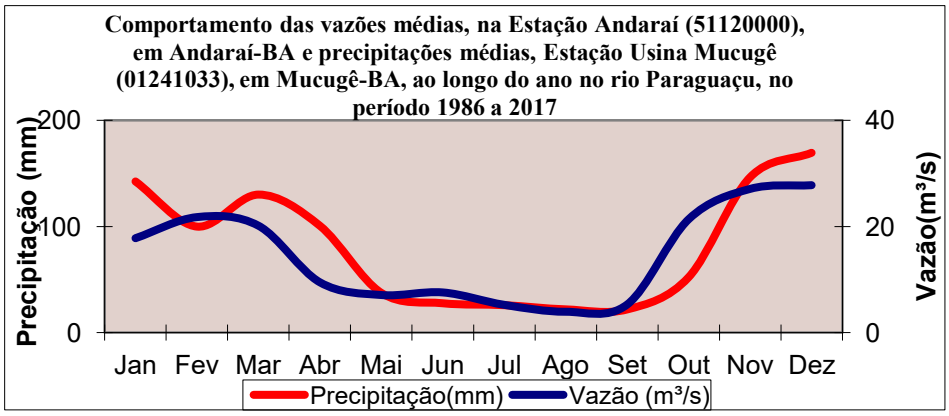


Figura 5: Comportamento das vazões, na Estação Andaraí (51120000), em relação à precipitação, na Estação Usina Mucugê (0124033), com correção do retardo.
Fonte dos dados: BRASIL (2019). Produção própria dos autores.

Ao se avaliar as vazões mínimas anuais da Estação de Andaraí-BA (51120000), registrou-se uma mudança no comportamento da oferta hídrica a partir da operação da Barragem de Apertado (1998). Observa-se que após a construção da Barragem de Apertado houve redução das vazões mínimas, ficando abaixo da média mínima, ou seja, caracterizando uma menor oferta hídrica. Esta constatação pode ser observada na (Figura 6).

Figura 6: Gráfico das Vazões mínimas anuais, na Estação Andaraí (51120000).
Fonte dos dados: BRASIL (2019). Produção própria dos autores.

Foram também analisadas as vazões máximas anuais através do tratamento dos dados da Estação de Andaraí-BA (51120000). Observa-se na Figura 7 que há um pequeno decréscimo das vazões máximas anuais após a construção da Barragem de Apertado, menos significativo em comparação as vazões mínimas anuais, mas caracterizando também uma menor oferta hídrica na avaliação deste parâmetro.

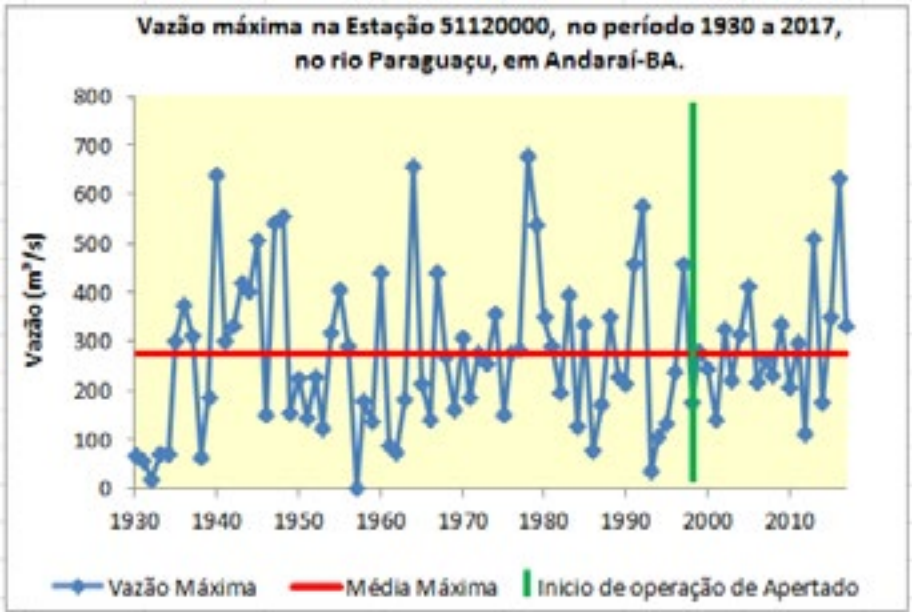


Figura 7: Gráfico das vazões máximas anuais, na Estação Andaraí (51120000).
Fonte dos dados: BRASIL (2019). Produção própria dos autores.

A análise da curva de permanência foi o último parâmetro analisado, sendo também possível constatar variabilidade na frequência da oferta hídrica, antes e depois da construção da Barragem de Apertado. Trabalharam-se dados hidrológicos para dois períodos: 1) De 1943 a 1997, série histórica de 55 anos (antes do início de operação da Barragem de Apertado) e 2) De 1998 a 2017, série histórica de 20 anos (após o início de operação da Barragem de Apertado).

Observam-se na Figura 8 as curvas de permanência, de antes e de depois do início da operação da Barragem de Apertado, que nos mostra que, antes da operação da Barragem de Apertado havia uma tendência natural de redução da oferta hídrica ao longo do tempo, mediante as características edafoclimáticas e uso dos recursos hídricos. As vazões diárias mais expressivas foram registradas em até 50% de garantia das vazões (8,1 m^3/s aproximadamente) e, mais drasticamente, reduziram para patamares de 0,3 m^3/s em 100% de garantia das vazões, na curva anterior ao início de operação da Barragem. Após o início de

operação da Barragem, as vazões diárias mais expressivas foram registradas em até 50% de garantia das vazões (3,7 m^3/s aproximadamente) e, mais drasticamente, reduziram para patamares de 0,09 m^3/s em 100% de garantia das vazões.

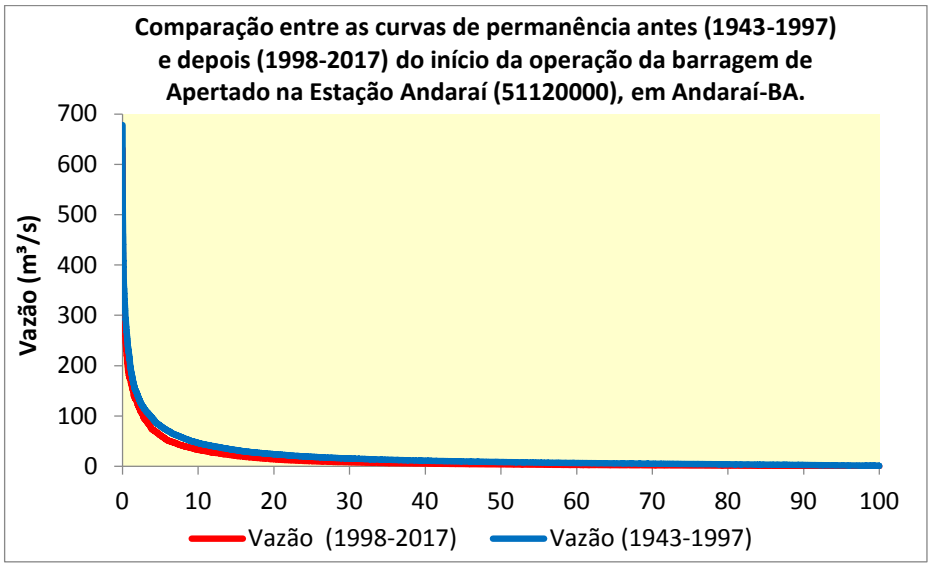


Figura 8: Curva de Permanência nos períodos de 1943 a 1997 e 1998 a 2017, na estação Andaraí (51120000), em Andaraí-BA.
Fonte dos dados: BRASIL (2019). Produção própria dos autores.

A Figura 9 nos mostra o comportamento das vazões diárias depois do início da operação da Barragem de Apertado, na Estação 51120000, em Andaraí-BA. Onde podemos observar uma redução das vazões em percentagem e em m^3/s, onde a redução percentual chega a 70%, quando temos 100% de garantia das vazões. Na Figura 10, é possível se observar que nos anos 2013 e 2014, ocorreram variações significativas no volume útil de água na Barragem de Apertado.

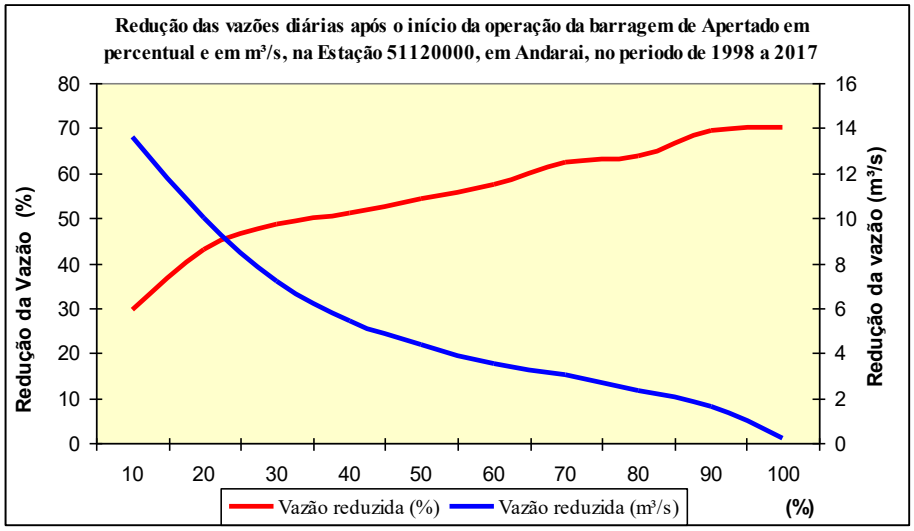


Figura 9: Curva de Permanência nos períodos de 1943 a 1997 e 1998 a 2017, na estação Andaraí (51120000), em Andaraí-BA.
Fonte dos dados: BRASIL (2019). Produção própria dos autores.

Segundo Gonçalves (2014, p. 132), no período que compreende os anos de 2011 a 2014 a Barragem de Apertado teve uma redução no armazenamento de água, fato este que deve esta influenciando nas vazões de jusante.

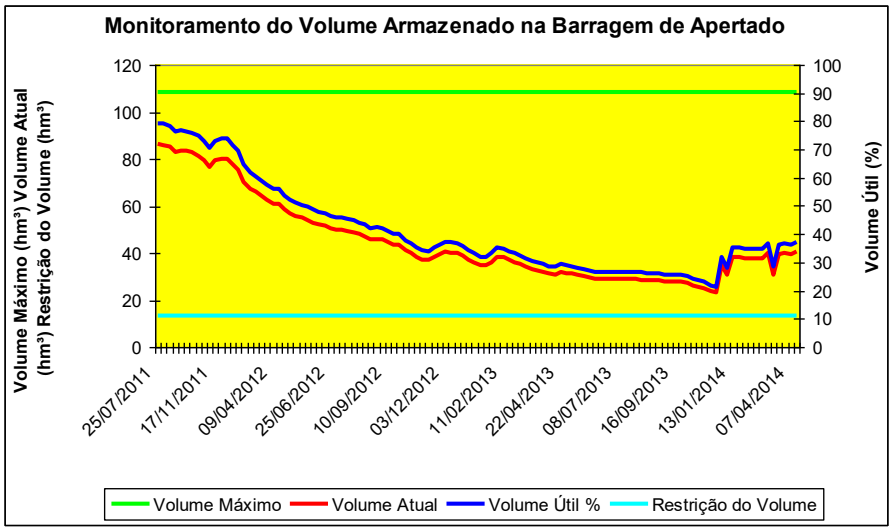


Figura 10: Volumes armazenados na barragem de Apertado no período de 2011 a 2014.
Fonte: GONÇALVES, 2014.

Ao analisar a curva de permanência das vazões após a construção da Barragem de Apertado, como já foi dito, registra-se reduções muito significativas das vazões regularizadas, chegando até 70%, ao contrário da funcionalidade prevista deste tipo de equipamento. Para detalhar esta análise, o Quadro I a seguir, demonstra o comportamento da permanência das vazões na Estação Andaraí - BA (51120000) antes e após a construção da Barragem.

QUADRO I: Tempo de permanência das vazões na Estação 51120000, antes e depois do início da operação da barragem de Apertado.

Tempo de Permanência (%).	Permanência das vazões diárias na Estação Andaraí (5112000), em Andaraí-BA, período 1943 a 1997 – Antes do início de operação da Barragem do Apertado (m^3/s).	Permanência das vazões diárias na Estação Andaraí (5112000), em Andaraí-BA, período 1998 a 2017 – Após o início de operação da Barragem do Apertado (m^3/s).	Redução de vazão na comparação entre o tempo de permanência, antes e depois do início de operação da Barragem de Apertado (%).	Redução de vazão na comparação entre o tempo de permanência, antes e depois do início de operação da Barragem de Apertado (m^3/s)
10	45,8	32,2	29,7	13,6
20	23,2	13,2	43,1	10
30	14,8	7,6	48,7	7,2
40	10,6	5,2	50,9	5,4
50	8,1	3,7	54,3	4,4
60	6,1	2,6	57,4	3,5
70	4,8	1,8	62,5	3
80	3,6	1,3	63,9	2,3
90	2,3	0,7	69,6	1,6
100	0,3	0,09	70,0	0,21

Fonte dos dados: BRASIL (2019). Produção própria dos autores.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Aplicando a metodologia adotada foi possível entender as variações no comportamento das vazões geradas no rio Paraguaçu, antes e depois da construção da Barragem de Apertado. Com a implantação da referida barragem houve um decréscimo das vazões regularizadas, chegado ao patamar de 70% de redução, sendo os resultados mais significantes constatados na avaliação dos parâmetros de vazões médias, vazões mínimas e curva de permanência das vazões.

Embora as vazões máximas não tenham sentido tanto as alterações sofridas ao longo do tempo, nas vazões mínimas esta alteração é facilmente notada. Tendo em vista que após a construção da Barragem de Apertado não foram registradas vazões mínimas anuais maiores do que a média mínima do período analisado.

Para se determinar com mais precisão os motivos da redução da regularização das vazões após a construção da Barragem de Apertado, é preciso confrontar este estudo de caso com o modelo de gestão e gerenciamento dos recursos hídricos deste equipamento. É preciso encontrar condições para atender a demanda hídrica das comunidades ribeirinhas direta e indiretamente afetada pela Barragem de Apertado.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Agência Nacional das Águas (ANA). Disponível em: < http://www.snirh.gov.br/hidroweb/publico/medicoes_historicas_abas.jsf>. Acesso em: 30 de janeiro de 2019.

CRUZ, J. C; TUCCI, C. E. M. (2007). **Estimativa da Disponibilidade Hídrica Através da Curva de Permanência.** RBRH — Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume 13 n.1 Jan/Mar 2008, 111-124.

GONÇALVES, M. J. de S. 2014. **Gestão quantitativa das águas superficiais da bacia hidrográfica do rio Paraguaçu no estado da Bahia – Brasil.** Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia. 167 p. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/ri/browse?type=author&order=ASC&rpp=20&value=Gon%C3%A7alves%2C+M%C3%A1rio+Jorge+de+Souza>. Acesso em: 30 de janeiro de 2019.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

AÇÃO ANTRÓPICA NAS SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS NO ESPAÇO URBANO DE TERESINA – PIAUÍ.

Aline de Araújo Lima [(a)], Francisco de Assis Veloso Filho [(b)]

[(a)] Departamento de Métodos e Técnicas de Ensino, Universidade Federal do Piauí, alinelimapj@hotmail.com

[(b)] Universidade Federal do Piauí, assisveloso@gmail.com

Eixo: Dinâmica e Gestão de Bacias Hidrográficas

Resumo: Este trabalho tem como objetivo identificar o grau de pressão antrópica presente nas sub-bacias hidrográficas no espaço urbano de Teresina – Piauí. A metodologia adotada foi o zoneamento ambiental em 70 unidades geográficas, sendo 68 sub-bacias hidrográficas e 2 unidades lagunares tendo como base o Plano de Drenagem Urbana de Teresina (2008), em seguida a partir do uso de imagens de satélite mensurar a taxa de ocupação da terra e de observações *in loco* para identificar dos tipos de uso dados a esses espaço. A partir disso foi possível concluir que o grau de ocupação de 76% e 56% das unidades com uso predominantemente residencial evidenciam uma pressão sobre os ambientes elevados que está ligada diretamente a alterações na dinâmica natural desse ambiente, de impactos ambientais nesses espaços e a adoção de medidas necessárias para garantir o mínimos de qualidade ambiental que reduza os riscos ambientais e prejuízos potenciais.

Aline de Araújo Lima, Francisco de Assis Veloso Filho

Palavras-chave: Taxa de ocupação. Uso da terra. Ação Antópica. Sub-bacia hidrográfica. Drenagem Urbana.

1. Introdução

O estudo das bacias hidrográficas remete a compreensão de que esta deve ser utilizada para fins de planejamento e gestão do território por ser a região natural na qual em seu entorno e a partir desta os povos historicamente se organizam. Considerando este aspecto, exemplos como o assentamento e desenvolvimento de povos como os egípcios em torno no rio Nilo, dos mesopotâmicos nos rios Tigre e Eufrades, na Antiguidade, ou mais recentemente na política de planejamento regional no Vale do Tenessee nos Estados Unidos implementado no início do século XX, ou ainda no Brasil com a implementação da Comissão do Vale do rio

São Francisco (1948) evidenciam a necessidade de se ter essa unidade espacial como suporte ao planejamento.

Este trabalho tem como escopo a bacia hidrográfica do rio Parnaíba mais precisamente a porção que banha o espaço urbano de Teresina, no qual se encontra a maior pressão antrópica da bacia com xx% da população residente assentada nesse trecho. A fim de contribuir com a análise da ação antrópica, um dos componentes da abordagem geossistêmica, mensurou-se a taxa de ocupação e as tipologias de uso de 68 microbacias ou sub-bacias hidrográfica que compõem a referida bacia e duas unidades lagunares, totalizando 70 unidades geográficas que compreende a Margem Direita do rio Parnaíba 20 sub-bacias; da Margem Esquerda do rio Poti 32 sub-bacias; e da Margem Direita do rio Poti 16 sub-bacias. São acrescentadas ainda como unidades geográficas significativas duas lagoas localizadas na zona norte da cidade. Totalizando 70 unidades geográficas a serem analisadas.

O objetivo geral portanto foi identificar o grau de pressão antrópica presente nas sub-bacias hidrográficas no espaço urbano de Teresina – Piauí. Quanto aos objetivos específicos foram: medir a taxa de ocupação das unidades geográficas analisadas; caracterizar os tipos de uso da terra nas respectivas unidades; e com esses dados realizar a análise geográfica integrada que desse subsídios para indentificar o grau de suscetibilidade ambiental a riscos ambientais.

Dessa maneira, o trabalho está organizado da seguinte maneira, a seção posterior a esta apresenta os materiais e métodos empregados para a construção do mesmo, em seguida a caraterização da área, os resultados obtidos e discussões decorrentes, e por fim as considerações a cerca da análise geográfica integrada feita a partir dos dados obtidos.

2. Materiais e Métodos

O trabalho tem como filiação teórica a abordagem sistêmica ou geossistêmica tendo como base conceitual os trabalhos de Sotchava (1968), Bertrand (1972), Tricart (1973, 1977), Monteiro (1972, 1996, 2000, 2008), Ross (1994, 1995). Quanto ao aporte metodológico optou-se por adequar a metodologia empregada pelo IBGE na década de 1990 em escala

regional ao elaborar e publicar a Série de Estudos e Pesquisas em Geociências, no qual empregou-se a análise geográfica integrada de elementos naturais e humanos a fim de identificar a qualidade ambiental de bacias hidrográficas estratégicas para o território brasileiro, dentre estes trabalhos resultou o Macrozoneamento Geoambiental da Bacia Hidrográfica do rio Parnaíba (1996). As etapas dessa análise compreende ao zoneamento geoambiental, Ecodiâmica (ou dinâmica dos ambientes ou ecótopos), a pressão antrópica e por fim a qualidade ambiental. Neste trabalho foram realizadas adequações quanto as escalas e serão apresentados os resultados referentes a pressão antrópica.

A ação antrópica foi mensurada a partir da taxa de ocupação e dos tipos de uso da terra. A taxa de ocupação corresponde a quantidade de pessoas presentes em uma determinada área, dada neste caso pela grandeza matemática (1).

$$TO = \frac{Ao}{A} \tag{1}$$

Onde, TO é a taxa de ocupação expressa através de porcentagem, Ao é quantidade de área ocupada por edificações, asfaltamento e calçamentos em metros quadrados, e A o valor total da área analisada em metros quadrados.

Neste trabalho a TO é utilizada como forma de avaliar qual a dimensão das ocupações humanas em cada sub-bacia hidrográfica. Com isso, é possível analisar o grau de alteração e de intervenção em cada espaço estudado sabendo-se que isto é proporcional às alterações na dinâmica natural de um determinado ambiente. Conforme ilustrado na figura 1.

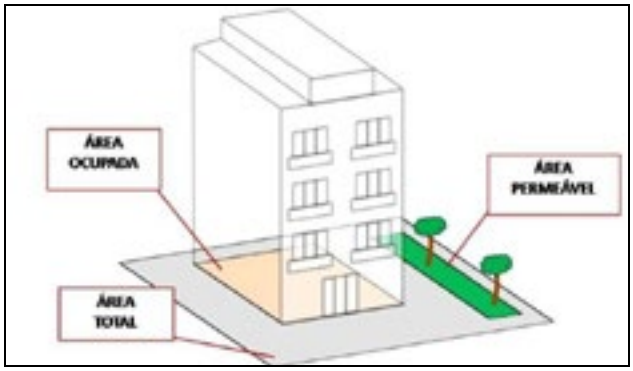


Figura 1 - Esquema ilustrativo da Taxa de Ocupação (TO)

Fonte: Adaptado de RExperts (2015). Disponível em:< http://rexperts.com.br/estudo-de-massas/>. Acesso em 04 jan. 2015.

A ilustração apresenta um esquema para melhor compreensão da relação entre a área de um terreno e o grau de ocupação do mesmo. É possível visualizar três elementos: a área total, a área ocupada e área permeável. A medida que as ocupações humanas ocorrem essa área paulatinamente vai sendo compactada pelos equipamentos urbanos, há ainda área que por características naturais, por imposição legal ou por possibilidade de especulação fundiária futura segue sem ser ocupada, estas são as áreas livres, indispensáveis para a busca de um equilíbrio ambiental no espaço urbano.

Considerando este indicador apenas é possível analisar em que grau a área total da cidade está compactada e em que medida não está para que estas áreas livres possam ser utilizadas com a finalidade de proporcionar espaços de lazer para população quando possível ou até mesmo de amortização e para fins de drenagem.

Já o uso da terra apresenta as diversas destinações dadas as unidades geográficas analisadas, tendo como base IBGE (2013) evidenciando os tipos de uso e os impactos gerados pelas atividades executadas pela ação humana, apontando para a situação ambiental do objeto de estudo. Os tipos de uso identificados em Teresina são apresentados no Quadro 1.

Nível I	Nível II	Nível III
Área antrópica	Urbanizadas	Industrial
		Comercial
		Residencial
		Agrícola
		Institucional*
Área de vegetação natural	Campestre	Áreas verdes e espaços livres
Águas	Águas continentais	Lagoas
		Receptor de efluentes

Quadro 1 – Uso da terra identificados em Teresina – PI por sub-bacias hidrográficas.

Fonte: IBGE (2013), adaptado pelos autores.

3. Resultados e Discussões

A cidade de Teresina, capital do Piauí, está localizada na confluência de dois mananciais hídricos de grande importância regional. Os trechos dos rios Poti e Parnaíba que banham a cidade evidenciam uma série de características físicas que devem condicionar o

planejamento e a tomada de decisão para este espaço. Quanto aos pequenos afluentes destes rios presentes na zona urbana da cidade LIMA (2011, p.1) os caracteriza por

> apresentarem pequena extensão tendo, em sua maioria, suas nascentes dentro do próprio município. Vários deles deságuam na área urbana e são canalizados em galerias pluviais, para onde convergem também muitos esgotos residenciais de áreas não contempladas com o esgotamento sanitário dessa Capital.

O rio Poti em seu baixo curso onde se encontra a área urbana de Teresina apresenta padrão de drenagem meândrica que contornam pequenos elevações residuais. A intensa urbanização em torno deste corpo hídrico tem provocado significativas modificações em sua forma. Nos trechos de solo mais compactado o canal se apresenta profundamente encaixado e o leito está lentamente sendo alterado.

O rio Parnaíba possui curso relativamente retilíneo no trecho em que passa por Teresina, que compreende as Bacias Difusas do Médio Parnaíba. Este rio percorre cerca de 90 quilômetros dentro do limite municipal de Teresina. No entanto, o papel de destaque para este corpo hídrico é o abastecimento de água da cidade proveniente deste sistema produtor.

O clima de Teresina segundo classificação de Tornthwaite e Mather (1955) é o sub-úmido seco, megatérmico, com excedente hídrico moderado no verão e uma concentração de 32,1% da evapotranspiração potencial no trimestre setembro-outubro-novembro. A concentração de chuvas entre meados de dezembro e início do mês de março em alguns anos especificamente deve ser considerada como evento importante, pois a erosividade da chuva é proporcional ao grau erosividade na região, especialmente as chuvas torrenciais no chamado período chuvoso que chegam a ultrapassar os 100mm em um curto espaço de tempo. A erosão hídrica é o principal agente desencadeador da dinâmica do relevo na cidade (LIMA, 2011, p. 7). Além da (re) modelagem do relevo, dependendo dos demais condicionantes naturais ou humanos muitos são os impactos da ação das chuvas na cidade que afetam social e economicamente este espaço.

Quanto a geologia, a estrutura geológica na qual se assenta o município é caracterizada por LIMA (2011, p.2), correspondendo a porção centro-oriental da Bacia Sedimentar do Parnaíba, nas áreas mais rebaixada a Formação Piauí, datada do Carbonífero, sobreposta à Piauí, encontra-se a Formação Pedra de Fogo (datada do Permiano) aflorando de

norte a sul, em cerca de 60% da área, há ainda a Formação Pastos Bons (datada do Triássico) corresponde a superfícies de cimeira, numa pequena área a sudeste do município, atingindo até 250 m.

Conforme Lima (2011) quanto ao relevo predomina o relevo Suave Ondulado com declividade variando de 3 a 8%. A direção geral do mergulho segue a das formações geológicas da bacia sedimentar do Parnaíba, na região Leste-Oeste até o rio Parnaíba, no espaço piauiense. Em relação a drenagem este aspecto determina a direção da mesma em termos regionais. Dessa maneira, a drenagem segue neste sentido.

A morfologia fluvial apresenta estreita relação com a estrutura geológica, o clima e a geomorfologia da região por onde passa isto por que este estudo neste âmbito envolve os tipos e formas dos vales por onde a drenagem flui. A composição destes elementos pode direcionar a análise da dinâmica da paisagem. Visto isso a drenagem de Teresina apresenta o sistema em função do comportamento dos rios Parnaíba e Poti na área urbana da cidade de Teresina. Estes são formados por trechos naturais de rios, sem intervenções estruturais do tipo canalização ou semelhantes. O que não ocorre com seus afluentes.

Quanto ao padrão, a drenagem de Teresina se apresenta diferenciada para cada região da cidade. De acordo com Lima (2011, p. 6),

> nas porções centro-sul e sudeste do município há uma forte relação da drenagem com a litologia local, formando um padrão de drenagem radial convergente. Na porção sul do município a direção geral predominante dos rios e riachos afluentes do Parnaíba (pertencentes às Bacias Difusas do Médio Parnaíba) é de Sudeste/Noroeste, apresentando Padrão de Drenagem Paralelo, considerado pela literatura como freqüente em rochas sedimentares; enquanto na porção centro do município os riachos de maior extensão são afluentes do Poti e apresentam direção geral de SE- NW, mantendo também de forma predominante o Padrão de Drenagem Paralelo. Na porção norte, o Poti e pequenos riachos drenam diretamente para o Parnaíba (parte das Bacias Difusas do Baixo Parnaíba), apresentando a direção geral de E-W de forma predominante, mantendo ainda o Padrão Paralelo.

Quando se trata de dimensão socioeconômica, Teresina se destaca no âmbito regional. Segundo IBGE (2007), esta cidade é classificada como capital regional que por definição significa que é uma cidade com capacidade de gestão no nível imediatamente inferior ao das metrópoles, têm área de influência de âmbito regional, sendo referidas como

destino, para um conjunto de atividades, por grande número de municípios. Esta mantém influência com 271 municípios tanto do estado do Piauí quanto de estados vizinhos (IBGE, 2007, p. 99). Os deslocamentos de população para esta área compreendem desde deslocamentos diários a permanentes, sendo uma cidade com grande convergência de contingente populacional vindo em busca de educação e trabalho, dessa maneira é uma Área de Concentração Populacional - ACP. A vocação da cidade é o setor terciário e com potencialidade de absorção migratória.

A população segundo IBGE (2011) no Piauí era de 3.118.360 habitantes, deste totalizava 814.230 estão em Teresina em uma área territorial de 1.391.981km² o que resulta em uma densidade demográfica de 584,84 hab/km². A taxa de urbanização desde a década de 1960 vem passando por crescimento significativo. Em 2010 era de 94,27%, confirmando o mesmo fenômeno que ocorre em outras cidades a de concentração populacional em espaços urbanos, uma concentração significativa de pessoa..

Teresina apresenta, de fato, componentes positivos que acabam por congregar um contingente populacional significativo especialmente nos últimos quarenta anos. A população que se assenta neste espaço foi ocupando áreas da cidade de diversas formas muitas vezes infringindo os limites naturais deste espaço. A morfologia da cidade ligada a dinâmica fluvial representa um fator significativo de análise ambiental e, portanto de melhoria na qualidade de vida da população. A dimensão ambiental recentemente incluída nos planejamentos tem buscado sanar diversas problemáticas geradas por ações feitas ao longo do tempo.

A forma da cidade está associada a morfologia fluvial dos dois rios Poti e Parnaíba e de suas bacias difusas ou sub-bacias hidrográficas. As interferências no relevo da cidade estão diretamente associadas a necessidade que a população ao longo de sua história precisou adaptar-se a esta condição natural.

A canalização de riachos, o aterramento de pequenos corpos hídricos, a ocupação das planícies de inundação, a compactação do solo, o conflito de usos, a construção de avenidas e pontes, a construção de residências nos mais diversos formatos são acontecimentos marcantes no decorrer da construção desta cidade com olhar para o futuro. Eventos estes que interferem de forma significativa na dinâmica natural do espaço na qual se assenta.

Em função da adequação a novas necessidades como de deslocamento e de habitação de uma população que cresce ano após ano atraída pela dinamicidade do setor terciário, a cidade continua a ser modelada para atender as necessidades dos citadinos, as transformações dos espaços continuarão e merecerão ser investigadas a partir da ótica proposta nesta pesquisa e em outras para compreender o fato urbano da cidade em questão.

Considerando as 70 (setenta) unidades analisadas (Ver Figura 2) e os indicadores analisados, obteve-se como resultados que quanto ao grau de ocupação foram definidas três classes associadas diretamente aos usos e diferenciação de áreas em relação a condição natural,ou seja,relativa a presença ou não de cobertura vegetal o que remete a intensidade de cobertura da terra por elementos artificiais.

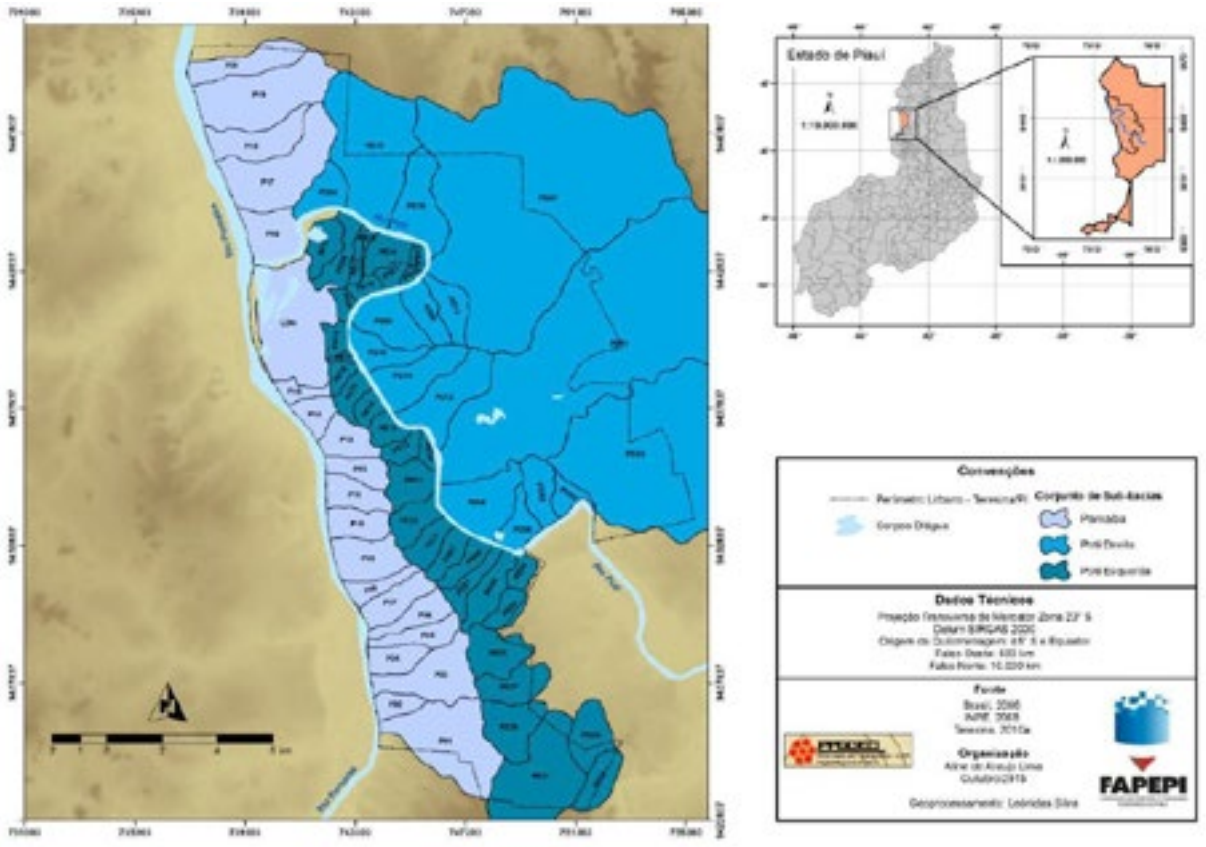


Figura 2 – Sub-bacias hidrográficas identificadas no espaço urbano de Teresina – PI.

Neste sentido a o grau de ocupação da terra por sub-bacias hidrográficas foram agrupadas em três grupos conforme os resultados obtidos em baixo com grau de ocupação baixo, entre 0 a 33% de taxa de ocupação, associado aos usos estão relacionados a áreas institucionais tais como áreas livres e de pesquisa, e agrícolas, estas apesar da atividade potencialmente provocadora de transporte de material em períodos entre plantios, constata-se a reduzida construção de elementos artificiais; moderado com taxa de ocupação entre 34% e 66%, associado aos usos industriais já que a cidade objeto de estudo não tem como principal atividade econômica a indústria esta se mostra de forma incipiente e esparsa quando se trata de distribuição espacial; e alto com grau de ocupação elevado, acima de 67%. Trata-se de áreas associado ao uso residencial, comercial e institucional (depósito de resíduos, tratamento de efluentes, tratamento de água) está ligado especialmente à infraestrutura construída para abrigar estas tipologias de serviços ambientais.

Quanto aos usos, 1 unidade é predominantemente enquadrada em uso área livre; 7 unidades são de uso agrícola atualmente ou já foram; 7 unidades analisadas com uso predominantemente comercial; 2 enquadrada em uso industrial; 12 enquadrada em uso institucional (serviços públicos); 39 são enquadradas em uso predominantemente residencial, assim 56% das sub-bacias hidrográficas tem uso predominantemente residencial associado aos outros tipos de uso. Dessa forma, 53 unidades analisadas apresentam taxa de ocupação acima de 67% tem portanto alto grau de ocupação da terra, 5 unidades analisadas apresentam de 34% a 66% apresentando grau moderado de ocupação, e 13 unidades analisadas apresentam taxa de no máximo 33% com isso apresenta baixo grau de ocupação. Analisando este indicador isoladamente 76% das sub-bacias hidrográficas tem elevado grau de compactação da terra seja por edificações, asfaltamento ou calçamento, dificultando o processo de infiltração da água, o que é preocupante tendo em vista a necessidade e a importância deste processo para auxiliar o escoamento e alimentar as bacias subterrâneas.

A partir dos resultados obtidos evidenciam uma pressão antrópica elevado sobre as sub-bacias hidrográficas com 56% destas tendo como principal tipologia de uso o residencial associado aos outros tipos de uso, o que eleva a pressão sobre o local já que essa destinação de uso acarreta mais pessoas em uma área assim como a quantidade de resíduos sólidos e líquidos (efluentes) gerados; 76% das sub-bacias hidrográficas tem elevado grau de

compactação da terra seja por edificações, asfaltamento ou calçamento, dificultando o processo de infiltração da água, o que é preocupante tendo em vista a necessidade e a importância deste processo para auxiliar o escoamento e alimentar as bacias subterrâneas, assim como viabilizar a eficiência do processo de escoamento. Este elemento de análise (ação antrópica) incrementa as análises espaciais e ambientais de modo que a ação humana interfere de forma positiva ou não na dinâmica natural dos ambientais, sendo, portanto necessária para fins de mensuração da qualidade ambiental.

Os resultados também apresentam a necessidade de adoção de medidas preventivas adequadas para cada uma das unidades analisadas a fim de reduzir os riscos especialmente em períodos chuvosos.

4. Considerações Finais

As bacias hidrográficas como unidades de planejamento independente da escala apresentam como um sistema ambiental um conjunto de elementos naturais e humanos que podem direcionar ações de planejamento e gestão a fim de garantir qualidade ambiental nos diversos espaços, especialmente nas cidades dada elevada pressão antrópica e mudanças estruturais decorrentes da ocupação elevada e necessidades humanas. Neste trabalho, ao adotar a abordagem geossistêmica prima pela associação na análise de componentes físicos e humanos que conduzam a identificação de áreas mais suscetíveis a outras de modo a contribuir com a adoção de medidas mais adequadas para as 70 unidades geográficas analisadas em Teresina de acordo com as características humanas estudadas.

A cidade de Teresina apresenta dinâmica natural associada aos processos fluviais dos rios Parnaíba e Poti, e em algumas áreas está sujeita a inundações especialmente nos períodos de maiores índices pluviométricos, a ação antrópica tende a aumentar esses riscos e aumentar os prejuízos sociais, economicos e ambientais. Assim o modo como a ocupação é feita deve ser considerada a fim de garantir qualidade ambientais nesse ambiente, a taxa de ocupação do espaço e os tipos de uso da terra identificados contribuem com essa análise.

Estes elementos e outros que possam ser analisados podem ainda contribuir com identificação de riscos ambientais, a fim de reduzí-los ou saná-los, de áreas fragilizadas, de

áreas com diversos níveis de suscetibilidade enfim dar subsídios a ações mais assertivas e baseadas no conhecimento da área.

Agradecimentos

À Universidade Federal do Piauí (UFPI)

À Fundação de Amparo a Pesquisa do estado do Piauí (FAPEPI)

Ao Grupo de Estudos Regionais e Urbanos (GERUR)

Ao Grupo de Pesquisa Geomorfologia, Análise Ambiental e Educação (GAAE)

Referências Bibliográficas

BERTALANFFY, L. V. *Teoria geral dos sistemas* (tradução Francisco M. Guimarães). Petrópolis: Vozes, 1973.

BERTRAND, G. Paisagem e Geografia física global. Esboço metodológico. Tradução: Olga Cruz. In. *Caderno de Ciências da Terra.* Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo, n. 13, 1972.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. *Manual técnico de uso da terra*. Rio de Janeiro: IBGE, 2013.

_____. *Censo Demográfico 2010*. Rio de Janeiro: IBGE, 2011.

LIMA, I. M. M. F. O relevo de Teresina, PI: compartimentação e dinâmica atual.In: Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia,9, Goiânia,GO, 2011.*Anais*... Goiânia, GO. Disponível em: < >.Acesso em 30 set. 2014.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. Os Geossistemas como Elemento de Integração na Síntese Geográfica e Fator de Promoção Interdisciplinar na Compreensão do ambiente. *Revista de Ciências Humanas*. Florianópolis, v.14, n.19, p.67-101, 1996.

_____. *Geossistemas*: a história de uma procura. São Paulo: Contexto, 2000.

_____. *Geografia sempre***:** o homem e seus mundos. Campinas: Edições Territorial, 2008.

RIVAS, M. P. (Coord.). *Macrozoneamento Geoambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba*. Rio de Janeiro: IBGE, 1996.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais antropizados. *Revista do Departamento de Geografia*, v. 8, p. 63-74, 1994.

_____. Análise e síntese na abordagem geográfica da pesquisa para o planejamento ambiental. *Revista do Departamento de Geografia*, v. 9, p. 65-75, 1995.

SOTCHAVA, V. B. *O estudo de geossistemas*. São Paulo: Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo, 1978.

_____. *Por uma teoria de classificação de geossistemas de vida terrestre*. São Paulo: Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo, 1978.

TRICART, Jean. *Ecodinâmica*. Rio de Janeiro: SUPREN/ IBGE, 1977.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MUZEMA E OBRAS DE MACRODRENAGEM

Debora Rodrigues Barbosa [(a)], Carlos Alberto De Moura Cardoso[(b)], Alex Santos Reis[(b)], Rafael José Mesquita Pallas[(b)]

[(a)] Departamento de Geografia, Universidade Estácio de Sá, Professora debora.rodrigues.geo@gmail.com

[(b)] Departamento de Geografia, Universidade Estácio de Sá, alunos, pallas82@gmail.com

Debora Rodrigues Barbosa , Carlos Alberto De Moura Cardoso, Alex Santos Reis, Rafael José Mesquita Pallas

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

O modelo de desenvolvimento adotado pela sociedade contemporânea não vem levando em conta a degradação da biosfera. No Rio de Janeiro, a bacia da Baixada de Jacarepaguá tem se apresentado como grande vetor de crescimento que tem resultado em inundações periódicas. Para atenuar esse problema, a prefeitura desenvolveu o Projeto de Recuperação Ambiental da Macrobacia de Jacarepaguá. Debruçando-se sobre a bacia do rio Muzema, esse estudo buscou analisar a execução das obras e atendimento às soluções propostas pelo Projeto, como redução de inundações. A metodologia consistiu em levantamento bibliográfico e cartográfico, buscando a identificação dos rios e bacias hidrográficas e trechos que receberam as obras. Os trabalhos de campo ocorreram nos meses de abril a junho de 2018. O trabalho identificou intervenções pontuais, com a canalização e reconstrução de vias paralelas aos cursos d´água, que não atenderam às demandas populares.

Palavras chave: Rio Muzema, Baixada de Jacarepaguá, Inundações periódicas

1. Introdução

A degradação dos recursos hídricos constitui tema crescentemente valorizado em diversos tipos de diagnósticos e estudos de impactos ambientais. A ocorrência de cheias é um fenômeno natural decorrente da incapacidade da calha do rio de suportar vazões resultantes de chuvas muito intensas, fazendo com que seu escoamento extravase pelas suas margens e utilize parte das áreas adjacentes. Estas áreas são conceitualmente consideradas como fazendo parte do leito de escoamento eventual do rio, devendo sua ocupação ser restrita (Barbosa *et al*, 2018).

No Rio de Janeiro, a bacia da Baixada de Jacarepaguá, no Município do Rio de janeiro, teve seu espaço físico intensamente ocupado nas últimas décadas e os problemas de ordem ambiental têm sido recorrentes, com a ocupação das planícies de inundações e a degradação dos recursos naturais (sobretudo com o desmatamento e a poluição hídrica), o que tem resultado em impactos na qualidade de vida dos seus moradores.

As inundações nas várzeas dos rios e seus impactos na vida dos moradores fez com que a Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro desenvolvesse medidas estruturais, na busca de soluções. O Projeto de Recuperação Ambiental da Macrobacia de Jacarepaguá tinha como objetivo realizar intervenções visando a contenção do processo de degradação ambiental, através de dragagem, canalização e retificação de trechos de rios, bem como construção e pavimentação avenidas, ao longo dos rios e canais, além de obras especiais, como recuperação e construção de pontes sobre os cursos d´água.

O Projeto divide a bacia em quatro áreas e a presente pesquisa debruçou-se sobre o Lote 1A, no extremo leste da Bacia Hidrográfica de Jacarepaguá, onde os estudos de natureza geomorfológico e hidrográfico e as visitas sistemáticas buscaram analisar a execução das obras e atendimento às soluções propostas pelo Projeto, como redução de inundações e melhoria da qualidade de vida da população do entorno.

Embora existam profissionais e empresas contratadas especificadamente para o desenvolvimento de perícias que identifiquem as obras, sua evolução e conclusão, a atuação da sociedade civil no acompanhamento das ações do poder público é uma realidade constante em países desenvolvidos. No Brasil, essa prática tem crescido, sobretudo em meio ao uso indiscriminado de dinheiro público.

Dentro desse contexto, é fundamental que as ações do poder público precisam se acompanhadas pela sociedade civil e, na Bacia de Jacarapagua, as obras do Lote 01 do Projeto da Prefeitura foram acompanhadas pelo Grupo de Pesquisas Ambientais Oeste Carioca, no contexto do Projeto de Iniciação Científica (2017-2018) do Curso de Geografia da Universidade Estácio de Sá.

O objetivo desse trabalho foi identificar e mapear a execução das obras de macrodrenagem na Bacia do rio Muzema.

2. Materiais e Métodos

O trabalho foi desenvolvido em diferentes etapas. Em primeiro momento, foi realizada a busca de informações, junto aos principais órgãos ambientais e artigos científicos. A próxima etapa foi desenvolvida a partir da aquisição das cartas plantas cadastrais 1:10.00o, produzidas pela Prefeitura do Rio de Janeiro, de 2000. A reunião das plantas 000 foi realizada, com o *software* Corel Photo Paint, onde as bacias hidrográficas foram delimitadas e os rios foram identificados. Também foi feita a identificação dos trechos que receberam as obras, bem como foram interpretadas as intervenções informadas como realizadas pela Prefeitura do Rio de Janeiro. Para a interpretação dos usos do solo, utilizou-se imagens atualizadas e históricas do Google Earth das áreas selecionadas.

Os mapas também foram impressos e reunidos, para a realização das anotações dos pontos de obras descritas do Caderno de Especificações Técnicas Ambientais do Estudo de

Impacto Ambiental do Projeto de Recuperação Ambiental da Macrobacia de Jacarepaguá (PCRJ, 1998). Eles foram utilizados nos trabalhos de campo, nos meses de abril, maio e junho de 2018.

Os trabalhos de campo serviram para a identificação (ou não) das obras relatadas, bem como fazer contato com moradores, para conversas informais sobre a execução das obras e histórico de enchentes, bem como dos resultados das mesmas.

3. Resultados e Discussões

A ação antrópica sobre a superfície uma bacia hidrográfica provoca transformações no sistema hidrológico. A introdução de superfícies impermeáveis diminui a infiltração e reduz a superfície de retenção, portanto tem-se uma diminuição do abastecimento do lençol freático, o que pode implicar desperenização dos cursos d'água. A mesma impermeabilização causa um aumento no escoamento superficial combinado com o aumento da velocidade produzida pela drenagem artificial, resultando em maiores vazões de pico com tempo de ocorrência mais rápido, provocando as enchentes em áreas urbanas (Tucci, 2003).

Nesse quadro geral, destaca-se a bacia da Baixada de Jacarepaguá, onde a degradação ambiental de rios e lagoas tem correlação direta com a ocupação desordenada e a ocorrência de inundações periódicas, que repercutem na redução da qualidade de vida dos moradores e o aumento da ocorrência de doenças.

A Bacia Hidrográfica de Jacarepaguá abrange as Regiões Administrativas de Jacarepaguá e da Barra da Tijuca, as quais vem experimentando, nos últimos anos, as maiores taxas de crescimento populacional do Município do Rio de Janeiro. Como consequência desse crescimento agudizam-se problemas sociais e ecológicos resultantes principalmente da rápida expansão urbana e da intensificação de correntes migratórias internas sem o correspondente aporte de infraestrutura.

Para Tucci (2003), na medida que a população impermeabiliza o solo e acelera o escoamento, através de condutos e canais, "a quantidade de água que chega ao mesmo tempo no

sistema de drenagem aumenta, produzindo inundações mais freqeentes do que as que existiam quando a superfície era permeável e o escoamento se dava pelo ravinamento natural" (p. 45).

De acordo com PCRJ (1998), partindo dessas premissas, o município do Rio de Janeiro, através de suas Secretarias de Meio Ambiente, Obras e Habitação concebeu o Projeto de Recuperação Ambiental da Macrobacia de Jacarepaguá, buscou capitanear medidas estruturais para a solução dos problemas apresentados. As intervenções priorizadas e as áreas a serem incluídas nos projetos foram selecionadas, seguindo critérios de ação emergencial, definidos a partir de estudos prévios realizados pela Prefeitura e das prioridades estabelecidas pelo Conselho das Águas da Baixada de Jacarepaguá (CONSAG). E, durante os dois anos antes dos Jogos Olímpicos de 2016, as obras estruturais foram aceleradas, no sentido de servir de subsídio para a instalação dos equipamentos esportivos e compatibilizar com as obras de mobilidade urbana inaugurados antes do megaevento.

A pesquisa realizada na Universidade Estácio de Sá, no Curso de Geografia, concentra-se no lote 1A, do sub-Projeto Macrodrenagem, onde estão as bacias dos rios Itanhangá, Cachoeira e Muzema, que têm suas principais cabeceiras no Maciço da Tijuca, perto do Engenho da Serra e o Morro do João e seus rios desaguam, predominantemente, nas Lagoas da Tijuca e Camorim (Figura 01).

Figura 01: Localização dos Lotes do Projeto de Recuperação Ambiental da Macrobacia de Jacarepaguá. Adaptado de PCRJ (2013).

A bacia do rio Muzema tem suas nascentes nos Morros do Quilombo e do Pica-pau, em altitudes entre 200 e 250metros e se desenvolve para Sudoeste, por um vale estreito, ladeado por afloramentos rochosos, em sua margem direita até atingir a sua planície de inundação (Figura 02).

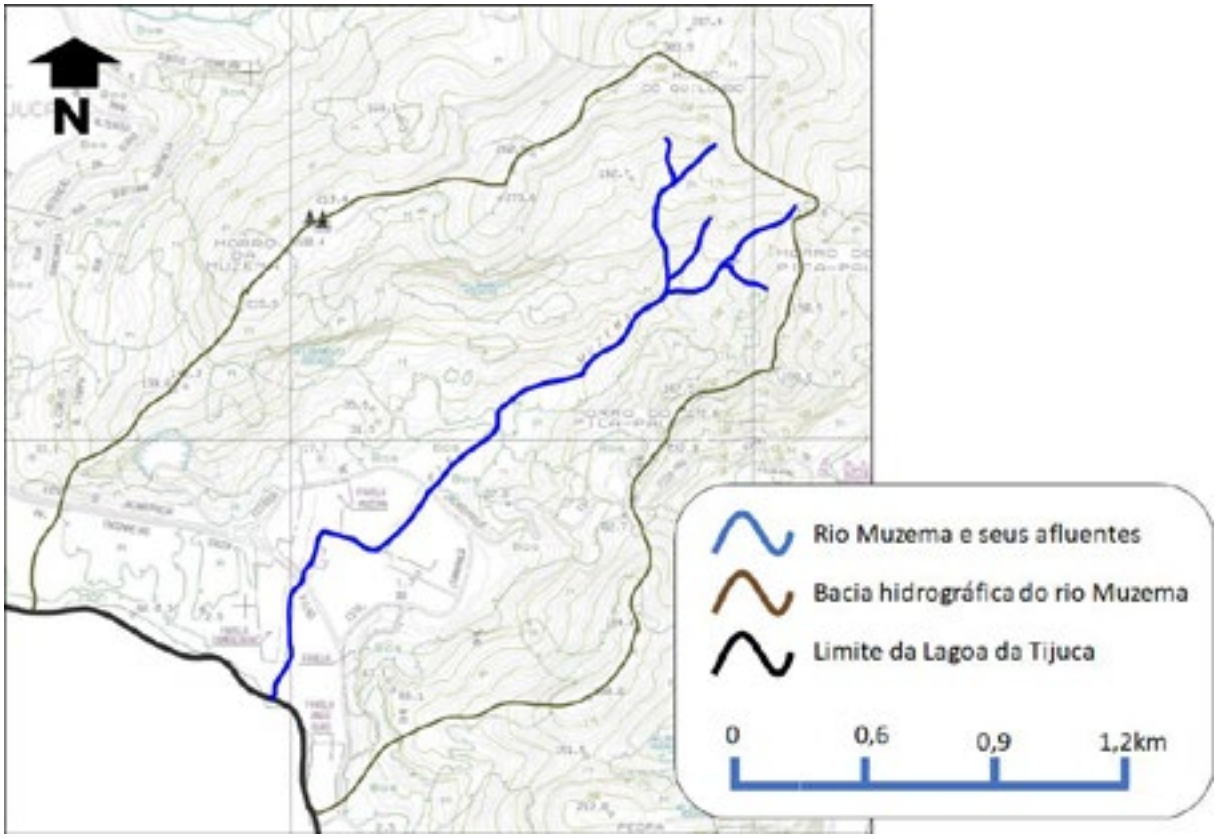


Figura 02: Bacia Hidrográfica do rio Muzema. Adaptado de PCRJ (2000).

A sua planície de inundação inicia-se aproximadamente na cota de 50metros e é cortada pelas estradas de Jacarepaguá, Engenheiro Souza e do Itanhangá e tem sofrido forte urbanização, dando origem às comunidades do Muzema, Cambalacho e Angu Duro (Figura 03).

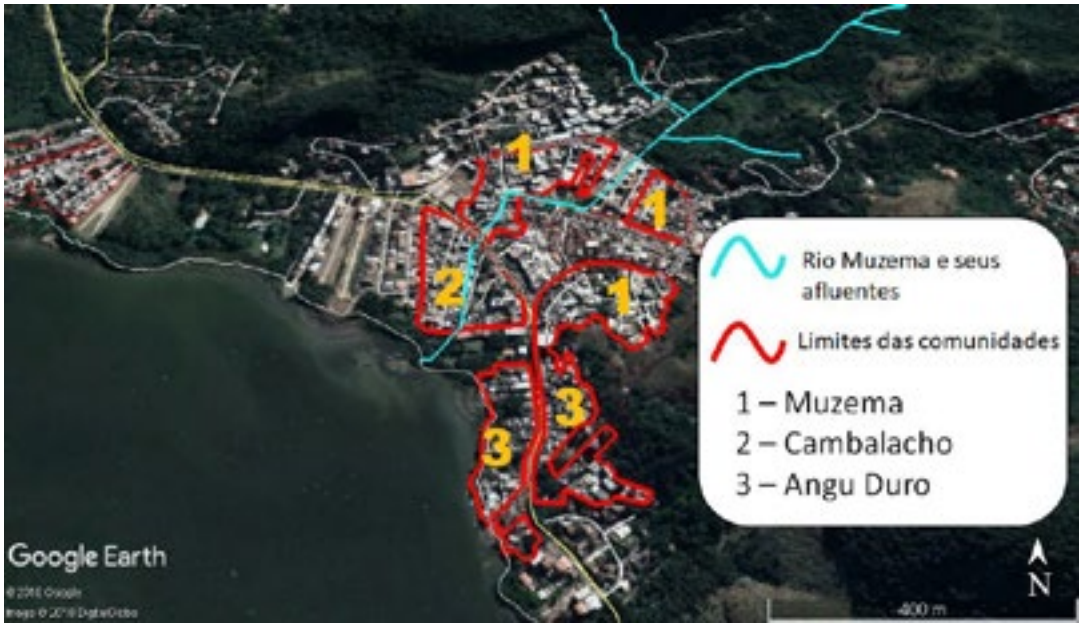


Figura 03: Comunidades do Muzema, Cambalacho e Angu Duro. Fonte: Adaptado de Google Earth.

A comparação de imagens de satélite que registram os anos de 2003 e 2017, em *software* específico de avaliação temporal, demonstra que a planície de inundação do rio Muzema tem sofrido intensa urbanização. As áreas vazias, onde, outrora, o curso fluvial usava para extravasar, nos períodos de cheia, hoje estão ocupadas pela malha urbana (Figura 04).

Figura 04: Comparação da ocupação entre 2003 e 2007 no baixo curso do rio Muzema. Adaptado de Google Earth

De acordo com PCRJ (1998), no projeto municipal, decidiu-se por canalizar o rio Muzema seguindo um alinhamento retilíneo. As seções típicas adotadas são trapezoidais, revestidas no fundo e nas margens, com larguras no fundo de 2,00 e 3,00m, taludes 1(V):3,5(H). O motivo dessas intervenções pontuais está relacionado às observações locais e conversas informais com moradores.

Moradores da região há mais de 15 anos informaram que o curso d´água transborda durante o verão, seja por conta do volume de águas pluviais ou por excesso de resíduos sólidos, e o nível da água equilibra-se a aproximadamente 2 metros de altura, causando prejuízos para a população do entorno.

Desde 2002, há conversações entre a população e representantes políticos para a execução de obras que amenizem a questão das enchentes, mas apenas a partir do Projeto de Recuperação Ambiental da Macrobacia de Jacarepaguá é que algumas obras foram realizadas nesse sentido.

O trecho de obras aconteceu no entorno do rio Muzema, em seu baixo curso, a partir da Ana Marta, onde o mesmo apresenta-se aéreo (não subterrâneo). Nesses lugares, o curso d´água foi canalizado, com o fundo plano, mas não há barragem de contenção para evitar que os sedimentos carreados pelas áreas impermeabilizadas de ruas e calçadas cheguem até o rio. Na figura 05 (A), é possível observar uma grande quantidade de sedimentos no fundo do leito.

Figura 05 – A: Rio Muzema na rua Ana Marta. B - Rio Muzema embaixo da ponte da Avenida Engenheiro Souza Filho. Abril de 2018.

Pequenos córregos afluentes do rio foram direcionados, de forma retilínea, para o canal do Muzema, resultando na formação de pequenos trechos do leito aterrados.

Nos dois trechos em que o rio Muzema é atravessado por pontes (Avenida Engenheiro Souza Filho e Estrada de Jacarepaguá) adotou-se seção retangular. Mas, o problema é que a falta de saneamento da região resulta no uso do rio para lançamento de esgotamento sanitário diretamente de casas e residências. E as pontes acabam por funcionar como obstáculos para a livre circulação hídrica, provocando acumulações durante as cheias de verão (Figura 5-B). As enchentes foram relatadas pelos moradores, após a execução das obras, nesses locais.

Em maio de 2018, a população contatada, através de conversas informais, demonstrou grande preocupação, uma vez que os caros equipamentos que deveriam permitir o andamento das atividades executivas encontram-se abandonados nas ruas e vielas.

4. Considerações Finais

A degradação dos recursos hídricos no mundo subdesenvolvido tem sido uma realidade crescente a partir da segunda metade do século vinte e tem acompanhado o processo de urbanização acelerada que os países que o compõe têm vivenciado.

A Baixada de Jacarepaguá, sobretudo perto do complexo de lagoas, foi o último grande espaço do município a ser ocupado. As planícies de inundação rio Muzema tem sofrido forte urbanização e as inundações sazonais dos cursos fluviais têm causado enchentes, que reduzem a qualidade de vida dos moradores locais.

As obras previstas no Projeto de Recuperação Ambiental da Macrobacia de Jacarepaguá foram realizadas parcialmente e o serviço de finalização e limpeza ainda não aconteceram, o que tem deixado a população do entorno preocupada com a eficácia das executivas.

A conversa com moradores permitiu concluir que houve melhorias, com a implantação de infraestrutura de saneamento básico (esgoto sanitário e galerias pluviais), o que ofereceu melhorias sanitárias. No entanto, destaca-se que os moradores entendem que o avanço das obras poderia oferecer melhor qualidade de vida, com as intervenções que possam dar fim às enchentes sazonais.

3. Referências Bibliográficas

BARBOSA, Debora Rodrigues e OLIVEIRA, Renata Ribeiro. Planejamento Ambiental e Geomorfologia: Um estudo de caso da região da Barra da Tijuca (Rio de Janeiro). In: **Simpósio Nacional de Geomorfologia**, 12, 2018, Crato. Anais... Ceará: URCA, 2018.

BARBOSA, Debora Rodrigues; CARDOSO, Carlos Alberto De Moura, REIS, Alex Santos e PALLAS, Rafael José Mesquita. **Análise das obras de macrodrenagem do sistema dos rios e canais da Baixada de Jacarepaguá (Rio de Janeiro/RJ): Bacias dos rios Cachoeira, Itanhangá e Muzema**. Projeto de Iniciação Científica (2017-2018). Rio de Janeiro: UNESA, 2018.

PCRJ - Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro. Secretaria Municipal da Casa Civil. Instituto Pereira Passos. **Cidade do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: IPP, 2013.

PCRJ - Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro. **Estudo de Impacto Ambiental para o Projeto de Recuperação Ambiental da Macrobacia de Jacarepaguá - Descrição do Empreendimento**. Rio de Janeiro: Secretaria Municipal de Meio Ambiente. 1998.

PCRJ - Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro. Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos. **Planta Topográfica 286E, em escala 1:10.000**. Levantamento Aerofotogramétrico. Data do Vôo: maio a julho de 1999. Data da Edição: 2000.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. Inundações e Drenagens Urbanas. In: TUCCI Carlos Eduardo Morelli & BERTONI, Juan Carlos. (orgs.). **Inundações Urbanas na América do Sul**. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos. 2003. p. 45.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

CARACTERIZAÇÃO FISIOGRÁFICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARNAÍBA DE DENTRO – BA.

Jane Mary Lima Castro [(a)], Meirilane Rodrigues Maia [(b)]

[(a)] Mestranda do Curso de Geografia da UESB-BA, professora de Geografia da SEC-BA e do Município, janecastroo@hotmail.com

[(b)] Professora Drª. Meirilane Rodrigues Maia (UESB), Orientadora, meire.rmaia@gmail.com

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

A bacia do rio Carnaíba de Dentro situa-se na Região Sudoeste do Estado da Bahia, com extensão de uma área total de aproximadamente 2.700 km² de drenagem, abrangendo o município de Guanambi e parte dos municípios de Caetité, Pindaí Candiba e Palmas de Monte Alto. O presente estudo tem o propósito de caracterizar a parte fisiográfica da bacia hidrográfica do rio Carnaíba de Dentro, com a elaboração de mapas temáticos a partir do geoprocessamento de bases cartográficas, e de georreferenciamento do material digital, para compreender as interações socioambientais que se estabelecem nessa bacia, considerando as características físico-ambientais.

Jane Mary Lima Castro , Meiri-
lane Rodrigues Maia

Palavras-chave: Aspectos Geoambientais. Bacia hidrográfica. Gestão ambiental. Interações socioambientais..

1. Introdução

A bacia do rio Carnaíba de Dentro situa-se na porção sul-sudeste da bacia hidrográfica do rio São Francisco, constituindo-se em uma de suas sub-bacias. A área de estudo localiza-se na Região Sudoeste do Estado da Bahia, e possui uma área total de aproximadamente 2.599km², abrangendo o município de Guanambi e Candiba e parte dos municípios de Caetité, Pindaí e Palmas de Monte Alto (Figura 1).

O rio Carnaíba de Dentro nasce a 1.042 m de altitude, no prolongamento da Serra do Espinhaço, na Serra Santa Isabel, no município de Caetité - BA, e deságua no rio das Rãs a 451 m de altitude no município de Palmas de Monte Alto. Embora, a bacia do rio Carnaíba de

Figura 1- Localização da área de Estudo.

Dentro esteja situada, em sua maior parte, no município de Guanambi e Candiba. A bacia do Rio apresenta um padrão dendrítico em sua drenagem, com baixa densidade, caracteriza-se por rio temporário e apresenta vales em forma de "V" e deflúvios nas estações chuvosas.

O estudo fisiográfico da bacia hidrográfica possibilita a análise das características físicas e suas interações, bem como o conhecimento da evolução dos ambientes e das possíveis agressões a esses. Assim, a partir do conhecimento dessas interações torna-se possível sugerir formas mais apropriadas de uso e ocupação do solo e redução dos impactos sobre o ambiente. Este trabalho tem como objetivo caracterizar a parte fisiográfica da bacia hidrográfica do rio Carnaíba de Dentro – BA, por meio de elaboração de mapas temáticos a partir do geoprocessamento de bases cartográficas, para promover o estudo dos impactos ambientais e sanar as lacunas de informações sobre a bacia, cujo padrão de drenagem contempla vários municípios circunvizinhos.

O padrão de drenagem de uma bacia é a resultante do escoamento superficial dos canais principais, ou seja, os rios e a interrelação exercido pela estrutura geológica na área de drenagem da bacia. Para Christofoletti (1980, p. 103), "os padrões de drenagem referem-se ao arranjamento espacial dos cursos fluviais". Esse arranjo depende da influência de elementos vinculados a dinâmica morfogenética, como a estrutura geológica, a resistência física dos minerais das rochas, disposição das camadas rochosas e declividade.

De acordo com os padrões de drenagem de Christofoletti (1980), a bacia do rio Carnaíba de Dentro se classifica como uma bacia de drenagem *exorréica*, por seu escoamento desembocar no mar, cuja hierarquia fluvial é de 5ª ordem. Tal hierarquia é resultado de uma confluência de canais de 1ª, 2ª, 3ª e 4ª ordem, formando uma rede de drenagem "influente", uma vez que o rio Carnaíba de Dentro localiza-se em região semiárida e perde água para o subsolo. Segundo Christofoletti (1980), os rios influentes por "localizar nas regiões secas, eles perdem água para o subsolo" (CHRISTOFOLETTI, 1980. p. 66).

O rio Carnaíba de Dentro, de acordo com os critérios apresentados pela literatura, é o rio principal dessa bacia hidrográfica, uma vez que considera-se rio principal aquele que apresenta maior comprimento, da nascente até a sua desembocadura. O rio possui um comprimento de 106 km de extensão territorial.

A bacia do rio Carnaíba apresenta uma altitude máxima de 1.061m e uma altitude mínima de 451m, resultando em uma amplitude altimétrica máxima de 610m. A distribuição espacial dos parâmetros da bacia se distingue, conforme as características morfométricas apresentadas pela geomorfologia fluvial de cada área da bacia.

E relação ao comprimento da bacia, optou-se pelo procedimento que considera a maior distância medida, em linha reta, entre a foz e determinado ponto situado ao longo do perímetro, apresentando um valor de 93,6km. Entretanto, o perímetro da bacia é de 396km.

Percebe-se que a bacia do rio Carnaíba se caracteriza pela configuração espacial de uma bacia com pouca probabilidade de enchentes, pois o índice de forma da bacia, segundo o Inema é baixo 0,20 e as áreas predominantes são as depressões periféricas e interplanálticas no médio e baixo curso da bacia, enquanto as áreas planálticas são relevantes no alto curso.

O perfil topográfico, expõe os patamares marginais da Serra Geral do Espinhaço e pediplano cimeiro da Chapada Diamantina com elevações alinhadas em maciços; encostas convexas, convexo-concavas e as vezes retilíneas; separadas por vales agudos e raramente chatos. As vertentes são orientadas predominantemente para leste e para oeste. As depressões periféricas e interplanálticas possuem índices de dissecação representado por pedimentos funcionais retocados por drenagem incipiente, com orientação de vertentes para o norte e sul.

2. Materiais e Métodos

Os procedimentos metodológicos para o desenvolvimento da pesquisa compreendem o levantamento e aquisição de material bibliográfico, cartográfico (digital e analógico); geoprocessamento de bases cartográficas; elaboração de mapas temáticos; georreferenciamento do material digital. A etapa seguinte abrange o levantamento de dados secundários (informações adquiridas por meio de documentos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE), Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia (SEI), Superintendência de Recursos Hídricos da Bahia (SRH-BA) e das bases cartográficas digitais, georreferenciadas para a elaboração das representações cartográficas com auxílio das técnicas dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG's).

Para a construção dos mapas temáticos (mapas de localização do município, da bacia, geológico, vegetação, geomorfológico, solos, clima e hipsometria) e sua organização, foram utilizadas as bases cartográficas do SIG Bahia 2000 e da grade topodata (SD-23-Z-B-II) na escala de 1:250000 e o software Quantum GIS 3.2.

Em relação à produção dos mapas utilizou-se as geotecnologias, que segundo Rosa e Brito (1996), é conjunto de tecnologias para a coleta, processamento, análise e oferta de informações com referência geográfica, que envolvem o uso de máquinas e aplicativos, para o processamenrto dos dados gráficos por meio do sistema de informações geográficas responsável pela representação espacial.

3. Resultados e discussões

A bacia do rio Carnaíba de Dentro está situada na região semiárida, zona tropical central do Brasil. Este fato, segundo Ross (2005) está associado as inferências do clima tropical propício a essa região, devido aos diversos sistemas atmosféricos, que atuam sobre esta área, representadas pelas correntes de oeste e sudoeste continental, exposto aos ventos alísios de sudeste.

3.1. Aspectos morfoclimáticos

A bacia apresenta uma variação de três tipos climáticos, no médio e baixo curso da bacia predomina o clima tropical semiárido (BAHIA, 2010), abarcando Guanambi, Candiba e Palma de Monte Alto. Já o tropical semiárido seco também sobressai ao norte do médio e baixo curso e, o tropical semiúmido domina a parte cimeira da Serra Geral do Espinhaço e do Pediplano da Chapada Diamantina, que abrange os municípios de Caetité e Pindaí, como mostra o mapa da Figura 2.

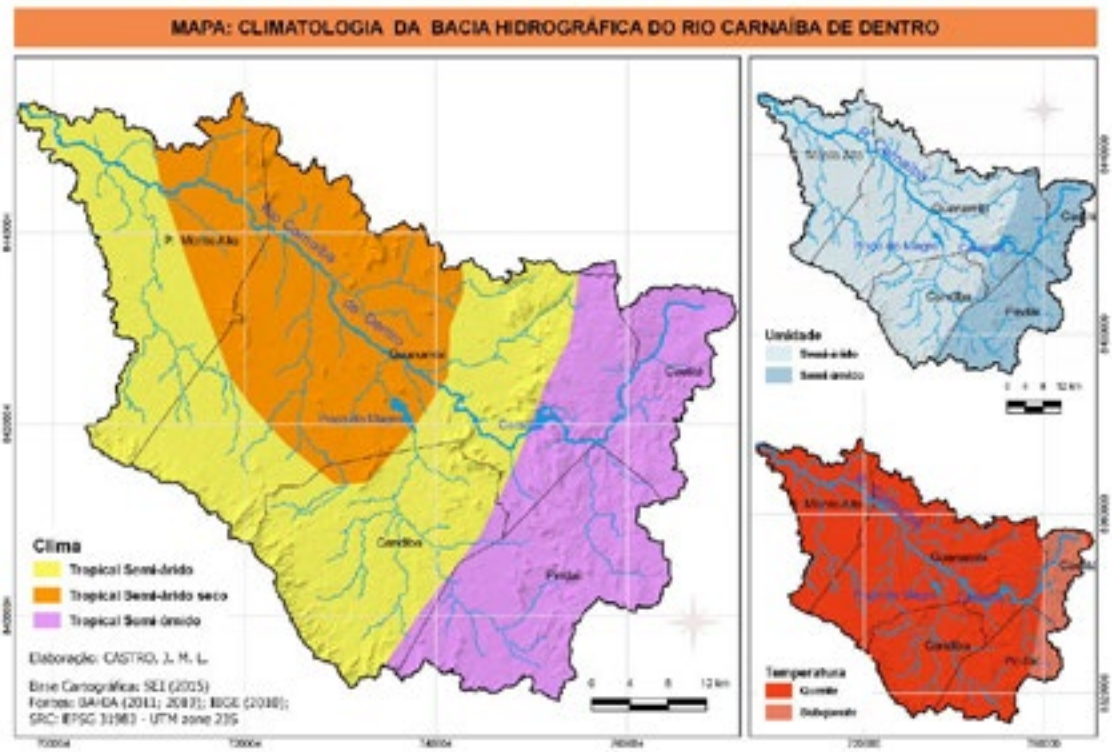


Figura 2- Climatologia da bacia do rio Carnaíba de Dentro

A distribuição pluviométrica, caracteriza-se por períodos de 7 a 8 meses secos no semi-árido com "chuvas esparsas e mal distribuídas que acontecem durante os meses de novembro a março, traz como marca a incerteza das chuvas" (PEREIRA, 2013). Embora, a média espacial da pluviometria anual de Candiba sobressai entre os outros municípios que mostra uma significativa homogeneidade entre si.

A porção superior da bacia do rio Carnaíba de Dentro abrange uma área de clima semi-úmido. O clima local é influenciado pela altitude acima de 800m e a precipitação anual local concentra as chuvas em torno de 900mm.

A temperatura anual é quente, com média acima de 18ºC todos os meses do ano (BAHIA, 2010), com variação na amplitude térmica referente ao alto curso bacia no município de Caetité. Essa variação térmica na nascente é maior, devido o fator altitude implicar na ocorrência de temperatura média entre 15º e 18ºC nos meses de maio a julho, que apresenta menores temperaturas.

Em função da inter-relação existente entre as características geomorfológicas, litológicas, pedológicas e fitoclimáticas da unidade ambiental da bacia, há uma forte influência geomorfológica nas variações altimétricas diferenciando as paisagens e os fenômenos geoambientais da bacia. O mapa de hipsometria da bacia do rio Carnaíba (Figura 3) expressa essa interação espacial das variáveis geoambientais.

Do ponto de vista climático, Castro (2010), afirma que as "variedades das paisagens vegetais naturais da bacia acompanham alterações dos elementos morfoclimáticos (clima, relevo, solo) desse geossistema" (CASTRO, 2010, p. 28). A influência do clima na cobertura vegetal da Serra do Espinhaço e do Pediplano da Chapada está submetida ao clima semi-úmido, representada pela floresta estacional semidecidual e vegetação de cerrado (Figura 4).

Com base nos dados da Sei (2010), essa vegetação de cerrado na parte alta da bacia é um tipo de cobertura vegetal natural da região, o ecótono, vegetação de transição entre o cerrado e a caatinga, apresentando características mais do cerrado, entre elas o pequizeiro. Já na nascente, encontra-se a floresta estacional semidecidual, vegetação que se caracteriza pela perda de mais de 50% da folhagem na estação seca.

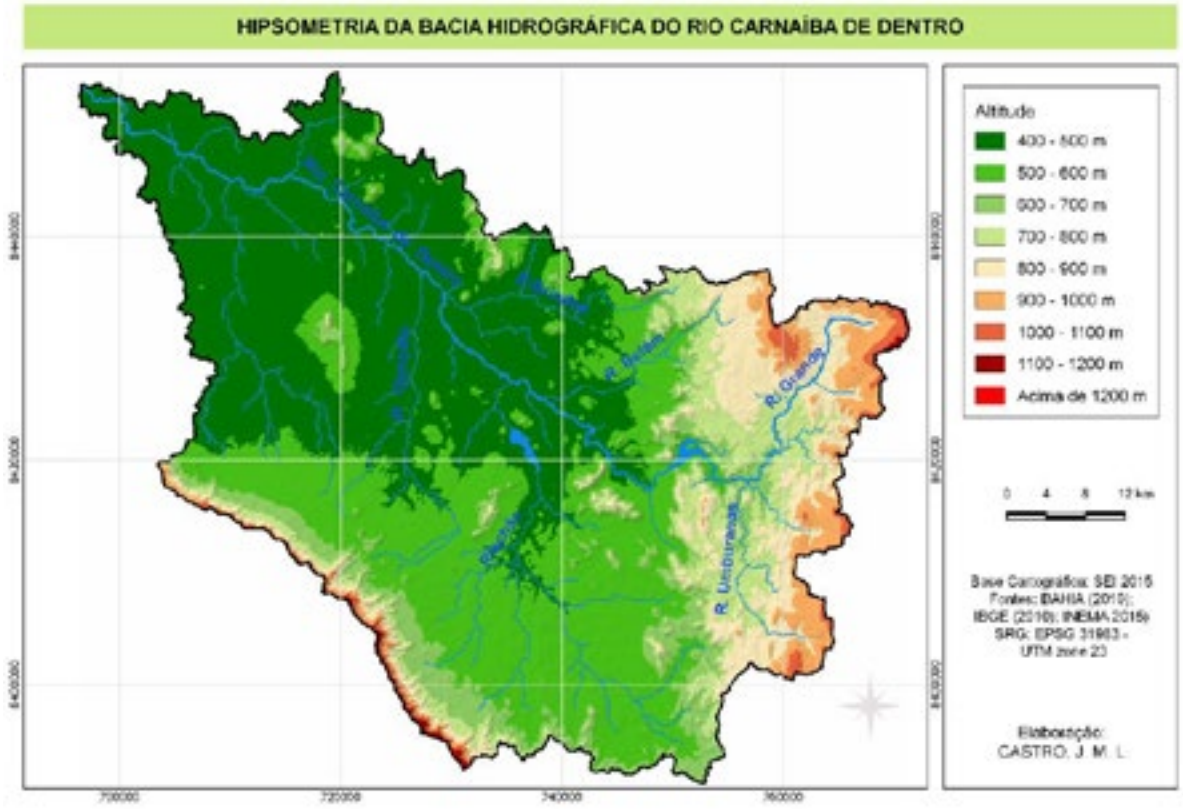


Figura 3- Hipsometria da Bacia do rio Carnaíba de Dentro.

Observa-se que a característica vegetal mais relevante da bacia era a caatinga, mata rala e campo formados por plantas xerófilas, denominada por Ab'Saber (2003), "domínios de natureza, de excepcionalidade marcante no contexto climático e hidrográfico de um continente dotado de grandes e contínuas extensões de terras", (AB'SABER, 2003, p.83).

Nota-se uma retirada intensa da vegetação nativa da caatinga por toda a área da bacia (Figura 5), remanesce algumas manchas de vegetação restrita a proximidade da foz. Na área planáltica remanesce também pequena parte da vegetação nativa de mata estacional e de cerrado, que sofreu impacto negativo (desmatamento e compactação do solo) na última década com a implantação do parque eólico na Serra Geral do Espinhaço.

3.2. Aspectos geológicos e geomorfológicos

A bacia do rio Carnaíba de Dentro, segundo Castro (2010) encontra-se encaixada no arcabouço geológico pré-cambriano inferior, da época arqueana, prevalecendo o embasamento cristalino constituído de rochas metamórficas muito antigas. Ross (2005) caracterizado essa área geológica por "terrenos mais trabalhados pelos processos erosivos e também os mais estáveis do ponto de vista tectônico e por rochas sedimentares paleo-mesozoicas, originadas a partir dos resíduos das rochas já existentes" (ROSS, 2005, p. 33).

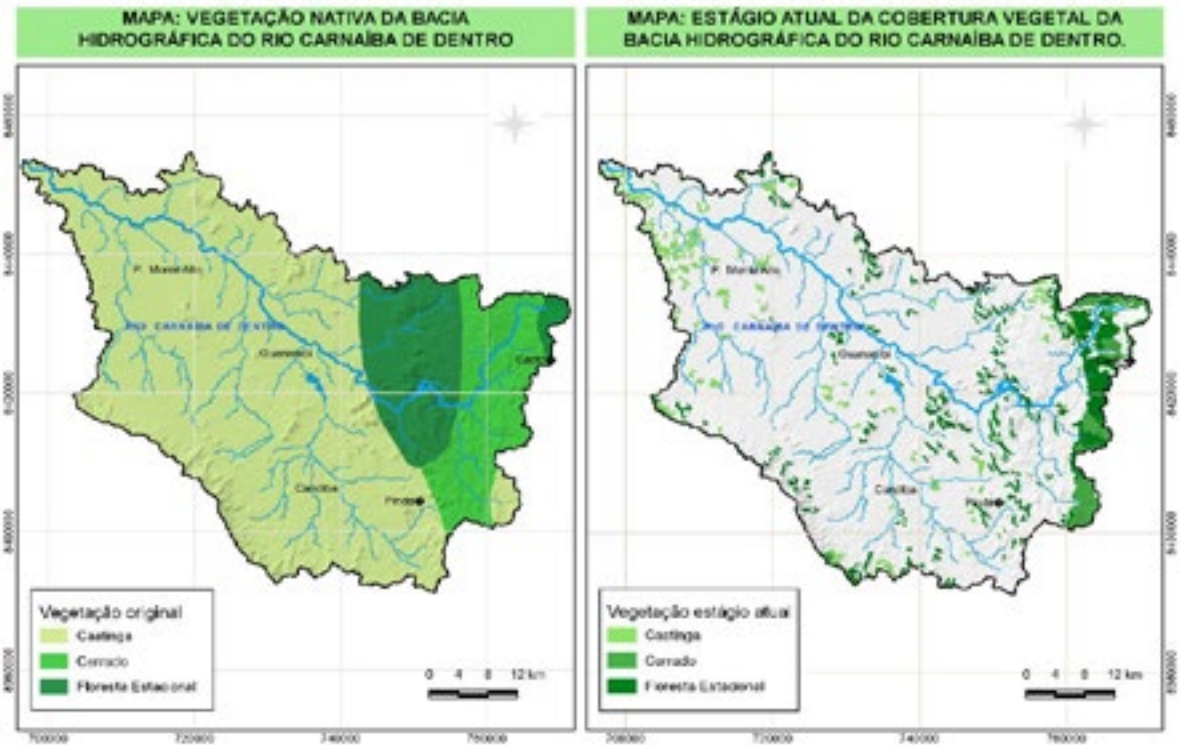


Figura 4 e 5- Vegetação nativa e estágio atual da cobertura vegetal da bacia do rio Carnaíba de Dentro.

Constata-se que o território da bacia é formado pelas estruturas geológicas antigas da Formação ou Grupo Santo Onofre (Salto, Sítio Novo), Complexo Santa Isabel (rocha metamórfica) e Depósitos dendríto-lateriticos (rocha sedimentar) na área da nascente. O Complexo Santa Isabel juntamente com Depósitos aluvionares e de terraços, e Sienitoides tipo Cara Suja apresenta-se ainda no alto curso da bacia (Figura 6).

A maior parte da bacia localiza- se no Complexo Batólito Guanambi, constituído em sua formação por rochas ígneas e plutônicas do tipo monzogranito, monzonito, tonalito, suas camadas. Os Depósitos aluvionares e de terraços permanecem pela extensão leste noroeste da bacia, Complexo Santa Isabel e Urandi adentram o sudoeste da bacia e a Serra do Espinhaço faz o limite da bacia no sentido oeste. Outro tipo de relevo comum à bacia, são as formas de relevo isoladas encontradas sobre os pediplanos, denominados de inselbergues, e que podem assumir formas variadas, dependendo da rocha de sua formação. Os inselbergues são também considerados como "morros testemunhos" (CASSETI, 1994), por representar o testemunho de uma superfície de erosão.

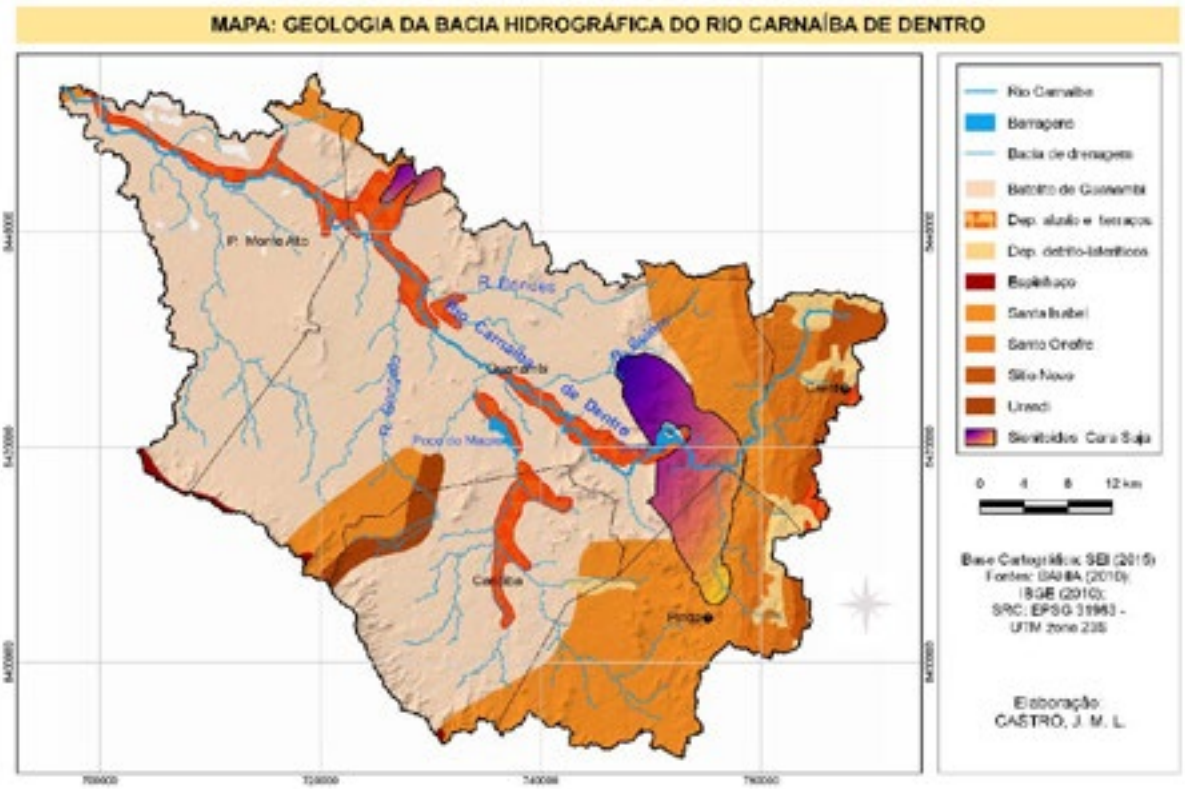


Figura 6- Geologia da bacia do rio Carnaíba de Dentro.

Considerando os aspectos geomorfológicos, a bacia do rio Carnaíba de Dentro, em sua porção cimeira abrange áreas de relevos planálticos, com níveis topográficos acima dos 800m

de altitude. Essa região caracteriza-se pela presença do Pediplano da Chapada Diamantina e pela Serra Geral do Espinhaço (Figura 7). São áreas hispsométricas, classificadas pela atitude de 800 a 1.000m, lembrando que o rio Carnaíba de Dentro nasce a 1.042 m de altitude.

As depressões periféricas e interplanálticas possuem índices de dissecação que abrangem áreas de planícies fluviais e as unidades de depressão, com níveis topográficos de 500m de altitude. Para Ross (2007), as planícies correspondem as áreas planas geradas pela deposição de sedimentos de origem, no caso da bacia do rio Carnaíba de Dentro, fluvial.

Figura 7- Geomorfologia da bacia do rio Carnaíba de Dentro

3.3. Características dos solos

Na bacia hidrográfica do Carnaíba observam-se formações de solos de acordo com o perfil da topografia, ou seja, há ocorrência de material amarronzado na área planáltica, rosado

na planície e avermelhados em trechos de depressão na desembocadura do rio. Observa-se que os solos apresentam uma interação com as formações geológicas e geomorfológicas da bacia, assim como os aspectos morfoclimáticos. Encontra-se variações desde solos de baixo potencial e pouca aptidão, com influência litólica restrita ou nula, até solos de bom potencial com média a alta aptidão em áreas de menor inclinação, como os Argissolos Vermelho-Amarelo eutrófico – PVAe (Figura 8).

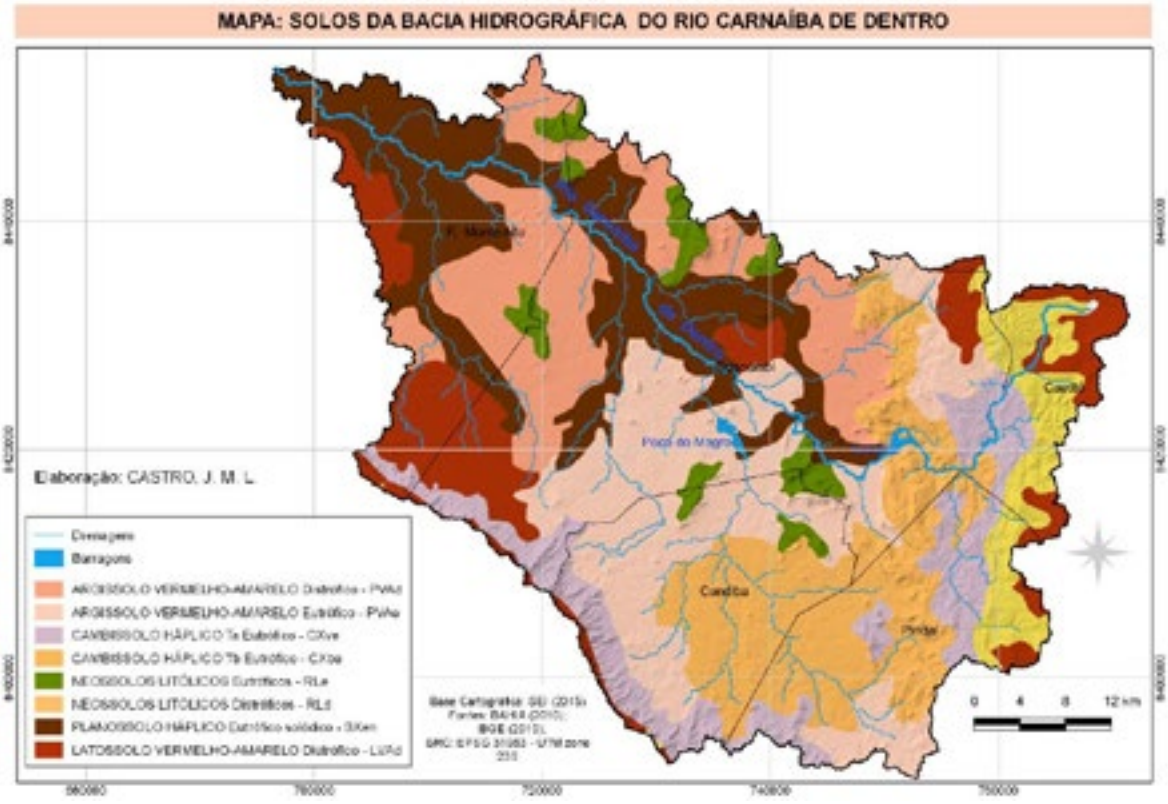


Figura 8- Solos da bacia hidrográfica do rio Carnaíba

Com base nos dados do mapa de solos, destacam-se nessa bacia hidrográfica 8 variações tipológicas de solos: Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico – (PVAd), Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico – (PVAe), Cambissolo Háplico Ta Eutrófico – (CXve), Cambissolo Háplico Tb Eutrófico – (CXbe), Neossolo Litólico Distrófico – (RLd),

Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (LVAd), Planossolo Háplico Eutrófico solódico e há também, em menor proporção, o Neossolo Litólico Eutrófico (RLe).

Em partes dos municípios de Candiba, Guanambi e Palmas de Monte Alto são encontrados solos latossolos de bom potencial agrícola e os cambissolos, de fraco potencial. Na região serrana de Guanambi, faz-se marcante a presença dos argissolos vermelho-amarelo com condições potenciais de solos bem desenvolvidos e boa aptidão para a agricultura.

Nota-se que, a boa fertilidade do solo sem as condições climáticas necessárias para a sobrevivência, fez com que a população, nessa área da bacia, fosse à procura de melhores condições de vida na zona urbana. Por outro lado, na desembocadura do Carnaíba de Dentro, os solos são claros e arenosos, em virtude da ausência de materiais orgânicos do rápido escoamento superficial da água da chuva, o que torna o solo de baixa produtividade agrícola.

4. Considerações finais

As características fisiográficas da bacia hidrográfica do rio Carnaíba de Dentro foram estabelecidas por meio do uso do Sistema de Informação Geográfica que auxiliou a quantificação dos parâmetros estudados e a partir dos mapas gerados no software *Quantum Gis* 3.2, apresentou-se um panorama geral das características ambientais do espaço geográfico da bacia, além de demostrar a importância dos elementos cartográficos para o conhecimento do local.

Os resultados obtidos mostraram que a bacia do Carnaíba de Dentro é relativamente plana, apresentando uma altitude máxima de 1.061m e uma altitude mínima de 451m e, um padrão dendrítico em sua drenagem, com baixa densidade, em que predominam o relevo das depressões periféricas e interplanálticas no médio e baixo curso da bacia, enquanto as áreas planálticas são relevantes no alto curso. Face ao estágio atual de evolução da retirada da vegetação primitiva, a caatinga foi o domínio de maior devastação, para ser transformada em pastagens de capim, atividades agropastoris e a prática da agricultura de subsistência.

Os trabalhos de campo permitiram avaliar que os usos da bacia tem prejudicado tanto a qualidade quanto a quantidade das águas, com destaque para o rio principal. Nesse sentido, percebe-se a relevância da caracterização fisiográfica do território da bacia e suas especificidades, que sugere perspectivas de gestão dos recursos naturais, assim como uma importante ferramenta para a construção de plano diretor que se adeque as características da bacia para sua conservação e adaptação social.

5. Referências Bibliográficas

AB´SABER, Aziz Nacib. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas.** São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

BAHIA. INEMA (Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos), 2010. Disponível em: Disponível em:. <http://www.inema.ba.gov.br/sergh/>. Acesso 10.04.2018.

CASSETI, W. **Ambiente e apropriação do relevo.** São Paulo: Contexto, 1994.

CASTRO, J. M. L. Análise dos aspectos geoambientais da bacia do rio Carnaíba de Dentro no município de Guanambi. In: CASTRO, J. M. L.; BOMFIM, I. A. S.; NASCIMENTO, G. A. S. **Bacias hidrográficas de Guanambi: uso, ocupação e conservação - rio Carnaíba de Dentro, riacho Belém e zoneamento urbano das áreas verdes.** Brasília-DF: Exlibris, 2010.

CHRISTOFOLETTI. A. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1980.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) **Censo demográfico 2010**. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/. Acesso entre jun. e out. de 2018.

PEREIRA, Sofia R. **Guanambi: centralidade, rede urbana e dinâmica regional no centro-sul baiano**. Salvador, 2013. Dissertação de mestrado. Disponível em: https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/20146/1/Sofia_Reboucas_Neta_Pereira_Dissertacao.

ROSA, R. BRITO, J. L. S. **Introdução ao Geoprocessamento: Sistema de Informações Geográficas.** Uberlândia, 1996.

ROSS, J. L. S. **Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento ambiental.** São Paulo: Oficina de Textos, 2007. _____. **Geografia do Brasil**. São Paulo: Edusp, 2005.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUIMICA DA ÁGUA NO MUNICÍPIO DE VERÊ-PR

Ronei da Silva Zefino[(a)], Ana Paula Mendonça[(a)], Carina Petsh[(b)], Daniele Sayuri Fujita[(c)], Rafaela Harumi Fujita[(d)]

[(a)]Discente do Curso de Geografia, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, roneizefino@hotmail.com, ana_mendonca8@hotmail.com.

[(b)]Docente do Curso de Geografia, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, carinapetsch@hotmail.com

(c) Docente do Instituto Federal de Roraima, Instituto Federal de Roraima, daniele.fujita@ifrr.edu.br

[(d)] Docente do Curso de Geografia e Programa de Pós Graduação em Geografia, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, rafaela.fujita@gmail.com

Eixo: Dinâmica e Gestão de Bacias Hidrográficas

Ronei da Silva Zefino, Ana Paula Mendonça, Carina Petsh, Daniele Sayuri Fujita, Rafaela Harumi Fujita

Este trabalho teve como intuito realizar a caracterização físico-química da água no município de Verê, com ênfase a comunidade do rio Santana. Cada ambiente amostrado (poço artesiano, fontes protegidas e rio) possuem parâmetros físico-químicos peculiares. A água amostrada no município de Verê possui boa característica físico-química, os poços artesianos águas alcalinas os demais ambientes águas mais ácidas. O excesso de precipitação ocasiona o aumento significativo de sólidos suspensos totais e turbidez, principalmente nos rios. Ainda se faz necessário uma maior investigação das características físico-químicas da água para emitir um parecer sobre a qualidade da água no município de Verê, principalmente a integração de mais análises para detecção de contaminantes que foram sugeridos pelos resultados das amostras.

Palavras chave: recursos hídricos, CONAMA, Verê-PR

1. INTRODUÇÃO

A água é um bem natural extremamente importante desde os tempos remotos representa o elemento essencial para o desenvolvimento e sobrevivência de qualquer forma de vida (TUNDISI E MATSUMURA TUNDISI, 2008).De acordo com Tucci (2000) o uso múltiplo da água depende do grau de concentração da população e das atividades econômicas

em torno da bacia hidrográfica. No Brasil 90% dos recursos hídricos são utilizados para o consumo da população, indústria e agricultura dos quais 70% são utilizados para a irrigação (NUNES *et al.*, 2010).

Os recursos hídricos compreendem as águas superficiais ou subterrâneas disponíveis para qualquer tipo de uso de região ou bacia (COSTA et al., 2008). Os recursos hídricos sofrem impacto a partir do crescimento populacional e econômico de uma região, por meio do aumento das construções, impermeabilização dos solos e retirada da cobertura vegetal, alterando significantemente a dinâmica da paisagem. Pode-se destacar, ainda, que a disponibilidade de água doce na natureza é limitada pelo alto custo da sua obtenção nas formas menos convencionais, como é o caso da água do mar e das águas subterrâneas (ALVES et al., 2008).

De acordo com Buzelli e Cunha-Santino (2013), o monitoramento dos recursos hídricos consiste em uma ferramenta de grande valia para diagnosticar a característica físico-química água de ambientes lóticos, lênticos e subterrâneos, pois possibilita identificar os impactos ocorridos. Os estudos de parâmetros físico-químicos da águasão de grande importância para o conhecimento do ambiente e identificação dos padrões de variação das condições ambientais, e representam parâmetros indicadores de qualidade de água. Para essa avaliação, no Brasil utiliza-se como normativa a resolução 357 do CONAMA (2005), com intuito de comparar os resultados de monitoramentos com os parâmetros legais.

Considerando a carência de trabalhos limnológicos realizados na região do município de Verê (PR), este trabalho teve como objetivo realizar a caracterização físico-química da água,com ênfase a comunidade do rio Santana.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Caracterização da Área de Estudo

O município de Verê localiza-se no sudoeste do estado do Paraná (Figura 1) e pertence ao sistema fluvial Iguaçu, no Planalto das Araucárias. Está alocada nos domínios

morfoestruturais da bacia sedimentar do Paraná sob as rochas do grupo São Bento, que abrange a Formação Serra Geral, estruturalmente a área é influenciada por falhas e fraturas. De acordo com Santos et al (2006) compreende o Terceiro planalto paranaense e abarca as sub-unidade geomorfológica denominada Planalto de Francisco Beltrão. O tipo climático predominate é o subtropical úmido, com temperaturas médias de 18º C e precipitações médias anuais de 1800 mm, aproximadamente. A vegetação original, compreende a floresta ombrófila mista.

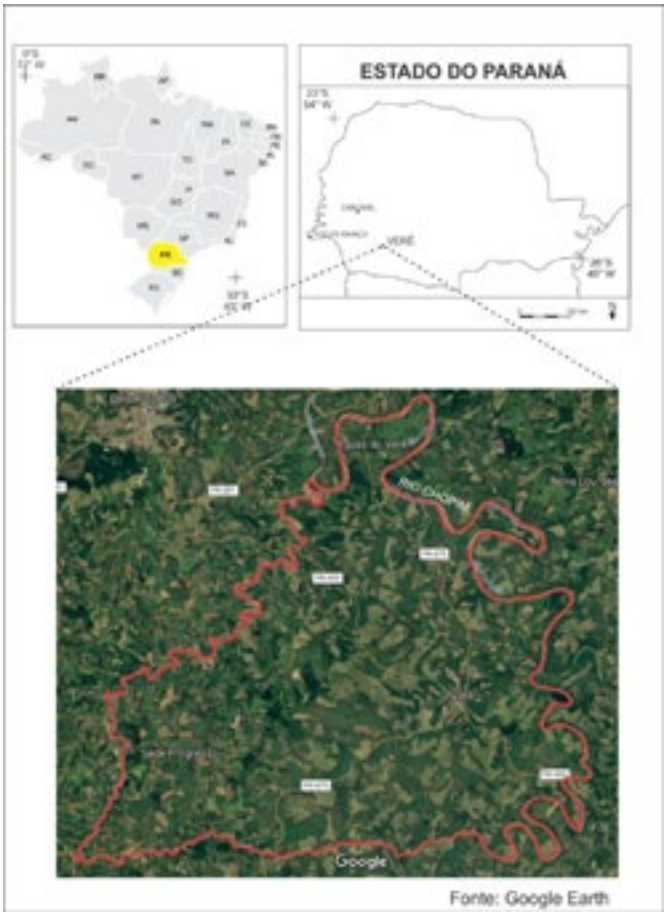


Figura 1- Localização da área de estudo

2.2 Coleta e Metodologias de análise dos parâmetros Físico-químicos da Água

A campanha de campo foi realizada no dia 01 de setembro de 2018. As amostragens foram realizadas no período matutino, em dia chuvoso. Em campo, foram efetuadas coletas de água utilizando garrafa de polietileno esterilizadas e identificadas. Foram efetuadas as coletas em três ambientes diferentes: fontes protegidas, rios e poços artesianos. A caracterização dos pontos amostrados estão descritas no quadro I e espacializadas na figura 2.

Figura 2- Espacialização dos pontos de amostragem de água no município de Verê.

Quadro I- Descrição dos pontos amostrados

Ponto	Descrição	
Ponto 1	Altitude: 516 m Fonte protegida, localizada no entorno de um bambuzal, presença de fluxo hídrico intenso. Proteção da fonte efetuada, a dois meses da coleta, em parceria com a prefeitura municipal de Verê.	Fonte Protegida
Ponto 2	Altitude: 516 m Fonte protegida, localizada no meio da plantação (trigo), na data da coleta apresentava em solo exposto (plantio recente). A coleta foi efetuada de uma torneira a qual estava interligada por mangueira. Proteção da fonte efetuada, em parceria com a prefeitura municipal de Verê., a seis meses da coleta.	Fonte Protegida
Ponto 3	Altitude: 503 m Fonte protegida, em parceria com a prefeitura municipal de Verê. A fonte está localizada a beira da estrada, no meio de uma plantação de bananeiras e coberta pela mata. A coleta foi efetuada de uma torneira, localizada no lado de fora da casa do proprietário, interligada por mangueiras quem vem da fonte.	Fonte Protegida
Ponto 4	Altitude: 503 m A coleta foi efetuada de uma torneira que está ligada a poço artesiano que abastece a comunidade. A torneira se localiza do lado de fora da casa do proprietário.	Poço Artesiano
Ponto 5	Altitude: 457 m A coleta foi efetuada às margens do rio Santana .	Rio
Ponto 6	Altitude: 483 m Coordenadas UTM: 7135518, 309119 A coleta foi efetuada num rio que está no perímetro urbano de Verê.	Rio
Ponto 7	Altitude: 483 A coleta efetuada no perímetro urbano de Verê, de uma torneira que fica do lado de fora de uma casa de uma moradora da cidade. O ponto representa poço artesiano que abastece a cidade inteira.	Poço Artesiano
Ponto 8	Altitude: 488 m A coleta foi efetuada em rio localizado no perímetro urbano de Verê,	Rio

Após a coleta as amostras foram refrigeradas e encaminhadas ao laboratório LGQ, no município de Francisco Beltrão para serem analisadas, exceto a Turbidez que foi mensurada no campo. Para o estudo foram analisados os seguintes parâmetros: pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, sólidos suspensos totais e turbidez. As metodologias utilizadas pelo laboratório são apresentadas no quadro II.

Quadro II- Metodologias utilizadas para o processamento das análises realizadas pelo laboratório LGQ.

PARÂMETRO	METODOLOGIA
Condutividade Elétrica	Método 2510B, SMWW 23a Edição 2017
pH	Método 4500-H +B, SMWW 23a Edição 2017
Oxigênio Dissolvido	Método 4500-O C, SMWW 23a Edição 2017
Sólidos Suspensos Totais	Método 4540D, SMWW 23a Edição 2017

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste estudo, conforme mencionado anteriormente, foram coletadas águas para análise das características físico-químicas da água, em três ambientes diferenciados: fontes protegidas, rios e poços artesianos, resultando em 8 pontos de amostragens. Os resultados das análises são descritas a seguir.

Condutividade elétrica é a capacidade que a água possui de conduzir a corrente elétrica, relaciona-se com a quantidade de íons dissolvidos na água. Assim, quanto maior a concentração de íons dissolvidos na água, maior a concentração de condutividade elétrica (NOGUEIRA et al, 2010). Nesse estudo (figura 3) são observados maiores valores de condutividade elétrica para os pontos 4 e 7 (427,6 e 101,5µS/cm, respectivamente). Os menores valores são observados para o ponto 1 e ponto 8 (40,1 e 55,78µS/cm), para os demais pontos (2, 3, 5, 6 e 8) foram verificados similaridades nos valores, em média 79,615µS/cm.

Mesmo não havendo um limite na resolução do CONAMA (2005) para esse parâmetro, altos valores de condutividade elétrica em um corpo d'água sugere contaminação. Gasparotto (2011) indica que para um corpo hídrico com boa qualidade de água, possui um limite de 100 µs/cm de condutividade elétrica.Dessa forma, as altas valores observados nos pontos 4 e 7 podem sugerir contaminação. Apesar dos pontos serem poços artesianos, a contaminação desses locais podem estar relacionadas a atividades agrícolas vinculadas ao fluxo hídrico na vertente, que pode promover a contaminação do lençol freático.

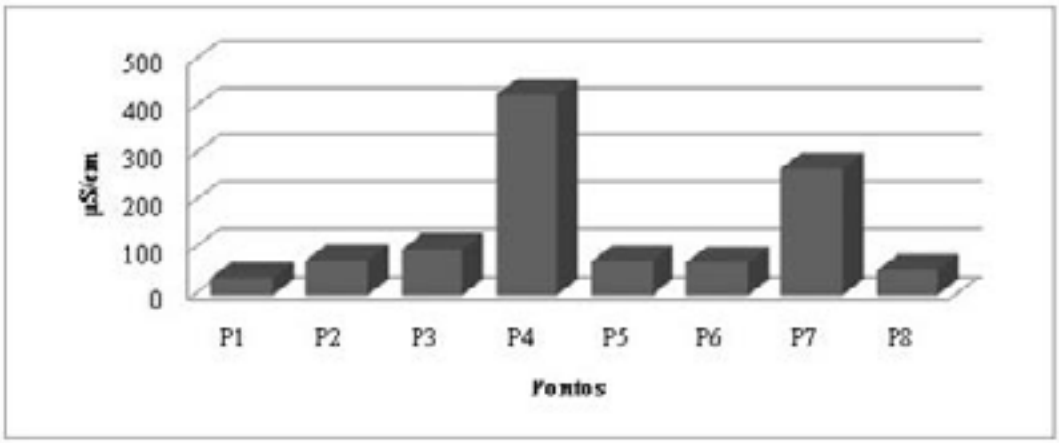


Figura 3- Valores de condutividade elétrica dos pontos amostrados

De acordo coma Resolução n° 357 do CONAMA, o pH exigido das águas de classe II é 6 a 9. Mediante as análises foi observado que o pH variou de 5,3 a 9,62 (Figura 4). Os pontos 1 e 2 apresentaram os menores valores de pH (5,3 e 5,74) em comparação com os demais pontos amostrados. Os pontos 4 e 7 apresentaram os mais altos valores de pH (9,33 e 9,62, respectivamente). Assim, verifica-se que somente os pontos 3,5, 6 e 8(6,19; 7,32; 6,93 e 8,83; respectivamente), apresentam pH dentro do limiar do CONAMA.

Nos pontos 1 e 2, que apresentaram os menores valores registrados, constituem locais de fontes protegidas, a ocorrência desses baixos valores podem estar associada a presença de matéria orgânica em decomposição na área amostrada, o que possibilita a geração de ácidos húmicos e fúlvicos, que aumentam a acidez na água (COSTA *et al*, 2006). Já os pontos 4 e 7, constituem poços artesianos, a presença desses valores acima de 9, indicam alcalinidade da água desses poços.

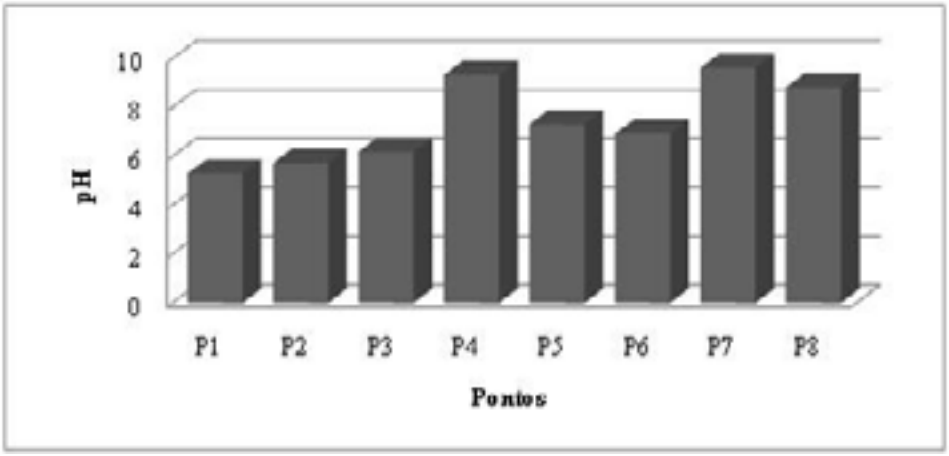


Figura 4- Valores de pH dos pontos amostrados

Dentre as variáveis limnológicas, o oxigênio dissolvido (OD) representa um bom indicador de qualidade de água. A disponibilidade do OD no ambiente é alterada quando ocorre a presença de contaminantes, principalmente os orgânicos. No presente estudo, as concentrações de OD variaram de 7,5 a 8,6 (Figura 5). Esses resultados estão dentro dos limites de exigência do CONAMA, que estabelece valores para esse parâmetro acima de 6 mg/L. Assim, pode-se afirmar que os pontos amostrados apresentam boa qualidade de água.

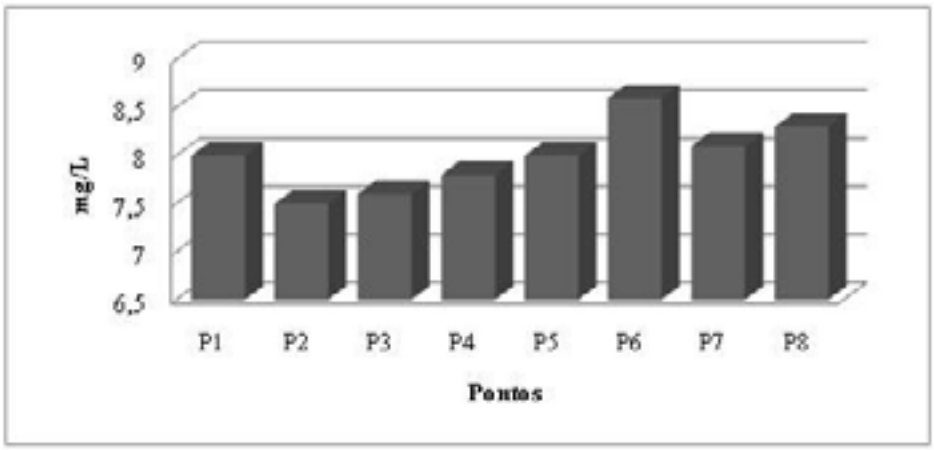


Figura 5- Valores de oxigênio dissolvido dos pontos amostrados

Sólidos suspensos totais são a soma de todas as partículas que se mantém em suspensão na água, também constitui um parâmetro indicador de qualidade de água (ANA, 2012). Nesse estudo (figura 6) maiores valores de sólidos suspenso totais foram observados nos pontos 2 e 6 (16 e 10mg/L, respectivamente). Para os pontos 1, 4, 7 e 8 foram obtidos os mesmos valores de sólidos suspensos totais (5,4mg/L). Já os pontos 3 e 5 apresentaram valores intermediários (6 e 7mg/L, respectivamente). Os valores elevados para os pontos 2 e 6, sugerem influência de eventos de precipitação, o que ocasiona a chegada de material das vertentes nos cursos fluviais, bem como em subsuperfície.

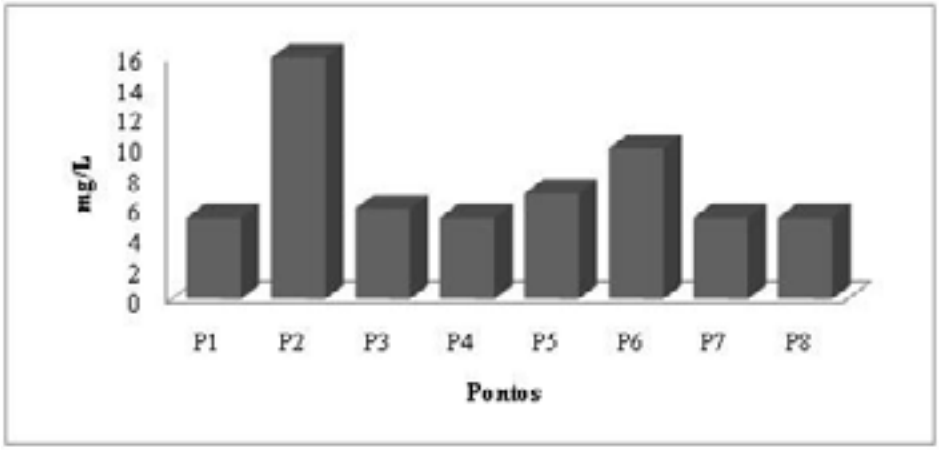


Figura 6- Sólidos Suspensos Totais

A turbidez é uma propriedade física dos fluidos que mede a redução da transparência da água devido a presença de material fino em suspensão. De acordo com CONAMA (2005) para classificação de corpos d'água classe 2 o valor limite de Turbidez é de 100 UNT. Nos locais amostrados do município de Verê (figura 7)foram verificados valores de turbidez, abaixo do limite determinado pelo CONAMA (2005), exceto para o ponto 6 (164 UNT).

Baixos valores foram observados nos pontos 4 e 7 (0,04 UNT) e ponto 1 (3,23 UNT). Esses valores refletem o ambiente monitorado, uma vez que os pontos 4 e 7 são poços artesianos e o ponto 3 uma fonte água protegida por projeto executado em parceria com a Prefeitura Municipal do Verê. No entanto, mesmo sendo uma fonte de água protegida, o ponto 2 apresentou uma alteração na turbidez (57, 1 UNT), em comparação ao ponto 1.

Os valores de turbidez elevados, bem como modificações entre os pontos amostrados, deve-se ao fato de eventos de períodos de chuva intensos e o local onde foram realizadas as amostragens, por exemplo, os pontos 6 e 8, representam cursos fluviais e são influenciados pela chegada de sedimentos na drenagem pós eventos pluviométricos provenientes das vertentes.

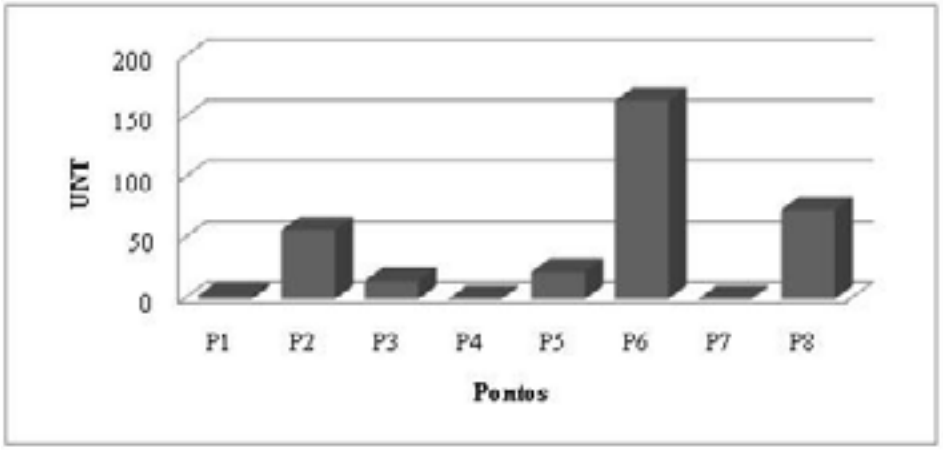


Figura 7- Valores de turbidez nos pontos amostrados

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo procurou-se caracterizar algumas variáveis físico-químicas da água, delineados na condutividade elétrica, pH, oxigênio dissolvido, sólidos totais suspensos e turbidez e seus resultados comparar com a Resolução 357 do CONAMA (2005) para verificar as características físico-químicas da água em diferentes pontos no município de Verê.

A partir dos resultados obtidos pode-se chegar as seguintes considerações:

- Cada ambiente amostrado (poço artesiano, fontes protegidas e rio) possuem parâmetros físico-químicos diferenciadas;
- Os resultados sugerem água com boa característica físico-química , considerando os parâmetros oxigênio dissolvido e sólidos suspensos totais;

- Os poços artesianos possuem águas alcalinas. Foram identificadas altas concentrações de condutividade elétrica, o que sugere contaminação por agrotóxicos, em função o uso do solo;
- Nas fontes protegidas as águas são mais ácidas, em função da presença de matéria orgânica, o que potencializa a formação de ácidos húmicos e fúlvicos.
- O excesso de precipitação ocasiona o aumento significativo de sólidos suspensos totais e turbidez, principalmente dos rios. Foram diagnosticadas alterações nesses parâmetros para o ponto 2 (fonte protegida), possivelmente associada ao encanamento entre a fonte e a torneira que foi realizada a coleta da água.

Frente aos resultados obtidos, ainda se faz necessário uma maior investigação sobre a caracterização físico-química da água no município de Verê, principalmente a integração de mais análises para detecção de contaminantes que foram sugeridos pelos resultados das amostras, além da algumas análises para qualidade da água e e aplicação do índice de qualidade da água (IQA), que nesse estudo não fora contemplado.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Panorama de qualidade das águas superficiais do Brasil: 2012,** Agência Nacional de Águas, Brasília, ANA, 2012.

ALVES, E. C., SILVA, C. F., COSSICH, E.S., TAVARES, C.R.G., SOUZAFILHO, E.E., CARNIEL, A., *Avaliação da qualidade da água da bacia do rio Pirapó – Maringá, Estado do Paraná, por meio de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos*. **Acta Sci. Technol**. **Maringá**, v. 30, n. 1, p. 39-48, 2008

BUZELLI, G. M.; CUNHA-SANTINO, M. B. Análise e diagnóstico da qualidade da água e estado trófico do reservatório de Barra Bonita (SP). Ambi-Agua, Taubaté, v. 8, n. 1, p. 186-205, 2013.

CONAMA. (2005). Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília, 2011. Available from: http:// www.mma.gov.br/port/conama/res/ res05/res35705.pdf.

COSTA W, MARQUES MB, DELEZUK, JAM, FOLKUENIG ES (2006) Avaliação preliminar da qualidade da água do arroio Madureira e afluentes. **Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias** 12: 15-22.

GASPAROTTO, F. A. Avaliação Ecotoxicológica e Microbiológica da água de nascentes urbanas no município de Piracicaba-SP. Universidade de São Paulo. Piracicaba, p. 90. 2011.

NUNES, R.I.; SOUZA, W.W. de.; SANTOS, P. F. dos.; OLIVEIRA, J.D. dos.; SANTANA, J. M.; MACIEL, O.S.; BEZENA, D. P. Analise dos Parâmetros Físicos: Sólidos Totais, Sólidos Sedimentáveis, Sólidos Totais Dissolvidos e Sólidos Suspensos nas Águas do Vale do Açu. ERQ. 5º Encontro Regional de Química & 4º Encontro de Química, v. 3, n.1, nov. 2015. Disponível em: <pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/chemistryproceedings/5erq4enq/am17.pdf> Acesso em: 04 out. 2018.

PERIN, L. T. Uso do Modelo QUAL-UFMG no estudo da qualidade da água e da capacidade de Autodepuração do Rio Km119 – Campo Mourão - PR. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2013.

SANTOS, L. J. C et al, Mapeamento geomorfológico do estado do Paraná. **Rev. Bras. de Geomorfologia**. Ano 7, n°2, 2006.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA, TUNDISI. T. **Limonologia**. São Carlos (SP): Oficinas de Texto, 2008.

TUCCI, C. E. M. 2000, **Hidrologia: Ciência e Aplicação**, 2ª edição.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

CARACTERIZAÇÃO HIDROGEOQUÍMICA DOS SISTEMAS AMBIENTAIS DE CABECEIRAS DE DRENAGEM NA DEPRESSÃO DO PARAÍBA DO SUL, MUNICÍPIO DE SIMÃO PEREIRA (MG)

Luiz Otávio Marques [(a)], Lídia Aparecida dos Reis [(b)], Saulo de Paula Faria [(c)], Stefanie Vieira da Silva [(d)], Miguel Fernandes Felippe [(e)]

[(a)] Curso de Geografia/Instituto de Ciências Humanas, Universidade Federal de Juiz de Fora, lotams@live.com

[(b)] Curso de Geografia/Instituto de Ciências Humanas, Universidade Federal de Juiz de Fora, lidreis95@gmail.com

[(c)] Curso de Geografia/Instituto de Ciências Humanas, Universidade Federal de Juiz de Fora, saulopaula23@gmail.com

[(d)] Curso de Geografia/Instituto de Ciências Humanas, Universidade Federal de Juiz de Fora, stefaniev126@gmail.com

(e) Departamento de Geociências/Instituto de Ciências Humanas, Universidade Federal de Juiz de Fora, miguel.felippe@edu.ufjf.br

Luiz Otávio Marques , Lídia Aparecida dos Reis , Saulo de Paula Faria , Stefanie Vieira da Silva , Miguel Fernandes Felippe

Eixo: Dinâmica e Gestão de bacias hidrográficas

Resumo/

As nascentes de cursos d'águas são subsistemas das bacias hidrográficas, exercendo grande importância para todo o equilíbrio ambiental. Assim, enquanto sistemas ambientais abertos, as nascentes têm as suas estruturas e funcionalidades condicionadas pelos fatores do seu meio circundante. Nos entremeios dos processos do ciclo hidrológico, a água que exfiltra nas nascentes passa por várias transformações em diferentes locais, incorporando as características físico-químicas das zonas de recarga e dos seus aquíferos de origem. Nesse ínterim, o presente trabalho avaliou uma série de parâmetros de caráter hidrogeoquímico das nascentes e dos canais de primeira ordem em um contexto morfológico de

cabeceiras de drenagem da Depressão do Paraíba do Sul. Os resultados evidenciam os distintos comportamentos da disponibilidade dos elementos e compostos químicos na natureza, em função das condições climáticas e geomorfológicas.

Palavras chave: água; nascente; hidrogeoquímica.

1. 1. Introdução

As bacias hidrográficas são sistemas ambientais abertos e, portanto, dotados de enorme complexidade. Independentemente de seu tamanho ou sua hierarquia, esses sistemas coadunam processos morfogenéticos capazes de explicar parte importante da evolução do relevo, uma vez que a água exerce grande centralidade na configuração da estrutura física e na dinâmica das bacias hidrográficas (ROSS e DEL PRETTE, 1998; LORANDI e CANÇADO, 2002).

Em conformidade com as particularidades geoambientais próprias de cada subsistema de uma bacia hidrográfica, a água entra no sistema e incorpora-o, assumindo parte de suas características. Ao atingir a superfície topográfica, a água é direcionada, transportada e armazenada de modos variados e por diferentes períodos de tempo. Posteriormente, a mesma vai sendo liberada e, assim, participando de uma série de transformações geoecológicas, desde o nível químico-molecular a até mesmo nas macrounidades paisagísticas da geoesfera. Desse modo, praticamente toda a geodinâmica externa é condicionada pela disponibilidade de água, contribuindo esta, significativamente para a morfodinâmica e a consequente evolução do relevo terrestre por meio dos processos desnudacionais (CHRISTOFOLETTI, 1980; ROSS e DEL PRETTE, 1998).

Diversos estudos sobre desnudação e perdas químicas em grandes bacias hidrográficas e sistemas fluviais já foram realizados em várias partes do mundo (FELIPPE e MAGALHÃES Jr., 2016). Mas, quando se trata de trabalhos em grande escala, em nível de detalhe como em bacias de primeira e segunda ordens, os estudos são bastante escassos (GOMI *et al*., 2002; ALMEIDA NETO *et al*., 2017; FERREIRA *et al*., 2017). Devido a isso, ainda existe uma

grande lacuna na literatura científica geomorfológica a respeito das características e da funcionalidade desses sistemas de menores dimensões espaciais, mas de grande importância para o "equilíbrio" ambiental (FELIPPE e MAGALHÃES Jr., 2013).

As cabeceiras de drenagem se destacam como importantes sistemas hidrogeomorfológicos, situados nos domínios topográficos de encostas e possuindo alto potencial energético. Em termos de sua morfogênese, as cabeceiras de drenagem são engendradas pela integração dos processos de vertentes e por processos hidrológicos superficiais e subsuperficiais. Desta forma, a morfologia côncava típica das cabeceiras acaba por reunir e promover a exfiltração dos fluxos hidrológicos na superfície, levando a ocorrência de muitas nascentes e outras formas de surgências (ALMEIDA et al., 2017).

Não raro, as cabeceiras de drenagem abrigam uma ou mais nascentes. As nascentes podem ser entendidas como um "sistema ambiental em que o afloramento da água subterrânea ocorre naturalmente de modo temporário ou perene, e cujos fluxos hidrológicos na fase superficial são integrados à rede de drenagem" (FELIPPE e MAGALHÃES Jr., 2013, p. 79). Desse modo, como ressalta Springer e Stevens (2009) é de extrema importância considerá-las não somente como os pontos iniciais de origem da drenagem, mas também como importantes elementos ativos das paisagens. Assim, por meio da água exfiltrada pelas nascentes em cabeceiras de drenagem uma parcela significativa da matéria é dissolvida dos aquíferos, sendo carreada pelos cursos fluviais superficiais e ocasionando a desnudação geoquímica das bacias hidrográficas (FELIPPE e MAGALHÃES Jr., 2016). Sendo assim, o presente trabalho busca realizar uma caracterização a respeito das características físico-químicas das águas de cinco nascentes e dos seus respectivos cursos fluviais de primeira ordem, em conformidade com todos os aspectos ambientais de um conjunto morfológico de Simão Pereira (MG), no contexto geomorfológico da Depressão do Rio Paraíba do Sul.

2. Caracterização da área

O recorte espacial desta pesquisa se restringe às algumas áreas particulares e vegetadas do Condomínio Rural Fazendinhas de Simão Pereira, no município de Simão Pereira, microrregião de Juiz de Fora, mesorregião da Zona da Mata Mineira, no sudeste do Estado de Minas Gerais, Brasil (FIGURA 1).

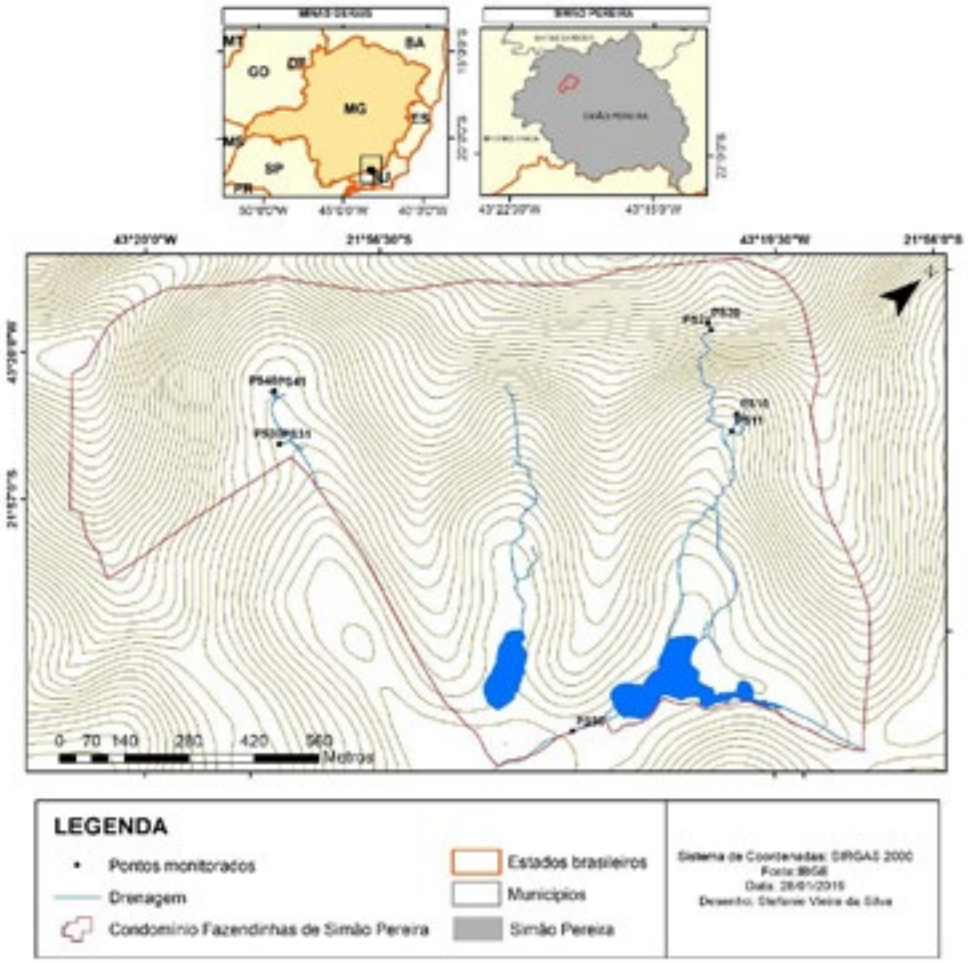


Figura 1 - Mapa de localização dos pontos monitorados

O município de Simão Pereira situa-se na porção mineira da bacia do rio Paraíba do Sul, inserida na unidade geomorfológica Depressão do Paraíba do Sul da porção central da faixa

móvel Ribeira, em contato próximo com a Serra da Mantiqueira. A história geológica/geomorfológica dessa região é marcada por uma série de eventos tectônicos associados à orogênese Brasiliana (Neoproterozóica-Câmbrica/ Ordoviciana) responsáveis pela formação da faixa móvel e pelo Rift Continental do Sudeste do Brasil (Neocretáceo a Paleógeno) (HEILBRON, 1995; RICCOMINI, 1990). Já o clima de Simão Pereira é tropical úmido e quente, com verões quentes e chuvosos e invernos com estiagem de quatro a cinco meses, e precipitação média anual entre 1.200 a 1.600 mm e alocado em cotas altimétricas próximas a 554 metros (CEIVAP, 2014).

3. Procedimentos metodológicos

A pesquisa se constituiu em duas idas a campo realizadas nos meses de junho e setembro de 2018, separadas por um intervalo trimestral. Posteriormente, as amostras e dados coletados foram analisadas em laboratório. Para a caracterização das nascentes e de seu entorno foi se utilizado em *check-list* elaborado pelo Grupo de Pesquisa e Extensão TERRA (Temáticas Especiais Relacionadas ao Relevo e a Água - CNPq/UFJF).

Concluída a caracterização, procedeu-se com a mensuração direta da vazão em campo de cada um dos pontos de amostragem segundo os procedimentos práticos de Felippe e Magalhães Jr., 2016. Esses dados de vazão posteriormente foram relacionados aos acumulados de precipitação cedidos pelo Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental (LabCAA/UFJF).

Posteriormente a mensuração da vazão, iniciou-se a coleta de amostras de águas de cada ponto de amostragem (nascentes e seus respectivos canais de primeira ordem). Ao todo foram coletados um litro de água de cada ponto e devidamente armazenados e identificados em potes de polipropileno. Em laboratório, as amostras coletadas foram armazenadas em refrigeração constante. A análise laboratorial das amostras seguiu alguns parâmetros que foram analisados em dois ambientes diferentes: O Grupo de Pesquisa e Extensão TERRA da Universidade

Federal de Juiz de Fora e o Laboratório de Geomorfologia e Recursos Hídricos (LGRH) da Universidade Federal de Minas Gerais.

4. Resultados e discussão

A dinâmica dos fluxos hidrológicos que perpassam as nascentes é condicionada por uma série de fatores ambientais com destaque para a atuação do comportamento climático regional refletindo diretamente nas oscilações das vazões das nascentes, ao longo de um ano hidrológico. Alguns estudos de nascentes já realizados demonstram exatamente isto. Um mesmo conjunto de nascentes sob igual regime pluviométrico apresenta diferentes respostas hidrológicas aos eventos de precipitação atmosférica, por conta de suas características geomorfológicas individuais (FELIPPE e MAGALHÃES Jr., 2013; MARQUES, VIEIRA e FELIPPE, 2016). A validade desta afirmação também pode ser constatada com base nos próprios dados de vazão levantados por esta pesquisa (TABELA I). De posse dos acumulados mensais de precipitação referentes ao ano de 2018 (FIGURA 2) pode-se notar uma clara tendência de dupla estacionalidade climática. Assim, esses dados de precipitação relacionados aos dados primários de vazão foram utilizados para traçar as características da dinâmica hidrogeomorfológica das nascentes e dos seus canais de primeira ordem.

Tabela I – Variação temporal da vazão (L/s) / FIGURA 2 – Gráfico com acumulado mensal de precipitação do ano de 2018.

Ponto/Mês	Junho	Setembro
PS10	0,006	0,004
PS13	0,013	0,007
PS20	0,014	0,002
PS21	NM	0,014
PS30	0,001	0,044
PS31	NM	0,058
PS40	0,048	0,038
PS41	NM	0,042
PS50	50	50

FONTE: Dados primários. LEGENDA: NM – não mensurável / SD – Sem dados.

A primeira campanha de campo foi realizada no mês de junho, quando se registrou apenas 19,2 mm de precipitação em um momento muito próximo ao mínimo hidrológico que se deu no mês seguinte em julho. Já na segunda visita, os dados pluviométricos apresentam um certo acréscimo no quantitativo de chuvas. Esse campo ocorreu em setembro com 76,7 mm, sendo o mês que marca o período de transição entre a estação seca para a estação úmida, o que justifica o aumento das precipitações. Analisando os dados pluviométricos percebe-se que a distribuição das chuvas ocorreu conforme o esperado, denotando uma dupla estacionalidade climática bem definida. E, os pontos monitorados apresentaram respostas diferentes. Enquanto os acumulados de precipitação aumentaram de julho para setembro, os dados de vazão em quase todos os pontos decresceram.

A explicação geral dessa condição é decorrente de alguns fatores como: a distância das zonas de recarga e descarga hídrica, além do tempo de residência da água em meio subterrâneo. Os maiores valores de vazão apresentados na primeira campanha são em função de todo o acumulado de precipitações do início do ano que, ainda estava no sistema e, alimentam as nascentes pelo mês de junho. Já na coleta de setembro, o período seco havia se prolongado por vários meses seguidos com baixos valores de precipitação e, assim, diminuindo a disponibilidade hídrica armazenada em meio subterrâneo provocando consequentemente, a redução das vazões. As únicas exceções destoantes deste comportamento são os pontos PS30 e PS31 (nascente e seu canal de primeira ordem) que apresentaram maiores valores de vazão no segundo campo. A esse aumento atrela-se às características geológicas locais com a presença de grandes afloramentos e blocos rochosos, servindo com uma superfície de menor impermeabilidade que determinam maior velocidade e direcionamento aos fluxos subsuperficiais, culminando em sua exfiltração na nascente PS30.

Com base nas amostras de águas coletadas em Simão Pereira nos meses de junho (TABELA II) e em setembro (TABELA III) almeja-se tecer maiores considerações a respeito

da variabilidade das características físico-químicas das águas de nascentes e canais de primeira ordem, elencando suas possíveis justificativas em consonância com as condições ambientais do meio.

Tabela II – Dados de análise dos parâmetros físico-químicos do mês de junho de 2018

Amostra	T (°C)	CE (µS/cm	K (mg/L)	Al (mg/L)	Fe Total (mg/L)	Fe II (mg/L)	Fe III (mg/L)	SiO_2 (mg/L)	pH	TDS (mg/L)	Alcalinidade (mg/L $CaCO_3$)	Ca^2 (mg/L)	Mg^2 (mg/L)	Na (mg/L)
PS10	20,5	44,15	1,6	0,044	0,118	0,118	-	23,7	7,28	43,0	24,0	6,4	6,3	4,0
PS11	19,9	32,74	1,0	0,065	0,609	0,609	-	13,4	6,50	32,0	19,0	3,2	9,9	5,0
PS20	20,0	19,66	1,0	0,245	0,854	-	4,843	13,8	6,73	30,0	10,0	1,6	8,4	3,0
PS21	20,0	21,87	1,0	0,158	1,747	0,500	1,247	15,5	6,29	28,0	9,0	3,2	7,0	3,0
PS30	20,2	52,36	2,0	0,108	0,543	0,543	-	32,0	6,50	87,0	29,0	3,2	7,0	6,0
PS31	20,1	63,82	2,0	0,089	1,926	1,736	0,190	32,0	6,69	60,0	31,0	8,0	7,8	6,0
PS40	20,1	87,55	1,6	0,069	0,043	0,043	-	42,3	6,55	85,0	43,0	8,0	8,7	9,0
PS41	20,3	85,28	1,6	0,079	2,146	2,146	-	42,3	6,85	87,0	42,0	4,8	10,5	7,0
PS50	20,3	9,502	0,9	0,046	3,002	2,045	0,957	7,5	5,65	39,0	6,0	0,0	1,9	1,0

Tabela III – Dados de análise dos parâmetros físico-químicos do mês de setembro de 2018

Amostra	T (°C)	CE (µS/cm	K (mg/L)	Al (mg/L)	Fe Total (mg/L)	Fe II (mg/L)	Fe III (mg/L)	SiO_2 (mg/L)	pH	TDS (mg/L)	Alcalinidade (mg/L $CaCO_3$)	Ca^2 (mg/L)	Mg^2 (mg/L)	Na (mg/L)
PS10	18,3	30,51	1,6	0,131	2,045	1,347	0,699	18,3	6,61	61,0	12,0	0,0	1,2	4,7
PS11	16,1	51,64	1,0	0,514	1,154	1,154	-	21,1	6,89	52,0	19,0	0,2	3,9	4,3
PS20	14,1	23,51	1,0	0,442	1,293	-	-	13,3	6,59	30,0	8,0	0,0	3,9	3,3
PS21	15,7	22,25	1,0	-	4,770	4,770	-	15,1	6,80	39,0	8,0	0,1	1,9	3,3
PS30	17,5	36,52	2,0	0,155	1,388	1,388	-	27,6	6,10	102,0	5,0	0,2	3,9	5,3
PS31	18	36,41	2,0	0,687	1,864	1,864	-	27,8	4,96	120,0	2,0	0,0	1,0	5,7
PS40	15,4	87,62	1,6	0,370	0,692	0,692	-	41,0	7,36	81,0	39,0	0,6	21,5	6,7
PS41	17,1	94,79	1,6	0,411	0,918	0,918	-	40,6	7,54	94,0	41,0	0,3	8,8	7,0
PS50	19,7	9,08	0,9	0,767	3,635	3,635	-	6,8	4,63	65,0	3,0	0,0	1,0	3,3

Os valores de TDS que são referentes a todos os sólidos dissolvidos nas águas das amostras aumentaram de junho para setembro. Esse resultado está diretamente atrelado com as condições climáticas e a redução do volume de água na maioria dos pontos, o que promoveu a maior concentração de substâncias sólidas na relação entre soluto/solvente. Apesar deste comportamento regular, alguns pontos específicos merecem destaque. A nascente PS20 manteve os seus valores de TDS com exatos 30,0 mg/L sem alterações, isso pode ser justificado pelo fato da mesma ser o ponto mais alto de todos, estando nas proximidades dos interflúvios da bacia. Assim, em tese, o aporte de sedimentos à montante recebido por essa nascente tende a ser menor do que nos demais pontos de amostragem. Além disso, essa nascente também possui uma manilha ao seu redor que retém parte da água exfiltrada, o que pode alterar os

valores de alguns dados. Já um par de pontos de coleta (nascente - PS30 e canal de primeira ordem - PS31) tiveram um substancial aumento em suas quantias, sendo que o canal PS31 duplicou o valor de TDS.

De acordo com a variabilidade temporal, a CE apresentou dois comportamentos distintos. Na maioria dos pontos houve um aumento em seus valores, devido à redução das vazões, possibilitando a maior concentração de solutos em setembro.

De todas as amostras coletadas, o pH médio foi de 6,47 demonstrado um caráter relativamente neutro a levemente ácido na composição química das águas. Dentro dessas medições, o pH mais ácido registrado foi de 4,63 referente a nascente PS50 no mês de setembro. Essa nascente está localizada em uma área bem próxima às construções edificadas do condomínio e abaixo de uma das vias principais de circulação. Além disso, está nos mesmos patamares altimétricos do nível de base regional e se encontra com grande presença de galhos e folhas (matéria orgânica em decomposição) que podem gerar a formação de ácidos orgânicos, modificando o pH dessa nascente. E, em contraposição, ainda neste mês, o pH mais básico foi de 7,54 no canal PS41. Em análise geral, de junho para setembro, o que se percebe é o aumento do pH em canais de primeira ordem. Isso ocorreu por conta da redução da vazão em quase todos os pontos e também por um possível enriquecimento químico com a adição de novas substâncias em meio superficial. Assim, os valores de TDS e a condutividade elétrica também aumentaram. A única exceção é o pequeno canal PS31 bem próximo de sua nascente, além deste ponto ter apresentado um aumento de vazão. No caso das nascentes, o pH diminuiu, sendo este acompanhado por uma redução da alcalinidade em função das quedas nas concentrações de sílica e dos íons de cálcio e magnésio.

A alcalinidade traduz a medida somada de todas as substâncias contidas nas águas (geralmente de bicarbonato, carbonato e hidróxidos) que são capazes de neutralizar ácidos fracos. Esse parâmetro tem grande importância na natureza, estando associado a quantidade de carbono responsável pela fotossíntese e o crescimento da vegetação. Nas amostras coletadas, a alcalinidade da água diminuiu em todos os pontos, com exceção do PS11 que se manteve no

mesmo valor de 19,0 mg/L de $CaCO^3$. A redução geral da alcalinidade está associada com as quedas das quantias dos íons de metais alcalinos como o cálcio (Ca^2) e dos metais alcalinos-terrosos: magnésio (Mg^2) e sódio (Na^2) que foram mensurados.

O silício é um dos elementos químicos mais abundantes do planeta Terra e compõe uma fração substancial da constituição química de muitos minerais. Em associação ao oxigênio forma-se a sílica ou o dióxido de silício (SiO_2), um dos principais compostos das rochas (LEÃO, 2011). Nas análises, a quantidade de sílica encontrada nas amostras de águas, tanto de nascentes como de seus canais diminuíram.

Diferentemente de todos os outros parâmetros, os valores obtidos da presença de potássio nas amostras de águas não variaram em nenhum ponto, entre as duas coletas em campo. Essa exata constância do potássio pode ser explicada pelo fato do mesmo ser íon (k+) muito grande, sendo encontrado em minerais como feldspatos e micas. E, apesar de ser um elemento bastante reativo, até mesmo com a água, o potássio geralmente é encontrado em pouca quantidade em águas de baixa temperatura como de cursos fluviais (LEÃO, 2011).

Já o alumínio, por ser um elemento quimicamente estável possui uma mobilidade restrita que só acontece em condições de altas temperaturas (LEÃO, 2011). Com a maior pluviosidade em setembro, ocorre uma maior solubilização dos mantos de alteração promovendo a lixiviação e a maior concentração de alumínio no segundo campo.

Assim como o alumínio, os resultados evidenciam um aumento na presença de ferro (tanto de Ferro Total, como também Ferro II) nas amostras coletadas. Isso pode ser explicado pela maior pluviosidade que lixivia o os mantos de alteração, mobilizando maiores quantidades de ferro nas águas. Já os resultados do Ferro III estavam fora de escala. Os pontos de maiores concentrações de ferro foram PS21, PS41 e PS50. O ponto de coleta no canal de primeira ordem PS21 fica localizado após a água exfiltrar novamente, depois de passar por um duto. Acredita-se que essa passagem em subsuperfície acabe por promover uma maior adição de ferro na água. Já o canal da PS41 foi o único ponto com maiores valores de ferro no campo de junho se comparado com os dados de setembro. Esse local se configura como um ambiente redutor com

muita presença de água e matéria orgânica em decomposição dando uma coloração mais escuro aos solos. Durante a coleta de água na PS41 pelo mês de junho foi constato a ocorrência de iridescência e "odores de ferrugem" indicando a presença de ferro oxidado em água. E, a nascente PS50 acaba por ser entulhada de vegetação cortada, o que pode favorecer a oxidação do ferro ao reagir com a matéria orgânica decomposta.

5. Considerações finais

Os resultados obtidos nas análises das águas amostrais da Depressão do Paraíba do Sul evidenciam a importância de se considerar a dinâmica hidrogeomorfológica das nascentes e todos os seus demais aspectos na configuração dos ciclos biogeoquímicos dos parâmetros físico-químicos livres na natureza. Ademais, novas pesquisas devem ser realizadas para alcançar maiores resultados sobre a caracterização hidrogeoquímica das águas de nascentes e canais de primeira ordem em contexto morfológico de cabeceiras de drenagem. A exemplos de estudos detalhados acompanhando a dinâmica das nascentes por todo um ano hidrológico, a descrição morfométrica das cabeceiras, o mapeamento geomorfológico multiescalar e o levantamento de bases de dados mais detalhadas dos fatores ambientais.

6. Referências bibliográficas

ALMEIDA NETO, J. O.; FELIPPE, M. F.; MAGALHÃES Jr., A. P.; COSTA, F. C. Caracterização Hidrogeoquímica de Cabeceiras de Drenagem na Serra da Mantiqueira. In: XVII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 17. **Anais...** Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2017.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2ª edição. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

COMITÊ DE INTEGRAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (CEIVAP). 2014. **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos - PMGIRS Simão Pereira – MG**. Etapa 4. Produto 7. Disponível em: <http://ceivap.org.br/saneamento/pmgirs-mineiros/pmgirs-simao-pereira.pdf>. Acesso em: 24 out. 2017.

GOMI, T.; SIDLE, R. C.; RICHARDSON, J. S. Understanding processes and downstream linkages of headwater systems: headwaters differ from downstream reaches by their close coupling to hillslope

processes, more temporal and spatial variation, and their need for diferente means of protecion from land use. **BioScience**, v. 52, n. 10, p. 905 – 916, 2002.

FELIPPE, M. F.; MAGALHÃES JR., A. P. A Contribuição das Nascentes na Desnudação Geoquímica: Borda Oeste da Serra do Espinhaço Meridional (Minas Gerais, Brasil). **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Uberlândia, v. 17, n. 1, p. 79 – 82, 2016.

FELIPPE, M. F.; MAGALHÃES JR., A. P. Conflitos conceituais sobre nascentes de cursos d'água e propostas de especialistas. **Geografias**, Belo Horizonte, v. 9, n. 1, p. 70 – 81, 2013.

FERREIRA, L. L. B.; MAGALHÃES Jr., A. P.; FELIPPE, M. F.; COSTA, F. C. Considerações sobre Perdas Geoquímicas em Nascentes e Sistemas Fluviais de Cabeceiras de Drenagem na Borda Oeste do Espinhaço Meridional (Minas Gerais). In: XVII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 17. **Anais...** Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2017.

LEÃO, M. R. **Desnudação Geoquímica e Evolução do Relevo nas Vertentes Leste e Oeste da Serra do Espinhaço Meridional - MG**. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

LORANDI, R.; CANÇADO, C. J. Capítulo 2: Parâmetros Físicos para Gerenciamento de Bacias Hidrográficas. In: SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. (Org.). **Conceitos de Bacias Hidrográficas: teorias e aplicações**. Ilhéus, BA: Edithus, 2002. p. 37 – 65.

MARQUES, L. O.; VIEIRA, A. T.; FELIPPE, M. F. Monitoramento da Dinâmica Hidrológica das Nascentes em Três Escalas Temporais. In: XI Simpósio Nacional de Geomorfologia, 11. 2016, Maringá. **Anais…** Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2016.

RICCOMINI, C. **O Rift Continental do Sudeste do Brasil**. Tese (Doutorado em Geologia Sedimentar) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1990.

ROSS, J. L. S.; DEL PRETTE, M. E. Recursos Hídricos e as Bacias Hidrográficas: Âncoras do Planejamento e Gestão Ambiental. **Revista do Departamento de Geografia**, n. 12, p. 89 – 121, 1998.

SPRINGER, A. E. STEVENS, L. E. Spheres of discharge of springs. **Hydrogeology Journal**, v. 17, p. 83 – 93, 2009.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Sandoval Dias Duarte[1]

Ailton Feitosa[2]

CARACTERIZAÇÃO HIDROGRÁFICA DO RIO CORURIPE-AL: ASPECTOS GEOGRÁFICOS, ECOLÓGICOS NA DRENAGEM TERRITORIAL ALAGOANA

Resumo

O presente artigo caracteriza alguns dos aspectos concernentes à Bacia Hidrográfica do Rio Coruripe, a qual tem sua nascente no município de Palmeira dos Índios/AL e desemboca no litoral alagoano. É um rio de domínio territorial alagoano, apresentando uma série de aspectos geográficos diferenciados. A vazão, concernente ao canal hídrico, permite a inserção das atividades das mais variadas, voltadas à promoção e o desenvolvimento de atividades no âmbito socioeconômico, desenvolvidos desde a nascente até à foz. Faz-se necessário, a descrição de tais fenômenos na consolidação das chuvas, associadas aos elementos geofísicos ao entorno da bacia em alguns trechos e, em outros, com aspectos que remetem à estrutura geológica, climática e de ordem antrópica, bem como sobre o meio geográfico no qual se insere a bacia, com características próprias da nascente à foz e de alguns afluentes, que a partir do projeto RECOR, adotaram mudanças, monotimização dos recursos hídricos, correlacionadas à recuperação das nascentes.

Palavras-chave: nascente, hidrografia, sociedade, desenvolvimento.

1-Introdução

O rio Coruripe, tem sua nascente, localizada no município de Palmeira dos índios/AL, mais precisamente, no povoado chamado Serra da Mandioca. A bacia do rio

[1] Mestrando pelo Programa de Dinâmicas territoriais e Cultura-PRODIC da Universidade Estadual de Alagoas. Graduado em Licenciatura em Geografia pela Universidade Estadual de Alagoas-UNEAL. Atualmente é professor da rede municipal de Palmeira dos Índios-AL e bolsista pela Fapeal.

[2] Professor Titular da Universidade Estadual de Alagoas com Doutorado em Geografia pela UFPE. Professor PRODIC/UNEAL.

Coruripe, drena a área de 13 municípios, desde o Agreste até a Zona da Mata alagoana. Com uma área de 1.562 km², e uma população de 500.205 habitantes.

Por conta da sua expressiva área de abrangência, faz-se necessário observar que a proteção das suas nascentes é muito importante. De acordo com Santos (2018), existem possibilidades reais ao estabelecerem o aproveitamento quantitativa e qualitativamente dos recursos hídricos, com a implementação de técnicas de monitoramento voltadas à recuperação de nascentes e reflorestamento. Estas, podem ser desenvolvidas a partir da implantação de projetos de recuperação que possam utilizar um sistema de consórcio no tocante à geração de renda, sobretudo no meio agrícola.

Com finalidades como estas, é que surgiu o projeto RECOR visando proteger o potencial dos recursos hídricos na bacia do Rio Coruripe. Uma necessidade urgente de instalar atividades ou instrumentos voltados à recuperação de nascentes e de encostas, sobretudo as de áreas íngremes de encostas que oferecem maior perigo à vazão hídrica ou a possibilidade da retenção de sedimentos em alguns canais, bem como banir ou sensibilizar a população ribeirinha sobre tais ações que podem influenciar na qualidade da biodiversidade, ou que posam afetar o equilíbrio do rio.

É relevante considerar que nos dois primeiros anos de atuação, o projeto de Recuperação do Rio Coruripe (RECOR) se insere numa etapa, na qual recuperou nascentes, áreas degradadas e matas ciliares, bem como alertando à população do perigo da poluição das águas e das perdas em termos de qualidade dos seus recursos, principalmente quanto aos mecanismos embutidos em atos capazes de preservar a biodiversidade, sobretudo as matas ciliares, as quais participam como elementos contribuintes à permanência hídrica em tais locais. O projeto RECOR, também atua na área de educação ambiental, através de ações focadas na conservação de recursos naturais. O referido projeto emergiu com patrocínio da Petrobras, por meio do programa Petrobrás Socioambiental 2014.

1.1- A concepção de desenvolvimento na concepção do Comitê da Bacia Hidrográfica no âmbito da recuperação das nascentes, com vistas ao desenvolvimento local no Estado de Alagoas.

A bacia do Rio Coruripe por estar inserida num território que apresenta divergentes características climáticas, geológicas e por estar inserida em diferentes mesorregiões, sua vertente necessita ser compreendida e ser restaurada para favorecer o bem-estar social a partir dos recursos hídricos existente. Em muitos trechos da Bacia do Rio Coruripe devido à estiagem dos últimos anos, favoreceu uma perca arbórea e devido e ao regime pluviométrico abaixo do normal fez com que boa parte do rio sofresse assoreamento e a ausência de água na referida região propiciou o desgaste dos solos.

O projeto em linhas gerais, pressupõem pretensões voltadas ao manejo de técnicas, tais como; o reflorestamento em áreas adjacentes ao rio para que seja promovida a percolação e demais processos de ordem natural pelas quais os recursos hídricos possam estarem presentes em determinadas áreas a exemplo das que compreendam a região Agrestina na parte existente em Palmeira dos Índios-AL e de outras áreas nessa mesma mesorregião, onde a presença de árvores é pequena e, portanto, não favorece a infiltração e o acúmulo de água de forma similar à região Litorânea onde se localiza a foz e existem diversas atividade socioeconômicas de grande porte a exemplo da cana-de-açúcar e de outras atividades de uso agropecuário e de irrigação, as quais desenvolvem e subsidiam economicamente parte da população que residem nesses locais associados ao uso da água existente no Rio Coruripe e de outras atividades desencadeadas a partir de seu leito.

A montante da bacia, mais precisamente na nascente, existem preocupações relacionada à insuficiência hídrica suscitada com a pouca presença de reflorestamento, a qual seria uma forma de recuperar e reter água nas nascentes do referido rio. Por isso, o comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Coruripe através de projetos, principalmente por meio do projeto

RECOR vinculados a alguns órgãos ambientais, com ênfase na busca de parcerias para sensibilizar as comunidades ribeirinhas sobre a inserção de técnicas voltadas à recuperação das nascentes e da sensibilização sobre o reflorestamento e outras ações relevantes ao manejo do solo, que contribuem a uma utilização qualitativa da água.

Na contemporaneidade, percebe-se que ainda há um despejo in natura de esgoto, o qual é trazido por correnteza do rio desde a nascente de Palmeira dos Índios-al que aflui para o açude do DNOC'S em Igaci, armazenando uma quantidade de água. Lamentavelmente, o funcionamento da barragem existente em Igaci é precário, o qual não possui um funcionamento adequado que permita a estrutura de armazenamento eficaz da barragem de modo que não há abertura de válvulas da referida barragem e descarga de fundo para a renovação de suas águas. Devido a esse fator, não há aproveitamento para atividades comuns a exemplo da irrigação, abastecimento, pesca e de outras atividades vinculadas ao uso qualitativo e rentável de tais recursos. Todos os anos com a presença das chuvas, as águas se vertem num barramento, devido à ausência de manejo de operação de descarga de fundo, não existe uma otimização adequada da água.

É possível perceber que a salinização e a matéria orgânica proveniente dos esgotos, por outro lado, impede o aproveitamento da água. Desse modo, a preservação e conservação de tais nascentes inerente às técnicas citadas anteriormente, promoveriam melhorias no âmbito socioambiental, pois há perca de água boa em função das águas sujas. Não obstante, acredita-se que ações de preservação ambiental aliada à sensibilização da população, conduza a melhorias e aproveitamento sustentável das águas pertinentes à referida bacia.

Ao longo do Rio, mais precisamente no Povoado Porção, no município de Arapiraca, e outra região mais conhecida por Zé da Rocha no município de Junqueiro são locais considerados intermitentes, pois no inverno o rio se mantém volumoso, pois no verão as rochas estão a amostra, o que designa aspectos de intermitência. Um pouco antes de Limoeiro de Anadia, o formato de cabeção de sua bacia se afunila e vira pescoço estreitado pela sua

formação geológica, deixando para trás aspectos do semiárido mais pobre; aspectos do intermitente segue adiante.

Outro aspecto a ser observado é o regime de águas ter diminuído em conformidade com a seca dos últimos anos. Com o volume de chuvas cada vez maiores, rio abaixo, a passar na invernada, faz falta no verão e área de drenagem rio acima, que presenteia cada trecho de rio, deveria ser agraciada com a conservação do solo, das matas e, consequentemente das águas. Em outras palavras, a inserção de atitudes socioambientais, calcadas na preservação e conservação do solo e das demais áreas; nascentes e terrenos e de técnicas seriam formas basilares de garantir uma quantidade de água e de aproveitamento qualitativo, centrada no desenvolvimento econômico, com vistas a ampliar a sua devida utilização.

No perímetro de transição do Rio Coruripe, mais precisamente em Limoeiro de Anadia, ao passar por Palmeira dos Índios, Igaci e Coité do Nóia, há evidências do rio sem água, inclusive com a presença de pocilgas. Percebe-se que há muitas ações a serem efetivadas no tocante à preservação fluvial.

A partir de Limoeiro de Anadia, percebe que o Rio ganha um novo formato deixando o formato de cabeça da bacia e passando pelo pescoço a fisiografia da referida bacia torna-se mais generosa em termos de retenção de água no solo, inclusive com áreas de vegetação esverdeada. Numa frequência bem maior, o rio passa por uma permanência de suas águas cedidas por uma bacia de drenagem de montante num período chuvoso, a qual favorece a perenização do solo e retenção de água em maior volume, devido à presença de arborização, sobretudo.

Com o passar do curso do rio Coruripe, desde a nascente em Palmeira dos Índios-AL, ao passar em Limoeiro de Anadia, mais precisamente em Taquarana encontra-se três afluentes relevantes à maximização hídrica, tais como: Rio da Cruzes, Rio Santa Cruz, Rio Goiti, os quais despejam águas e favorecem a ampliação hídrica no curso do Rio Coruripe, sendo que essas são consideradas nascentes de tais afluentes. Não obstante, mesmo com a rala

cobertura e de um trabalho de solo inadequado ao manejo de atividades específicas é nessa parte que se considera que há uma perenidade em tal trecho, isto é, água o ano todo.

É possível perceber que nas vertentes do rio desde a nascente, médio e baixo Coruripe com a inserção de água no solo, vê –se uma paisagem esverdeada e isso só é possível com a disseminação de que o reflorestamento, recuperação de encostas, conservação do solo com a retenção de líquido, sobretudo as mais íngremes haverá benefícios imensuráveis, no que se refere à: geração de renda, emprego e de um status quo de vida adequado à população ribeirinha, favorecida pela retenção de água em maior volume, como advoga Christofolletti (2002) sobre a organização hídrica, a qual basicamente em função da estrutura geológica ,climática e socioambiental.

No município de Teotônio Vilela o rio ganha corpo, apesar de ter registo remoto de vazão nula. No entanto há uma frequência de vazão fluindo em maior intensidade. Nesse perímetro surge os primeiros registros de indústria do setor Sucroalcooleiro, a Usina Seresta, localizada em Teotônio Vilela, onde há uma intensificação hídrica, garantia que a presença da água atrai o desenvolvimento econômico. Nesse cenário paisagístico, onde há uma intensificação fluvial, percebe-se que existe um avanço socioeconômico devido à presença forte dos recursos fluviais em favorecimento das atividades citadas.

2- Materiais e métodos

Esta pesquisa, se encontra em andamento é apontada como quali-quantitativa, a qual resultou de pesquisa bibliográfica, o qual foi proveniente da leitura de trabalhos consagradas, tais como: Santos (2018), Feitosa (2012; 2013), Pereira (2010), Cunha (2007) e Christofoletti (2002), visualização da mídia digital: ”Rio Coruripe pede socorro” no canal You tube e de uma pesquisa de mestrado em andamento, com os primeiros resultados concernente ao segundo capítulo da dissertação.

Para a produção dos mapas e de informações geradas na pesquisa, foi utilizado as ferramentas do ArcMap do software ArcGis 9.3 (ESRI, 2008). Incialmente, com a aquisição de imagens do SRTM da Embrapa (2005), para criar o modelo digital de elevação (MDE) da bacia do rio Coruripe e o mapa da altimetria. Além desses, foi elaborado o mapa topográfico da área de abrangência da bacia, com curvas de nível de 10 em 10 metros, cuja finalidade foi facilitar a identificação das áreas mais susceptíveis ao escoamento superficial mais rápido, bem como para determinar seus dados de morfometria.

Para a identificação dos tipos de uso e ocupação do solo, são utilizadas imagens do satélite LANDSAT – 5 TM, de aquisição livre junto ao site do INPE, atualizadas para o período de 2015 a 2017. Posteriormente, no decorrer da pesquisa concernente ao mestrado, esses dados serão classificados de acordo com o interesse da pesquisa e em relação aos seus tipos, a saber: mata, floresta, campos, cultivos temporários, cultivos permanentes, áreas de pastagens, solos expostos

3-Resultados e discussões

A bacia do Rio Coruripe por ser um rio de domínio estadual passa por melhorias no que se refere à restauração; recuperação da nascente através da técnica solo-cimento por meio do projeto de Recuperação do Rio Coruripe-RECOR. Percebe-se que há avanços significativos no tocante à otimização dos recursos hídricos em detrimento de benesses no campo socioeconômico e de aspectos que preocupam o âmbito socioambiental, dentre eles, a poluição que existe da nascente com o despejo in natura do lixo no canal e da ampliação das barragens existentes no médio e baixo Coruripe com vistas ao armazenamento de água suficiente à promoção de atividades que possibilitem à produtividade, sobretudo em épocas de estiagens prolongadas, como ocorreu nos últimos anos.

A região do médio Coruripe, foi projetada no plano Diretor de Recursos hídricos, como a segunda maior barragem da região, a barragem do Rio Coruripe 2; abaixo da Usina

Seresta tem a barragem do Rio Coruripe 1. Essa barragem foi projetada para 40 milhões de metros cúbicos de acumulação.

Para Pereira (2010), no período de estiagem, essa barragem vai dar suporte e garantia aos produtores da região no tocante à: abastecimento, projetos de irrigação em pequenas propriedades, minimizando as disparidades socioeconômicas e produtivas da região pertinente ao médio Coruripe, ressaltando que tal armazenamento se insere como uma medida mitigadora dos efeitos da seca, uma vez que, tal região nos últimos anos, apresenta poucas chuvas em função da necessidade de produzir e gerar renda. Com estiagens recorrentes, o armazenamento de água em tal região consiste na garantia de renda para a população ribeirinha e na efetivação de manutenção da economia regional (Figura 1).

Figura 1-Imagem da foz do Rio Coruripe em Coruripe-AL

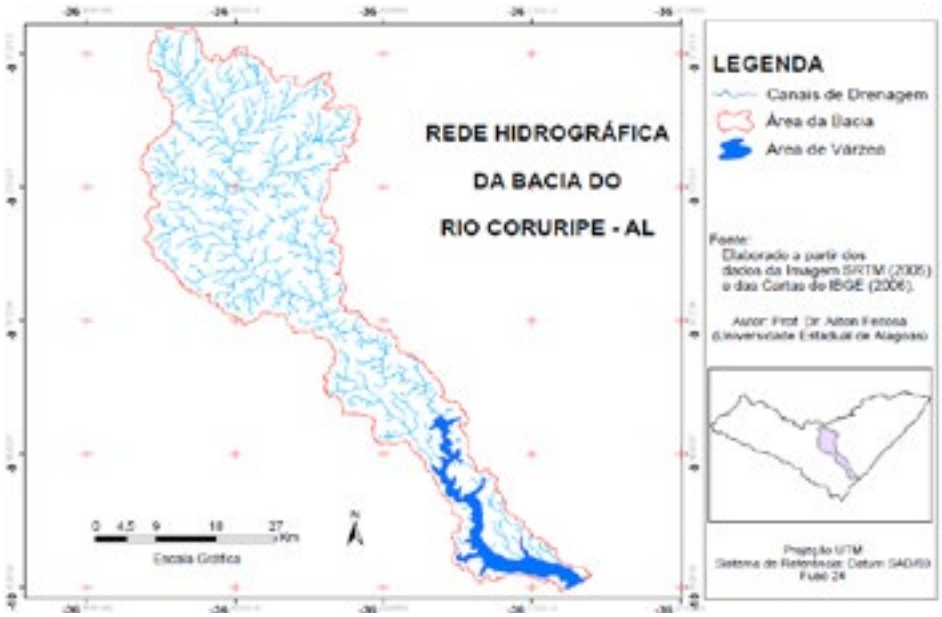
Fonte: Autor (2018)

O baixo Rio Coruripe (Mapa 1) é a região da bacia que recebe todas as águas do Rio Coruripe, mas que também recebe todas as mazelas ambientais em termos de poluição e de outros fatores de ordem antrópica. Na barragem Coruripe 1, existe a presença de água para a natureza e propícia ao desenvolvimento e aquelas favoráveis à preservação das encostas. Dos

quase 200 milhões de metros cúbicos anuais que passam pelo fluxo do rio, 60 milhões de metros cúbicos são reservados, dando garantia de manter o rio Coruripe perene até sua foz.

Percebe-se que em tal trecho na foz do Rio Coruripe aspectos que exemplificam a sustentabilidade, o desenvolvimento, árvores e outros aspectos paisagísticos favorecidos pela presença hídrica. Essa é a meta que o projeto de Recuperação do Rio Coruripe-RECOR pretende ampliar desde a nascente a foz: os estudos técnicos, a discussão social com o poder público e a sociedade civil e a parcela da população que usa água em prol do desenvolvimento e bem-estar socioeconômico.

Mapa 1 – Bacia Hidrográfica do Rio Coruripe-AL

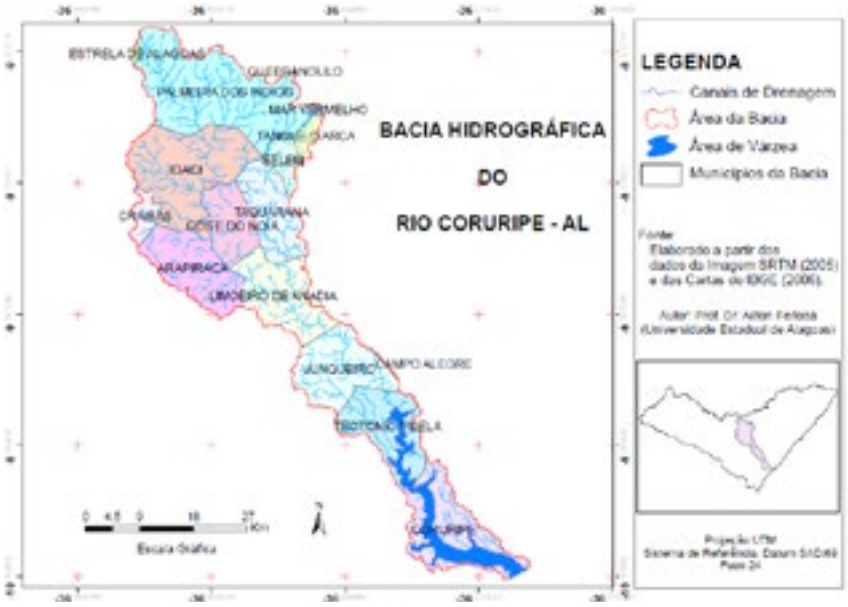


O projeto RECOR, por sua vez, pretende ampliar o trabalho das matas de encostas preservadas de modo que tal meio hídrico, promova melhorias sociais à luz das disparidades visualizadas no território alagoano de forma sustentável, com vistas ao lazer e ao desenvolvimento socioeconômico. Para tanto, faz-se necessário fortalecer o trabalho de sensibilização no que tange a essas medidas mitigadoras na ampliação e fornecimento de possíveis diálogos com a sociedade sobre atos conservacionistas, de modo que, os 15

municípios por onde se estende tal bacia (Mapa 2), na construção de uma sociedade mais justa, igualitária e sustentável concernente ao uso da água e dos recursos econômicos ,possam ser criados a partir do uso consciente das águas, frente aos desafios de uma região marcada por estiagens prolongadas.

É relevante considerar que em Alagoas a exemplo de outros estados da Região nordestina atravessou períodos gritantes de seca em torno de 5 anos com enfoque num trabalho sério, comprometido com a: sustentabilidade, conservação do solo, manutenção de barragens em tais reservatórios; torna-se possível otimizar a captação de água no rio, a partir de ações que contemplem a restauração das nascentes e de um trabalho voltado à sensibilização da população, frente aos benefícios que o rio pode oferecer em termos de: renda, emprego e bem-estar social.

Mapa 2- Municípios na Área de Drenagem da Bacia do Rio Coruripe-AL



Existem atualmente obras aprovadas pelo Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Coruripe e implementadas pela iniciativa privada e pelo Estado de Alagoas, na qual houve um aproveitamento de tais recursos em função da população adjacente, com vistas a dar garantias

de abastecimento de água à cidade de Coruripe, garantir a produtividade agrícola e viabilizar novas atividades a exemplo da produção de pescados, os quais sintetizam o trabalho em função destes preceitos.

4- Considerações Finais

O Rio Coruripe, deságua no Oceano Atlântico, num cenário paradisíaco, que é o Pontal de Coruripe, uma das mais belas praias do vasto litoral alagoano, o qual também exerce um papel pujante no Turismo e na pesca, viabilizando o sustento de muitos moradores.

Em linhas gerais, concebe-se a Bacia Hidrográfica do Rio Coruripe, um cenário ambiental que necessita de melhorias na adequação de áreas íngremes de encostas dos rios e de alguns aspectos naturais que devem ser aprimorados através de ações antrópicas, a exemplo da restauração das nascentes e reflorestamento como propõe o Comitê de tal bacia desde a nascente até à foz. Torna-se necessário que, o gerenciamento dos comitês de tal bacia seja viabilizado pela sociedade e o Poder Público, reforçado aos parâmetros éticos ambientais e sobre a proteção dos mecanismos legais, os quais possibilitem e promovam a equidade social, o bem-estar da população ribeirinha inerente a ações ecológicas de recuperação e otimização dos recursos hídricos desde a nascente a foz.

Ações como as desenvolvidas pelo projeto RECOR, tem sido consideradas eficientes, pois tem proporcionado a recuperação de áreas de nascentes, bem como envolvido a população local na suas decisões sobre a preservação dos recursos naturais.

5-Referências Bibliográficas

ALAGOAS. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Tabela das regiões hidrográficas e suas respectivas bacias.** Disponível em<http://www.semarh.al.gov.br.Acesso em 03 de dez.de 2018.

CARVALHO, Fernando Silva de. Localização de reservatórios através de técnicas de otimização em ambiente de geoprocessamento: Estudo de caso na bacia do rio Coruripe, em Alagoas. Dissertação (mestrado em recursos hídricos e Saneamento Ambiental).138 f. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre,2006.

CARVALHO, Osires; RODRIGUES, Flávio. Recursos hídricos e desenvolvimento sustentável: Escalas de necessidades humanas e manejo ambiental integrado: Revista GEOgraphia, Fortaleza, n.12, p.111-125.2004.

CHRISTOFOLETTI, A. Análise morfométrica de bacias hidrográficas. Notícia Geomorfológica. v.18, n. 9, p. 35-64, 1969.

CHRISTOFOLETTI, A. Modelagem dos sistemas ambientais. São Paulo: Editora Edgar Blucher Ltda, 2002.

CUNHA, S. B. Geomorfologia fluvial. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p.211-252, 2007.

FEITOSA, A. Zoneamento de pequenas bacias hidrográficas e caracterização de várzeas na Bacia do Pajeú, Pernambuco. Tese (Doutorado em Geografia). 2012.140f. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2012.

PEREIRA, Thiago Alberto da Silva. **Valoração indireta da água: Aplicação na bacia do Rio Coruripe, Alagoas**. Dissertação (mestrado em recursos hídricos e saneamento ambiental).111 f. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre,2010.

SANTOS. Lionaldo dos Santos. **Alterações espaciais na bacia hidrográfica do Rio Coruripe, Alagoas**. Dissertação (Mestrado em Geografia).88 f. Universidade Federal de Alagoas, Maceió,2018.

SILVA, G. C.; SOUZA, J. A. C. F.; MEDEIROS NETA, R. L.; FEITOSA, A.. Caracterização dos Impactos Ambientais no Rio Coruripe: município de Coité do Nóia/AL.. 2013. (Apresentação de Trabalho/Outra)..

SOUZA, J. A. C. F.; MEDEIROS NETA, R. L.; FEITOSA, A.; FERREIRA, M. L. M.. A Recuperação de Nascentes no Estado de Alagoas: uma alternativa para a melhoria da qualidade de vida da população camponesa 2013. (Apresentação de Trabalho/Comunicação).

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

COMPARTIMENTAÇÃO TERRITORIAL EM UNIDADES DE PAISAGEM APLICADA A GESTÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

Joalana Araújo Macêdo [(a)], Francisco Davy Braz Rabelo [(b)], Edson Vicente da Silva [(c)]

[(a)] Geografia/Programa de Pós-Graduação, Universidade Federal do Ceará, joalanamacedo@yahoo.com.br
[(b)] Geografia/Programa de Pós-Graduação, Universidade Federal do Ceará, davyrabelo@yahoo.com.br
[(c)] Geografia/Programa de Pós-Graduação, Universidade Federal do Ceará, cacauceara@gmail.com.br

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Joalana Araújo Macêdo
Francisco Davy Braz Rabelo ,
Edson Vicente da Silva

Resumo

Objetivo deste trabalho foi demonstrar a aplicação da compartimentação territorial em unidades de paisagem como instrumento de gestão de bacias hidrográficas. A área delimitada para o desenvolvimento da pesquisa foi a Sub-bacia do rio Batateiras, localizada no setor sudoeste do estado do Ceará. A delimitação das unidades de paisagem foi realizada com base na visão geossistêmica, revelando o cenário atual da área de estudo como parte do processo de planejamento. As unidades de paisagem delimitadas foram a Chapada do Araripe e Patamares de Entorno, Vales Úmidos e Alveolos e Vales Secos, Maciços e Cristas Residuais e Sertões da Depressão Periférica Meridional do Ceará. Este processo foi considerado enquanto etapa preliminar e indispensável para a efetivação dos programas de gestão ambiental.

Palavras chave: Teoria Geossístêmica; Bacia Sedimentar do Araripe; Geotecnologias; Planejamento.

1. Introdução

A água é um dos elementos naturais mais importantes na garantia da sobrevivência dos seres vivos, utilizada para a prática de inúmeras atividades

econômicas e como atrativo por algumas ocupações humanas. Destaca-se como um dos principais elementos na manutenção da qualidade de vida da população.

Pela grande importância alcançada como recurso natural, no contexto atual, o conjunto espacial das bacias hidrográficas são consideradas como unidades territoriais, servindo para o desenvolvimento de análises ambientais, tendo em vista que cada espaço desempenha uma função específica relacionada às suas características ambientais e os padrões de uso e ocupação do solo, essencial para o desenvolvimento de planejamento e gerenciamento (LANDIM, *et. al*. 2015).

Segundo Moragas (2005), a bacia hidrográfica é uma unidade de investigação muito interessante para analisar o comportamento sistêmico das variáveis naturais e das intervenções antrópicas, tendo sua relevância como unidade de pesquisa, de planejamento e gestão. Está pautada na possibilidade de visualização mais concreta das inter-relações de pluviosidade, litologia, geomorfologia, solos, temperatura, vegetação, uso da terra, vazão, dentre outros componentes do meio físico, biológico e antrópico.

O caráter vital dos recursos hídricos e o destaque da bacia hidrográfica, enquanto unidade de investigação, torna indispensável o planejamento e o gerenciamento voltados a manutenção da qualidade e disponibilidade de água, tendo em vista que determinadas regiões possuem um regime pluviométrico diferenciado, como no caso especifico do Ceará.

As bacias hidrográficas do estado do Ceará apresentam como principal característica a intermitência dos seus corpos hídricos, ligados a um regime pluviométrico semiárido, no entanto, junto aos relevos das serras a drenagem é favorecida pela precipitação mais elevada e melhor distribuída, tendo a drenagem dos cursos d'água assegurada durante quase todo o ano, ao contrário do que ocorre

nos relevos aplainados dos sertões, onde os rios secam a partir do fim da estação chuvosa (RIBEIRO, 2017).

De acordo com as condições ambientais e o estágio de desenvolvimento econômico e tecnológico, os padrões de uso e ocupação do solo tendem a mudar, o que provoca alterações na qualidade do ambiente, tanto natural quanto construído. Diante disto, este trabalho teve por objetivo demonstrar a aplicação da compartimentação territorial em unidades de paisagem como instrumento de gestão de bacias hidrográficas.

A área escolhida para o desenvolvimento da pesquisa foi a Sub-bacia do rio Batateiras (CONGERH, 2008), também denominada de Microbacia 3 da Sub-bacia Hidrográfica do rio Salgado (CONGERH, 2007), integrante da bacia hidrográfica do rio Jaguaribe, localizada no setor sudoeste do estado do Ceará e abrange os municípios de Crato, Juazeiro do Norte, Caririaçu, Barbalha e Missão Velha, que fazem parte da Região Metropolitana do Cariri (Figura 1).

A sub-bacia hidrográfica do rio Salgado abrange 23 municípios, correspondente a 8,25% do território cearense, possui uma área de drenagem de 12.865 km², tendo como rio principal o Salgado, com suas nascentes na encosta da Chapada do Araripe e extensão de 308 km, no sentido sul-norte. Possui 13 açudes públicos gerenciados pela Companhia das Águas, que mantém regularizado 350 km^2 de escoamento perenizado (COGERH, 2010).

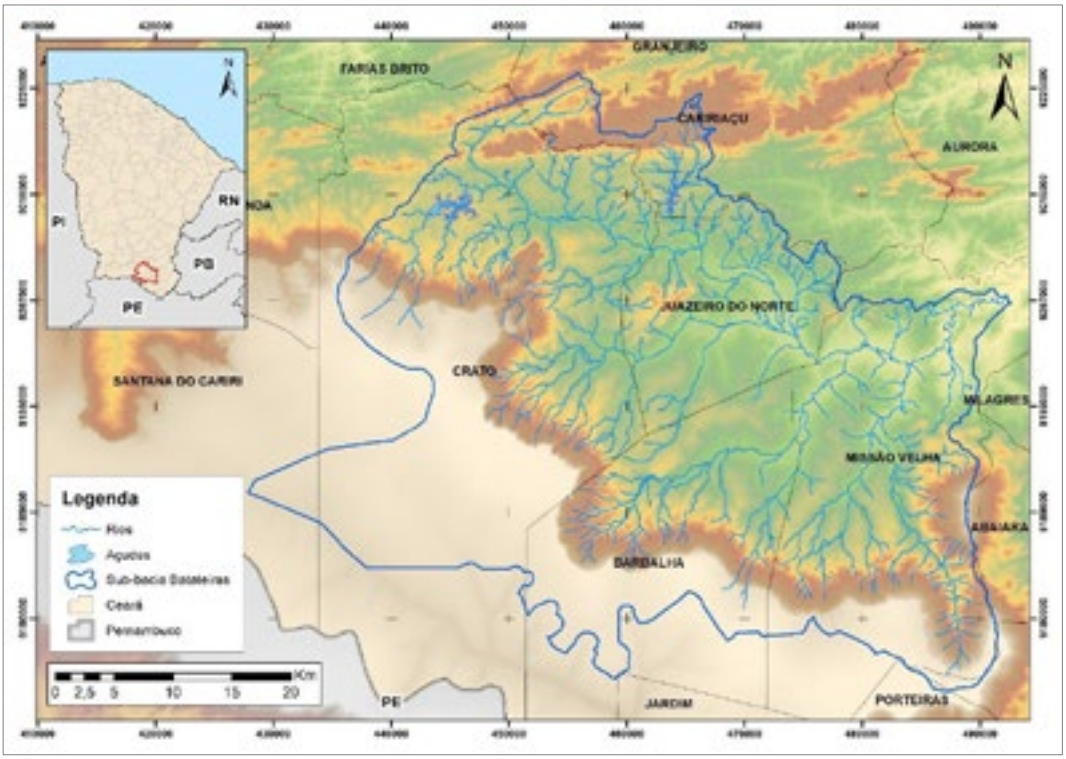


Figura 1 – Localização geográfica da Sub-bacia do rio Batateiras (microbacia 3)

Devido a sua grande abrangência espacial, a sub-bacia foi dividida em cinco microbacias, sendo a microbacia 3 a mais populosa, onde se localizam as nascentes principais do rio e seus maiores tributários, os rios Batateiras e Granjeiro e os riachos Saco Lobo, dos Macacos, dos Carás, dos Carneiros, Salamanca, Missão Velha, Seco e dos Porcos. O terreno do embasamento é formado por 85% de rochas cristalinas e 15% de rochas sedimentares, estando os melhores aquíferos localizados na Bacia Sedimentar do Araripe, sendo dividido em 3 sistemas de aquíferos (inferior, médio e superior) (COGERH, 2010).

A bacia encontra-se no Cariri cearense, e destaca-se na região tanto pelas suas condições naturais, decorrentes principalmente do substrato geológico sedimentar que lhe propicia grande capacidade em armazenar água, quanto pela concentração populacional (BRITO; GRANGEIRO, 2016). O Cariri é a segunda

maior região do estado do Ceará em dados quantitativos de população (11,3%), com grande concentração industrial (5,3%) e elevado Produto Interno Bruto - PIB (8,2%) (FIEC, 2017).

Os municípios com maior destaque na região do Cariri são Crato, Juazeiro do Norte e Barbalha, apresentando a ocupação urbana mais intensa, e devido a relação histórica de interdependência entre eles, aliada à proximidade física entre os núcleos urbanos se convencionou chamar de Crajubar (QUEIROZ, 2014). Há um acelerado processo de urbanização e crescimento populacional apresentados na região, somado a falta de planejamento e desrespeito à legislação ambiental, sendo que os estudos já realizados demonstram existir um intenso processo de degradação do meio natural.

Tratando-se do sistema de drenagem das águas superficiais dos rios Granjeiro, Batateiras e Carás, que cortam as cidades de Crato e Juazeiro do Norte, constatou que são receptoras de esgotos domésticos e que há uma constante emissão de poluentes, contribuindo para alimentar o sistema perene dos cursos dessas drenagens. A cidade de Crato, por exemplo, tem sérios problemas de enchentes no curto período chuvoso decorrente de três fatores: 1) águas pluviais poluídas pelos esgotos; 2) relevo acidentado da cidade e 3) a forma inadequada em que foi canalizado o rio Granjeiro, que corta a cidade (BATISTA, 2015).

Além da contaminação das águas superficiais, a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará (COGERH), aponta dois fatores de risco para poluição das águas subterrâneas: a vulnerabilidade intrínseca dos aquíferos e o tipo, quantidade e forma de lançamento dos poluentes no solo, considerando o aspecto de fragilidade do manancial subterrâneo do Cariri.

Diante do panorama apresentado, percebe-se o avançado processo de degradação ambiental em alguns pontos do Alto Curso do rio Salgado, embora se

possa dizer que rios em condições realmente naturais é minoria, especialmente em áreas urbanas (HOUGH, 2004; RILEY, 1998 apud VERÓL, 2013). A delimitação das unidades de paisagem, com base na visão geossistêmica, pode contribuir consideravelmente para dar início ao processo de uma gestão mais eficaz no controle dos aos impactos ambientais presentes na bacia.

2. Materiais e Métodos

Diante da gama de abordagens metodológicas ofertadas pela Geografia Física, optou-se por trabalhar com a Teoria Geossistêmica destacada por Bertrand (1971), Tricart (1977), Sotchava (1977), Christofoletti (2000), Monteiro (2000), Ross (2009), Rodriguez e Silva (2013), entre outros. As referidas análises partem do pressuposto que os componentes naturais têm uma funcionalidade intrínseca a cada sistema ambiental natural e/ou modificado pelas atividades antropogênicas (COSTA; SANTOS; OLIVEIRA, 2016).

Para Monteiro (2000 *apud* ROSS, 2009, p. 34), o "aprimoramento dessa integração holística é um pré-requisito necessário à compreensão da qualidade ambiental, ponto de partida para avaliações quantitativas e diagnósticos mais precisos possibilitando prognoses ambientais".

Em se tratando da disponibilidade de água, caso não seja em quantidade e qualidade adequadas, as demandas podem interferir no crescimento e na dinâmica regional, configurando-se como fator limitante de expansão socioeconômica. Com essa compreensão dos elementos no sistema bacia hidrográfica, é possível propor medidas que resultem em melhor utilização dos recursos disponíveis e maximizar as qualidades intrínsecas desses recursos, dentro do contexto atual e futuro (MORAGAS, 2005).

A delimitação das unidades de paisagem, com base na visão geossistêmica, cumpre o papel primordial de revelar o cenário atual da área de estudo, como parte do

processo de planejamento considerado enquanto etapa preliminar e indispensável para a efetivação dos programas de gestão ambiental. A gestão é entendida como o processo de uso, administração e aproveitamento dos diversos recursos e serviços que integram a área a partir de uma perspectiva ambiental, viabilizando a gestão adequada, racional e ambientalmente equilibrada (RODRIGUEZ; SILVA; LEAL, 2011).

Para Florenzano (2005), as imagens obtidas através do sensoriamento remoto proporcionam uma visão de conjunto multitemporal de extensas áreas da superfície terrestre e esta visão sinóptica da paisagem possibilita estudos regionais e integrados, destacando as transformações e os impactos causados por fenômenos naturais e antrópicos. Enquanto o uso de sistemas de informação geográfica (SIG) tornou-se uma ferramenta útil e poderosa para calcular e representar o padrão espacial de uso da terra e facilitar a modelagem dos ambientes (FERNANDEZ, *et. al*., 2018).

As técnicas operacionais do trabalho foram desenvolvidas através do uso das geotecnologias, com a coleta de dados oriundos de sensoriamento remoto, imagens do satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres (CBERS-4), sensor PAN com 5 metros de resolução espacial datadas de 17/07/2018, disponibilizadas pela Divisão de Geração de Imagens (DIDGI) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e da missão Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), levantados nos anos 2000 pela National Imagery and Mapping Agency (NIMA) e a National Aeronautics and Space Administration (NASA), disponibilizados pela United States Geological Survey (USGS) com 1 arco de segundo (30 metros de resolução), que foram utilizados para elaboração do modelo digital de elevação (MDE) e extração das isoípsas da sub-bacia.

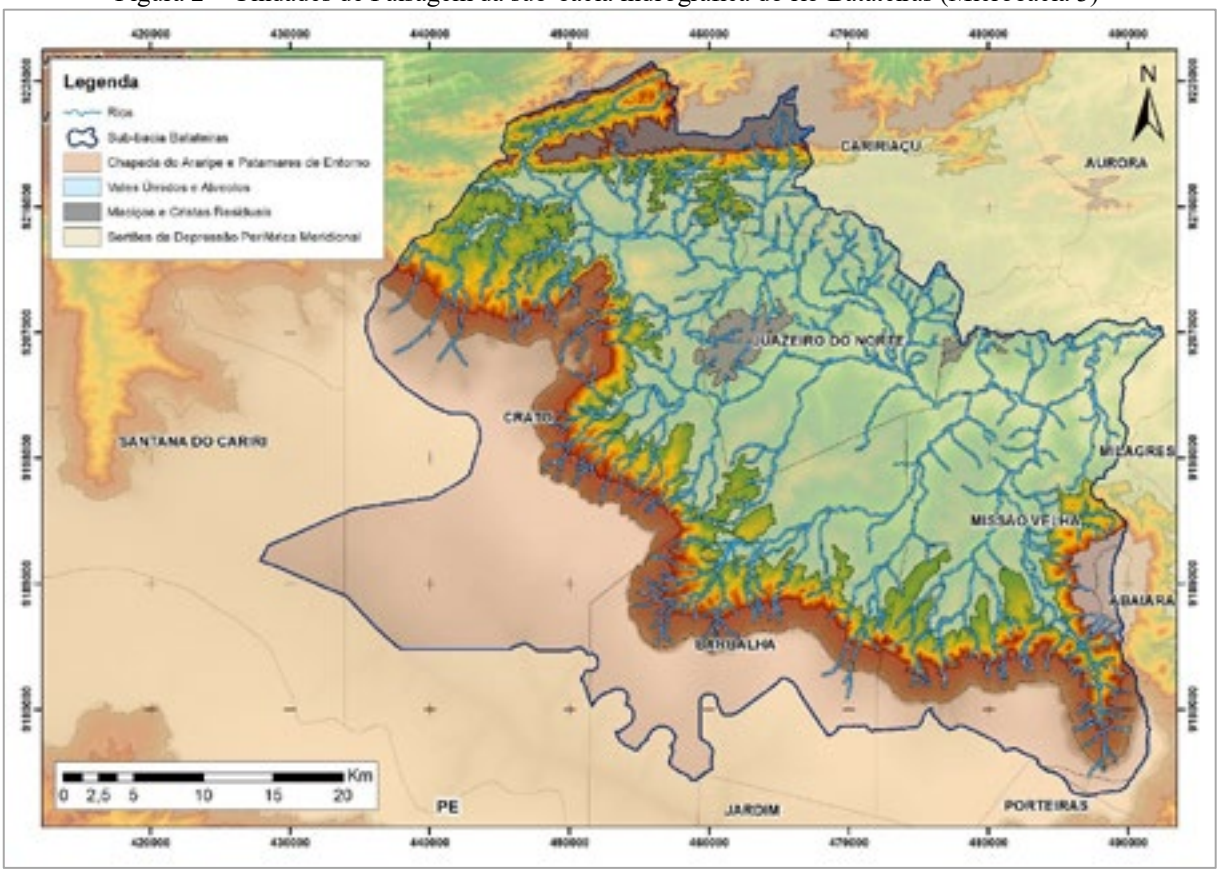
Na montagem do Sistema de Informações Geográficas (SIG) foram utilizados dados da bacia hidrográfica fornecidos pela Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH) e da malha territorial atualizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Possibilitando uma melhor interpretação das imagens e

delimitação das unidades de paisagem associando as camadas de dados matriciais e vetoriais. A taxonomia da compartimentação das unidades baseou-se na proposta de Zoneamento Geoambiental do Estado do Ceará (FUNCEME, 2006).

3. Resultados e discussões

A partir da compartimentação territorial realizada a área de estudo apresenta as unidades geoambientais representadas na figura 2.

Figura 2 – Unidades de Paisagem da sub-bacia hidrográfica do rio Batateiras (Microbacia 3)



Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

O quadro 1 aborda compartimentação geoambiental e as características das regiões da Chapada do Araripe e do Cariri, onde está situada a sub-bacia do rio Batateiras (Microbacia 3 do rio Salgado).

Quadro 1 - Unidades de paisagem da sub-bacia do rio Batateiras (Microbacia 3)

UNIDADE PAISAGEM	CARACTERÍSTICAS	ABRANGÊNCIA
CHAPADA DO ARARIPE E PATAMARES DE ENTORNO	Superfície tabular elevada em rochas da Formação Exu, com clima subúmido, ausência de drenagem superficial e com Latossolos revestidos por cerrado/cerradão, setores com clima subúmido seco e Latossolos e Neossolos Quartzarênicos revestidos por "carrasco". Rebordos erosivos festonados em rochas da Formação Santana; clima subúmido; ocorrência de drenagem superficial paralela; Neossolos Litólicos, Argissolos revestidos por mata seca e caatinga e Neossolos Litólicos revestidos por mata úmida. Setores de superfície plana a parcialmente dissecada em rochas da Formação Missão Velha, com clima subúmido, drenagem superficial densa e solos revestidos por mata seca e caatinga arbórea. Apresentando superfícies planas mantidas por arenitos homogêneos da Formação Cariri, com clima subúmido, escoamento superficial semiperenizado, Neossolos Quartzarênicos e Neossolos Litólicos revestidos por caatinga arbóreo-arbustiva. Altitudes variam de 440m a 950m.	Municípios: Barbalha, Crato, Missão Velha e Juazeiro do Norte.
VALES ÚMIDOS E ALVEOLOS E VALES SECOS	Formas planas de acumulação fluvial em depósitos aluviais, com setores de clima subúmido e outros semiáridos, Neossolos Flúvicos e Vertissolos revestidos por campos de várzea e matas ciliares, alguns setores em processo de degradação. As altitudes variam entre 250m e 410m.	Municípios: Barbalha, Crato, Juazeiro do Norte, Missão Velha e Caririaçu.
MACIÇOS E CRISTAS RESIDUAIS	Maciço residual fortemente dissecado em litotipos do complexo cristalino, com clima subúmido, drenagem dendrítica e escoamento sazonal, Argissolos e Neossolos Litólicos revestidos por mata seca e caatinga. Superfícies de serras rebaixadas, com vertentes rochosas do embasamento cristalino, com clima semiárido, drenagem dendrítica e escoamento sazonal, com Neossolos Litólicos e Afloramentos Rochosos revestidos por caatinga arbustiva e vegetação rupestre. Altitude: 500 – 720m.	Municípios: Caririaçu, Crato e Juazeiro do Norte.
SERTÕES DA DEPRESSÃO PERIFÉRICA MERIDIONAL DO CEARÁ	Superfícies aplainadas, pediplanadas e parcialmente dissecadas em litotipos variados do complexo cristalino, clima subúmido a semiárido e drenagem dendrítica sazonal, com Luvissolos, Neossolos Litólicos, Argissolos, Luvissolos revestidos por caatinga arbóreo-arbustiva, com setores dagradados. Altitudes que varia de 320m a 480m.	Municípios: Caririaçu, Missão Velha, Crato e Juazeiro do Norte e Missão Velha

Fonte: Adaptado da FUNCEME (2006)

4. Considerações finais

A compartimentação territorial de bacias hidrográficas constitui uma forma de se especializar setores em razão de suas condições naturais e formas de uso e ocupação. Por meio da análise geossistêmica pôde-se chegar a compartimentação regional de parte da Chapada do Araripe/Cariri Cearense, no sentido de contextualizar socioambientalmente a bacia hidrográfica do rio Salgado, e a sua feição local correspondente à bacia hidrográfica do rio Batateiras.

Dessa forma, a pesquisa contribui para reforçar o enfoque da análise e planejamento de bacias hidrográficas como categoria de pesquisa na Geografia Física. Integra-se na análise, além de aspectos referentes ao sistema de drenagem fluvial, as condições geoambientais/geossistêmica presentes na bacia e seu entrono geográfico.

Por meio da Geografia Física pode-se oferecer uma adequada leitura das condições físico-ambientais de uma bacia hidrográfica, oferecendo assim bases essenciais para os zoneamentos ambiental e funcional.

5. Referências Bibliográficas

BATISTA, V. L. R. A coleta seletiva como instrumento propulsor da gestão do consórcio de resíduos sólidos na Região Metropolitana Cariri - Ceará. 2015. 245 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, Rio Claro. Disp. em: <https://repositorio.unesp.br >. Acesso em: 10 abr 2018.

BERTRAND, G. **Paisagem e geografia física global: esboço metodológico**. São Paulo: Caderno Ciências da Terra, n°13, 1971.

BRITO, D. S.; GRANGEIRO, C. M. M. Análise ambiental da microbacia hidrográfica do rio Salamanca Barbalha-Ceará. **Geosaberes**, Fortaleza, v. 6, nº esp. (3), p. 72 - 83, 2016. Disponível em: <www.geosaberes.ufc.br>. Acessado em: 15 de abr 2018.

CHRISTOFOLETTI, A. Modelagem de sistemas ambientais. São Paulo: Edgard Blücher Ltda. IGCE/UNESP, 2000.

COMPANHIA DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS DO CEARÁ - COGERH. **Cartilha informativa hidroambiental**: bacia hidrográfica do Salgado. Crato, 2010.

_____. **Vamos conhecer o Salgado**. Crato, 2007.

_____. Atlas dos Recursos Hídricos do Ceará [atlas]. Fortaleza, 2008. Disponível: < http://atlas.cogerh.com.br/>. Acessado em: 18 fev. 2019.

COSTA, L. R. F. da; SANTOS, J. de O.; OLIVEIRA, V. P. V. de. Abordagem Geoambiental na análise da degradação ambiental na bacia hidrográfica do rio Banabuiú – CE. **Revista GeoAmazônia**, Belém, v. 04, n. 08, p. 27 – 45, jul./dez., 2016. Disponível em: < www.geoamazonia.net>. Acessado em: 10 abr 2018.

FERNANDES, G. B.; TAVARES, J. L.; PEDROZA, M. M.; ARAUJO, G.M. Caracterização qualitativa das águas do rio Salgado no município de Juazeiro do Norte/Ceará. In: SIMPÓSIO ÍTALO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 6., 2002, Vitória. *Anais eletrônicos...* Recife: ABES, 2002. Disponível em: < http://www.bvsde.paho.org >. Acesso em: 30 de mar 2016.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO CEARÁ – FIEC. Guia Industrial do Ceará. Fortaleza, 2017. Disponível em: < http://www2.sfiec.org.br/portalv3/sites/guia2017/?st=acesso-restrito-guiadigital>. Acessado em 13 out 2017.

FLORENZANO, T. G. **Geotecnologias na Geografia aplicada:** difusão e acesso. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 17, p. 24-29, 2005. Disponível em: <http://www.geografia.fflch.usp.br/publicacoes>. Acessado em: 12 abr 2018.

FUNCEME. Gleuba Maria Borges de Souza Carvalho. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (Org.). ZONEAMENTZONEAMENTO GEOAMBIENTAL DO ESTADO DO CEARÁ: Parte II - MESORREGIÃO DO SUL CEARENSE. Fortaleza: Funceme, 2006. 126 p. Disponível em: <http://www.funceme.br/areas/17-mapas-tem%C3%A1ticos/543-zoneamento-geoambiental/>. Acesso em: 18 fev. 2019.

LANDIM NETO, F. O., GORAYEB, A, PEREIRA FILHO, N. de S., SILVA, E. V. da, COSTA, N. O. da; MENDES, J. de S. **The use of cartography to the application of the dpsir model to the diagnosis of the hydrographic basin of the guaribas river in northeastern Brazil:** guidelines for local environmental management. **Brazilian Journal of Cartography**, nº 67/5 (SI) 27th, 2015. Disponível em: < http://www.icc2015.org/>. Acessado em: 16 abr 2018.

MONTEIRO, C. A. F. **Geossistemas:** a história de uma procura. São Paulo: Contexto, 2000.

MORAGAS, W.M. **Análise dos Sistemas Ambientais do Alto Rio Claro- SW/Goiás**: Contribuição ao Planejamento e Gestão. Manejo Geoambiental. Tese (Doutorado em Geografia) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas. UNESP, Rio Claro: 2005.

QUEIROZ, I. S. Região Metropolitana do Cariri cearense, a metrópole fora do eixo. **Mercator**, Fortaleza, v. 13, n. 3, p.93-104, 2014. Set./dez. Disponível em: <http://www.mercator.ufc.br/mercator>. Acesso em: 12 abr. 2018.

RIBEIRO, S. C. Caracterização geoambiental da sub-bacia do rio Salgado na Mesorregião Sul cearense – Parte I – Clima e Arcabouço Geológico. **Geoconexões**, [s.l.], v. 1, p.4-16, 4 out. 2017. Semestral. Disponível em: <http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/geoconexoes>. Acesso em: 12 abr. 2018.

RODRIGUEZ, J. M.; SILVA, E. V. da; LEAL, A. C. Planejamento ambiental de bacias hidrográficas desde a visão da Geoecologia das Paisagens. In: FIGUEIRÓ, A. S.; FOLETO, E. (org.). **Diálogos em geografia física**. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2011.

RODRIGUEZ, J. M.; SILVA, E. V. **Planejamento e gestão ambiental:** Subsídios da geoecologia das paisagens e da teoria geossistêmica. Fortaleza. Edições UFC, 2013.

ROSS, J. L. S. **Ecogeografia do Brasil:** subsídios para planejamento ambiental. São Paulo. Oficina de Textos, 2009.

VERÓL, A. P. **Requalificação fluvial integrada ao manejo de águas urbanas para cidades mais resilientes.** 2013. 367f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) –Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2013.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

CONECTIVIDADE HIDROSSEDIMENTOLÓGICA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO CURSO DO RIO PIRANHAS – SEMIÁRIDO PARAIBANO.

Jeferson Mauricio Rodrigues [(a)], Jonatas Oliveira Vasconcelos [(b)] Jonas Otavinao Praça de Souza [(c)]

[(a)] Departamento de Geociências/Univesidade Federal da Paraíba, Jefersonmrgeo@gmail.com

[(b)] Departamento de Geociências/Univesidade Federal da Paraíba, jonatas.oliveira.vasconcelos@gmail.com

[(c)] Departamento de Geociências/Univesidade Federal da Paraíba, Jonasgeoufpe@yahoo.com.br

Jeferson Mauricio Rodrigues
, Jonatas Oliveira Vasconcelos
Jonas Otavinao Praça de Souza

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

Tendo em vista que a transposição do Rio São Francisco através do Eixo Norte terá como receptor o Rio Piranhas (intermitente em seu alto curso), a maior quantidade de energia proporcionará maior capacidade e competência de transporte fluvial pelos rios. Entretanto, os canais fluviais apresentam em seu sistema bacia hidrográfica elementos desconectantes que isolam determinadas áreas de trocar materiais e energia com o sistema fluvial subsequente. Nessa perspectiva, este trabalho identificou as áreas conectadas e desconectadas da bacia hidrográfica do Alto Curso do Rio Piranhas, com base nas pequenas, médias e grandes barragens existentes no perímetro hidrográfico.

Palavras chave: Conectividade; Bacia hidrográfica; Barragem.

1. INTRODUÇÃO

Sistemas ambientais físicos são complexos de elementos em interação através dos fluxos de materiais e energia, onde a entrada de energia em um sistema pode ser a saída em outro (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Sendo assim, o sistema fluvial apresenta processos como: erosão, transporte e deposição de materiais sólidos e dissolutos através dos cursos de ambientes fluviais, como modo de transferir energia do sistema fluvial para os sistemas em seu entorno. Entretanto, para que tais processos ocorram é necessária a atuação de força sobre a massa detrítica para gerar o movimento.

Segundo Goldemberg (2012) a força que gera movimento pode ser entendida como energia, e pode ser definida como a capacidade de produzir trabalho. Trabalho mecânico por sua vez, é o resultado de uma força sobre o deslocamento de um corpo.

Nessa perspectiva, Alvares (1998) afirma que nos sistemas fluviais, as partículas de solo produzidas por diversos processos e que alcançam os cursos hídricos canalizados, são transportados até serem depositados nas zonas de baixa energia, ou seja, onde o escoamento disponível para o transporte se torna insuficiente.

Entretanto, Souza (2012) afirma que se devem levar em consideração que diversos estudos reputam a transmissão de matéria e energia de maneira livre dentro do sistema fluvial, ignorando-se a estrutura do mesmo e seu funcionamento, como também, aos impedimentos de fluxos. Tal equívoco podem superestimar as infraestruturas hídricas e o volume de água em reservatórios. Tendo em vista que a estrutura e organização do sistema são relevantes para análise de transmissão de matéria e energia.

Sendo assim, após a inserção do conceito de ligação na geomorfologia, dentro do contexto de sensitividade da paisagem, o mesmo pode ser abordado como a capacidade de transmissão entre componentes do sistema, onde é considerado como resistência estrutural, ou seja, a forma do atual sistema, que apresenta resistência de transmissão, ou seja, a estrutura pode ser classificada como ligada (elementos ligados pela livre transmissão de energia e

matéria); desligadas (transmissão temporariamente interrompida); e não ligada (sem ligação das partes do sistema) (BRUNSDEN e THORNES, 1979; HARVEY, 2002; BRUNDEN, 2001; HARVEY, 2002; THOMAS, 2001).

Com base em transmissão hidrossedimentológica, a concepção de conectividade vem ganhando espaço nos estudos científicos, principalmente, nas pesquisas de manejo ambiental, visto que é a partir da compreensão da interação entre os diversos elementos de um sistema que é possível mantê-lo em funcionamento. Da mesma forma que, é entendendo a conectividade entre os elementos presentes no sistema, que pode se obter subsídios suficientes para uma boa interpretação de como este sistema funciona (SCHUMM, 1991; BRACKEN et al., 2013).

A falta de conectividade entre os diversos elementos de uma paisagem produz a fragmentação dos mesmos, fazendo com que eles entrem em risco de degradação, além da possibilidade de "desconstrução" dos processos atuantes nela (MUCHAILH et al., 2010). Contudo, um dos fatores que mais dificulta a interpretação da conectividade, é a ampla utilização deste termo "conectividade" para diversos fins, aparecendo, tanto em estudos hidrológicos, geomorfológicos, de paisagem como em estudos populacionais e demais estudos no âmbito da geografia e nas demais ciências.

Segundo Taylor (1993) a Conectividade é definida "pelo grau em que a paisagem facilita ou impede o movimento de elementos ao longo de um determinado trecho. Para este mesmo autor e também para With et al. (1997) essa definição de conectividade também "enfatiza e caracteriza: os arranjos de habitats, o uso dos elementos da paisagem, a dinâmica populacional atuante assim como as estruturas das comunidades presentes", assim como as estruturas físicas. Ou seja, a conectividade atua como processos que, eventualmente, culminam na evolução e dinâmica da paisagem servindo de "link" entre diversos subsistemas dela (TAYLOR, 1993; WITH et al., 1997; AHNERT, 1998; VITTE, 2007; BRACKEN et al., 2013).

Porém, a discursão da conectividade, usualmente, nos leva a questionar o modo pelo qual podemos avaliar seus diversos tipos presentes em uma paisagem. Os autores Jonsen &

Taylor (2000a) e With e Crist (1995) afirmam que a conectividade da paisagem pode ser avaliada a partir de determinações de como os organismos se movem e interagem com a heterogeneidade estrutural das paisagens resultantes.

Existem dois conceitos principais de tipos de conectividade de paisagem amplamente utilizados pelo mundo e que foram considerados para o presente trabalho que são: conectividade estrutural e funcional. A primeira está relacionada com os elementos espaciais da paisagem tais como, relevo, declividade, condições do solo, clima, geologia dentre outros, a segunda está relacionada ao comportamento funcional destes elementos para o sistema como um todo e para com o comportamento funcional entre eles (TAYLOR, 1993; WARD e STANFORD 1995; BRIERLEY e FRYIRS, 1999; BRACKEN et al., 2013).

Desta forma o presente artigo tem como objetivo, estudar a conectividade de ambientes fluviais, com os impedimentos na estrutura da Bacia Hidrográfica do Alto Curso do Rio Piranhas, semiárido paraibano.

2. METODOLOGIA

Este trabalho terá como área de análise a bacia do Alto Rio Piranhas, localizada no Sertão paraibano, ocupando uma área de 35 Municípios, que dentre os principais estão: Cajazeiras, Souza e Pombal. Terá como foco o trecho do Alto Rio Piranhas, pois é uma área que não sofre influência da Barragem Coremas – Mãe D'água (inserida no Rio Piancó – Afluente do Piranhas), que o pereniza durante o ano inteiro após a confluência com o rio Piancó.

De forma sintética, o trabalho considera o canal da sua nascente até a confluência com o Rio Piancó, onde ele é intermitente com alguns pontos efêmeros próximo à cabeceira, salientando que como a maioria dos rios do semiárido nordestino, à exceção do rio São Francisco e do Parnaíba, é um rio intermitente em condições naturais (AB'SABER, 2007). A região é muito impactada por barragens, principalmente, barragens artesanais, construídas pelas

comunidades. Contudo, a barragem mais importante é a barragem Engenheiro Ávidos, localizada no município de Cajazeiras (PB).

Para gerar o mapa de conectividade foi necessário gerar dados de drenagem e direção de fluxo através dos dados de topografia do Brasil em Relevo (2018).

Posteriormente a definição da rede de drenagem, serão identificadas as barragens existentes e diferenciadas em pequenas, médias e grandes.

Concomitantemente serão elaborados mapas de topografia e declividade, para melhor entendimento da superfície da bacia, e áreas ocupadas pela rede de drenagem através da base de dados *raster* do Brasil em Relevo (2018).

Por fim, através do tratamento dos dados de direção de fluxo e impedimentos, serão definidas as áreas conectadas (ligadas estruturalmente) e não ligadas (desligadas estruturalmente).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este trabalho tem como área de análise a bacia do Alto Rio Piranhas, localizada no Sertão paraibano. O foco do trabalho foi na área da bacia do trecho do Alto Curso do Rio Piranhas (Figura 1), mais precisamente antes da influência da Barragem Coremas – Mãe D'água (inserida no Rio Piancó – Afluente do Piranhas), que o pereniza durante o ano inteiro após a confluência com o rio Piancó.

A escolha do trecho até a confluência com o Rio Piancó (perenizado artificialmente) se deu porque após a confluência com o referido rio, o Piranhas se torna perenizado artificialmente.

Deve-se levar em consideração que o alto curso do Rio Piranhas funcionará como receptor e passagem natural das águas recebidas do Rio São Francisco pelo Eixo Norte, pois

possui um marco regulatório que estabelece vazão de entrega na fronteira estadual entre a Paraíba e o Rio Grande do Norte, o que irá perenizá-lo.

A região é muito impactada por barragens (Figura 1), principalmente, barragens artesanais, construídas pelas comunidades. Contudo, a barragem mais importante é a barragem Engenheiro Ávidos, localizada no município de Cajazeiras (PB).

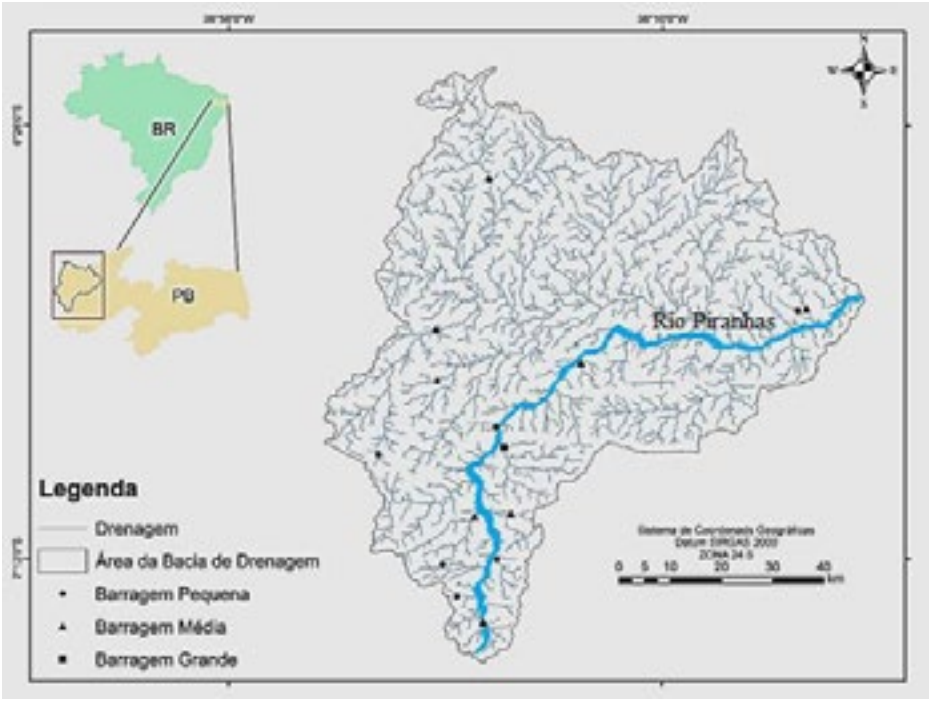


Figura 1 - Localização da bacia e barragens identificadas no perímetro da bacia hidrográfica do Alto Curso do Rio Piranhas. Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

É importante salientar que a bacia está localizada sobre a depressão sertaneja, tendo características físicas semelhantes à maioria do semiárido nordestino. Sendo assim, a Depressão Sertaneja é organizada em torno do Planalto da Borborema, e é resultado de morfologia herdada de processos morfoestruturais, sendo importante dispersora da drenagem, pois sua intensa rede de drenagem é responsável pela intensa dissecação. Assim, formam-se áreas aplainadas onde

os processos denudacionais suplantaram os agradacionais, formando vastas superfícies erosivas e consequentemente, pedimentos entre o sopé das encostas e os ambientes fluviais, onde a coalescência desses pedimentos formaram os pediplanos – processos frequentes da chamada depressão sertaneja (AB'SABER, 1969, apud. MAIA, 2010).

A declividade e topografia da bacia evidencia as características da superfície de relevo herdado dos processos morfoestruturais e denudacionais (Figura 2).

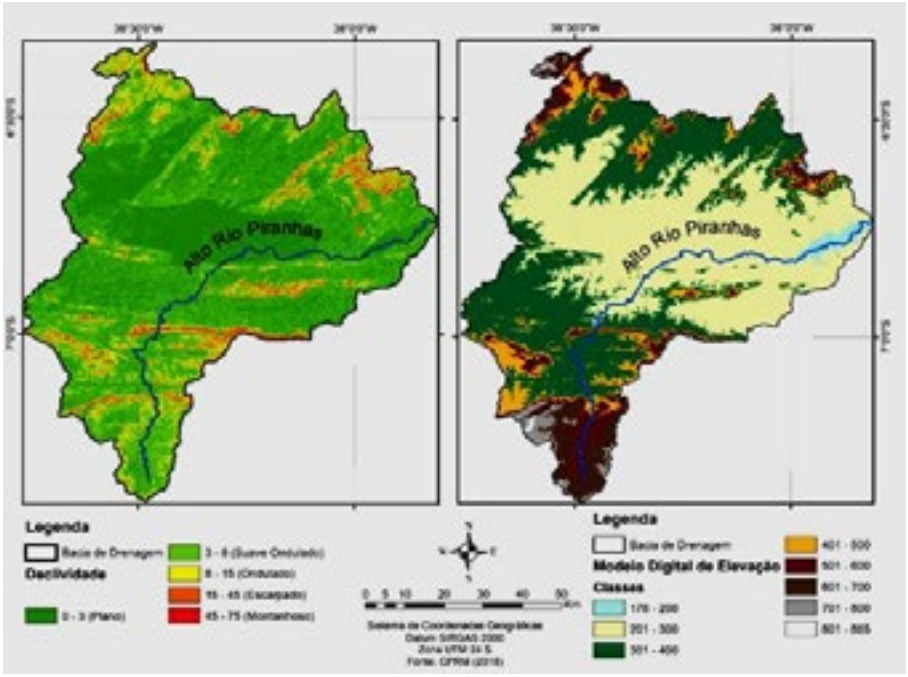


Figura 2 - Mapa de Topografia e Declividade da Bacia Hidrográfica do Alto Curso do Rio Piranhas.
Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

A figura 2 representa a hipsometria e a declividade da bacia do Alto Rio Piranhas, evidenciando as variações de altitude do canal dentro da bacia, e nessa perspectiva, durante os primeiros 25 km de extensão do canal, ele apresenta uma variação de 100 m de altitude, contudo, com 27 km de extensão ocorre a primeira ruptura de declive da bacia, que passa de

500 m para 400 m numa faixa de 10 km. Posteriormente, apresenta áreas planas, até que, quando alcança uma distância de 64 km das áreas de cabeceira, chega a apresentar outra ruptura de declive, de aproximadamente 30 m numa faixa de aproximadamente 2 km. Após essas duas principais rupturas de declive, o canal passa a diminuir sua altimetria gradualmente, até alcançar os 173 m.

Já as declividades se apresentam mais acentuadas nas áreas de ruptura de declive/regiões serranas, como também, acompanham as áreas mais elevadas da bacia. Estas características possibilitam a interpretação das diferentes unidades da paisagem, que tem características morfológicas e estruturais de acordo com as diferentes altitudes e declividades da área da bacia.

Dado o exposto, observa-se no mapa de topografia e declividade que a direção do fluxo principal é predominantemente para o norte, o que possibilita dizer que naturalmente os processos de transporte de material sedimentar que alcança os ambientes fluviais deveria carregar os sedimentos passíveis de serem transportados no sentido boreal.

Contudo, a grande quantidade de barragens construídas para o aprisionamento e manutenção dos recursos hídricos na maior parte do ano impossibilita o livre transporte de sedimentos pelo sistema fluvial.

Nessa perspectiva, o aprisionamento desses sedimentos e de água altera a morfologia e processos naturais do sistema ambiental físico fluvial.

Assim, foram identificadas 8 barragens pequenas, 6 barragens médias e 1 barragem grande, tendo como critério uma análise comparativa de volume e espaço ocupado pelos recursos hídricos e sedimentos aprisionados (Figura 1).

A concentração das barragens ao sul da bacia, local de patamares mais elevados de altitude e declividades mais acentuadas nos locais de ruptura de declive, considerando que a predominância de serras nesses ambientes possibilitam a geração de tais impactos antrópicos, conjuntamente às cidades e povoados circundam essas localidades impactadas por barragens.

Dessa forma, cada barragem pode interromper o livre transporte de material sedimentar de forma natural, fazendo com que cursos de água anteriormente conectados fiquem isolados do restante do sistema, trocando energia apenas de forma subsuperfícial, sem apresentar dinâmica de sedimentos (Figura 3).

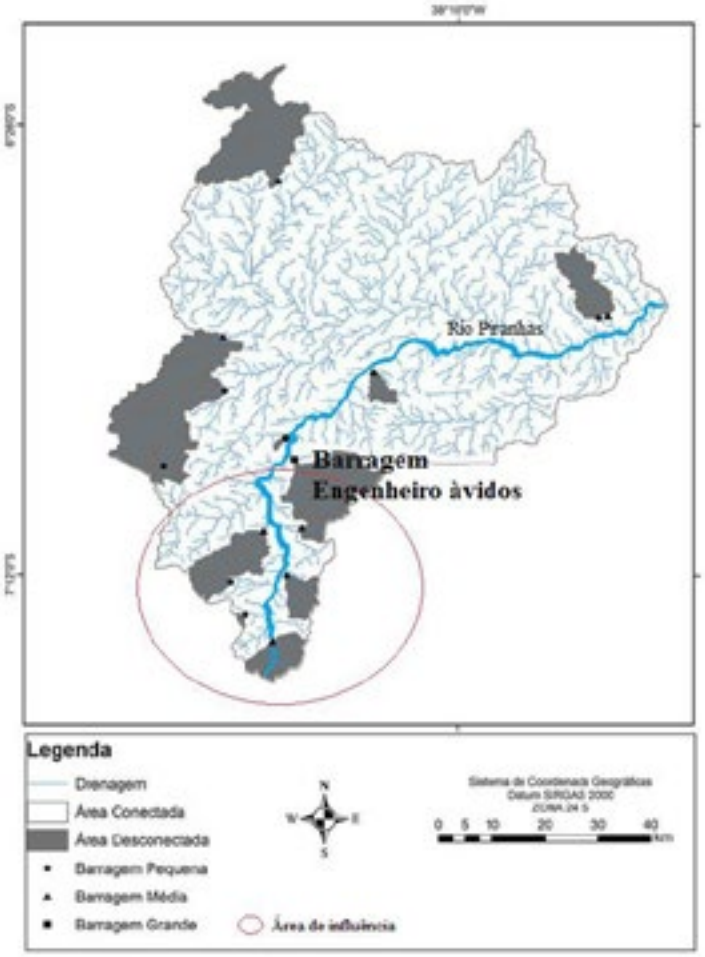


Figura 3 - Mapa de Conectividade dos recursos hidrossedimentológicos. Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Nessa perspectiva, observa-se na figura 3 evidencia as áreas conectadas/ligadas (Áreas claras) e desconectadas/não ligadas (Áreas escuras). Os principais desconectantes do livre transporte hidrossedimentológico são as barragens pequenas, graças a sua distribuição desordenada presente nas áreas mais altas e inclinadas da bacia do Alto curso do Rio Piranhas. Contudo, as pequenas barragens em períodos desordenados costumam ser superadas quando ocorre grande disponibilidade hídrica, onde seus transbordamentos propiciam a passagem de energia para as áreas à jusante.

As barragens médias também apresentam boa concentração, geralmente em locais mais próximos a elas. São mais difíceis de ser superadas, retendo a totalidade de água e sedimentos que a alcançam.

Contudo, algo a ser observado é que a barragem grande, mais precisamente a Engenheiro Ávidos, possui área de influência que consegue desconectar boa parte do transporte hidrossedimentológico da bacia, ou seja, caso as barragens médias e pequenas fossem retiradas, o volume de sedimentos e água teria livre acesso à barragem grande, que impossibilitaria alcançar as áreas mais rebaixadas da bacia.

4. CONCLUSÕES

A conectividade da paisagem possibilita inferir as áreas que apresentam ligação entre recursos energéticos e materiais, entretanto, como também, os fatores desconectantes que podem gerar alterações nos processos e nas formas em bacias hidrográficas. A questão a considerar-se é que barramentos são formas de gestão muito forte em localidades de ambientes secos, sendo necessários estudos que abarquem esta perspectiva de impacto antrópico.

Ente estudo conclui sua análise enfatizando a área estudada possui considerável número de barramentos, o que atinge diretamente a dinâmica natural, onde numa escala de tempo significativa, pode levar a ineficiência de retenção de água pelo acúmulo de materiais.

5. REFERÊNCIAS

AHNERT, F.O. Introduction to Geomorphology. **WILEY,** Arnold, New York, pp. 352, 1998.

ALVARES, M. Erosão Hídrica e Transporte Sólido em pequenas bacias hidrográficas. **Instituto Água – Direção de Serviços de Recursos Hídricos**, Lisboa. 1997.

RACKEN, L.J.; COX, N.J.; SHANNON, J. The relationship between rainfall inputs and flood generation in south-east Spain. **Hydrological Processes**, n. 22, p. 683–696, 2008.

BRACKEN, L.J.; WAINWRIGHT, J.; ALI, G.A.; TETZLAFF, D.; SMITH, M.W.; REANEY, S.M.; ROY, A.G. Concepts of hydrological connectivity: Research approaches, pathways and future agendas. **ELSEVIER,** n. 119, p. 17-34, 2013.

BRIERLEY, G. J.; FRYIRS, K. Tributary–trunk stream relations in a cut-and-fill landscape: a case study from Wolumla catchment, New South Wales, Australia. **ELSEVIER,** Australia, n. 29, p. 61-73, 1999.

MAIA, R. Geomorfologia do Nordeste: concepções clássicas e atuais acerca das superfícies de aplainamento nordestinas. **Revista de Geografia. Recife**, v. especial VIII SINAGEO, n.1, Set. 2010.

MUCHAILH, M. C.; RODERJAN, C. V.; CAMPOS, J. B.; MACHADO, A. L. T.; CURCIO, G. R. Metodologia de planejamento de paisagens fragmentadas visando a formação de corredores ecológicos. **FLORESTA,** Curitiba, v. 40, n. 1, p. 147-162, 2010.

PINTO- CORREIA, T. P.; CANCELA D'ABREU, A.; OLIVEIRA, R. Identificação de Unidades de Paisagem: Metodologia Aplicada a Portugal Continental. **FINISTERRA**, v. 72, p. 195-206, 2001.

RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; MARTENSEN, A. C.; PONZONI, F. J.; HIROTA, M. M. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**. Essex, v. 142, n.6, p. 1141–1153. 2009.

SCHUMM, S.A**. To Interpret the Earth: Ten Ways to be Wrong**. Cambridge University, Nova York, 1991.

SOUZA, J. CONECTIVIDADE E ÁREA DE CAPTAÇÃO EFETIVA DE UM SISTEMA FLUVIAL SEMIÁRIDO: BACIA DO RIACHO MULUNGU, BELÉM DE SÃO FRANCISCO – PE. Soc. & Nat. Uberlândia, n.2, p. 319 – 332. 2012.

TAYLOR, P.D.; FAHRIG, L.; HENEIN, K.; MERRIAM,G. Connectivity is a vital element of landscape structure. **OIKOS**, v. 68, n. 3, p. 571-572, 1993.

WITH, K. A.; CRIST. T. O. Critical thresholds in species responses to landscape structure. **Ecology,** n. 76, p. 2446-2459, 1995, acessado em 06 de dezembro de 2018. Disponível em < https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.2307/2265819>.

WITH, K. A.; GARDNER, R. H.; TURNER, M. G. Landscape connectivity and population distributions in heterogeneous environments. **OIKOS,** n. 78, p. 151-169, 1997.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA E SUA RELAÇÃO COM AS INUNDAÇÕES NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SESMARIA E SUBBACIAS, EM RESENDE-RJ

Angel Loo [(a)], Pedro José de Oliveira Machado [(b)]

[(a)] Universidade Federal de Juiz de Fora, Programa de Pós-Graduação em Geografia, angeel.loo@hotmail.com
[(b)] Universidade Federal de Juiz de Fora, Programa de Pós-Graduação em Geografia, pjomachado@gmail.com

Eixo: Dinâmica e Gestão de Bacias Hidrográficas

Resumo

O estudo morfométrico de bacias hidrográficas constitui ferramenta de grande importância para o seu gerenciamento, possibilitando melhor compreensão de sua dinâmica hidrológica, bem como daocorrência de eventos específicos, como as inundações. Nesse trabalho foram analisados alguns parâmetros morfométricos da bacia hidrográfica do Rio Sesmaria e de suas sub-bacias, localizadas entre os municíos de Resende-RJ e São José do Barreiro-SP. Apesar dos resultados apontarem que a bacia e suas subbacias não se apresentam como unidades susceptiveis à ocorrência de inundações, esses eventos tem manido certa frequência ao longo dos anos.

Angel Loo, Pedro José de Oliveira Machado

Palavras Chaves: morfometria, bacia hidrográfica, urbanização

1. Introdução

Esse artigo apresenta alguns resultados da pesquisa que vimos desenvolvendo no Mestrado em Geografia, da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), sobre a Bacia Hidrográfica do Rio Sesmaria (BHRS), e que tem como objetivo analisar os vários condicionantes ligados à ocorrência das inundações que atingem frequentemente parte da área urbana do município de Resende/RJ.

A cidade de Resende sempre sofreu com a ocorrência de inundações, mas em razão do elevado crescimento demográfico registrado nos últimos tempos - em torno de 35% entre os anos de 1990 e 2010 (IBGE, 2010) – o fenômeno tem agravado suas consequências. Nesse contexto, a planície de inundação do Rio Sesmaria passou a sofrer

com o processo de ocupação, especialmente as margens do rio. A isso se somam a impermeabilização do solo, a retirada da cobertura vegetal, o depósito de resíduos sólidos e as alterações na calha do rio, que ajudam a intensificar os problemas relacionados à inundação. Campos (2017) menciona que os impactos da inundação ocorrem justamente quando a população ocupa o leito maior, que são áreas de risco onde os impactos são frequentes.

Embora estudos realizados anteriormente pela Crescente Fértil (2013) – comitê que estuda a BHRS - mostrem que esta bacia é pouco suscetível à ocorrência de inundações, em condições normais de precipitação (excluindo-se eventos de intensidades excepcionais), os episódios passaram a ser mais frequentes na última década, ocorrendo nos anos de 2009, 2010, 2015 e 2016. Segundo a Defesa Civil do município (2016), as inundações de 2010 são consideradas as mais impactantes, tendo atingido um total de 7 bairros, com aproximadamente 500 pessoas desabrigadas, trazendo inúmeros prejuízos econômicos, como alagamento de casas, danos em pontes e muros e paralisação do fluxo viário. De acordo com a Defesa Civil (2016) a população total desses bairros é de, aproximadamente, 7.350 habitantes.

1.1Área de estudo

A BHRS (Figura 1) localiza-se na região do Médio Vale do Rio Paraíba do Sul, entre os municípios de Resende, no estado do Rio de Janeiro e São José do Barreiro, em São Paulo, possuindo área de 149 km². O Rio Sesmaria possui aproximadamente 21 km de extensão dos quais, 16 km encontram-se na zona rural e 5 km na zona urbana de Resende. É formado a partir da confluência dos rios do Feio e Formoso, cujas nascentes estão localizadas na Serra da Bocaina, no Estado de São Paulo. Sua foz está localizada na margem direita do Rio Paraíba do Sul, em uma área densamente urbanizada do município de Resende.

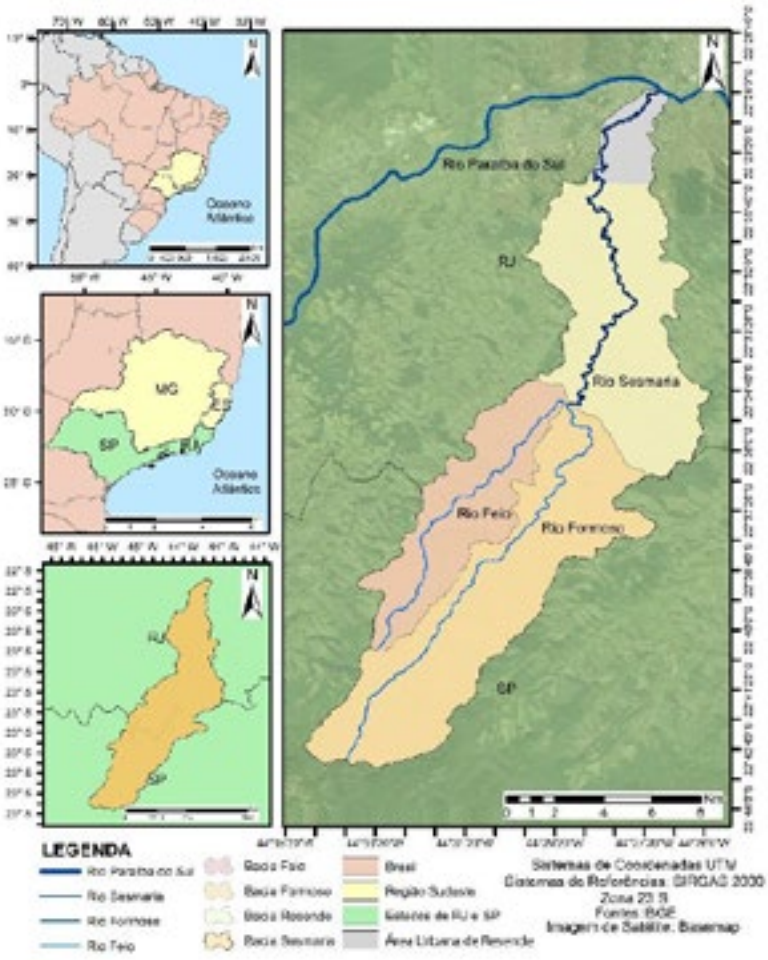


Figura 1: localização da BHRS.

A BHRS drena para NE, no reverso da escarpa da falha Atlântica, denominada de Serra da Bocaina e apresenta dois compartimentos topográficos: um montanhoso e outro colinoso. A morfologia desse relevo, montanhoso nas cabeceiras e colinoso na maior parte de sua área rural, desenhou o curso do Rio Sesmaria com trechos com corredeiras, quedas, vales encaixados e pequenas planícies de inundação (CAMPOS, 2017). O clima da região é considerado subtropical, com inverno seco e verão quente, com temperatura média anual

de 20º C. Ocorrem duas estações bem definidas, sendo uma seca (abril a setembro) e outra chuvosa (outubro a março) (CAMPOS, 2017).

Originalmente, a BHRS era coberta pela Mata Atlântica, porém, com a introdução do café, ainda no século XIX, a mata foi aos poucos sendo devastada. Com a crise do café, a região passou à produção da pecuária extensiva e ao cultivo de eucaliptos, para celulose e papel nos dias atuais. Paralelo a isso, a cidade passou a ter uma grande importância no desenvolvimento da região sul fluminense, tornando-se polo para muitas atividades industriais.

2. Materiais e Métodos

2.1 Morfometria

A morfometria de bacias hidrográficas é um estudo muito útil por caracterizar matematicamente seus aspectos geométricos, que por sua vez, possuem implicações com a dinâmica hidrológica das bacias. Assim, pela morfometria é possível identificar determinadas tendências de comportamentos hidrológicos (FRANCO & DAL SANTO, 2015).

Para Machado et al. (2011) a análise morfométrica "objetiva estabelecer as relações entre os parâmetros mensuráveis de uma bacia hidrográfica e os seus condicionantes". Salles (2010) afirma que esta técnica pode ser "entendida como uma análise quantitativa dos elementos resultantes do modelado do relevo (expressão e configuração espacial), sendo o conjunto das vertentes e canais que compõem o relevo".

2.2 Procedimentos metodológicos

Inicialmente, para o estudo morfométrico da BHRS foram usadas imagens SRTM, obtidas no site da EMBRAPA, para a extração da rede de drenagem da BHRS (as cartas utilizadas referentes a área da bacia foram: F-23-Z-A-II-3, SF-23-Z-A-IV-2, SF-23-Z-A-V-1; do IBGE, na escala 1:50.000). Foi utilizado o *software* ArcGIS 10.5 e seguiu-se a

metodologia de hierarquização proposta por Strahler (1952), onde os canais de primeira ordem são considerados tributários, a confluência dos canais de primeira ordem gera os de segunda e assim sucessivamente. Posteriormente, procedeu-se à delimitação automática da bacia do Rio Sesmaria e suas sub-bacias: Bacia do Rio Formoso, Bacia do Rio Feio e Bacia de Resende, localizada no baixo curso do Rio Sesmaria, na área urbana de Resende. Utilizando-se os recursos do ArcGIS foram calculados os parâmetros morfométricos (Quadro 1) para a BHRS e suas sub-bacias. As variáveis utilizadas são as propostas por Vilella & Mattos (1975) e Christofoletti (1980) e foram selecionadas de acordo com a sua importância nos estudos que envolvem as inundações.

Quadro 1: Parâmetros morfométricos analisados e sua descrição.

Hierarquia de drenagem	A ordem dos canais d'água foi determinada conforme proposto por Strahler (1952), onde os menores canais sem tributários são considerados de primeira ordem; os canais de segunda ordem são os canais subsequentes à confluência dos canais de primeira ordem e assim sucessivamente.	---
Densidade de drenagem (km/km²)	Resultado da divisão entre o comprimento total de cursos d'água pela área da bacia. Foi inicialmente proposta por Horton (1945).	Dd = Lt /A
Fator de Forma	Razão entre a área da bacia (km²) e o comprimento do eixo da bacia (L), da foz ao ponto mais longínquo da área. Um fator de forma baixo indica que a mesma é menos sujeita a enchentes que outra que apresenta o mesmo tamanho.	
Forma da bacia	Afeta diretamente o tempo de transformação da chuva em escoamento. As principais formas encontradas são: circular, alongada e arredondada.	---
Índice de circularidade	É calculado pela relação entre a área da bacia e a área de um círculo de mesmo perímetro; é usado para	Ic =12,57*A /p²

	definir o quão próximo a bacia está da forma circular. Ic *é o* índice de circularidade, A é a área da bacia e Ac é área do círculo de mesmo perímetro. O resultado varia entre 0 a 1. Quanto mais próximo de 0, a bacia é mais alongada, favorecendo o escoamento. Quanto mais próximo de 1, a bacia tende a ser circular, reduzindo o escoamento e aumentando as chances de cheias da bacia.	
Coeficiente de compacidade	Relaciona a forma da bacia com um círculo. Constitui a relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de área igual à da bacia.	Kc = 0.28*P/√A
Índice de sinuosidade (canal principal)	É a relação entre a distância da foz do rio à nascente mais distante (em linha reta) e o comprimento do canal principal. Lc: comprimento do canal principal; Lv: comprimento do canal principal em linha reta (km)	Is = Lc/Lv

3. Resultados e Discussão

A Tabela 1 apresenta os resultados do estudo morfométrico de cada unidade em estudo.

Tabela 1: Resultados dos parâmetros morfométricos da BHRS e suas unidades

PARÂMETRO MORFOMÉTRICO	BHRS	BRF	BRFOR	BRSD
Área total (km²)	149,59	30,61	60,40	58,58
Perímetro (km)	88,4	36,16	50,71	47,47
Comp. Totais dos canais (km)	371,42	72,24	163,2	29,39
Comp. Do rio Principal (km)	44,10	14,66	21,29	-
Densidade de drenagem (km/km²)	2,4	2,55	2,71	2,21
Fator forma	0,15	0,1	0,19	0,23
Forma da Bacia	Alongada	Alongada	Alongada	Alongada
Índice de Circularidade	0,24	0,29	0,29	0,3
Coeficiente de Compacidade	2,02	1,83	1,84	1,7
Índice de Sinuosidade (canal principal)	1,43	-	-	-

A partir dos resultados obtidos observa-se que tanto a BHRS quanto suas sub-bacias (BHF, BFOR e BRSD) não se mostram muito susceptíveis à ocorrência de episódios de inundação em circunstâncias normais de precipitações (excluídas as chuvas intensas e volumosas), pois os parâmetros fator forma, índice de circularidade e índice de compacidade são afastados da unidade.

A densidade de drenagem é uma das variáveis mais importantes para a análise morfométrica das bacias hidrográficas, representando o grau de dissecação topográfica, em paisagens elaboradas pela atuação fluvial ou expressando a quantidade disponível de canais para o escoamento e o controle exercido pelas estruturas geológicas (CHRISTOFOLETTI, 1980).

A densidade de drenagem (Dd) encontrada para a BHRS e suas sub-bacias (BRF, BFOR, BRSD) são, respectivamente, 2,48; 2,55; 2,71; 2,21. Para Hiruma & Ponçano (1994) valores abaixo de 1,25 são considerados de baixa densidade; valores entre 1,25 e 2,50 são de média densidade e valores acima de 2,50 são bacias de alta densidade de drenagem, ou seja, têm menor tendência a cheias rápidas, já que possuem maior número de ramificações de drenagem, conduzindo à diminuição da velocidade de escoamento. As bacias analisadas possuem de média a alta densidade de drenagem, ou seja, menos chance de ocorrer inundações.

O índice de circularidade (Ic) proposto por Miller em 1953 (*apud* Christofoletti, 1980), correlaciona um valor ideal a um mensurado. Sendo a relação entre a área da bacia e área do círculo, o resultado é adimensional e varia de 0 a 1. Esse parâmetro indica que uma bacia mais alongada (com índice abaixo de 0,51), favorece o escoamento. Se o valor encontrado estiver acima de (0,51) a bacia tende a ser mais circular, com escoamento reduzido e alta probabilidade de cheias (LANA & CASTRO, 2006). Para as bacias em estudo, os IC encontrados foram: 0,24 (BHRS); 0,29 (BRF); 0,29 (BFOR); 1,7 (BRSD). Esses resultados mostram que as unidades possuem formas alongadas que não favorecem a ocorrência de inundações.

O Coeficiente de Compacidade (Kc), também relaciona a forma da bacia com um círculo. De acordo com Vilella & Mattos (1975) esse coeficiente é um número adimensional que varia com a forma da bacia independente do seu tamanho. Quanto mais irregular a sua forma, maior será o coeficiente de compacidade. Desse modo, um coeficiente mínimo igual à unidade corresponderia a uma bacia circular e, para uma bacia alongada, seu valor é significativamente superior a 1. Uma bacia é mais suscetível à ocorrência de enchentes mais acentuadas quando seu coeficiente for mais próximo da unidade (GEORGIN *et al.* 2015). Os valores encontrados foram: 2,02 (BHRS); 1,83 (BRF); 1,84 (BRFOR) e 1,7 (BRSD), indicando que as unidades possuem forma alongada.

O parâmetro Fator de Forma também conhecido como fator de Gravellius, de acordo com Vilella & Mattos (1975) é expresso como sendo a razão entre a área da bacia (A) e o comprimento axial (L) da mesma. Uma bacia com um fator de forma baixo está menos sujeita a enchentes que outra com o mesmo tamanho, mas com fator de forma maior. Os valores encontrados para a bacia e suas sub-bacias de 0,15 (BHRS); 0,19 (BRF); 0,19 (BFOR); 0,23 (BRSD), indicando que elas possuem uma rede de drenagem alongada.

O índice de Sinuosidade (Is) relaciona o comprimento verdadeiro do canal principal com o comprimento, em linha reta, entre os pontos extremos do canal principal. Esse parâmetro representa também a influência da carga sedimentar, a compartimentação litológica e estrutural (ALVES & CASTRO, 2003). Os valores próximos a 1 indicam elevado controle estrutural (alta energia) e valores acima de 2 indicam baixa energia, sendo os valores intermediários relativos a formas transicionais entre canais retilíneos e meandrantes (LEITE *et al.* 2012). O valor Is encontrado para o canal principal da bacia, é de 1,43 indicando alta energia e canais mais retilíneos do que meandrantes.

4. Considerações Finais

Embora os resultados obtidos apontem que a BHRS e suas sub-bacias não são susceptíveis à ocorrência de inundações, a situação atual da bacia apresenta outra realidade.

Ressalta-se assim que apenas o estudo dos parâmetros morfométricos não é suficiente para concluir, com certeza, que as unidades em estudo podem ou não apresentar inundações. Para tal é preciso conciliar os parâmetros com as características físicas do relevo, com as transformações do uso, ocupação e cobertura da terra, com as modificações feitas ao longo do canal, que embora visem conter as inundações acabam por intensificá-las. Outra situação especialmente importante é a que se afigura pela interferência da Usina Hidrelétrica do Funil, localizada no Rio Paraíba do Sul, a montante da foz do Rio Sesmaria. Seu processo de operação acaba por influenciar o deságue desse rio. Quando a citada usina libera a água represada do Paraíba do Sul acaba por provocar cheia a jusante, o que por consequência, dificulta o deságue do Rio Sesmaria.

Diante do que foi exposto, conclui-se que o estudo dos parâmetros morfométricos torna-se uma ferramenta de grande importância para a gestão ambiental, visto que apresentam dados básicos para estudar a relação do sistema de drenagem e do relevo, mas não conseguem responder, isoladamente, pela situação observada na BHRS.

5. Referências Bibliográficas

ALVES, J. M. P.; CASTRO, P. T. A. Influência das feições geológicas na morfologia da bacia do rio do Tanque (MG) baseada no estudo de parâmetros morfométricos e análise de padrões de lineamentos**. Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 33, n. 2, p. 117-124, 2003.

CAMPOS, R.P. Proposta Metodológica E Análise De Viabilidade Econômica De Programa De Pagamento Por Serviços Ambientais Em Bacias Hidrográficas Para Controle De Inundações. 2017.. **Tese (Doutorado**) - Curso de Engenharia Civil, UFRJ, Rio de Janeiro, 234p. 2017.

CRESCENTE FERTIL. Recuperação Ambiental da Sub-bacia do Rio Sesmaria. Diagnóstico Físico e Socioambiental e Implantação de Unidades Demonstrativas. **Projeto Rio Sesmaria. Relatório Final.** Resende, Rio de Janeiro**.** 2013.

CHRISTOFOLETTI, A. A Análise de Bacias Hidrográficas. In:_____. **Geomorfologia.** São Paulo: Edgard Blucher. 185p. 1980.

DEFESA CIVIL. Prefeitura Municipal de Resende. Alagamento do Rio Sesmaria Causa Transtorno em Resende. **Jornal Beira Rio.** Versão Online**.** Disponivel em < http://jornalbeirario.com.br/portal/?p=35878> acessado em 20 de janeiro de 2019.

FRANCO, A. C. V; SANTO, M. A. Dal. Contribuiçãi da Morfometria Para o Estudo das Inundações na Sub-Bacia do Rio Luís Alves/SC. **Mercator**, Fortaleza, v. 14, n. 3, p. 151-167, set./dez. 2015. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/mercator/v14n3/1984-2201-mercator-14-03-0151.pdf>. Acessado em 20 de janeiro de 2019

GEORGIN. J, OLIVEIRA, G. A, ROSA A. L.D. da, Estudo comparativo de índices morfométricos relacionado com cheias nas bacias hidrográficas do alto Jacuí e Vacacaí - Vacacaí Mirim – RS. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental Santa Maria, v. 19, n. 2, p.1357-1364 **Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas** – UFSM. 2015.

IBGE, Insituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Resende. Disponível em: < https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/resende/panorama> acessado em: 20 de janeiro de 2019

HIRUMA, S. T.; PONÇANO, W. L. Densidade de drenagem e sua relação com fatores geomorfopedológicos na área do Alto Rio Pardo, SP e MG, **Revista Instituto Geológico**. São Paulo, 15(1/2), p. 49-57, jan.dez/ 1994.

LANA, C. E; CASTRO, P. T. A. Resposta da rede de drenagem à heterogeneidade geológica em bacias hidrográficas: uma comparação entre bacias do alto Rio das Velhas e Jequitaí - MG. In: Simpósio Nacional de Geomorfologia, VI. 2006. Goiânia. **Anais...** Goiânia:UFGO, 2006.

LEITE, M. E, ALMEIDA, J. W; SILVA, R. F. Geotecnologias Aplicadas À Extração Automática De Dados Morfométricos Da Bacia Do Rio Pacuí/Mg. **Revista Brasileira de Cartografia**. n0 64/5. 677-691p. Sociedade Brasileira de Cartografia, Geodésia, Fotogrametria e Sensoriamento Remoto. 2012

MACHADO, R. A. S.; LOBÃO, J. S. B.; VALE, R. M. C.; SOUZA, A. P. M. J. Análise morfométrica de bacias hidrográficas como suporte a definição e elaboração de indicadores para a gestão ambiental a partir do uso de geotecnologias. In: Simpósio Brasileiro De Sensoriamento Remoto, 15. (SBSR). Curitiba. **Anais...** São José dos Campos: INPE. p1441-1448, 2011.

SALLES, M. M. **O Uso Do Sig Na Análise Morfométrica Da Bacia Hidrográfica Do Rio São João – MG.** Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, p. 39, 2010.

STRAHLER, A.N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. **New Halen: Transactions: American Geophysical Union**, v.38. p. 913-920, 1952.

VILLELA, S. M. MATTOS, A. **Hidrologia Aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill, 1975

CARTOGRAFIA GEOMORFOLÓGICA RETROSPECTIVA DO SETOR SUL DA CIDADE DE ARARAS (SP)

Valéria Coghi Bernardelli [(a)], Cenira Maria Lupinacci [(b)]

[(a)] Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento (DEPLAN), Universidade Estadual Paulista – UNESP – câmpus de Rio Claro (SP), valeriacbernardelli@hotmail.com
[(b)] Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento (DEPLAN), Universidade Estadual Paulista – UNESP – câmpus de Rio Claro (SP), cenira.lupinacci@unesp.br

Eixo: Dinâmica e Gestão de Bacias Hidrográficas

Resumo

Atualmente, o relevo vem passando por grandes transformações para estabelecer a estrutura urbana. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi identificar e analisar as alterações do relevo oriundas do processo de urbanização no setor sul da cidade de Araras (SP). Para tanto, foram elaboradas cartas geomorfológicas e de uso e ocupação da terra nos períodos de 1962, 1978 e 2016. Os dados obtidos desses mapeamentos e trabalhos de campo foram analisados através dos princípios da Teoria Geral dos Sistemas. Essas informações mostraram que houve o aumento dos cortes, aterros, canalizações, bacias de contenção e rupturas topográficas antrópicas, sinalizando que a ação antrópica tem capacidade de modificar o sistema geomorfológico.

Palavras chave: ação antrópica, relevo, carta geomorfológica, uso e ocupação da terra

1. Introdução

As alterações na paisagem ocorrem desde a pré-história, contudo, é a partir da Revolução Industrial por meio do progresso econômico, cultural e tecnológico que foram observadas as maiores transformações na paisagem (GOUDIE, 1981).

Valéria Coghi Bernardelli ,
Cenira Maria Lupinacci

Segundo dados do último censo demográfico realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2011), a população urbana vem ampliando sendo que 190.755.799 de pessoas viviam em centros urbanos no ano de 2010.

Essa expansão das cidades seja de grande e médio porte ocorre de forma acelerada e frequentemente sem planejamento adequado para implantação dos loteamentos (residenciais e industriais), praças e vias de circulação. No geral, a urbanização brasileira tem características semelhantes, a saber: técnicas de terraplenagem para as construções e arruamentos, impermeabilização da superfície, canalização e retificação dos cursos fluviais. (LACERDA, 2005; SILVA e MAGALHÃES, 1983 apud JORGE, 2011)

Os cortes e os aterros utilizados no estabelecimento urbano (terraplenagem) podem ocasionar soterramento de nascentes e canais pluviais, além de gerar grande quantidade de

sedimentos podendo ocasionar assoreamentos dos cursos fluviais. A impermeabilização do espaço urbano quase que total e a construção de galerias de águas pluviais mudam o tempo de escoamento da água a qual passa a chegar aos cursos d'água de forma muito rápida, acarretando enchentes (BOTELHO, 2011).

Atualmente, a ciência geomorfológica vem buscando entender como a ação antrópica atua nas alterações do relevo e, por consequência, em sua morfodinâmica a fim de evitar os impactos ambientais urbanos. Assim, a geomorfologia antrópica ou antropogeomorfologia (GOUDIE, 2004) é um ramo da geomorfologia que considera o homem um agente geomorfológico capaz de transformar o funcionamento do sistema geomorfológico: os inputs e outputs de energia e matéria.

Na visão de Goudie (2004, p. 25 – 26), a antropogeomorfologia estuda a ação antrópica na geração de relevos de forma direta e indireta e na modificação dos processos geomorfológicos que antes aconteciam na velocidade da natureza. Nir (1983), autor de grande destaque da geomorfologia antrópica, pesquisou como as diferentes atividades antropogênicas (pastagem, agricultura, mineração, cidades, entre outras) imprimem modificações no relevo e em seu funcionamento. O livro organizado por Guerra (2011) procurou discutir os impactos que o processo de urbanização, muitas vezes desordenado, acarreta no relevo e nos cursos fluviais, além de expor metodologias para os estudos antropogeomorfológicos em áreas urbanas os quais subsidiam o planejamento dessas áreas.

Logo, o conhecimento das feições topográficas, dos processos morfogenéticos e das condições ambientais auxilia na ocupação do solo e nas obras de engenharia (construção de uma estrada), evitando processos erosivos em áreas peri-urbanas, deslizamentos de terra e enchentes a fim de reduzir desastres de caráter antrópico. (CHRISTOFOLETTI, 2011, p. 416).

Diante de tais fatos, o objetivo deste trabalho foi identificar e analisar as transformações geomorfológicas oriundas do processo de expansão urbana no setor sul da cidade de Araras (SP), situado na baixa bacia hidrográfica do córrego do Facão (Figura 1). A escolha deste setor se justifica devido a problemáticas identificadas de forma parcial por Bernardelli (2016) que necessitam ser compreendidas. Para tanto, a identificação e a análise das feições geomorfológicas assim como do uso da terra nos anos de 1962, 1978 e 2016 foram através da cartografia histórico – evolutiva do local a fim de visualizar as alterações provocadas pela urbanização e associar os estágios de urbanização proposto por Savini e Kammirer (1961), Wolman (1967) e McPherson (1969 apud NIR, 1983).

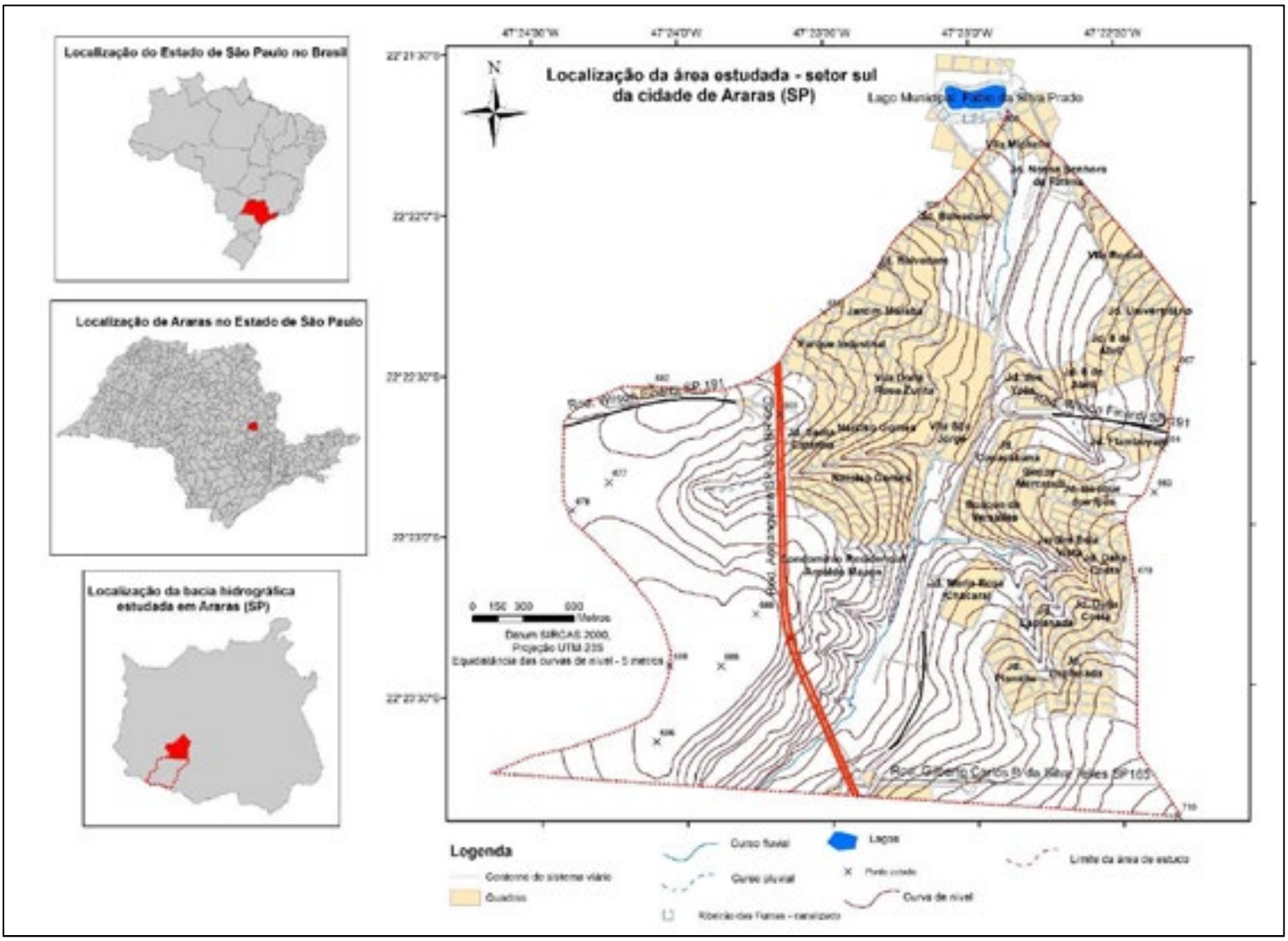


Figura 1 – Localização da área de estudo

2. Breve Caracterização Física da Área de Estudo

O sítio urbano da área de estudo está assentado próximo da borda ocidental da Depressão Periférica Paulista (CHRISTOFOLETTI, 1963) a qual se encontra na Zona do Mogi – Guaçu cujo relevo é suave tendo algumas intrusões de diabásio para quebrar a monotonia desse relevo (ALMEIDA, 1974).

O relevo do cenário de estudo está estabelecido, segundo a folha geológica de Araras elaborada por São Paulo (1987a), sobre as seguintes formações geológicas: Formação Tatuí (siltitos e arenitos), Formação Irati (siltitos e folhelhos), Intrusivas Básicas (derrames de basalto, formando diques e soleiras de dibásio) e Formação Piraçununga (areias e cascalhos).

No que concerne aos solos, segundo o levantamento pedológico semidetalhado do estado de São Paulo (1987b) quadrícula de Araras, ocorrem de Latossolo Roxo, Latossolo Vermelho Escuro, Latossolo Vermelho Amarelo e Argissolo Vermelho Amarelo.

A esculturação do relevo se dá em um clima "tropical alternadamente seco e úmido" conforme Monteiro (1973). A vegetação é influenciada pelo clima assim como o relevo. Portanto, a vegetação é composta, segundo Planidro (apud MARINHO, 1999) por floresta mesófila semidecídua e manchas de cerrado e capoeira.

3. Materiais e Técnicas Cartográficas

As curvas de nível, os pontos cotados e a drenagem da área de estudo foram vetorizadas das cartas topográficas (Araras I, Araras II, Araras III e Fazenda Santo Antônio) com equidistância das curvas de nível de 5 metros na escala 1:10.000 executadas pelo Governo do Estado de São Paulo, Secretaria de Economia e Planejamento – coordenadoria de ação regional, divisão de geografia – plano cartográfico do estado de São Paulo (1979).

A representação cartográfica da malha urbana (sistema viário e quadras) foi cedido pela Secretaria de Planejamento, Gestão e Mobilidade do Município de Araras (SP) a qual serviu para as cartas do cenário de 2016, enquanto a malha urbana dos outros períodos (1962 e 1978) foram construídas a partir das fotografias aéreas cedidas pelo Instituto Geográfico e Cartográfico do Estado de São Paulo (IGC).

A elaboração das cartas geomorfológicas foi realizada a partir da fotointerpretação de pares estereoscópicos das fotografias aéreas 1962 e 1978, seguindo a proposta de Tricart (1965) e Verstappen e Zuidam (1975). Como forma de visualizar o relevo em três dimensões e otimizar o tempo, empregou-se a técnica de anáglifo fazendo o uso das orientações de Souza e Oliveira (2012). Todavia, esta técnica não foi possível de ser utilizada no cenário mais recente (2016) para mapear as feições geomorfológicas, pois as imagens do Google Earth® por não possuem estereoscopia. Para suprir essa falta foi realizado trabalhos de campo com a finalidade de identificar as rupturas topográficas e outras feições.

Buscou-se, portanto, mapear as formas de vertentes e interflúvios (vertentes: côncava, convexa e retilínea; formas localizadas: marcas de erosão difusa, sulco erosivo e voçoroca; feições topográficas: caimento topográfico , curva de nível e ponto cotado), a ação das águas correntes (feições hidrográficas: canal pluvial e canal fluvial; modelado de entalhe: fundo de vale encaixado, fundo de vale plano, ruptura topográfica abrupta e suave) e o modelado antrópico (aterro, corte, ruptura topográfica antrópica, canal fluvial retilinizado, canal fluvial canalizado, canal artificial para escoamento das águas pluviais, saída de drenagem, vertente côncava antrópica, vertente convexa antrópica, terraço agrícola, bacia de contenção, reservatórios de retenção – piscinões) por meio das simbologias propostas por Tricart (1965), Verstappen e Zuidam (1975), Rodrigues (2005), Simon (2007), Silveira (2009), Zanatta (2014)

e Mendes (2015). A construção dessas simbologias ocorreu em meio digital (ArcGIS®) seguindo as orientações estabelecidas por Paschoal, Conceição e Cunha (2010).

No que tange a elaboração das cartas de uso e ocupação da terra, as propostas utilizadas foram Ceron e Diniz (1966) e do IBGE (2013). A primeira sugestão auxiliou na interpretação das fotografias aéreas de 1962 e 1978 e, também, das imagens do Google Earth® para o cenário mais recente. Enquanto, a segunda proposta forneceu subsídios para a definição das classes de uso da terra e para a elaboração da legenda, contudo, a mesma passou por algumas modificações a fim de evidenciar a evolução do processo de urbanização e das principais culturas no período analisado. Logo, as classes de uso estabelecidas foram: áreas antrópicas não agrícolas (áreas edificadas, áreas parcialmente edificadas, áreas sem edificação, indústria, chácaras, áreas recreativas, área verde urbana, cobertura herbácea e solo exposto); áreas antrópicas agrícolas (cana-de-açúcar, cultura anual, cultura permanente, silvicultura, pasto limpo e sujo), áreas de vegetação (mata e vegetação de área úmida), águas (lagos) e outras classes (sistema viário, cemitério e construção rural).

4. Resultados e Discussões

Os dados obtidos através dos mapeamentos descritos anteriormente foram quantificados e transpostos em tabelas (I e II) a fim de facilitar a análise. As informações da tabela I mostram que o processo de urbanização avançou na área de estudo entre 1962 e 2016. Tal avanço repercutiu na transformação do relevo e da hidrografia, sendo que isto é notado pelo acréscimo das feições antrópicas ao longo dos 54 anos (tabela II).

Analisando as tabelas I e II de forma minuciosa, constatou-se que em 1962 a cultura de citrus era bem expressiva (8,65%), mas, em 1978, o cultivo de cana-de-açúcar teve acréscimo de 3,199%. Essas duas culturas proporcionaram mudanças nas formas de vertentes através do emprego dos terraços agrícolas cuja finalidade é reduzir a velocidade do escoamento das águas pluviais, evitando o desencadeamento de processos erosivos (marcas de erosão difusa, sulcos erosivos e ravinas). Ainda, a tabela II evidencia que houve aumento dos terraços agrícolas (10). Ressalta-se que esses foram mapeados de forma pontual.

O uso da terra é um dos fatores que pode acelerar o surgimento dos processos erosivos e, em 1962, esses foram registrados nos seguintes usos: pasto sujo, pasto limpo, silvicultura, citricultura e citrus mesmo com o uso de técnicas conservacionistas. Assim, as tabelas I e II mostraram que em 1962 a área de estudo tinha um uso mais agrícola do que urbano, refletindo na pouca extensão das feições geomorfológicas antrópicas (cortes, aterros e rupturas topográficas antrópicas).

Tabela I – Uso da terra em porcentagem dos anos de 1962, 1978 e 2016

	Anos				Anos		
	1962	1978	2016		1962	1978	2016
Usos	%	%	%	Usos	%	%	%
Áreas edificadas	0	0	12,16	Cana-de-açúcar	22,37	25,51	20,92
Áreas parcialmente edificadas	2,35	5,5	10,02	Cultura Anual	1,82	0,66	2,3
Áreas sem edificação	2,3	2,9	3,09	Cultura Permanente	0,69	0,14	0
Indústrias	0,91	1,9	6,08	Citricultura	8,65	12,43	0
Chácaras	0,65	0,65	3,65	Silvicultura	16,64	5,42	2,68
Áreas recreativas	0	0	0,71	Pasto Limpo	24,22	23,11	5,65
Área verde urbana	0,31	0,22	1,48	Pasto Sujo	9	4,8	5,72
Cobertura herbácea	1,34	3,81	9,37	Mata	3,6	3,62	4,1
Solo exposto	0,72	2,68	1,03	Vegetação úmida	1,32	1,43	1,32
				Demais classes	3,11	5,21	9,71

Fonte: cartas de uso da terra 1962, 1978 e 2016.

Tabela II – Quantificação das feições geomorfológicas dos anos 1962, 1978 e 2016.

Feições	Anos		
(calculadas por comprimento km, por unidade)	1962	1978	2016
Marcas de erosão difusa (números; extensão em Km)	23; 1,30 Km	55; 3,10 Km	19; 1,24 Km
Sulco erosivo (números; extensão em Km)	173; 14,58 Km	174; 13,25 Km	101; 5,62 Km
Ravina (números)	-	4	5
Voçoroca (números; extensão em Km)	-	-	2,13 Km
Canal fluvial (extensão em Km)	10,30 Km	10,35 Km	10,20 Km
Canal pluvial (extensão em Km)	4,47 Km	5,25 Km	3,55 Km
Fundo de vale encaixado (V) (extensão em Km)	3,06 Km	2,90 Km	3,29 Km
Fundo de vale plano (]) (extensão em Km)	7,23 Km	7,45 Km	2,14 Km
Ruptura topográfica suave (extensão em Km)	12,31 Km	13,49 Km	3,52 Km
Ruptura topográfica abrupta (extensão em Km)	5,97 Km	5,07 Km	0,85 Km
Lagos (em Km²)	0,005 Km²	0,004 Km²	0,017 Km
Aterro (extensão em Km)	1,97 Km	1,73 Km	5,23 Km
Corte (extensão em Km)	2,06 Km	4,37 Km	7,10 Km
Ruptura topográfica antrópica (extensão em Km)	0,94 Km	1,98 Km	11,14 Km
Terraço Agrícola (números)	7	17	11
Cursos canalizados (extensão em Km)	-	-	4,73 Km
Cursos retilinizados (extensão em Km)	-	-	0,04 Km
Saídas de drenagem dos cursos fluviais (números)	-	-	2
Canal artificial para escoamento das águas pluviais (extensão em Km)	-	-	5,17 Km
Bacias de contenção (números)	-	-	9
Reservatório de retenção - "piscinão" (extensão em Km; área em km²)	-	-	1,54 Km; 0,04 Km²

Fonte: cartas geomorfológicas 1962, 1978 e 2016

Todavia, no ano de 1978, as feições erosivas aumentaram (Tabela II) em virtude do avanço do processo de urbanização no cenário de estudo assim como o modelado antrópico, sinalizando o período pré-urbano (ou também designado de sub-urbano) e de construção segundo a proposta de Savini (1961), Wolman (1967) e McPherson (1969 apud NIR, 1983). As classes de uso que esboçaram acréscimo em relação ao período anterior foram: áreas parcialmente edificadas, áreas sem edificação e indústrias. As marcas de erosão difusa, sulcos erosivos e ravinas bem como as rupturas topográficas antrópicas se desenvolveram nessas classes de uso devido a retirada da vegetação e a técnica de terraplenagem para estabelecer as

casas, os arruamentos e o sistema de galeria de águas pluviais, configurando o estágio pré-urbano e de construção.

A figura 2A ilustra o período de construção nos bairros Jardim Marabá, Vila Dona Rosa Zurita e Vila São Jorge. Nesses bairros, identificaram-se sulcos erosivos e ravinas no trecho final dos arruamentos declivosos, os quais auxiliam no desenvolvimento dos processos erosivos, pois potencializam a velocidade das águas pluviais. A atuação antrópica foi tamanha nesses bairros que essa impôs mudanças na forma de vertente côncava para côncava antrópica.

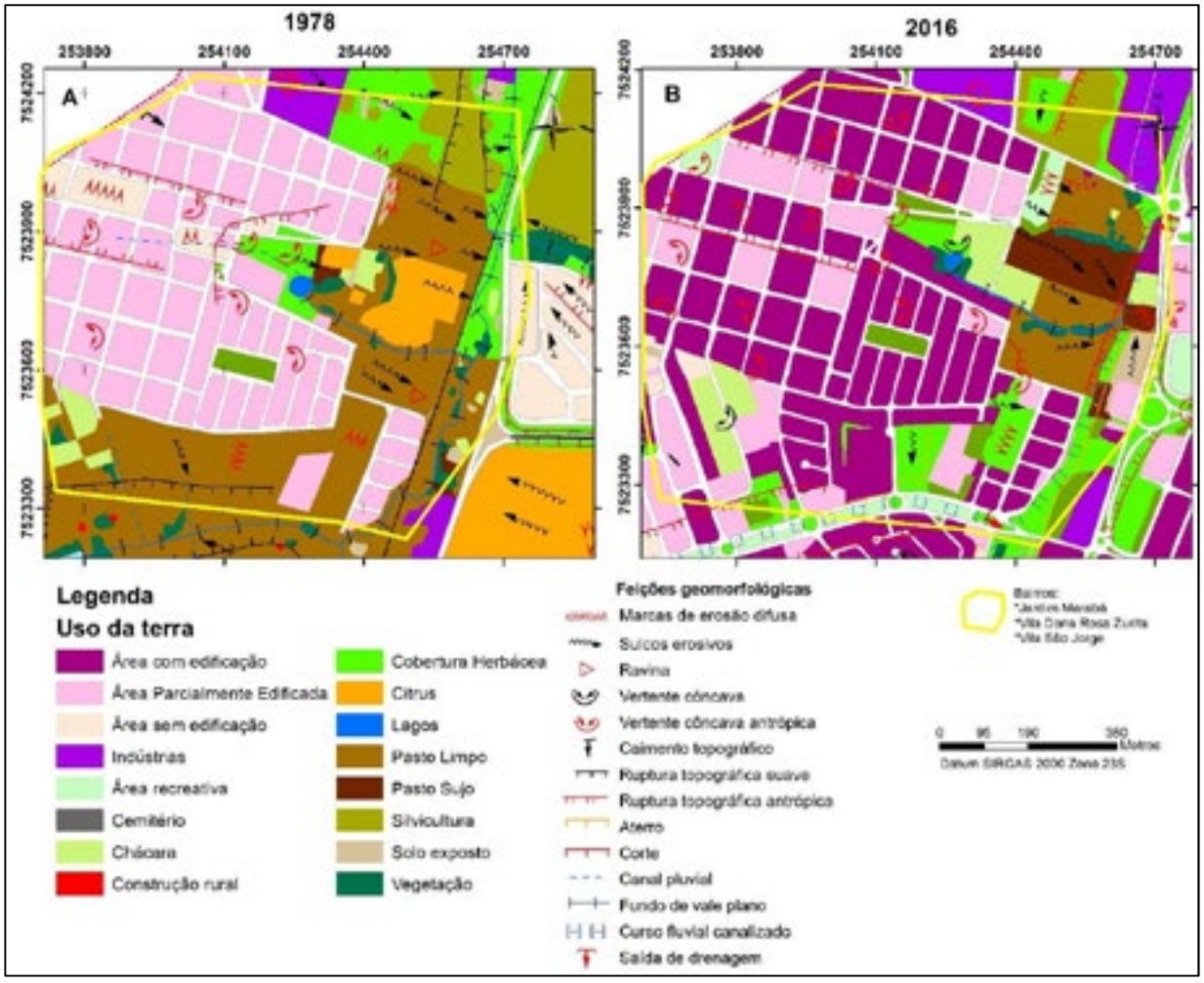


Figura 2 – Feições erosivas nos bairros Jardim Marabá, Vila Dona Rosa e Vila São Jorge em 1978 e 2016. Fonte: cartas geomorfológicas e de uso da terra de 1978 e 2016.

Enquanto, a figura 3A mostra o período sub-urbano no Jardim dos Ypês e Jardim Universitário onde foi detectado muita erosão e ruptura antrópica tendo em vista o início do processo de urbanização.

Em 1978, o emprego da técnica de terraplenagem também aumentou (Tabela II), principalmente os cortes, por causa da ampliação da Rodovia Anhanguera (SP – 330/BR – 050) e da construção da Rodovia Wilson Finardi (SP – 191).

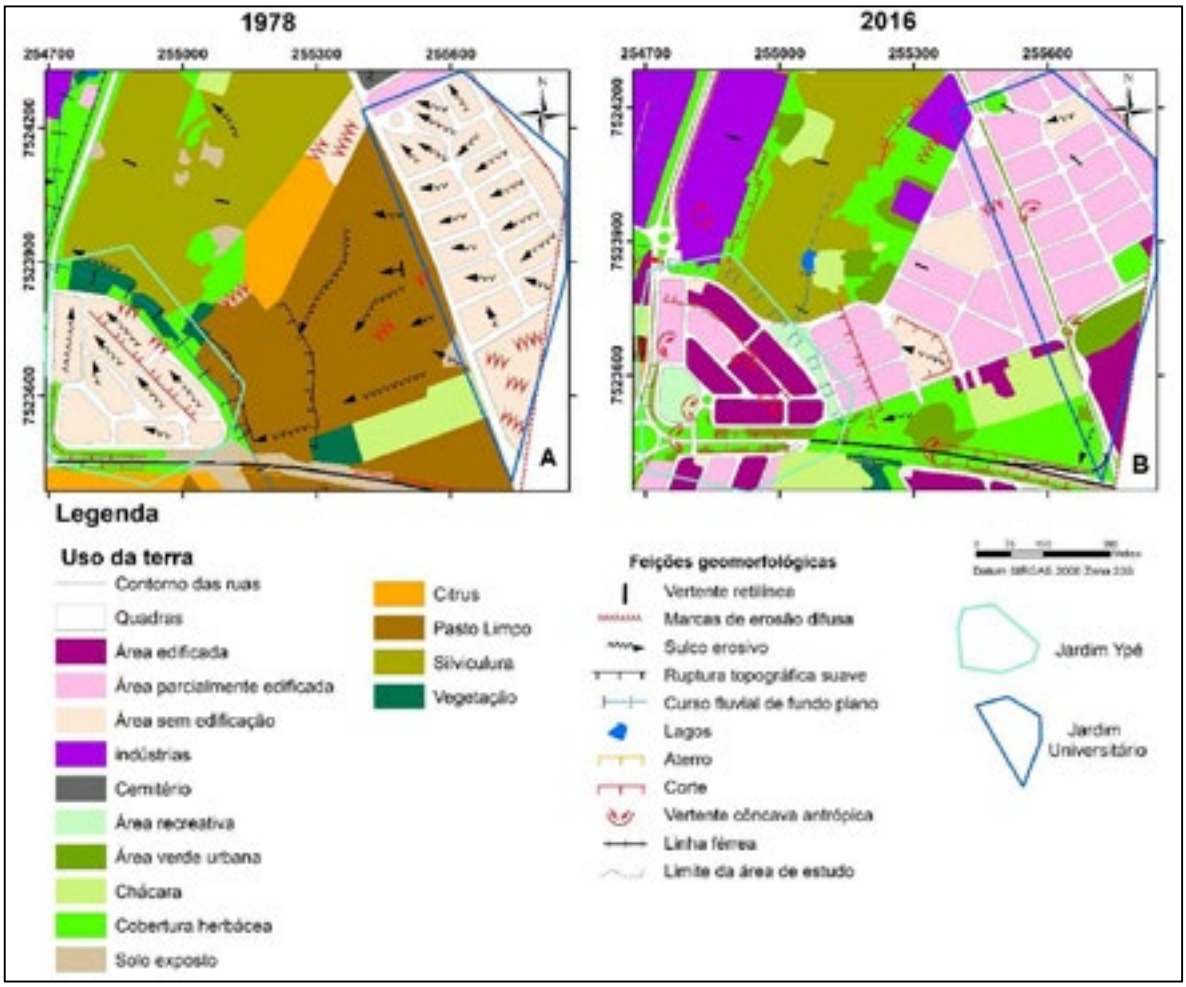


Figura 3 – Evolução do uso da terra e feições geomorfológicas nos bairros Jardim dos Ypês e Jardim Universitário. Fonte: cartas geomorfológicas e uso da terra de 1978 e 2016.

O cenário mais recente, 2016, teve grandes alterações em comparação aos períodos anteriores (Tabelas I e II), pois a urbanização vem se consolidando. O cultivo de cana-de-açúcar decresceu 4,61 Km² assim como os terraços agrícolas (6) em razão do avanço do processo de urbanização (áreas edificadas, parcialmente edificadas e não edificadas; indústrias, áreas recreativas e áreas verdes urbanas). Os bairros Jardim Esplanada e Jardim Planalto, considerados Zona de Expansão Urbana (ZEU) pela lei complementar municipal nº 3.903/2006, ocuparam o espaço da cana-de-açúcar e, atualmente, esses encontram-se no período de construção, apresentando muitas marcas erosivas, sulcos erosivos, cortes e rupturas topográficas antrópicas (BERNARDELLI, 2016). O Jardim Bosque dos Ipês também é uma ZEU o qual se encontra no período de construção principalmente para o estabelecimento de casas.

As feições erosivas continuaram a se desenvolver tanto em áreas que a urbanização já está mais consolidada quanto nas que estão no estágio inicial do processo de urbanização (Tabela II). Esse acontecimento indica que a atuação antropogênica tem grande poder de

acelerar o desencadeamento de processos erosivos. A figura 2B mostra que sulcos erosivos ainda se desenvolvem no Jardim Marabá, Vila São Jorge e Vila Dona Rosa Zurita, os quais estão período de urbanização consolidoado, pelo mesmo motivo descrito anteriormente. No Jardim Dalla Costa, Jardim Bela Vista e Bosque de Versalles, foi registrado uma voçoroca com extensão de 2,13 Km de talude. Sua origem está conectada com a disposição (em declive) dos arruamentos impermeabilizados e as galerias de águas pluviais que chegam diretamente ao leito do rio. Esses dois fatores ocasionam acúmulo e aumento da velocidade das águas pluviais, fomentando a erosão na margem do curso fluvial, principalmente nos períodos de maior pluviosidade. Segundo Penteado (2017), essa erosão se iniciou no ano de 2003, contudo, a mesma se intensificou com os novos os bairros, Jardim Esplanada e Jardim Planalto que colaboraram ainda mais no processo de desenvolvimento da voçoroca. Com a finalidade de evitar que a erosão chegue até a estrutura urbana, foi construída uma bacia de contenção no Jardim Planalto bem como no Jardim Bosque dos Ipês (Figura 4A) cuja finalidade é diminuir a velocidade das águas por meio da retenção e devolução da água de forma moderada.

Neste cenário, ainda, foram mapeados canais artificiais para o escoamento de águas pluviais e bacias de contenção ao longo das rodovias Anhanguera, Wilson Finardi e Gilberto Carlos P. da Silva (SP – 165), os quais fazem parte do sistema de drenagem de águas pluviais dessas estradas. Os primeiros objetivam direcionar as águas pluviais para os córregos mais próximos ou para as bacias de contenção (Figura 4B), enquanto os segundos liberam as águas de forma lenta a fim de evitar os alagamentos.

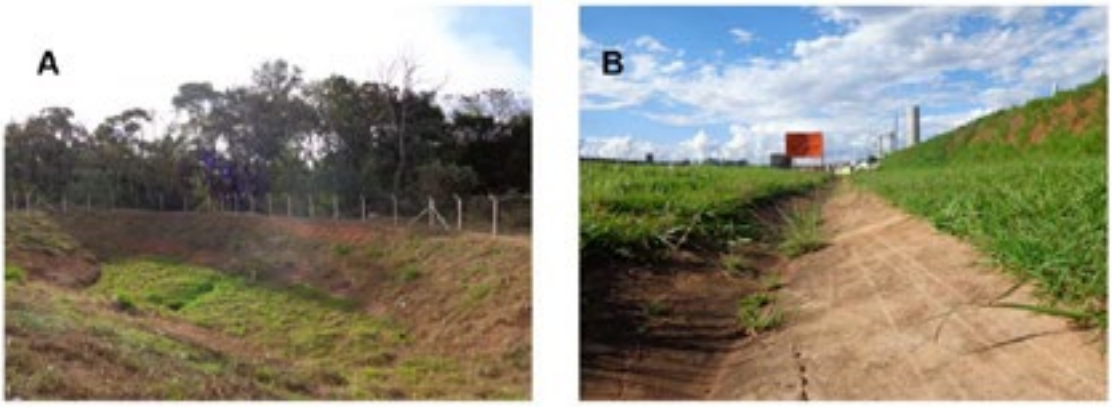


Figura 4 – Bacia de contenção no Jardim Bosque dos Ipês (A) e canal artificial para o escoamento de águas pluviais na rodovia Anhanguera (SP – 330) no sentido capital – interior (B). Fonte: Trabalhos de campo entre julho e novembro de 2018.

Os cursos fluviais também sofreram com a atuação antrópica (Tabela II). A extensão dos rios de fundo plano teve grande diminuição por causa do acréscimo da canalização dos mesmos. O curso principal da área de estudo, Córrego do Facão, passou por muitas transformações tais como: canalização e reservatórios de retenção (Figura 5) sendo

característico do processo de urbanização da área de estudo e, também, da brasileira. Os aterros mapeados próximos ao Córrego do Facão e também em algumas construções dos bairros Narcisos Gomes e próximo do Jardim Ypê (indústria – Figura 3B) são uma tentativa de escapar das possíveis enchentes. Os rios que perpassam os bairros Narciso Gomes e Jardim dos Ypês foram canalizados em sistema fechado em função da consolidação do processo de urbanização através do uso áreas recreativas (Figuras 2B e 3B).

Figura 5 – Reservatório de retenção de água no Córrego do Facão. Fonte: trabalho de campo novembro de 2018.

5. Considerações Finais

A elaboração das cartas geomorfológicas de 1962, 1978 e 2016 foram importantes para detectar a morfologia original e antrópica. Já a carta de uso e ocupação da terra permitiu visualizar como ocorreu a urbanização e seus estágios. Quando essas cartas são analisadas de forma integrada, constata-se que o homem é capaz de acelerar ou retardar o surgimento de processos erosivos de pequena (marcas erosivas, sulcos erosivos) e grande (ravinas e voçorocas) magnitude, ocasionando sedimentação dos cursos fluviais. As feições antrópicas (cortes, aterros, rios canalizados, canais artificiais para escoamento de águas pluviais, bacias de contenção, rupturas topográficas antrópicas) também esboçaram aumento, demonstrando que a ação antropogênica é capaz de alterar a morfodinâmica e as feições do relevo. Portanto, conhecer o sistema geomorfológico e as características físicas do local são importantes para planejar o espaço urbano de forma adequada para que não haja prejuízos a estrutura urbana e desastres como enchentes.

6. Referências Bibliográficas

ALMEIDA, F.F.M.de. **Fundamentos geológico do relevo paulista**. São Paulo: USP – Instituto de Geografia, 1974 (Série teses e monografias, 14).

ARARAS. Lei Complementar Municipal n° 3.903 de 06/10/2006. Dispõe sobre o zoneamento de uso e ocupação do solo do município de Araras, suas normas disciplinadoras e dá outras

providências. **Serviço de Comunicações da Prefeitura Municipal de Araras**. Araras, SP, 06 de out. 2006.

BERNARDELLI, V.C. **Análise das alterações geomorfológicas provocadas pela urbanização: o caso da bacia hidrográfica do córrego do Facão em Araras (SP)**. 2016. 129f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Geografia). Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Rio Claro, 2016.

BOTELHO, R.G.M. Bacias Hidrográficas Urbanas. In GUERRA, A.J.T. (org.). **Geomorfologia Urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. p. 71-115.

CERON, A.; DINIZ, J.A. O uso de fotografias aéreas na identificação das formas de utilização agrícola da terra. **Revista Brasileira de Geografia.** Rio de Janeiro, v. 28, n.02, p. 161 – 172, Jun.1966.

CHRISTOFOLETTI, A. **Aspectos geográficos da cidade de Araras (SP)**. Boletim Paranaense de Geografia. Paraná, nºs 8 e 9, p. 51 – 61, 1963.

GOUDIE, A. **The human impact: man's role in environmental change**. Oxford: Basil Blackwell Publisher Limited, 1981.

GOUDIE, A. Anthropogeomorphology. In _____. **Encyclopedia of Geomorphology.** Volume 1. Londres e Nova York: Routledge, 2004, p. 25 – 28.

GUERRA, A.J.T. (org) **Geomorfologia Urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

INSITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Sinopse do Censo Demográfico 2010.** Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: < http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv49230.pdf > Acesso em: 30 abr. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Diretoria de Geociências. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. **Manual Técnico de Uso da Terra**. 3. ed. Rio de Janeiro, 2013.

JORGE, M.C.O. Geomorfologia Urbana: conceitos, metodologias e teorias. In GUERRA, A.J.T (org). **Geomorfologia Urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. p. 117-145.

MARINHO, V.L.F. **Estudo Ambiental na Bacia do Ribeirão das Furnas/Araras (SP)**. 1999. 113f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Rio Claro, 1999.

MENDES, A.C.P. **Alterações morfológicas decorrentes da expansão urbana no setor leste da cidade de Rio Claro (SP): subsídios ao planejamento urbano.** 2015. 178f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Rio Claro, 215.

MONTEIRO, C. A. de F. **A dinâmica climática e as chuvas no estado de São Paulo – estudo geográfico sob forma de atlas.** São Paulo: Universidade de São Paulo/ Instituto de Geografia, 1973. 129 p.

PASCHOAL, L.G.; CONCEIÇÃO, F.T.; CUNHA, C.M.L. Utilização do Arcgis 9.3 na elaboração de simbologias para mapeamentos geomorfológicos: uma aplicação na área do Complexo Argileiro de Santa Gertrudes/SP. In Simpósio Nacional de Geomorfologia, 8, 10, Recife, **Anais...** Simpósio de Geomorfologia, Recife: UGB, 2010, p. 1 – 13.

PENTEADO, T. **Obra entregue há seis meses é destruída pelas chuvas**. 2017a. Jornal Tribuna do Povo. Disponível em: < http://www.tribunadopovo.com.br/obra-entregue-ha-seis-meses-e-destruida-pelas-chuvas/ > Acesso em 26 ago. 2018.

RODRIGUES, C. Morfologia original e morfologia antropogênica na definição de unidades espaciais de planejamento urbano: exemplo na metrópole paulista. **Revista do Departamento de Geografia (USP)**. São Paulo, v. 17, dez. 2005, p.101-111.

SÃO PAULO. Secretaria de Economia e Planejamento. Coordenadoria de Ação Regional – Divisão de Geografia. **Plano Cartográfico do estado de São Paulo**. Aerofoto TerraFoto SA Atividades de Aerolevantamentos. São Paulo, 1979. 4 mapas. Escala 1:10.000.

SÃO PAULO. Convênio EMBRAPA – Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Instituto Agronômico. **Levantamento pedológico semidetalhado do Estado de São Paulo**. Aerofoto Cruzeiro S.A.: Rio de Janeiro, 1987b. 1 mapa, color. Escala 1:100.000.

SÃO PAULO. Secretaria do Meio Ambiente. Instituto Geológico. **Formações Geológicas de Superfície**. Aerofoto Cruzeiro S.A.: Rio de Janeiro, 1987a. 1 mapa, color. Escala 1:50.000

SILVEIRA, A. **Diagnóstico ambiental do setor noroeste do sítio urbano de Piracicaba (SP): uma abordagem geográfica.** 2009. 179f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Rio Claro, 2009.

SIMON, **A.L.H. A dinâmica de uso da terra e sua interferência na morfohidrografia da bacia do Arroio Santa Bárbara – Pelotas (RS)**. 2007. 185f. Dissertação (mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Rio Claro, 2007.

SOUZA, T.A.; OLIVEIRA, R.C. Avaliação da potencialidade de imagens tridimensionais em meio digital para o mapeamento geomorfológico. **Revista Geonorte,** Manaus, Edição Especial, n.4, v.2, p. 1348 – 1355, jun. 2012.

TRICART, J. **Príncipes et methods de la geomorphologie**. Paris: Masson, 1965.

VERSTAPPEN, H.T.; ZUIDAN, R.A. van. **ITC System of Geomorphological survey**. In _____. ITC Textbook of Photo-Interpretation. Enschede: International Institute for Aerial Survey and Earth Sciences, 1975.

ZANATTA, F. A. S. **Diagnóstico visando planejamento ambiental da alta bacia do ribeirão Areia Dourada, Marabá Paulista (SP).** 2014. 140f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, 2014

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

DIAGNÓSTICO DOS ASPECTOS GEOAMBIENTAIS DO ALTO CURSO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO SANTO ANTÔNIO, ILHA DO MARANHÃO

Samyra Yanka Almeida Pinheiro[(a)] Dayana Serra Maciel[(b)] Quésia Duarte da Silva[(c)] Danyella Vale Barros França [(d)]

[(a)] Graduanda em Geografia Bacharelado, Universidade Estadual do Maranhão, samyrayanka1@gmail.com
[(b)] Graduanda em Geografia Bacharelado, Universidade Estadual do Maranhão, dayanaserramc@gmail.com
[(c)] Departamento de História e Geografia, Universidade Estadual do Maranhão, quesiaduartesilva@hotmail.com
[(d)] Mestranda em Geografia, Natureza e Dinâmica do Espaço, Universidade Estadual do Maranhão, danyellbarros-geo@hotmail.com

Eixo: Dinâmica e gestão das bacias hidrográficas

Resumo

O alto curso da bacia hidrográfica do Santo Antônio possui 29,15 km ² com uma área drenada no município de São Luís a São José de Ribamar. Partindo dos dados de bacias hidrográfica da Ilha do Maranhão constatou-se que esta bacia tem sido pouco estudada em relação as bacias do Paciência, Anil e Bacanga. Neste sentido, objetivou-se neste trabalho caracterizar pontualmente os aspectos geoambientais do alto curso da bacia hidrográfica do Santo Antônio. Para alcançar o objetivo proposto realizou-se um levantamento bibliográfico e cartográfico, além de, quatro trabalhos de campo para a validação das informações geradas. Como resultado, caracterizou-se as unidades morfoestruturais e morfoesculturais do relevo, as morfologias denudacionais como tabuleiros e colinas esparsas e as agradacionais como as planícies fuviais, as declividades não acentuadas, formas de terrenos predominantemente planares. Conclui-se que, o estudo diagnóstico das características geoambientais de uma área, sobretudo do relevo, é fundamental para o planejamento urbano.

Samyra Yanka Almeida Pinheiro Dayana Serra Maciel Quésia Duarte da Silva Danyella Vale Barros França

Palavras chave: Características geoambientais; Alto curso da bacia hidrográfica do Santo Antônio, Ilha do Maranhão.

1. Introdução

As características geoambientais representam os elementos naturais que compõem o meio físico, como a geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e os aspectos climáticos, os quais são a base para o entendimento da estruturação e organização do espaço físico (CRISÓSTOMO, 2003). Cada vez mais essa temática vem ganhando espaço nas discussões

geográficas, a qual é de suma importância para o entendimento da dinâmica ocorrente nas bacias hidrográficas urbanas. Neste sentido, estudar as características geoambientais é de suma importância para se entender a dinâmica da paisagem, servindo ainda para auxiliar nos processos de planejamento do espaço urbano.

Nos últimos cinco anos na Ilha do Maranhão autores como Garrito *et al.* (2016); Costa *et al.* (2016); Barros *et al.* (2017); França e Silva (2018), Leão *et al.* (2018) tem ressaltado a importância dos aspectos geoambientais para o entendimento dos fenômenos de enchentes, inundações, alagamentos, erosões e movimentos de massa. Estes estudos têm apontado que em determinadas bacias as características geoambientais são condicionantes predisponenetes para a ocorrência dos eventos supracitados, assim como em outras áreas os mesmos não estão diretamente relacionados com a deflagração dos mesmos. Partindo destes pressupostos o presente trabalho objetivou caracterizar previamente os aspectos geoambientais do alto curso da bacia hidrográfica do Santo Antônio, uma vez que este diagnóstico é de suma importância para o entendimento da dinâmica das paisagens.

2. Materiais e Método

A metodologia consistiu no levantamento e análise do material bibliográfico, cartográfico, além da realização de quatro trabalhos de campo onde algumas características foram validadas em campo. Para o mapeamento, utilizou-se o *software* ArcGIS for Desktop Advanced, versão 10.2, licença EFL999703439 onde foi utilizada as cartas da DSG/ME-MINTER (Diretoria do Serviço Geográfico Ministério do Exército), datadas de 1980, folhas 23 e 24, correspondentes ao alto curso da bacia hidrográfica do rio Santo Antônio. Uma etapa fundamental da pesquisa foi à aquisição do banco de dados de Silva (2012) e França (2018), os quais foram utilizados para a confecção dos mapas.

3. Resultados e Discussão

O alto curso da bacia hidrográfica do Santo Antônio está situado na porção centro-leste da Ilha do Maranhão, apresentando uma área de 29,15 km² drenando parte dos municípios de São Luís e São José de Ribamar. Limita-se ao Norte e ao Oeste com o Rio Paciência, a Leste com o médio curso do Santo Antônio e ao Sul com a bacia do Jeniparana.

Dentre as características geoambientais levantadas optou-se neste trabalho por apresentar as que estão diretamente relacionadas a geomorfologia, como é o caso das unidades de relevo, hipsometria, declividade e formas de terreno (FIGURA 1). Levando em consideração os conceitos de morfoestrutura e morfoescultura desenvolvidos por Gerasimov e Mecerjakov (1968) e os princípios dos níveis taxonômicos do relevo desenvolvida por Ross (1992) e aplicado por Ross (1994, 1996 e 1997), Ross e Fierz (2005) e Silva (2012) caracterizou-se a área de estudo.

Em conformidade com Schobbenhaus (1984) e Silva (2012), a Ilha do Maranhão está inserida na Unidade Morfoestrutural que é a Bacia Costeira de São Luís e na Unidade Morfoescultural que é o Golfão Maranhense. O alto curso da bacia hidrográfica do Santo Antônio, por estar situado na porção centro-leste da Ilha do Maranhão, possui como formas denudacionais predomínio dos tabuleiros com topos planos – Dtp e as colinas esparsas – Dc, e como formas agradacionais as planícies fluviais – apf.

Por estar situada geologicamente em uma área de bacia sedimentar é comum à existência de tabuleiros nesta localidade, uma vez que essas morfologias são caracterizadas como "áreas de relevo plano, de origem sedimentar, de baixa altitude e com limite abrupto" (FLORENZANO, 2008, p. 13). Os tabuleiros existentes na área de estudo não ultrapassam 70 metros de altitude e possuem seus limites de contato com as colinas esparsas, também denominadas de relevos subtabulares por Maranhão (1998). Esses tabuleiros estão em constante processo de ocupação em toda a Ilha do Maranhão e, sobretudo na área de estudo. Por se tratar de áreas de recargas de aquíferos, faz-se necessário o estudo constante dessas geoformas.

Uma área superior a 50% da área de estudo é composta por tabuleiros, e penas aproximadamente 7% da área corresponde às planícies fluviais. A vertente predominante na área são as planares retilíneas, ocupando 96% da área em estudo. A variação altimétrica é de 20 a 60 metros, conforme está apresentado na Figura 01 e a declividade é predominante baixa tendo sua maior representatividade entre 0 e 6%.

Por ser uma área de tabuleiros e colinas esparsas, de baixas altitudes, com declividades inferiores a 12% e predomínio de vertentes planares retilíneas, naturalmente fenômenos como enchentes, inundações e alagamentos não causariam prejuízos as populações locais. Porém, o planejamento urbano nesta área não ocorreu e a população sofre sobretudo com os eventos de inundações e alagamentos.

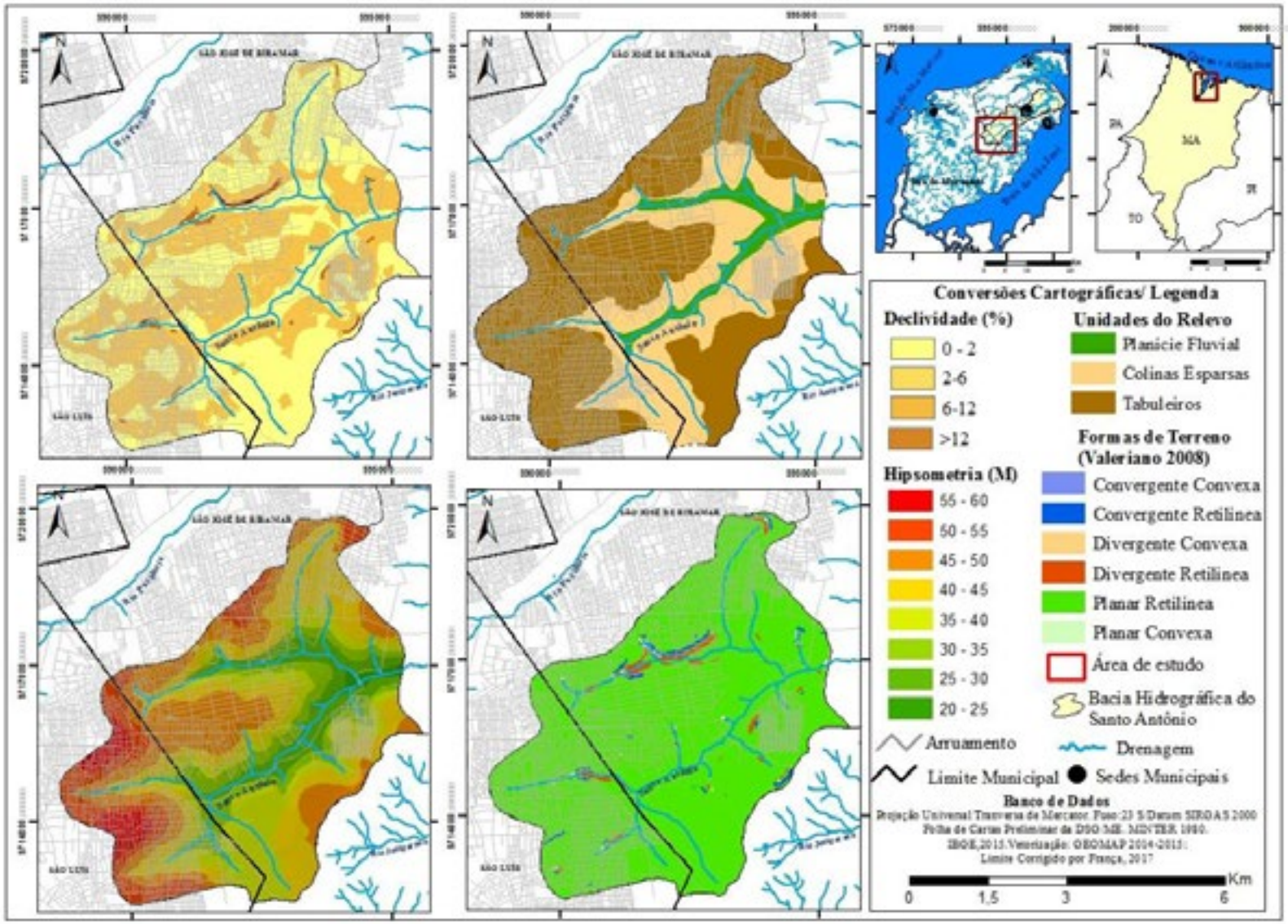


Figura 1: Síntese das características geoambientais diagnosticadas no alto curso da bacia hidrográfica do Santo Antônio, Ilha do Maranhão

4. Considerações Finais

A caracterização do relevo é necessária para o entendimento das paisagens, porém exerce fundamental importância no que diz respeito ao planejamento urbano. A partir desta caracterização pode-se compreender como o espaço deve ser ocupado e organizado. Apesar de se tratar de uma área predominantemente plana, quando analisada morfografica e morfometricamente, no alto curso da bacia hidrográfica do Santo Antônio não ocorreu um planejamento urbano, e eventos como inundações e alagamentos tem afetado a população local.

5. Referências Bibliográficas

BARROS, D. V.; SILVA, QUÉSIA DUARTE DA ; COSTA, C. M. . Análise dos condicionantes predisponenetes dos escorregamentos na bacia hidrográfica do Bacanga, São Luís, Maranhão. **Revista Equador**, v. 6, p. 180-195, 2017.

COSTA, I. R. S ; TEIXEIRA, E. C. ; COSTA, C. M. ; BARROS, D. V. ; SILVA, Q. D. . Alagamentos e enxurradas: uma análise do uso e cobertura do solo na sub-bacia hidrografica do riacho do turu são luís-ma. **Revista Geonorte**, v. 7, p. 1-13, 2016.

CRISÓSTOMO, A. P. N. **Mapeamento geoambiental com imagem de satélite do Vale do Paraíba**. Dissertação - Mestrado em Geociência e Meio Ambiente. Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista – Unesp. Rio Claro, 2003. 97p .

FRANÇA, B. D. V. ; SILVA, Q. D. . Alterações geomorfológicas no alto curso da bacia hidrográfica do rio Anil. In: SANTOS, L. C. A.; SEABRA, G. F.; CASTRO, C. E.. (Org.). **Meio ambiente, sociedade e natureza**. 1ed.São Luís: EDUEMA, 2018, v. 1, p. 1-367.

FLORENZANO, T. G. Cartografia. In: FLORENZANO, T. G. (Org.) **Geomorfologia:** conceitos e tecnologias atuais. São Paulo: Oficina de Textos. 2008a, p. 105-128.

GARRITO, A. C. ; BARROS, D. V. ; SILVA, Q. D.Análise de suscetibilidade de risco a inundações a partir da morfologia das vertentes do baixo curso da bacia hidrográfica do rio Paciência. In: SEABRA, G. (Org.). **Terra: paisagens, solos, biodiversidade e os desafios para um bom viver**. 1ed.Ituiutaba: Barlavento, 2016, v. 1, p. 702-707.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Pedologia**. 2a Edição, Rio de Janeiro, 2007.

LEÃO, C. A; COSTA, T.C.R. ; BEZERRA J.F.R. . Erodibilidade dos solos e declivi- dade da bacia do Rio Anil, Ilha do Maranhão. In: Larissa Neres Barbosa et. al.. (Org.). **Planejamento urbano de bacias hidrográficas**. 1ed.Mossoró: EDUERN, 2018, v. , p. 52-60

SILVA, Q. D. **Mapeamento geomorfológico da Ilha do Maranhão**. Tese de Doutorado. Faculdade de Ciências e Tecnologia. UNESP, Presidente Prudente, 2012.

ROSS, J. L. S. O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. Revista do Departamento de Geografia, n. 6. FFLCH-USP, 1992, p. 17-29.

_____; MOROZ, I. C. Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo. São Paulo, FFCLH/IPT/ FAPESP, 64 p. 1997.

_____; FIERZ, M. S. M. Algumas técnicas de pesquisa em geomorfologia. In: VENTURI, l. A. B. Praticando geografia: técnicas de campo e laboratório. São Paulo: Oficina de Textos, 2005, p. 69-84.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

EROSÃO LATERAL NA BORDA DO RIO AMAZONAS: UM ESTUDO NA ENCOSTA FLUVIAL NA ORLA DE PARINTINS, AMAZONAS

João D´Anuzio M. de Azevedo Filho [(a)]

Rafael dos Anjos Carvalho[(b)]

[(a)] Centro de Estudos Superiores de Parintins da Universidade do Estado do Amazonas-CESP/UEA, curso de Geografia. Email: jdazevedogeo@hotmail.com
[(b)] Professor da rede pública município, graduado no Curso de Geografia da Universidade do Estado do Amazonas-CESP/UEA. Email: rafinhacarvalho.007@hotmail.com

Eixo - Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

O objetivo da pesquisa é compreender a dinâmica dos processos erosivos na encosta fluvial no bairro Santa Clara em Parintins, estado do Amazonas, identificando os fatores que ocasionam a erosão lateral e as consequências ambientais. A metodologia consistiu em: levantamento bibliográfico, utilização de equipamentos como o GPS, ecobatímetro digital, máquina fotográfica em trabalho de campo. Os resultados apontam que a erosão na encosta da área de estudo é provocada pela pressão hidráulica, do clima, tipo do material da encosta e uma mínima ação antrópica. Os impactos ambientais são a deposição de sedimentos e assoreamento na foz da lagoa da Francesa; desabamento de rua; desabamento de árvores; mudança na paisagem natural, entre outros. O resultado da ação erosiva nas margens do rio Amazonas é preocupante, pois, esse fenômeno das Terras Caídas gera grandes problemas para o ambiente natural e social, apontam para faltas de políticas públicas urbanas e ações mais efetivas.

Palavras-chave: Terras Caídas; encosta fluvial; recurso hídrico; impactos ambientais.

João D´Anuzio M. de Azevedo Filho, Rafael dos Anjos Carvalho

1. Introdução

Terras Caídas é um fenômeno que ocorre nas margens dos rios amazônicos principalmente nas áreas de Várzea e depósitos mais antigos (área de Terra Firme), ou seja, é a erosão fluvial ou o deslocamento de solo que atua nas margens dos rios de águas brancas ou barrentas como no rio Amazonas, pois, esse fenômeno ocorre devido à ação de vários fatores naturais e atualmente a mínima ação antrópica que contribui para a ocorrência da erosão.

Diante disso, o trabalho teve como objetivo compreender a dinâmica dos processos erosivos na encosta fluvial nas mediações do bairro Santa Clara em Parintins-AM, com o intuito de identificar os fatores que provocam o fenômeno das Terras Caídas e descrever as consequências ambientais. Sendo assim, no primeiro momento, o trabalho visou buscar um bom entendimento sobre o processo de erosão e procurar entender esse espaço natural como um sistema aberto que mantém interações um com os outros elementos da natureza.

O trabalho está estruturado da seguinte forma, no primeiro momento, apresenta a localização da área de estudo, a fundamentação teórica sobre o fenômeno das Terras Caídas e, em seguida, mencionam sobre o processo erosivo, os fatores que provocam essa erosão e as consequências ambientais, finalizando com algumas considerações sobre a temática.

2. Metodologia

A partir das observações sobre os processos erosivos na margem direita do rio Amazonas no decorrer das últimas décadas, surgiu o interesse em compreender o fenômeno que ocorre nesta área que levaram a degradação do solo, mudanças na paisagem natural e urbana, bem como as consequências ambientais.

Para compreender o fenômeno das Terras Caídas na encosta fluvial nas mediações do bairro Santa Clara em Parintins-AM, foi necessário realizar um estudo sobre a temática a partir dos trabalhos de autores como Carvalho (2006), Albuquerque (2010), Albuquerque (2012), Igreja, Carvalho e Franzielli (2010), Guerra e Cunha (2001) e entre outros que deram suporte para compreender a ação erosiva, identificar os fatores naturais que causam as consequências ambientais.

Para a realização do trabalho de pesquisa foram utilizados alguns procedimentos que nortearam o desenvolvimento do trabalho. Os procedimentos metodológicos usados foram a princípio um levantamento bibliográfico como livros, teses, dissertações, artigos científicos (nacional, regional e local), bem como o uso de GPS (GARMIN), ecobatímetro digital (EAGLE

CUDA 300), embarcação regional, trena métrica, caderneta, máquina fotográfica e trabalho de campo para coletar os dados.

No decorrer do trabalho foram realizadas várias visitas a campo para medir o barranco, fotografar as áreas erodidas, medir a profundidade do rio Amazonas, observar o fluxo de água e analisar a área de estudo a partir do entendimento sobre as Terras Caídas.

A pesquisa foi desenvolvida numa abordagem geossistêmica, ou seja, compreender o fenômeno das Terras Caídas a partir de um entendimento da interação dos vários elementos da natureza atuando em conjunto.

A área de estudo da pesquisa localiza-se nas mediações do Bairro Santa Clara na cidade de Parintins/AM (figura 1), situada na margem direita do rio Amazonas (encosta fluvial).

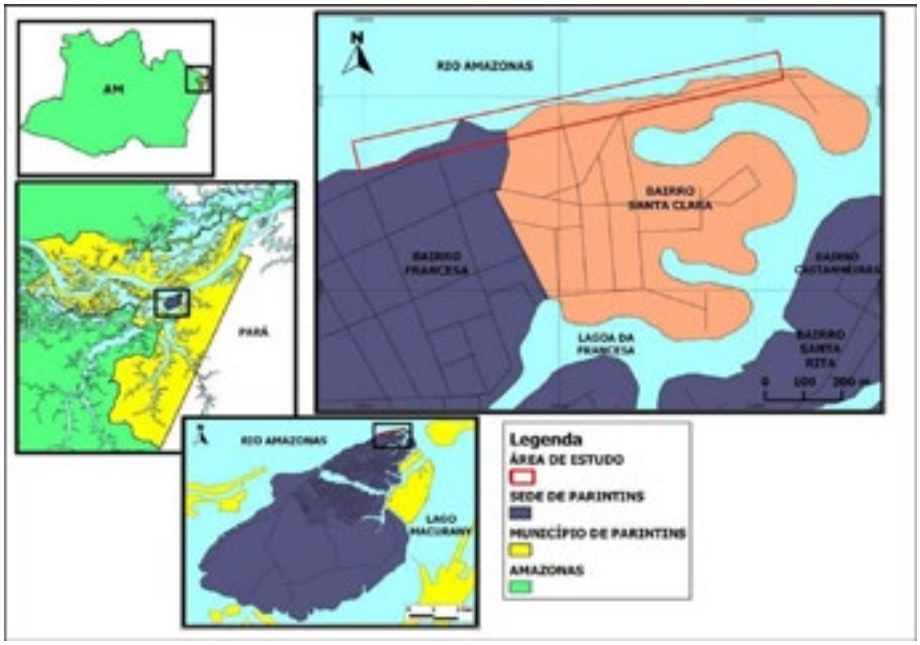


Figura 1: Parintins: Localização da área de estudo

Essa área compreende uma faixa da planície Quaternária amazônica (Terraço Pleistocênico) que fica situada na margem direita do rio Amazonas na parte norte da cidade de Parintins.

Essa área na margem direita do rio Amazonas foi selecionada por ser frequentemente impactada pelos processos erosivos que ocorrem decorrentes da dinâmica do rio, elementos do clima (chuva, vento e temperatura), tipo do material das margens (solo), ação antrópica e entre outros fatores que modificam essa paisagem natural no decorrer do tempo.

3. Resultados e Discussão

Segundo Vieira (2009, apud SARMENTO, 2013, p. 04) "A erosão é um processo natural diretamente ligado a condicionantes naturais, como solo, relevo, cobertura vegetal e clima, podendo ter seus efeitos ampliados por algum evento episódico (forte chuva, por exemplo) ou ainda pela intervenção do homem".

Quando o solo é despido de sua vegetação natural, fica exposto diretamente às forças erosivas. Neste caso, a água e o vento removem material com uma intensidade mil vezes maior do que a intensidade que se verifica quando o solo está naturalmente coberto (FERNANDES; LIMA, 2007). Com esse processo erosivo atuando com frequência e degradando o solo, as paisagens vão sendo transformadas, ou seja, o relevo tende a ter outra forma do que a anterior.

A ação da água é fundamental na atuação dos processos erosivos, que de acordo com Albuquerque (2010, p.17) o entendimento da complexidade do processo erosivo implica na investigação a partir do momento em que as gotas de chuva começam a bater no solo, formando o salpicamento (splash). [...], o processo erosivo causado pela água da chuva tem abrangência em quase toda a superfície terrestre, em especial nas áreas tropicais, onde o total de água precipitada é bem maior do que em outras regiões do planeta.

A erosão laminar está associada a um escoamento superficial nas encostas transportando pequenas partículas de sedimentos através da água das chuvas de uma forma dispersa, formando pequenos canais em forma de sulcos, ravinas e consequentemente o movimento de massa (ALBUQUERQUE, 2010).

Os processos de erosão, transporte e deposição de sedimentos no leito fluvial alternam-se no decorrer do tempo e, espacialmente, são definidos pela distribuição da velocidade e da turbulência do fluxo dentro do canal. São processos dependentes entre si e resultam não apenas das mudanças no fluxo, como, também, da carga existente (CUNHA, 2001, p. 231).

As várias características do rio Amazonas vêm contribuir com o processo de erosão fluvial, ou seja, o tipo do leito, canal, padrão de drenagem e outros fatores são determinantes na formação das águas correntes e consequentemente ocorrem os processos erosivos nas margens e no talvegue do rio.

Nos rios da Amazônia é comum observarmos os processos erosivos nas encostas fluviais principalmente nas áreas de várzea, pois, o material que está depositado nesta planície holocênica é inconsolidado devido ao período de inundação que ocorre todo ano e por isso que há essa erosão com mais facilidade.

Para compreender os processos erosivos é importante entender que "a erosão fluvial depende de vários fatores como a velocidade e turbulência, do volume e das partículas por ela transportadas em suspensão, saltação e rolamento" (CUNHA, 2001 p. 232).

Para Carvalho (2006, p.64), "a erosão por corrosão resulta da dissolução de material solúvel durante a percolação da água no solo e da reação que se realiza entre a água corrente e o material que se encontra nas margens do canal".

Com o impacto hidráulico nas margens do rio, ocorre a percolação da água no solo e com isso o material químico vai sendo separado do local de origem, ou seja, com o processo de lixiviação o solo perde muitos de seus elementos químicos, esse tipo de ação erosiva acontece frequentemente no rio Amazonas.

O outro tipo de ação erosiva é "[...] A erosão do tipo corrasão ou abrasão é conceituada como sendo o desgaste provocado pelo atrito mecânico das partículas entre si e com o material

das margens, que ao se chocarem provocam fragmentação das rochas" (CARVALHO, 2006 p.65).

Para que o processo erosivo do tipo cavitação possa atuar nas margens e canais dos rios é preciso que tenha uma declividade bastante íngreme, pois, é necessário que a velocidade da água corrente alcance mais de 40 km/h e no mínimo até 12 km/h no perfil longitudinal (CARVALHO, 2006). Diante disso, percebe-se que no rio Amazonas no seu curso médio e inferior não ocorre com intensidade a erosão do tipo cavitação e abrasão devido à baixa declividade do rio Amazonas nas mediações do município de Parintins.

Com a dinâmica natural da região Amazônica, numerosa e diversificada são os deslizamentos, escorregamentos, desabamentos e desmoronamentos de terra que ocorrem nas margens dos rios, esse é um fenômeno conhecido regionalmente como Terras Caídas. Esses movimentos de blocos que se deslocam do seu local de origem são de tamanhos diferentes, ou seja, varia de poucos metros a grande extensão de terras (IGREJA; CARVALHO; FRANZINELLI, 2010).

Durante muito tempo os habitantes da região amazônica principalmente os ribeirinhos que habitam as áreas de planície nas margens do rio Amazonas e seus afluentes nos cursos médio e inferior convivem com o fenômeno das Terras Caídas desde a sua chegada a esse local.

Para Igreja, Carvalho e Franzinelli (2010, p. 135) verificam-se Terras Caídas em depósitos sedimentares recentes e também em rochas consolidadas mais antigas. Os rios que percorrem a Região Amazônica desenvolvem seus canais em depósitos das planícies modernas formada por eles mesmos, ou depósitos mais antigos, que formam o substrato da bacia hidrográfica e, que em alguns trechos afloram formando as margens dos canais.

Esse termo Terras caídas é utilizado pelos ribeirinhos, indígenas e caboclos que vivem nas margens do rio Amazonas e seus afluentes para explicar empiricamente os processos de deslocamento de solo que ocorrem nas margens do rio.

O fenômeno das Terras Caídas ocorre nas margens do rio Amazonas tanto nos depósitos sedimentares recentes (área de Várzea) quantos na sedimentação mais antiga (área de Terra Firme).

Para Igreja, Carvalho e Franzinelli (2010, p. 142) as Terras Caídas são deslocamentos de solos, sedimentos e/ou rochas de vários tipos. Englobados neste termo regional amazônico, encontram-se fluxos de sedimentos, abatimentos, deslizamentos, desmoronamentos e desabamentos, portanto, com diferentes mecanismos de movimentação (de massas), diversificada constituição do material deslocado, diferentes velocidades dos processos e várias causas.

Esse fenômeno ocorre nos rios de água branca ou barrenta como o rio Amazonas e seus afluentes, principalmente nas planícies holocênicas que margeiam o rio.

Para entender a geometria do canal como um importante fator que contribui com processos erosivos nas margens do rio Amazonas nas mediações do Bairro Santa Clara, foi realizado um perfil transversal batimétrico em frente da área de estudo (bairro Santa Clara).

As figuras abaixo mostram a ocorrência da ação erosiva na encosta fluvial e propiciam o entendimento do fenômeno das terras caídas na localidade (Figura 2 A e B).

Observando as imagens (2.A e B) é possível perceber a dinâmica do processo, ou seja, que o fluxo de água do rio atinge a margem (seta laranja e roxa) gerando o solapamento basal (seta verde) e resultando na acumulação de sedimentos e desmoronamentos de blocos no sopé da vertente (seta amarela). Tanto a pressão hidráulica quantos os fatores climáticos e outros são responsáveis pela mudança ocorrida nesse local.

Para entender como o desmoronamento de blocos ocorre na área de estudo é necessário compreender o processo erosivo desde o início, ou seja, que começa com uma pequena fenda (seta vermelha) no barranco, a qual com a precipitação pluvial (impacto das gotas de chuvas e escoamento superficial) e temperatura elevada (degradação do material do solo) se transforma

em uma grande fissura (2.B). Posteriormente, devido à força gravitacional, esses blocos acabam caindo e se depositando no sopé do barranco.

O resultado da ação erosiva nas margens do rio Amazonas é preocupante, uma vez que o fenômeno das terras caídas gera grandes problemas para o ambiente natural e social.

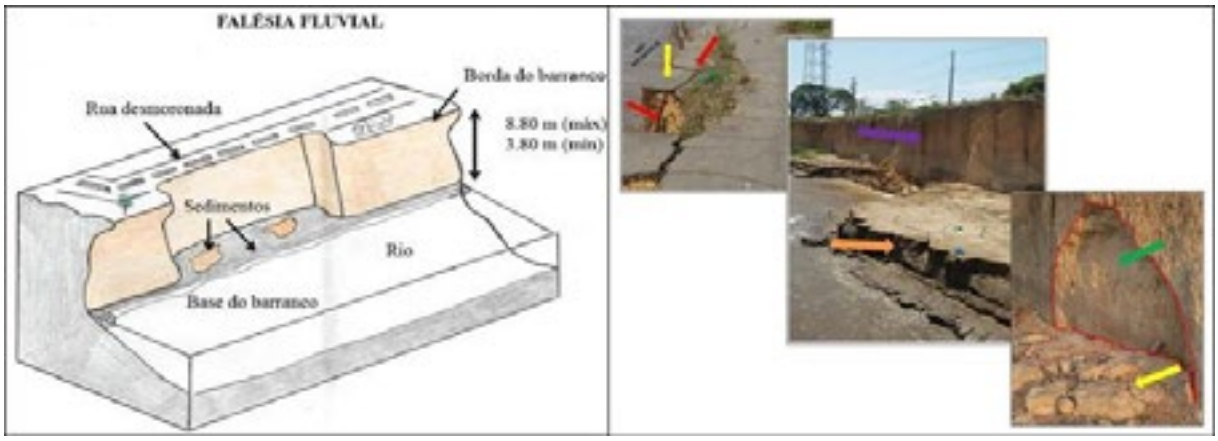


Figura 2 – Esquema da margem estudada (A) e imagem dos processos erosivos em atividade (B)

Para fazer a medição batimétrica do rio Amazonas nas proximidades da área de estudo foi necessário "fretar" (alugar) uma embarcação regional que tivesse um ecobatímetro digital (próprio da embarcação). A velocidade da embarcação para fazer a medição foi de aproximadamente 5 a 6 km/h, que a cada 10 segundos se registrava um dado do visor do aparelho e com uma caderneta fizemos as anotações dos dados que posteriormente foi elaborado o gráfico.

A medição foi realizada com o auxílio de um ecobatímetro digital (EAGLE CUDA 300) para medir a profundidade do rio e o GPS (GARMIN) para marcar os pontos do trajeto do percurso. Sendo que o trabalho foi realizado com o suporte de uma embarcação regional.

No gráfico do perfil batimétrico do rio Amazonas realizado nas proximidades da área de estudo percebe-se que o rio Amazonas em frente à área de estudo está encaixando o seu talvegue rente à margem direita. Com isso, a erosão é mais acelerada na localidade, pois, a profundidade do rio atinge aproximadamente 73 a 75 m, tendo um volume de água maior e por

isso a força da correnteza é mais forte que acabam erodindo a margem e o talvegue nas proximidades da cidade de Parintins (figura 2).

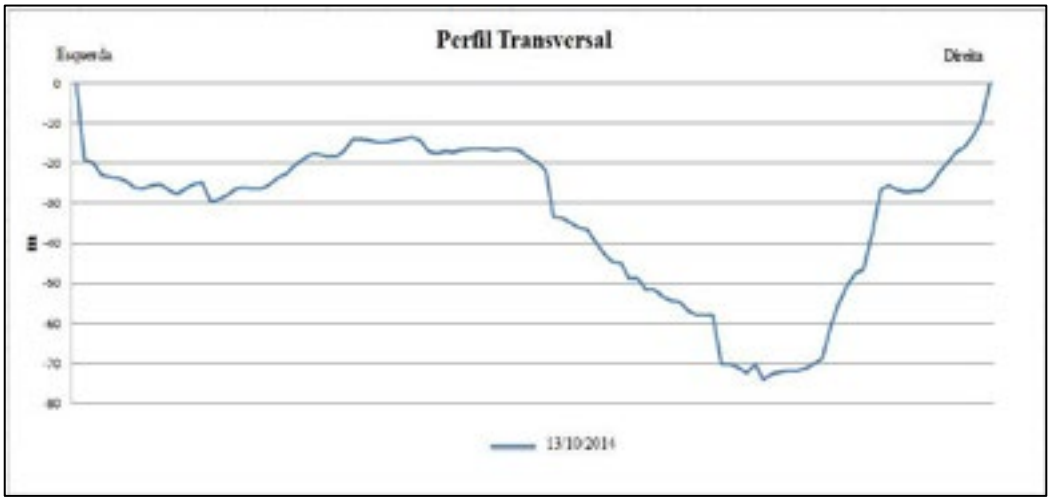


Figura 2: Perfil Transversal Batimétrico do rio Amazonas nas proximidades do bairro Santa Clara

Já na margem esquerda do rio está ocorrendo uma deposição de sedimentos ao longo dos anos, pois, de acordo com o gráfico percebe-se que em algumas partes do rio existem acumulações de materiais oriundos provavelmente de outras localidades. Essas acumulações ocorrem devido a uma menor pressão hidráulica, ou seja, a parte convexa de um canal recebe menos força de descarga de um rio.

4. Conclusões

Nesse trabalho, constatou-se que os processos erosivos atuam com intensidade na área de estudo pelo fato da cidade de Parintins estar situada na parte côncava do rio, ou seja, o fluxo das águas tem uma maior velocidade, principalmente quando é frequente a precipitação pluvial.

De acordo o estudo realizado percebe-se que o fluxo de água do rio atinge a margem gerando o solapamento basal resultando na acumulação de sedimentos e desmoronamentos de blocos no sopé da vertente.

Tanto a pressão hidráulica quantos os fatores climáticos e entre outros são responsáveis pela mudança que ocorrem nesse local.

Para entender a ação erosiva nessa encosta é preciso fazer uma análise da interação dos vários elementos da natureza atuando juntos, ou seja, é a partir dessa interação que faz com ocorra esses processos erosivos.

O resultado da ação erosiva nas margens do rio Amazonas é preocupante, pois, esse fenômeno das Terras Caídas gera grandes problemas para o ambiente natural e social.

Em espaços urbanos a ação efetiva de políticas públicas propiciaria a redução de impactos e do próprio processo erosivo a partir de obras de infraestrutura como a construção de um muro de arrimo. Parintins carece de ações mais efetivas.

5. Referências bibliográficas

ALBUQUERQUE, C. C. de. **Análise Geoecológica da Paisagem de Várzea na Amazônia Central:** um estudo estrutural e funcional no Paraná de Parintins-AM. 2012. 225 f. Tese (Doutorado) – Centro de Ciências, Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

ALBUQUERQUE, A. R. da C. **Contribuições Teórica-metodológicas da Geografia Física** (Org.). Manaus: Editora da Universidade Federal do Amazonas, 2010, p. 290.

CARVALHO, J.A.L. **Terras caídas e consequências sociais:** Costa do Miracauera, Paraná da Trindade, Município de Itacoatiara-AM. 2006. 142 f. Dissertação (Mestrado no Programa de Pós-Graduação Sociedade e Cultura na Amazônia do Instituto de Ciências Humanas e Letras) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2006.

CUNHA, S. B. da. Geomorfologia Fluvial. In: GUERRA, A. J. T. e CUNHA, S. B. da. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceito**. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. p. 211 - 247.

FERNANDES, Antônio Rodrigues; LIMA, Herdjania Veras de. **Erosão do Solo**. 2007. Disponível em: <http://www.portal.ufra.edu.br/ attachments/640_erosao_do_%20solo.pdf>. Acesso em: 20 de Junho de 2014.

GUERRA, A. J. T. Processos Erosivos nas Encostas. In: GUERRA, A. J. T. e CUNHA, S. B. da. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceito**. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. p. 149 - 209.

IGREJA, H. L. S. da; CARVALHO, J. A. L. de; FRANZINELLI, E. Aspectos das Terras Caídas na Região Amazônica. In: ALBUQUERQUE, A. R. da C. **Contribuições Teórica-metodológicas da Geografia Física** (Org.). Manaus: Editora da Universidade Federal do Amazonas, 2010, p. 135- 153.

MAGALHÃES, Ricardo Aguiar. **Erosão: definições, tipos e formas de controle.** VII Simpósio Nacional de Controle de Erosão Goiânia (GO), 03 a 06 de maio de 2001. Disponível em: <http://www.labogef.iesa.ufg.br/links/simposio_erosao/articles/T084.pdf>. Acesso em: 20 de Junho de 2014.

SARMENTO, D. M. **Os processos Erosivos na Estrada de Vila Amazônia, Parintins - AM**. 2013. 23f. Trabalho de Conclusão de Curso – Centro de Estudo Superiores de Parintins, Universidade do Estado do Amazonas, Parintins, 2013.

SHUBART, Herbert Otto R. Ecologia e utilização das florestas. In: SALATI, Enéas; SHUBART, H.O.R.; JUNK, W. J.; OLIVEIRA, A.E. **Amazônia: desenvolvimento, integração e ecologia**. São Paulo: Brasiliense, 1983. p. 101-143.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ESTILOS FLUVIAIS NO ALTO CURSO DA BACIA DO RIO PIANCÓ

Mariá Pires Cunha Graciano Romano [(a)], Jonas Otaviano Praça de Souza [(b)]

[(a)] Departamento de geociências/UFPB, mariapcgr@outlook.com

[(b)] Departamento de geociências/UFPB, jonas.ufpb@yahoo.com.br

Eixo: Paisagens semiáridas: estrtutura, dinâmica e adaptação

Resumo

Estudos como o de análise de sistemas fluviais são dinâmicos e por isso exigem tratamento de dados sempre atualizados. Uma das formas de facilitar o estudo acerca dos trechos fluvias semiaridos é a classificação de seus estilos fluviais, tratando seus elementos básicos legíveis de forma prática e objetiva. Os estilos fluviais decodificam o regime fluvial daquele trecho, sua disposição sedimentológica, e o fluxo do canal. Ao fim da classificação de estilos é possível ver qual estilo mais ocore na bacia, e quais elementos trazem a ocorrência de determinado estilo. A bacia do alto curso do rio Piancó corresponde a uma bacia de regime intermitente, no entanto o trecho principal vem apresentado comportamento perene devido aos açudes Coremas e Mãe d'água.

Mariá Pires Cunha Graciano Romano , Jonas Otaviano Praça de Souza

Palavras chave: estilos; fluviais; semiárido.

1. Introdução

1.1. Classificação de canais

A classificação de canais para facilitação do estudo fluvial existe a muito tempo e se baseou na morfologia dos rios para chegar a uma informação contundente. Desde a classificação mais simples como a hierarquização de canais, rios de primeira , segunda ou terceira ordem, a classificação de rios perenes e intermitentes. Além é claro de classificação de material do leito, margens, e situação da bacia hidrográfica, podendo ser alto curso, baixo curso ou médio curso.

O intenso estudo acerca do sistema fluvial de diversas paisagens corresponde a importância dos rios em um sistema ambiental de forma geral. O rio alimenta os aquiferos, gere a manutenção de diversas espécies de fauna e flora, além de disponibilizar a umidade necessária as várzeas utilizadas para agricultura. Por isso tornou-se essencial o estudo de sistemas fluviais em ambientes como o semiárido, região de diversas particularidades e diversidades que precisa ter um aporte informacional em relação a dinamica de sua paisagem para um convívio com as atividades antrópicas.

1.2 Área de Estudo

A área de estudo está inserida no semiárido brasileiro, a bacia hidrográfica do rio Piancó, sertão paraíbano, apresenta as características fortes de uma bacia hidrográfica no sertão: baixo fluxo contínuo, intensa radiação solar e alto índice de degradação, alinhado a isto, está um manejo inadequado.

A área de estudo está situada a jusante dos açudes Coremas e Mãe d'água, sendo sub componente da bacia hidrográfica do Piranhas-Açú (figura 1). A presença destes dois grandes açudes modificou o fluxo deste rio fazendo com que o mesmo deixasse de ser um rio intermitente e passasse a ser um trecho perenizado.

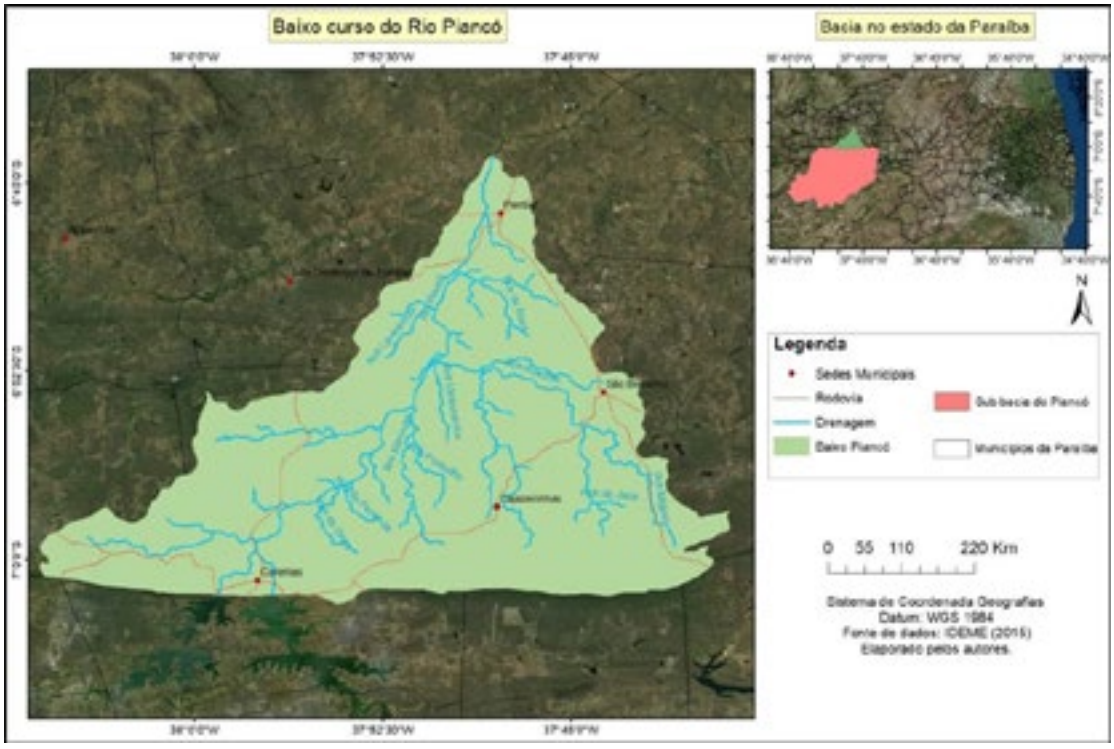


Figura 1- Alto curso da bacia do rio Piancó.

A amplitude altimétrica da área é de 628 metros, tendo como principal componente a serra de Santa Catarina. Compreende um trecho bastante homogêneo devido os processos de pediplanação. A distribuição de drenagem também é homogênea devido à disposição planar da bacia, tendo sua energia intensificada a partir da metade da bacia para a sua foz. As taxas de evapotranspiração são exponencialmente maiores que as taxas de pluviosidade, tendo uma média de respectivamente 1400mm e 450mm (FRANCISCO et al, 2017; CPRM,2005). A temperatura média é de 26º, apresentando baixa amplitude térmica. A umidade do ar é baixa, estando majoritariamente abaixo de 50%, estas características são mais atreladas aos eventos topográficos que aos movimentos atmosféricos de pressão, porém, a ZCIT e VCAN (Vórtice ciclônico de alto nível) atuam provocando chuvas na região estudada, sendo a ZCIT a maior responsável pelas chuvas de verão a outono(ZANELLA, 2014). Existe uma vegetação xerófila

que sofreu um intenso processo degradativo, consequência de antropização. O uso da terra é dividido em uso agrícola, urbanização e pasto.

1.3 Estilos Fluviais

A proposta de classificação de estilos fluviais corresponde a avaliação da bacia hidrográfica a partir de alguns elementos, são estes, a planta do canal, as unidades geomórficas, a planície de inundação e a textura do leito do rio (Brierley & Fryirs, 2005). A planta do canal corresponde a forma do canal vista de cima, identificando as margens, planícies de inundação, bancos de sedimento. As unidades geomórficas mostrarão as formas associadas ao vale, e sua geometria, ou seja, identificará a presença de meandros, poças, duplo canal, comunidade vegetal. A diferenciação acerca das planícies de inundação mostra se o canal é confinado, não confinado ou semiconfinado, ou seja, se o mesmo pode sofrer alteração em relação ao fluxo de água e sua vazão de forma dinâmica. E enfim a textura do leito, para perceber se o canal corresponde um trecho de textura arenosa, argilosa, siltosa ou cascalhenta, com essa informação, identifica-se a facilidade ou dificuldade desse sedimento de se movimentar a partir da vazão do rio.

A análise desses fatores procura entender um padrão de comportamento que é resultado da dinâmica de evolução da bacia hidrográfica em questão.

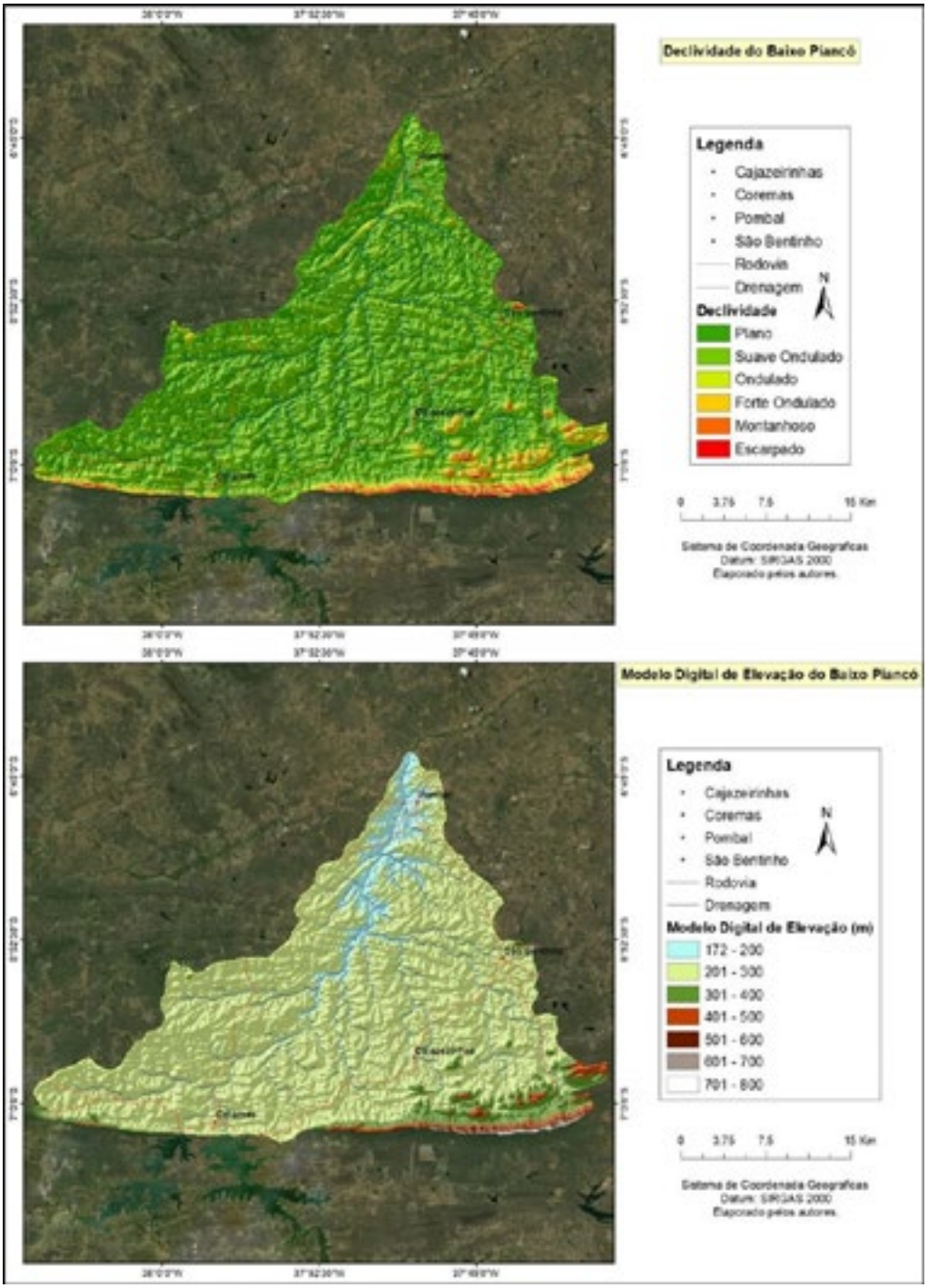


Figura 2 Declividade e Altimetria da bacia.

2. Materiais e Métodos

Para elencar os estilos fluviais é necessário identificar a morfologia do canal. O primeiro passo para isso é saber quais canais apresentam planície de inundação ou não. Este procedimento pode ser realizado a partir de imagens de satélite, observando a presença de planícies de inundação nas imagens. Além disso, é necessário também identificar a textura do leito, a comunidade vegetal ripária e o regime de fluxo do rio.

A delimitação da planície de inundação é feita a aprtir de observação de imagem de satélite e confirmação em trabalho de campo. nos canais não confinados 90% dos seus canais possuem planície de inundação, em canais parcialmente confinados entre 10% a 90% com planícies de inundação e confinados apresentando apenas 10% de canais com planícies de inundação.

É importante localizar as resistências do sistema, então faz parte do processo metodológico a investigação e mapeamento das resistencias, através da caracterização dos elementos fisiográficos, como vegetação, uso e ocupação do solo, declividade e identificação da topografia, solos da área de estudo, todos estes, investigados em análise de mapeamento cartográfico e/ou em campo.

É construida uma matriz com as características necessárias a interpretação do estilo fluvial, onde é registrada a configuração do vale e em planta, a textura do leito, as unidades geomórficas, a vegetação associada, tipo de vazão, unidades de paisagem, morfologia do vale, intervenções antrópicas, competência do fluxo, zona processual e declive do vale.

3. Resultados e Discussões

Os estilos encontrados foram o canal arenoso com soleiras e planície descontínua com fluxo perene, e o canal arenoso não confinado com presença de canal secundário e fluxo perene. O canal arenoso com soleiras e planície descontínua com fluxo perene é um canal levemente instável levando em consideração a textura do seu leito e de suas margens, a composição vegetal da área, e o gradiente do rio. A associação do gradiente, largura do rio e

material do leito correspondem a uma estabilidade no canal.

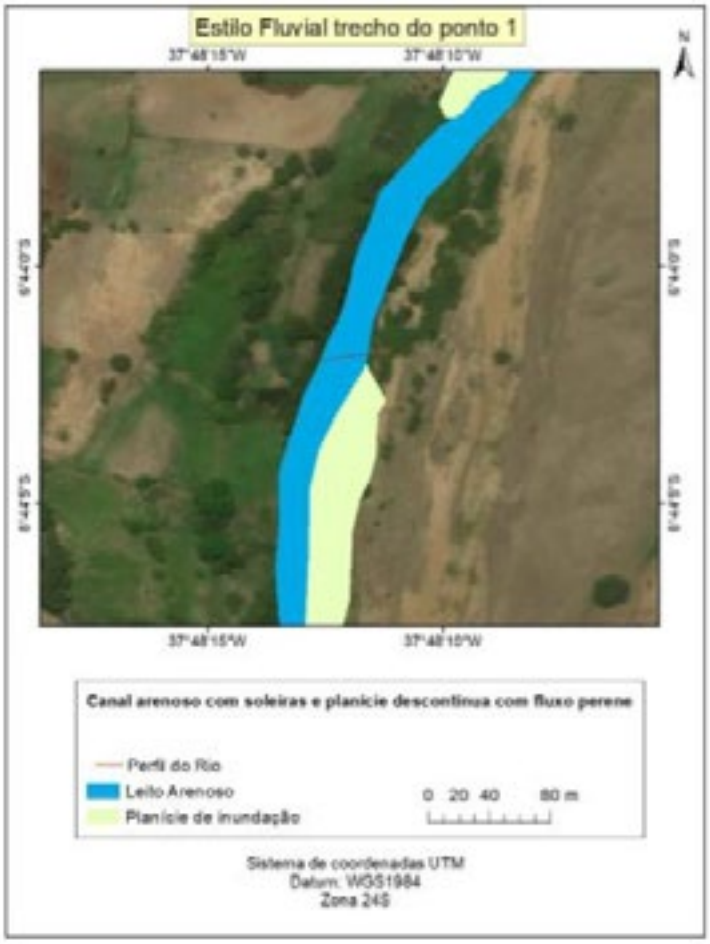


Figura 3 Estilo Fluvial 1.

O canal arenoso não confinado com presença de canal secundário e fluxo perene está presente no trecho perene de maneira que há fluxo mesmo em baixa vazão assim o como no estilo 1. Existe um processo de transporte dos sedimentos nesse estilo e acumulo de sedimento mais a jusante do canal. As poças, blocos e barras arenosas são recorrentes, assim como a presença de pequenas ilhas. Nas imagens do canal é possível identificar o fluxo com correnteza no trecho principal e a água empoçada no fundo do leito no trecho secundário . É um estilo que apresenta textura franco arenosa, ou seja facilmente transportada e erodida, e

por isso mesmo, facilmente modificável. No entanto apresenta uma comunidade vegetal relevante que parece frear os processos de mudança morfológica no trecho.

A unidade de Paisagem onde o trecho está inserido corresponde a área urbanizada, havendo um grande fluxo de automóveis e motocicletas, atravessando os dois canais do estilo 2, em relação ao uso antrópico, o rio é usado para lavar roupas, lazer, assim como é retirada agua por meio de bombas.

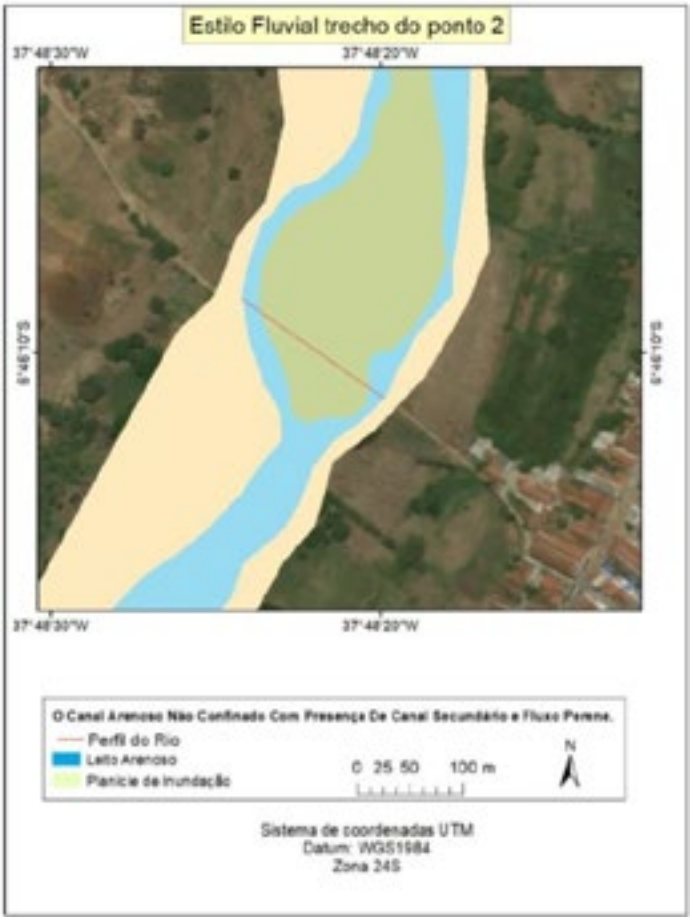


Figura 4 Estilo Fluvial 2

O leito francoarenoso é facilmente removido e transportado, em campo foi possível ver os seixos sendo transportados por arrasto, ocorrendo uma correnteza relevante no trecho 2 e um acumulo de sedimento mais a jusante do canal.

3. Considerações Finais

A bacia apresenta sua diversidade de canais no quesito morfológico, mas há uma dificuldade de compreende-la quando o assunto é seu comportamento e sua dinâmica. As informações não são satisfatórias, e a escala temporal disponível é sempre muito curta. A analise de sensitividade seria útil para ajudar a compreender os processos do rio, como este se comporta e quais as possíveis alterações nestes canais.

De forma morfológica foi possível indicar muitos elementos da dinâmica desses canais, indicando que a pesquisa é riquíssima para o semiárido e para áreas que devem ser gerenciadas, com responsabilidade.

4. Referências Bibliográficas

BRIERLEY, G..; FRYIRS, K. A. Geomorphology and river management: applications of the river styles framework. John Wiley & Sons, 2013.

CPRM, Companhia de Pesquisa de Recursos. Minerais. **Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Projeto de Mapeamento Geológico/Metalogenético Sistemático** 2005.

FRANCISCO, Paulo Roberto Megna et al. Evapotranspiração de referência mensal e anual pelo método de Thornthwaite para o estado da Paraíba. Revista Brasileira de Climatologia, v. 20, 2017.

ZANELLA, Maria Elisa. Considerações sobre o clima e os recursos hídricos do semiárido nordestino. **Caderno Prudentino de Geografia**, n. 36, p. 126-142, 2014.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

EVAPORAÇÃO NO LAGO DA BARRAGEM DE SOBRADINHO, BA

Mateus Tomé de Sousa [(a)], Gláuber Pontes Rodrigues[(b)], José Carlos de Araújo[(c)]

[(a)] Discente de Graduação de Engenharia Civil, bolsista PIBIC/CNPq, Universidade Federal do Ceará – UFC, mateustome@alu.ufc.br;
[(b)] Doutorando do Programa de Pós Graduação do Departamento de Engenharia Agricola, UFC, pontesglauber@gmail.com;
[(c)] Departamento de Engenharia Agricola, Universidade Federal do Ceará, jcaraujo@ufc.br.

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

Os processos evaporativos são muito intensos na região semiárida, cujo abastecimento depende centralmente de reservatórios superficiais; e cenários de mudança climática traçados por Modelos de Circulação Global apontam para incremento na taxa evaporativa de até 15% até 2100. Entretanto, o conhecimento atual sobre as verdadeiras perdas por evaporação nos reservatórios semiáridos é limitado, baseando-se não em medidas diretas, mas em estações situadas em terra firme, não no interior do lago. Estimou-se a vazão evaporada da Barragem Sobradinho ao longo de 2018, com passos diários, usando dados de três estações climatológicas. Os resultados indicam evaporação média de 9 mm/dia e vazão evaporada média de 224 m³/s, quase um terço da vazão liberada pela Barragem. Como em 2018 a barragem estava com nível baixo (30%), a área alagada era pequena. Estima-se que quando a barragem estiver cheia, as perdas por evaporação serão, pelo menos, o dobro daquela estimada em 2018.

Palavras chave: Balanço hídrico; Reservatório; Semiárido; Hidrologia.

1. Introdução

As precipitações médias na região semiárida variam de 550 a 850 mm anuais, índices semelhantes aos observados em áreas temperadas (MERHEB et al., 2016). Todavia, há uma diferença entre as regiões: enquanto em regiões temperadas a evaporação potencial é da mesma ordem de grandeza da precipitação, no semiárido brasileiro, ela pode superar quatro vezes a precipitação (ARAÚJO e PIEDRA, 2009). Portanto, o adequado conhecimento das perdas de água por evaporação, seja em lagos naturais ou artificiais, é de grande relevância para a gestão hídrica e análise de vazão de outorga, entre outras aplicações. Segundo Mcjannet et al. (2017), métodos confiáveis para estimativa da evaporação em lagos baseados em informações climatológicas ainda são um desafio. Os modelos disponíveis são divididos nos que empregam medidas de tanques de evaporação e nos que utilizam equações baseadas em Penman (1948). Contudo, ambas as abordagens carregam em seu bojo elevada carga de incertezas devido à

restrita disponibilidade de dados climatológicos e à irregularidade dos processos hidrológicos. O reservatório de Sobradinho, Bahia, possui 320 km de extensão, espelho d'água de 4.214 km² e capacidade de armazenamento de 34,1 bilhões de m³. O reservatório tem grande importância para o abastecimento hídrico da região e com usina hidrelétrica com potência instalada da ordem de 1 milhão de kW (CORREIA; DIAS, 2003; PEREIRA et al., 2009). Esse estudo teve o intuito de quantificar a evaporação no lago da Barragem Sobradinho em 2018 a passo diário. Esse trabalho compara a vazão evaporada com as vazões afluentes e efluentes do reservatório, bem como a vazão planejada da transposição do rio são Francisco.

2. Material e Métodos

Os dados foram coletados de ANA (2019) e de INMET (2019). Os dados obtidos foram: volume e cotas do reservatório, coordenadas geográficas das três estações automáticas mais próximas do reservatório, umidade e temperatura do ar, velocidade do vento, radiação, vazão efluente, vazão afluente e vazão da transposição. Com os dados morfológicos, geraram-se as equações de cota/área/volume. Também foi gerado um gráfico de altura por volume e exibida a curva do gráfico; derivando-a foi encontrada a equação da área do açude. Com ela foi possível associar cada altura (ou volume) ao seu respectivo valor de área do espelho d'água. Com os dados meteorológicos das três estações no entorno do lago (Remanso, Pilão Arcado e Petrolina) foi estimada a evaporação potencial usando o método combinado de Penman (1948) (Equações 1-5). O valor adotado para se calcular a vazão evaporada foi a média dos três valores. A evaporação potencial (E, em mm/dia) é dada pela Equação 1.

$$E = \frac{\frac{\Delta}{\gamma L} R_L + E_a}{\frac{\Delta}{\gamma} + 1} \quad (1)$$

Em que Δ é a tangente à curva de pressão de saturação do vapor; γ o coeficiente psicrométrico (0,49 mm Hg/°C = 0, 67 mb/°C); L o calor latente de vaporização (L = 59 cal / cm².mm); R_L a radiação líquida (em cal/ (cm².dia)) obtida com o radiômetro; E_a o poder evaporante do ar à

sombra; e e_s a pressão de saturação do vapor (mm Hg), calculada pela Equação 2, em que T é a temperatura (°C). O termo (Δ/γ) é dado pela Equação 3. O poder evaporante do ar à sombra (E_a) é dado pela Equação 4.

$$e_s=4{,}58\cdot10^{7{,}5T/(237{,}3+T)} \quad (2)$$

$$\frac{\Delta}{\gamma}=\frac{38640\cdot10^{7{,}5T/(237{,}3+T)}}{(237{,}3+T)^2} \quad (3)$$

$$E_a=0{,}35\left(0{,}5+\frac{u}{160}\right)(e_S-e) \quad (4)$$

$$e=\frac{U}{100}e_s \quad (5)$$

Em que u é a velocidade média do vento (km/dia); e_s a pressão de saturação do vapor à temperatura da superfície (mm Hg); e a pressão do vapor do ar (mm Hg); (e_s – e) o déficit de saturação; e U a umidade relativa do ar (%). A pressão do vapor do ar (mm Hg) é calculada em função da umidade relativa, Equação 5. A vazão evaporada foi calculada pela Equação 6, em que o A é a área superficial da lâmina d'agua.

$$E\cdot A = V_{ep} \quad (6)$$

3. Resultados e discussão

Houve diferença entre os resultados das três estações (Figura 1): evaporação média de 10 mm/dia em Remanso, 9 mm/dia em Pilão Arcado e 8 mm/dia em Petrolina. Isso pode ser atribuído a incertezas nas medidas (BEVEN, 2016) e/ou à variabilidade espacial da evaporação. Para o ano de 2018 (Figura 2), a taxa de evaporação média foi de 8,91 mm/dia e a vazão média evaporada de 224 m³/s. Já o volume variou de 14% a 38%, com média de 30% e mediana de 31%. Em trabalho que estimou a evaporação líquida no lago de Sobradinho, Pereira et al. (2009) observaram que a vazão média anual correspondente à evaporação líquida do reservatório foi de 132 m³/s, 40% menor que o encontrado nesta pesquisa. Ao avaliar a influência da transposição do rio São Francisco na vazão do reservatório, observa-se que a vazão média

efluente foi de 711 m³/s (ou seja, evaporação = 32% da vazão efluente); a vazão média afluente 921 m³/s (evaporação = 24% da vazão afluente). Ressalta-se que a vazão evaporada, quase nove vezes a vazão de referência da transposição (26 m³/s), pode ser muito maior em situações nas quais o reservatório esteja mais cheio. Zhang et al. (2017) afirmam que o erro nas estimativas da área do reservatório é largamente negligenciado na análise das incertezas. Destaca-se que a relevância do conhecimento da vazão evaporativa em lagos reside também na possibilidade de seu aproveitamento energético. Recentes investigações demonstram a capacidade de converter energia da evaporação em energia elétrica (XUE et al., 2017) bem como em força motriz para movimento de engrenagens (CHEN et al., 2015). Segundo Cavusoglu et al. (2017), dispositivos podem ser incorporados em motores movidos a evaporação que aproveitam a energia quando colocados acima de um corpo d'água em evaporação.

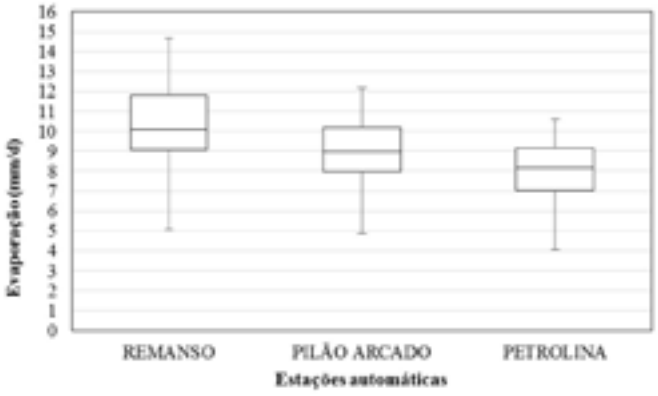
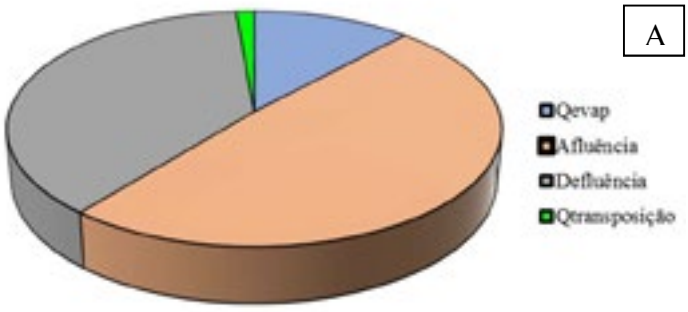


Figura 1 – Box-plot das taxas de evaporação, no ano de 2018, nas três estações climatológicas próximas do lago da Barragem Sobradinho.



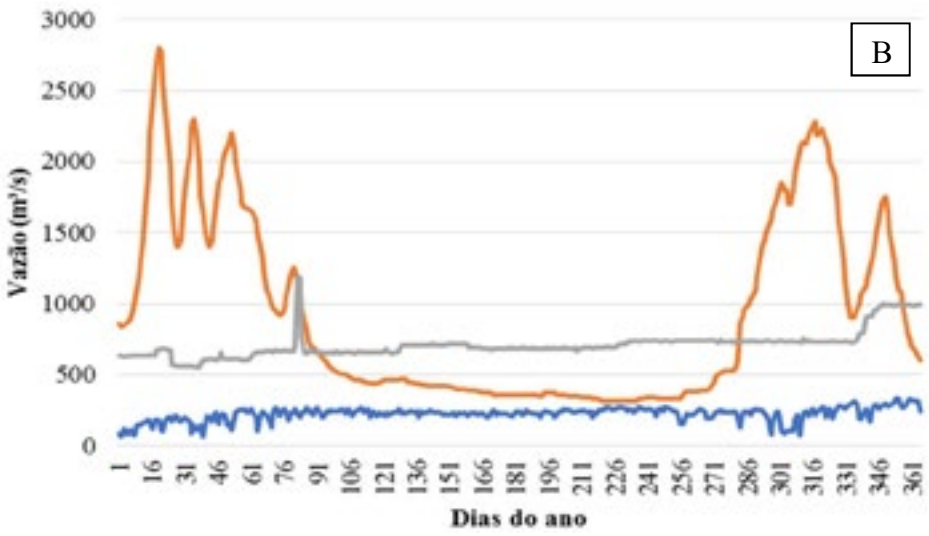


Figura 2 – Vazões afluente (marrom), efluente (cinza) e evaporada (azul) no lago da Barragem Sobradinho no ano de 2018. (A) Valores médios. (B) Distribuição temporal.

4. Considerações finais

Há diferença da evaporação calculada nas três estações que existem no entorno da Barragem Sobradinho. A evaporação média no lago em 2018 foi de 9 mm/dia e a vazão evaporada foi de 224 m³/s em média. O reservatório estava bastante seco no período (30%). Estima-se que, quando cheio, deva evaporar pelo menos o dobro. A evaporação em 2018 correspondeu a 1/3 da vazão liberada por Sobradinho, sendo suficiente para abastecer 77 milhões de habitantes.

Os dados produzidos foram suficientes para análises que visem a gestão dos recursos hídricos, visto que, para tanto é necessário conhecer-se todos os fenômenos que influenciam no balanço hídrico.

Referências Bibliográficas

ARAÚJO, J. C. de; PIEDRA, J. I. G. Comparative hydrology: analysis of a semiarid and a humid tropical watershed. **Hydrological Processes**, v. 23, p. 1169–1178, 2009.

BEVEN, K. J. Facets of uncertainty: epistemic uncertainty, nonstationarity, likelihood, hypothesis testing, and communication. **Hydrological Sciences Journal**, v. 61. n.9, p.1652-1665. 2016.

CHEN, X. et al. Scaling up nanoscale water-driven energy conversion into evaporation-driven engines and generators. **Nature Communications**. n.7346, 2015.

CORREIA, M. F.; DIAS, M. A. F. S. Variação do nível do reservatório de Sobradinho e seu impacto sobre o clima da região. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.8, n.1, p.157-168, 2003.

MCJANNET, D. et al. Measurements of evaporation from a mine void lake and testing of modelling approaches. **Journal of Hydrology**, v. 555, p. 631–647, 2017.

MERHEB, M. et al. Hydrological response characteristics of Mediterranean catchments at different time scales: a meta-analysis. **Hydrological Sciences Journal**, v. 61, n. 14, p. 2520–2539, 2016.

PENMAN, H. L. Natural evaporation from open water, bare soil and grass. **Proceedings of the Royal Society**, v. 193, p. 120-145, 1948.

PEREIRA, S.B.; PRUSKI, F.F.; SILVA, D.D.; RAMOS, M.M. Evaporação líquida no lago de Sobradinho e impactos no escoamento devido à construção do reservatório. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, n. 3, p. 346-352, 2009.

XUE, G. et al. Water-evaporation-induced electricity with nanostructured carbon materials. **Nature Nanotechnology**. v.12, p.317–321, 2017.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

GEOMORFOLOGIA FLUVIAL E INTERAÇÕES ECOLÓGICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GUANDU - RJ

Adão Castro Osdayan [(a)], Mônica dos Santos Marçal,[(b)], Gabriel Ferreira de Oliveira[(c)], Juliana Consolação Dias[(d)]

[(a)] Programa de Pós-Graduação em Geografia, UFRJ, adaocastro@id.uff.br

[(b)] Departamento de Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, monicamarcal@ufrj.br

[(c)] Programa de Pós-Graduação em Geografia, UFRJ, gabriel.fgeo@ufrj.br

[(d)] Graduação em Geografia, UFRJ, julianaconsolacaodias@gmail.com

Eixo 1: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Adão Castro Osdayan , Mônica dos Santos Marçal,, Gabriel Ferreira de Oliveira, Juliana Consolação Dias

Resumo

A bacia hidrográfica do rio Guandu é substancial para o abastecimento de água da região metropolitana do Rio de Janeiro e manutenção vital dos ecossistemas fluviais. Apesar dessa importância, o intenso uso da terra e a consequente ativação dos processos erosivos influenciam na condição geomorfológica dos rios e as interações ecológicas. Neste sentido, este trabalho tem por objetivo de analisar a correlação entre as características geomorfológicas nos canais fluviais e as interações ecológicas, visando identificar a "saúde" desses ambientes. Para a realização deste trabalho foram analisados documentos históricos obtidos no Arquivo Nacional e Comitê Bacia do rio Guandu, foi utilizado o software Arcgis 10.1 para a sistematização dos dados geocartográficos, além de trabalhos de campo para validação dos dados. Como resultado foi observado que as obras de engenharia (represamento, retificação, etc) alteraram consideravelmente a morfologia dos principais rios, causando modificações das feições fluviais e o comprometimento da condição ecológica.

Palavras chaves: geomorfologia fluvial, interacoes ecologicas, rio Guandu

1.Introdução

As características do meio físico em bacias hidrográficas, as condições climáticas, a natureza dos terrenos, os aspectos morfopedológicos, os geobotânicos e o uso/ocupação do solo, influenciam diretamente nas condições geomorfológicas dos canais fluviais, bem como nas interações ecológicas existentes nesses ambientes. Portanto, qualquer alteração nas propriedades ecológicas das bacias hidrográficas acarreta em sérios danos ambientais, pois estas unidades são sistemas abertos, tendo como ciclo das águas sua maior fonte de autoecoorganização, com elevação do grau de entropia o sistema tende a quebrar esta auto-organização e se torna instável (COELHO, 2010).

A dinâmica natural de um curso d'água sem alterações antrópicas significativas leva à formação de uma grande variedade de núcleos biológicos, estruturas e condições específicas que, em conjunto, determinam o ecossistema dos rios e das baixadas inundáveis (BINDER, 1998). A seleção natural do material de fundo e presença de feições geomorfológicas como soleiras (*riffles*) e das depressões (*pools*) são importantes para o desenvolvimento da fauna porque são áreas propícias para alimentação, criação e proteção dos peixes (CUNHA, 2003).

A avaliação da diversidade de habitats é uma importante ferramenta na abordagem de saúde de ecossistemas aquáticos, devido à forte relação entre a disponibilidade de habitats e a biodiversidade aquática (Galdean et al., 2000). A exemplo disso, na figura 01 são comparadas a diversidade de espécies em condições de canais que não foram retificados e a perda de biota relacionada ao ambiente fluvial retificado.

Figura 1 - Perda de biotas por retificação de rios. (Fonte: BINDER, 1998).

Desta forma, os efeitos da canalização sobre os ambientes fluviais (em especial o alargamento e aprofundamento da calha e retificação do canal) englobam as mudanças hidrológicas, geomorfológicas e bióticas analisadas no trecho canalização, a jusante da canalização e na planície de inundação (CUNHA, 1991, 1992 e 1995).

A Bacia Hidrográfica do Rio Guandu expressa esta problemática de alteração dos canais fluviais. A mesma está inserida no eixo econômico mais importante do Brasil, compreendido pela ligação da BR 116 (Rodovia Presidente Dutra) entre as regiões metropolitanas do Rio de Janeiro (RMRJ) e de São Paulo (RMSP). A bacia localiza-se na Região Hidrográfica II, à oeste da Baía de Guanabara no Estado do Rio de Janeiro (figura 02), abrangendo 12 municípios e ocupando uma área total de aproximadamente 1.900 km², com população em torno de 1,5 milhões de habitantes.

Figura 02 - Mapa da localização da Região Hidrográfica II – Bacia Hidrográfica do Rio Guandu – Fonte: Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Guandu.

Apesar da relevância da bacia, o uso do solo e a consequente ativação dos processos erosivos influenciam diretamente no aporte de sedimentos, alterando as propriedades físico-químicas da água, alterando a condição geomorfológica dos rios, as interações ecológicas, além de comprometer oferta para d'água para abastecimento.

Desta forma, o rio Guandu é o catalisador de boa parte das perturbações provocadas na bacia de drenagem. Por isso, torna-se necessário os estudos que busquem relacionar estas intervenções aos impactos na fauna e flora aquática. Neste sentido, este trabalho tem por objetivo de analisar a correlação entre as características geomorfológicas nos canais fluviais e as interações ecológicas, visando identificar a "saúde" desses ambientes.

2. Materiais e Métodos

Para a realização deste trabalho foram realizadas análises nos documentos obtidos no Arquivo Nacional no Rio de Janeiro, no Comitê de Bacia Hidrográfica do rio Guandu, por meio do acesso acervo digital. Para analisar as alterações espaço-temporal da ocupação na bacia foram consultadas fotografias aéreas do IBGE (na escala de 1:25.000) a partir da década de 70 e foram consultadas também imagens de satélite da série temporal disponibilizada pelo programa Google Earth.

A partir de acervo histórico foi possível estabelecer os estágios de ocupação da bacia e as principais implicações na condição geomorfológica e interações ecológicas. Os dados da condição ecológica foram obtidos através de trabalhos de campo e da consulta a literatura referente às comunidades aquáticas da bacia.

Para fins metodológicos, o rio Guandu foi dividido em três seguimentos (alto, médio e baixo curso). A partir dessa segmentação buscou-se identificar as características físicas (geologia, hidrológicas, climatológicas) fitobotânicas e ecológicas dos trechos analisados em

trabalhos de campo. Para a sistematização dos dados geocartográficos e elaboração dos mapas foi utilizado o software Arcgis 10.1.

3. Resultados e discussões

3.1. Histórico de ocupação e usos da terra na Bacia do rio Guandu

Até a década de 1950, o uso agropecuário predominava em toda bacia hidrográfica do rio Guandu. Atualmente, a bacia apresenta um constante processo de urbanização no baixo curso, alinhado a instalação de grandes empreendimentos industriais e logísticos. Esses empreendimentos, por sua vez, necessitam cada vez mais do consumo de água para suas atividades produtivas, o que impacta diretamente em um possível cenário do déficit hídrico.

Esta problemática ainda converge com sistemas agrícolas predatórios no alto curso da bacia, principalmente nos municípios de Rio Claro, Piraí e Barra do Piraí. Nesta área a ocupação foi caracterizada pelo uso intensivo dos recursos do solo para o cultivo do café até meados do início do século XX e hoje, a pecuária é a principal atividade econômica. Além dessas atividades, a bacia apresenta um histórico de muitas alterações nos ambientes fluviais para a geração de energia hidrelétrica, controle de cheias, mineração, transposição de águas e abastecimento público.

Ressalta-se que a bacia hidrográfica do rio Guandu apresenta um dos sistemas mais complexos de abastecimento do Brasil. Para aumentar a vazão destinada ao tratamento foram realizadas diversas obras hidráulicas na bacia (Transposição de bacias, elevatórias, barragens, perfuração de túneis, criação de reservatórios, etc.)

Todo esse processo resultou em significativas mudanças na qualidade ambiental da bacia. Mesmo diante dessas alterações e impactos no sistema fluvial da bacia, o rio Guandu ainda assume importância vital para a Região Metropolitana da Cidade do Rio de Janeiro, pois

é o principal manancial de abastecimento, contribuindo para o fornecimento doméstico de mais de 9 milhões de habitantes.

A bacia do rio Guandu apresenta muitas áreas com problemas de erosão hídrica, relacionada principalmente a prática da pecuária, aos fatores condicionantes do relevo e as propriedades do solo. Na porção serrana da Bacia Hidrográfica do rio Guandu (alto curso), encontram-se extensas áreas de solos esgotados, dominados por processos erosivos, que associados a atividades de exploração de areia no baixo curso, embora proibidos, fazem com que bacia do Guandu seja a principal área de produção e transporte de sedimentos para a bacia da Baía de Sepetiba, contribuindo com aproximadamente 75% do aporte total (CBHG/INEA, 2012).

Estes dados, assim como os estudos da degradação dos solos, sobretudo da erosão hídrica são fundamentais para a compreensão dos processos fluviais na bacia hidrográfica do rio Guandu e das alterações dos padrões hidrológicos da bacia. Os dados analisados serão de extrema relevância para entender os processos fluviais, analisar o comportamento, mudanças e ajustes do sistema, bem como as interações ecológicas.

3.2. Geomorfologia fluvial e interações ecológicas na Bacia do Rio Guandu

Apesar da relevância para o abastecimento e manutenção ecossistema fluvial, são poucos os trabalhos que abordam a relação entre comunidades aquáticas e os parâmetros físico-químicos monitorados na bacia do rio Guandu. Muitos dos trabalhos analisados se restringem apenas a caracterização das espécies, fazendo pouca relação com a qualidade dos ecossistemas aquáticos.

A partir da segmentação do rio Guandu (alto, médio e baixo curso), conforme pode ser visualizado na figura 03, observa-se distintos comportamentos, condições geomorfológicas, e interações ecológicas. No alto curso (1) a geomorfologia é marcada pelo predomínio de canais controlados pelo embasamento com elevado gradiente e alta energia, com ocasionais feições

deposicionais. Os canais fluviais são revestidos de pouca vegetação ripária e predomínio de margens desprotegidas, a pecuária extensiva predomina boa parte deste setor, o que possibilita a ativação de processos erosivos e o consequente aporte sedimentar nos canais.

Há ainda forte alteração dos habitats naturais por conta da retirada da vegetação ripária e das intervenções nos canais fluviais. A prática da mineração na calha fluvial ainda é ativa neste setor da bacia, essa atividade altera consideravelmente os habitats naturais das comunidades bentônicas através da retirada dos sedimentos de fundo, além de modificar as propriedades físico-químicas da água.

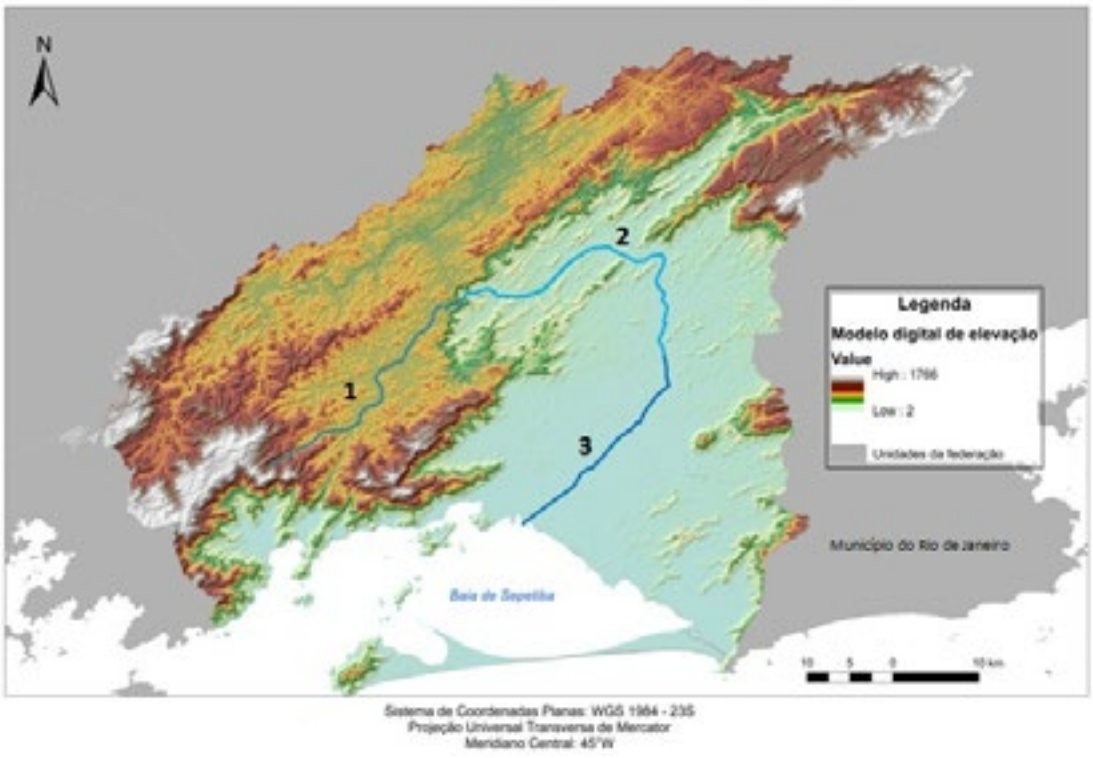


Figura 03 - Mapa de hipsométrico e segmentação do rio Guandu

A Represa de Lages é responsável pelo controle dos processos fluviais e ecológicos, transformando o ambiente natural de lótico para lêntico. Na represa há intensa presença de plantas aquáticas o que caracteriza grande quantidade de matéria orgânica e o processo de

eutrofização. Ainda é possível encontrar uma diversidade de ictiofauna, muitas das espécies de peixes localizadas ao longo na represa de Lages foram introduzidas pela piscicultura.

O médio curso (2) é caracterizado pelo predomínio de canais controlados pelo embasamento cristalino com ocasionais feições deposicionais e planícies fluviais entre colinas. Os canais fluviais são revestidos de pouca vegetação ripária e predomínio de margens desprotegidas. Este setor é marcado pela presença das centrais hidrelétricas de Paracambi e Pereira Passos, responsável pelo controle do fluxo e o represamento do rio, modificando suas propriedades físico-químicas e as interações ecológicas. Há a ocorrência de diversas corredeiras neste setor, o que favorece a oxigenação da água e manutenção de habitats para espécies de peixes e comunidades bentônicas. Neste trecho o rio Guandu apresenta algumas áreas alagáveis com a presença de plantas herbáceas higrófilas como a taboa (Typha SP) e canavieira de brejo (Costus spicatus).

Ainda no médio curso (2), o rio Guandu recebe esgoto doméstico das cidades de Paracambi e Japeri, ocasionando o aumento considerável de matéria orgânica, que se concentrará na represa da Estação de Tratamento da CEDAE (ETA-Guandu). Neste trecho, apesar de ser proibido, há também a presença de mineração de brita para a construção civil e extração mineral de areia das planícies aluviais.

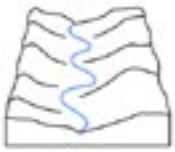
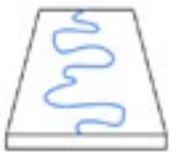
O baixo curso (3) se caracteriza pelo predomínio de canais em planícies flúviomarinhas. Os canais foram fortemente alterados (retificados, canalizados e represados), desfigurando substancialmente as feições fluviais. É neste trecho da bacia que o rio Guandu apresenta as maiores intervenções. Apesar da mineração de areia não ser realizada na calha do rio, a prática gera impactos latentes nas planícies adjacentes e nos ecossistemas associados. Neste setor da bacia, a urbanização e a instalação de complexos industriais exercem forte pressão sobre o ecossistema fluvial, tornando o trecho o mais sensível da bacia.

O rio Guandu recebe significativa contribuição de esgoto dos municípios de Seropédica, Nova Iguaçu e Queimados, além dos bairros da Zona Oeste da cidade do Rio de Janeiro. Essa problemática contribui para o aumento da presença de macronutrientes,

favorecendo a proliferação de plantas aquáticas e a redução dos níveis de oxigênio dissolvido. Apesar de possuir fontes de poluição, este segmento caracteriza-se como o sistema fluvial que detém a maior diversidade de peixes e a maior biomassa da bacia hidrográfica (Bizerril e Primo, 2001).

Entretanto, não é apenas o número de indivíduos encontrados no ambiente que corresponde à saúde do ecossistema, isso depende de diversos fatores do meio físico e a diversidade de espécies. No tabela 1 são sintetizadas as principais informações sobre a geomorfologia fluvial e interações ecológicas na bacia do Rio Guandu segundo os setores apresentados (alto, médio e baixo curso).

Tabela I - Geomorfologia fluvial e interações ecológicas na Bacia do Rio Guandu

Setor da bacia	Geomorfologia fluvial	Características ecológicas do meio aquático
Alto curso (1) 	Predomínio de canais controlados pelo embasamento com elevado gradiente e feições deposicionais ocasionais. Canais fluviais revestidos de pouca vegetação ripária e predomínio de margens desprotegidas. Grande aporte sedimentar.	Forte alteração dos habitats naturais por conta da retirada da vegetação ripária e das intervenções nos canais fluviais. Predomínio de ambientes lóticos nas cabeceiras de drenagem e lêntico nos represamentos (Barragem de Tocos e Lages)
Médio Curso (2)	Predomínio de canais controlados pelo embasamento cristalino com feições deposicionais ocasionais e planícies fluviais descontínuas. Canais fluviais revestidos de pouca vegetação ripária e predomínio de margens desprotegidas.	Forte alteração dos habitats naturais por conta do represamento de pequenas centrais hidrelétricas. Apesar das represas o ambiente é caracterizado pelo predomínio lótico.
Baixo Curso (3) 	Predomínio de canais em planícies flúvio-marinhas contínuas com colinas aplainadas ocasionais. Canais fortemente alterados (retificados, canalizados e represados)	Forte alteração dos habitats naturais por conta da retirada da vegetação ripária, aporte de esgoto doméstico e industrial, e das intervenções nos canais fluviais. Predomínio de ambientes lênticos, presença de cunha salina

Fonte: Autores

4. Considerações finais

É importante destacar que a bacia do rio Guandu é marcada por intenso processo de alteração de suas condições naturais. A morfologia dos seus rios sofreu diversas modificações nos padrões hidrológicos e nas feições fluviais. As obras de engenharia (represamento, retificação, etc) alteraram consideravelmente as condições geomorfológica.

O histórico de ocupação e o atual intenso uso da terra influenciam diretamente na condição geomorfológica do rio Guandu e a consequente perda de habitats naturais das espécies aquáticas. A partir da divisão da bacia em três seguimentos foi possível identificar que apesar de apresentaram processos fluviais distintos, todos os setores analisados apresentam forte comprometimento da condição ecológica.

No alto curso os canais fluviais apresentam pouca vegetação ripária e margens desprotegidas, a pecuária extensiva é o uso predominante favorecendo a ativação de processos erosivos. A prática da mineração na calha fluvial ainda é uma prática ativa neste setor da bacia e a Represa de Lages é responsável pelo controle dos processos fluviais e ecológicos, transformando o ambiente natural de lótico para lêntico.

No médio curso a situação é muito simular ao alto curso, mas a presença de áreas urbanas (Paracambi e Japeri) intensifica a pressão ao rio Guandu. Além disso, este setor é marcado pela presença das centrais hidrelétricas de Paracambi e Pereira Passos, responsável pelo controle do fluxo e o represamento do rio, modificando suas propriedades físico-químicas e as interações ecológicas.

A forte pressão urbana e a crescente instalação de complexos industriais tornam o baixo curso no setor mais sensível da bacia. O rio Guandu recebe significativa contribuição de esgoto dos municípios de Seropédica, Nova Iguaçu e Rio de Janeiro. A retificação do canal, a falta de mata ciliar e a atividades de mineração de areia nas planícies aluviais alteraram significativamente os habitats de comunidades bentônicas e de peixes.

3. Referências Bibliográficas

BIZERRIL, C.R.S.F.; PRIMO, P.B.S. Peixes de águas interiores do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Fundação de Estudos do Mar, 2001.

BINDER, Walter. Rios e Córregos, Preservar - Conservar – Renaturalizar. A Recuperação de Rios, Possibilidades e Limites da Engenharia Ambiental - Rio de Janeiro: SEMADS, 1998.

COELHO, M. C. N. Impactos Ambientais em Áreas Urbanas – Teorias, Conceitos e Métodos de Pesquisa. In: Impactos ambientais urbanos no Brasil. Guerra, A.J.T. & Cunha, S.B. (orgs.) 6ª Ed. Rio de Janeiro: Editora Bertrand, 2010.

CUNHA, S. B. Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. Bertrand Brasil, 1994.

_____.Impactos das obras de engenharia sobre o ambiente biofísico da Bacia do rio São João (Rio de Janeiro/Brasil). Rio de Janeiro: Edição do autor, 1995. 415p.

_____. Impactos de Obras de Canalização: Uma visão Geográfica: Anais VI Simpósio de Geografia Física Aplicada. Goiânia, 1995.

_____. Bacias hidrográficas. IN: Cunha, S.B. da. e Guerra, A. J. T. (orgs.). Geomorfologia do Brasil. 2ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. p. 229-276.

_____. Canais fluviais e a questão ambiental. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. A questão ambiental: diferentes abordagens. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. P. 219-237.

_____. Rios desnaturalizados. In: Ordenamento Territorial Ambiental. Barbosa, J.L. & Limonad, E. Niterói: Editora da UFF, 2012.

GALDEAN, N.; CALLISTO, M.; BARBOSA, F. A. R. Lotic ecosystems of Serra do Cipó, southeast Brazil: water quality and a tentative classification based on the benthic macroinvertebrate community. Aquatic Ecosystem Health & Management, v. 3, n. 4, p. 545-552, 2000.

LIMA, R. N. S., & MARÇAL, M. S. (2014). Avaliação da Condições Geomorfológica da bacia do rio Macaé - RJ a partir da Metodologia de Classificação dos Estilos Fluviais. Revista Brasileira de Geomorfologia, 14, 171e179.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

HIDROLOGIA DO RIO PARAGUAI ENTRE CÁCERES-MT E CORUMBÁ-MS, PANTANAL BRASILEIRO

Edson Rodrigo dos Santos da Silva [(a)], Aguinaldo Silva [(a)], José Cândido Stevaux [(a)]

[(a)] Programa de Pós-Graduação em Geografia/CPTL, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, edson_r_silva@yahoo.com; aguinald_silva@yahoo.com.br; josecstevaux@gmail.com.

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

O Pantanal, uma bacia sedimentar, é constituída por um amplo trato de sistemas deposicionais, responsáveis pelo seu preenchimento, dotando cada região do Pantanal de funções hidrogeomorfológicas distintas. Neste sentido, as planícies fluviais do rio Paraguai (canal-tronco da bacia) respondem ao conjunto de feições morfológicas adjacentes, apresentando estrutura e função diferente a cada trecho. Tendo em vista a importância socio-econômica do rio Paraguai, e sua primordialidade para a manutenção da sustentabilidade ambiental no Pantanal, o presente trabalho objetiva identificar o funcionamento hidrológico do rio Paraguai e a relação canal-planície no trecho compreendido entre a foz do rio Sepotuba e a foz do rio Miranda na região centro-oeste do Pantanal brasileiro. Para tal, foram analisados dados hidrológicos de estações localizadas ao longo do trecho, além de secções ADCP, conjuntamente a técnicas de Sensoriamento Remoto. Identificou-se uma diversidade de funções hidrogeomorfológicas entre as planícies, além de diferentes padrões de canal no trecho analisado.

Edson Rodrigo dos Santos da Silva, Aguinaldo Silva, José Cândido Stevaux

Palavras chave: Pantanal, geomorfologia fluvial, relação canal-planície

1. Introdução

O Pantanal é a expressão morfológica de uma bacia sedimentar tectonicamente ativa de aproximadamente 150.000 km², localizada no interior da bacia do Alto Paraguai (BAP), centro do continente sul americano. Com altitudes inferiores a 200 metros, o Pantanal é contornado por terras altas (>300 m) constituídas de planaltos sedimentares mesozóicos, paleozóicos e pré-cambrianos (ASSINE et al. , 2015a) que constituem áreas de captação para águas e sedimentos que abastecem a bacia.

A preciptação nestes planaltos não é uniforme, mas varia de 1.200 a 1.350 mm na região norte-nordeste a 710-1.200 mm no segmento sul-sudoeste, enquanto que no centro do Pantanal preciptação registrada é de apenas 700 mm (ASSINE et al. , 2015b). Os canais do

planalto possuem padrão de drenagem tributário de alta energia, dissecando o embasamento paleozoico-mesozóico e pré-cambriano, transportando a carga sedimentar produzida majoritariamente à bacia pantaneira.

O preenchimento da bacia é realizado desde o final do Pleistoceno por um complexo trato de sistemas deposicionais, constituído por leques fluviais, planícies interleques, sistemas lacustres e planície fluviais. Os leques fluviais, muito comuns em áreas de grande gradiente topográfico, originam-se (no caso pantaneiro), conforme Assine et al. (2015a), em dois segmentos diferentes: em bacias de captação localizadas em planaltos sedimentares e em terrenos pré-cambrianos arrasados. Os leques localizados em planaltos sedimentares (Taquari, São Lourenço, Aquidauana, etc.) são constituídos por alta carga sedimentar proveninete de depósitos paleozoico-mesozóicos da borda oeste da bacia sedimentar do Paraná, sendo responsáveis pelo aporte de aproximadamente 22,5 milhoes de toneladas/ano de sedimentos, isto é, cerca de 90% de toda a carga sedimentar suspensa fornecida ao Pantanal.

Os leques fluviais originados em terrenos pré-cambrianos arrasados (Paraguai, Cuiabá, etc.) localizam-se em terrenos mais baixos constituídos por rochas ígneas e metamórficas, apresentando, portanto, carga sedimentar suspensa significativamente inferior aos leques com captação em planaltos sedimentares, produzindo, ao ano, menos de 1,1 milhões de toneladas de sedimento suspenso. As planícies interleques, como sugere-se o nome, localizam-se entre os leques fluviais, apresentando descarga fluvial e carga sedimentar crescente a jusante, drenando as franjas dos leques adjacentes. Os principais exemplos de planícies interleques no Pantanal é a do rio Piquiri, drenando os leques do Taquari e São Lourenço e o Negro, drenando o megaleque do Taquari e os leques do Aquidauana, Taboco, entre outros.

Outro sistema importante para o Pantanal refere-se às planícies fluviais do rio Paraguai, canal-tronco localizado ao oeste da bacia. Estas planícies fluviais, pela diversidade de interaçõs com os sistemas desposicionais adjacentes, desenvolvem uma particular dinamica

hidrológica com o rio paraguai, estabelecendo uma relação canal-planície ainda pouco estudada e compreendida (MITSCH & GOSSLINK, 2015). Neste sentido, para além do aporte sedimentar, a complexidade desta relação é marcada por aspectos hidrológicos (como frequência, recorrência, permanência das inundações), e aspectos geomorfológicos, (padrões de canal, diques marginais e extensão da planície), bem como à interferência das ações humanas, seja diretamente nas áreas planícies aluviais (como projetos de dragagem para melhoria da navegação fluvial) ou indiretamente na alteração das variáveis hidrossedimentológicas (como maior aporte sedimentar derivado da expansão de atividades agrícolas).

Dessa forma, tendo em vista a importância da compreensão da hidrologia do canal-tronco para a sustentabilidade ambiental no Pantanal, conforme apontado por Junk et al. (2011), e as recentes pressões antrópicas do qual esta região é alvo (direta ou indiretamente), o presente trabalho objetiva identificar o funcionamento hidrológico do rio Paraguai e a relação canal-planície no trecho compreendido entre a foz do rio Sepotuba, nas proximidades de Cáceres-MT, e a foz do rio Miranda na região centro-norte do Pantanal brasileiro.

2. Materiais e Métodos

Tendo em vista os objetivos desta pesquisa e a complexidade da Hidrossedimentologia do rio Paraguai no Pantanal, o presente trabalho baseia-se no processamento e análise de dados hidrológicos de 6 estações localizadas ao longo do trecho, adquiridos no portal Hidroweb-ANA; dados orbitais dos Satélites Sentinel 2A de agosto de 2018, CBERS-4 AWFI e modelo digital de elevação ALOS PALSAR de 12,5 m de resolução.

Foram levantadas ainda secções do Acoustic Döppler Current Profiler (ADCP) na área estudada para complementação dos dados hidrológicos, realizadas entre 30 de abril e 08 de maio de 2016. A delimitação da bacia sedimentar do Pantanal seguiu proposta de Padovani (2010), enquanto a compartimentação geomorfológica da área seguiu mapeamento de Assine

et al. (2015a), utilizando-se do mapeamento proposto por Silva (2010) para a região do lobo atual do Megaleque do Paraguai como complemento.

3. Resultados e discussões

De suas nascentes até as proximidades da confluência com o rio Sepotuba, o Paraguai apresenta direção NE-SO, denotando controle tectônico pelos terrenos pré-cambrianos da província Serrana (ROSS, 1991). Apesar do controle tectônico em sua margem esquerda, a jusante de Barra dos Bugres-MT, o Paraguai desenvolve planícies aluviais de até 4 km de largura, construindo meandros amplos, confinados em terrenos cenozoicos, de sinuosidade aproximada de 2,21 e gradiente topográfico de apenas 0,12 m/km. Conforme dados obtidos em campo, no dia 30 de abril de 2016, o rio Paraguai adentra o Pantanal com uma vazão de 218 m³/s, o que representou 37% da vazão média registrada no mesmo dia pela estação hidrológica de Cáceres-MT (576 m³/s).

Ao adentrar a bacia pantaneira, a montante da confluência com o rio Sepotuba, o Paraguai constrói uma planície aluvial orientada na direção NE-SW, confinada à esquerda, por rochas pré-cambrianas da Província Serrana e à direita por depósitos sedimentares mesozóicos e pelo leque fluvial do rio Jauru (Figura 2B). Conforme Silva (2010), esta planície é subdividida em dois compartimentos: uma planície de meandros com padrão de canal meandrante a montante da confluência do rio Jauru e uma planície meandrante com canal retilíneo a jusante da confluência do citado rio. No trecho meandrante, o rio Paraguai apresenta baixo gradiente topográfico (0,08 m/km), desenvolvendo meandros irregulares e amplos com sinuosidade de 2,12, drenando os rios importantes como o Sepotuba (165 m³/s) e Cabaçal (86 m³/s). Em seu trecho retilíneo, o rio Paraguai flui numa planície caracterizada pela presença de paleocanais e ilhas fluviais, registrando gradiente topográfico maior em relação planície à montante (0,21 m/km) e sinuosidade marcadamente menor, de 1,11, drenando, em sua margem direita o rio Jauru (121 m³/s).

Do ponto de vista hidrológico, enquanto as contribuições dos rios Sepotuba e Cabaçal são registradas na estação hidrológica de Cáceres, o aporte proveniente do rio Jauru é verificado no aumento da vazão na estação de Descalvados, a jusante da planície Paraguai-Cáceres. Entretanto, a despeito deste aumento, conforme Assine et al (2015b), o pulso de inundação é registrado em período semelhante em ambas as estações, indicando um rápido escoamento das águas e uma associação entre a precipitação e o pulso de inundação (ASSINE & SILVA, 2009), processo comum nos rios dos planaltos adjacentes ao Pantanal. Os hidrogramas de todas as estações pesquisadas estão disponíveis na Figura 1.

A jusante da Planície Paraguai-Cáceres, o rio Paraguai perde o confinamento devido à diminuição dos terraços fluviais, re-orientando-se de forma abrupta para SE, dando origem assim ao atual lobo deposicional do megaleque do rio Paraguai (ASSINE & SILVA, 2009). Neste trecho o rio Praguai registra gradiente de 0,10 m/km, apresentando dinâmica sedimentar acentuada, no canal e na planície fluvial, originando assim amplos processos avulsivos. Neste degmento é identificada uma grande perda de água registrada pela estação de Porto Conceição (Jusante) e em campo, destacando-se dois pontos principais: um leque de espraiamento (*crevasse splays*) vertendo parte das águas para o rio Canzi e uma bifurcação do rio Paraguai, originando o rio Bracinho e a ilha Taiamã.

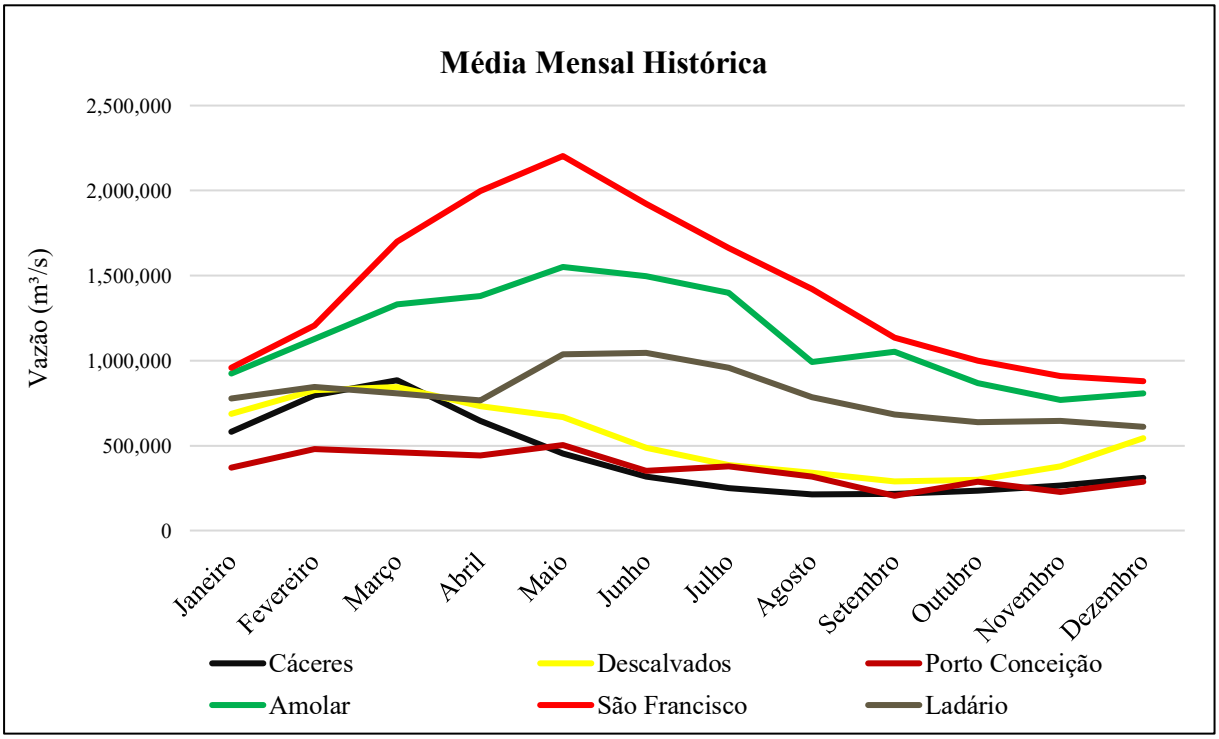


Figura 1: Vazão média mensal histórica das estações hidrológicas localizadas no trecho estudado. Fonte: portal Hidroweb-ANA.

O leque de espraiamento localiza-se na margem direita do rio Paraguai a aproximadamente 3 km da ilha Taiamã (Figura 2C). Medição realizada em campo no dia 5 de maio de 2016, aponta que a vazão vertida por este canal é de aproximadamente 225 m³/s, o que representa cerca de 32% da vazão média registrada em 5 de maio de 2016 pela estação de Descalvados (697 m³/s), localizada a 17,5 km a montante da região. Esta vazão é distribuída por um conjunto de multicanais localizados à esquerda da planície, desenvolvendo um novo canal que, conforme Assine et al. (2015b) pode levar ao abandono do atual curso do rio Paraguai e consequente ligação da ilha Taiamã à planície.

Outro ponto de trocas hídricas é na bifurcação do rio Paraguai, às margens da ilha Taiamã, bem como em alguns pontos, ao longo deste trecho, em que há transbordamento de diques marginais, distribuindo à planície, via fluxo laminar, boa parte da vazão dos canais, abastecendo lagos e áreas úmidas adjacentes, retardando assim, o pulso de inundação. Um retrato deste fenomeno é observado quando se analisa os valores da vazão levantada em

trabalho de campo na entrada do trecho multicanal e mais a jusante em sua saída, indicando que um dos canais perde água enquanto outro recebe aportes. No início da bifurcação, o rio Paraguai (canal à direita) apresenta vazão de 148 m³/s, enquanto o rio Bracinho (canal à esquerda) registra 215 m³/s. À jusante, no final da bifurcação, o rio Paraguai apresenta vazão de 98 m³/s, enquanto o rio Bracinho apresenta 275 m³/s, uma vazão de 60 m³/s mais em comparação à medição inicial (as vazões registradas em campo tem como parametro a média diária de 697 m³/s, resgistrada no dia 5 de maio de 2016 em Descalvados, única estação hidrológica da região com dados de 2016 disponíveis no portal Hidroweb-ANA).

Este fenomeno é possivelmente decorrente da relação canal-planície, a partir da diferença dos compartimentos geomorfológicos e processos hidrológicos registrados nas planícies adjacentes. Assim, enquanto o canal do rio Paraguai é margeado pela planície avulsiva do lobo atual, apresentando uma série de pequenos canais que parecem verter suas águas para lagos, pântanos e o cunjunto de muticanais do rio Canzi, o rio Bracinho recebe importantes aportes provenientes do corixo Bento Gomes, da planície fluvio-lacustre localizada a norte e da franja oeste do leque fluvial do rio Cuiabá.

A jusante do lobo atual localiza-se a planície Paraguai-Canzi, caracterizada pelo predomínio de multicanais do rio Canzi, amplas e numerosas lagoas em sua centralidade e o cinturão meandrico do rio Paraguai localizado em sua zona leste, drenando águas e sedimentos provenientes do leque do rio Cuiabá. O rio Paraguai é marcado por um amplo relacionamento com sua planície, ora apresentando drenagem distributária, ora drenagem tributária. Um exemplo deste fenomeno é registrado pelo levantamento em campo realizado entre os dias 5 e 6 de maio de 2016. Medição obtida no trecho inicial da planície, nas proximidades da Baia do Tucum, apontou que o rio Paraguai adentra o compartimento com vazão de aproximadamente 475 m³/s. Entretanto, à altura da Lagoa Baião, 94,6 km a jusante, a vazão do canal reduz-se a 192 m³/s, indicando que, mesmo com o aporte hídrico proveniente do Leque do rio Cuiabá, neste trecho o canal apresenta padrão distributário, perdendo

significativo volume d'água para a planície, seja por estravasamento dos diques marginais ou por pequenos canais ligados à lagoas da região (Figura 3A).

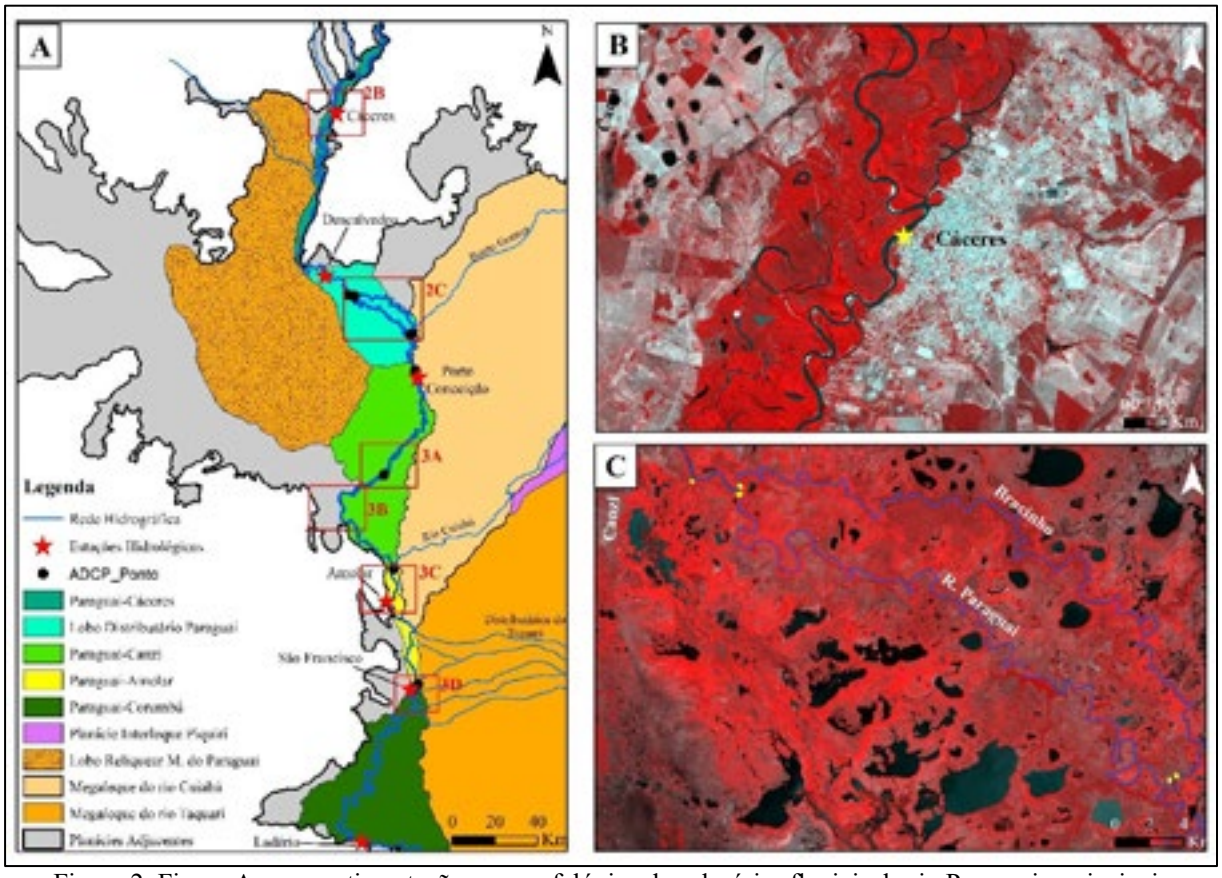


Figura 2: Figura A, compartimentação geomorfológica das planícies fluviais do rio Paraguai e principais morfologias adjacentes; Figura B, planície Paraguai-Cáceres; Figura C, Lobo Distributário do rio Paraguai.

O baixo gradiente (0,053 m/km) e a alta sinuosidade (2,17), associada ao efeito remanso ocasionado pelo controle lito-estrutural representado pela Serra do Amolar, conforme Assine et al. (2015b), configuram alguns dos elementos relevantes para a compreenção do expressivo acumulo de água neste trecho, onde localizam-se o maior número de lagoas do Pantanal, entre estas a maior, a lagoa Uberaba (Figura 3B). O acumulo de água neste compartimento é tão significativo que o pulso de inundação chega a levar cerca de 60 dias para percorre-lo.

A planície Paraguai-Amolar ocupa uma das menores áreas do sistema canal-tronco, com largura média 6 km, delimitada pela Serra do Amolar em sua margem direita e pelas Franjas dos Leques do rio Cuiabá e Taquari em sua margem esquerda. Neste trecho o rio paraguai apresenta uma redução no gradiente topográfico (0,027 m/km), bem como em sua sinuosidade (1,35), muito em parte devido ao confinamento ao qual está sujeito, apresentando agora padrão predominantemente tributário, drenando as águas proveninete do Norte e Oeste. Este fenômeno foi verificado em campo no dia 7 de maio de 2016. Numa secção localizada a 1,5 km a jusante da confluência do rio Paraguai e Cuiabá, a vazão registrada foi de 1554 m³/s, o equivalente a 96% da vazão registrada também no dia 7 de maio pela estação hidrológica do Amolar (1609 m³/s). Em outra secção, localizada no final da planície (a cerca de 50 km da estação do Amolar) registrou-se um significativo acrescimo à vazão do canal, agora de 2113 m³/s. Este aumento pode decorrer de aportes provenientes de drenagens secundárias proveniente do rio Cuiabá e principalmente do lobo atual do megaleque do rio Taquari, principalmente via fluxo laminar (Figura 3C).

À altura da Baía Vermelha o rio Paraguai adentra na maior e mais ampla de suas planície: a planície Paraguai-Corumbá. Neste trecho, o rio Paraguai apresenta extensão de aproximadamente 243 km, com um gradiente (0,03 2m/km) relativamente superior à planície Paraguai-Amolar. Neste segmento altamente sinuoso (2,12), o rio Paraguai apresenta padrão de drenagem predominantemente distributário em relação à planície, recebendo aportes pontuais e disparsos. Macedo (2017) realiza uma importante análise da complexa dinâmica hidrossediemntológica nesta região, apontando a ocorrencia de um amplo efeito remanço à montante e uma perda gradual de água do rio Paraguai entre a estação hidrológica de São Francisco e Ladário, seja por estravassamento de diques marginais, ou por drenagens secundárias, como o rio Paraguai Mirim.

O rio Paraguai-Mirim, paleocinturão pleistocênico do antigo rio Paraguai (Macedo et al. 2014) drena cerca de 10% da água do rio Paraguai, devolvendo-a a jusante da lagoa do Arroz (MACEDO et al. 2017). Este fenômeno foi verificado em levantamento de campo realizado no dia 07 de maio de 2016. Em secção localizada a 1,5 km a montante da bifurcação, o rio Paraguai registra vazão de 2.113 m³/s. Por sua vez, o rio Paraguai-Mirim verte uma vazão de 177 m³/s, o que representa cerca de 8,5% da vazão do rio Paraguai registrada a montante; enquanto a medição realizada a 1 km após a bifurcação com o Paraguai-Mirim apresenta vazão de 1.934 m³/s (cerca de 91,5% da vazão registrada a montante da bifurcação).

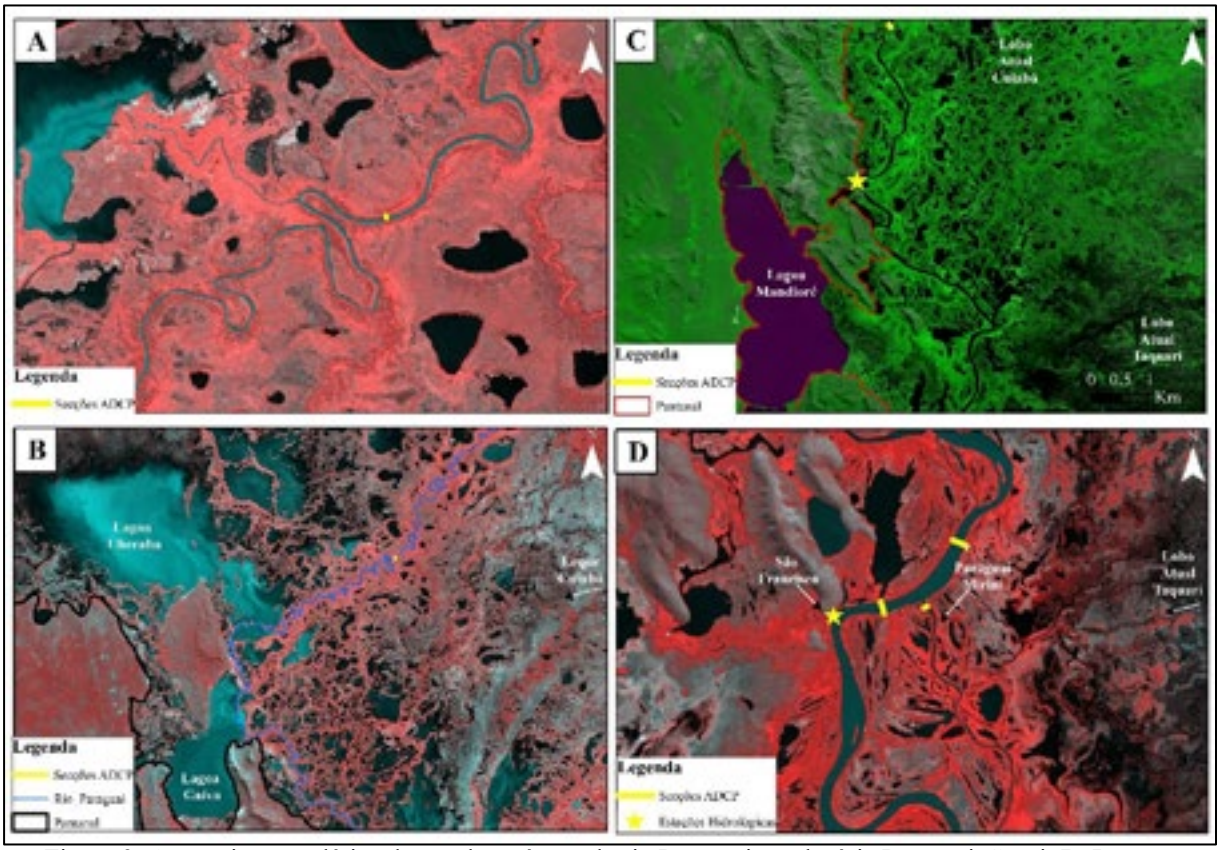


Figura 3: A, canais secundários drenando as águas do rio Paraguai na planície Paraguai-Canzi; B, Lagoas Uberaba e Gaíva localizadas na região mais úmida do Pantanal (planície Paraguai-Canzi); C, aportes hídricos ao rio Paraguai a partir do lobo atual dos Megaleques do Cuiabá e Taquari (planície Paraguai-Amolar); D, bifurcação do rio Paraguai com o Paraguai-Mirim (planície Paraguai-Corumbá).

Assim, percebe-se o carater dinâmico e complexo do relacionamento canal-planície do rio Paraguai, ora registrando padrão de drenagem distributário, ora padrão tributário. Este carater dinâmico da hidrologia do rio Paraguai é em parte derivado do trato depocisonal do Pantanal (composto por leques de planaltos sedimentares e de terrenos pré-cambrianos, planícies interleques, etc.), e em parte pelo embasamento geológico e seu afloramento registrado na borda oeste da bacia, principalmente nos casos da Província Serrana, da Serra do Amolar e do Planalto do Urucum.

4. Considerações Finais

A bacia sedimentar do Pantanal é constituída por uma complexa e particular dinamica natural, altamente dependente dos Planaltos e Depressões adjacentes, áreas de captação de águas e sedimentos que abastecem a região. O preenchimento sedimentar é ainda pouco conhecido, com alguns estudos recentes apontando a coexistência de sistemas de leques fluviais, planícies interleques e planícies fluvias do rio Paraguai, canal-tronco da bacia. Tais planícies respondem aos aportes hidrossedimentares provenientes destre trado depocisional, bem como a geologia e tectonia regional.

As diferenciações de cada planície respondem a diferentes controles alogênicos (externos à dinâmica sedimentar, como mudanças climáticas, tectonismo, etc.) e autogênicos (internos ao ambiente deposicional), dotando cada compartimento de uma dinâmica particular, registrada em variáveis morfológicas (maior presença de lagos, padrões de canal contrastantes, etc.) e hidrológicas. Neste sentido, o presente trabalho pretende contribuir na compreenção da dinamica hidrossedimentológica do rio Paraguai, altamente pressionada por ações antrópicas internas e externas, seja no Pantanal ou nas áreas de captação nos Planaltos e Depressões adjacentes, cooperando assim no estabelecimento de melhores e mais adequadas políticas públicas para o Pantanal e suas adjacências.

5. Agradecimentos

Os autores agradecem à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS, pelo suporte institucional, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES (processo 001), à Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul – FUNDECT, e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, processos 447402/2014-5, 448923/2014-9 e 431253/2018-8) pela bolsa de pesquisador (PQ2) para A.S. (312.386/2014-1).

6. Referências Bibliográficas

ASSINE, M. L., SILVA, A. Contrasting fluvial styles of the Paraguay River in the northwestern border of the Pantanal wetland, Brazil. Geomorphology 113 (3–4):189 -199, 2009.

ASSINE, M. L.; MERINO, E. R.; NASCIMENTO PUPIM, F.; AZEVEDO MACEDO, H.; SANTOS, M. G. M. The Quaternary alluvial systems tract of the Pantanal Basin, Brazil. Brazilian Journal of Geology, 45: 475-489, 2015a.

ASSINE, M.L., AZEVEDO, H.M., STEVAUX, J.C., BERGIER, I.C., PADOVANI, C.R., SILVA, A. Avulsive Rivers in the Hydrology of the Pantanal Wetland. In: BERGIER, I.C.; ASSINE, M.L. (eds.). Dynamics of the Pantanal Wetland in South America, Hdb Env Chem, DOI 10.1007/698_2015_351, © Springer International Publishing Switzerland, 82-110p, 2015b.

MACEDO H.A., ASSINE M.L., PUPIM F.N., MERINO E.R., STEVAUX J.C., SILVA A. Mudanças paleo-hidrológicas na planície do rio Paraguai, Quaternário do Pantanal. Revista Brasileira de Geomorfologia, 15:75-85. 2014.

MACEDO, H. A. Evolução geomorfológica e dinâmica hidrossedimentar da Planície Fluvial Paraguai-Corumbá, Quaternário do Pantanal. Tese de Doutorado (Geociências e Meio Ambiente) – UNESP, Rio Claro-SP, 2017.

PADOVANI C. R. Dinâmica das Inundações do Pantanal. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo - USP/ESALQ, Piracicaba - SP, 174p. 2010.

ROSS, J. L. S. O Contexto Geotectônico e a Morfogênese da Província Serrana de Mato Grosso. Rev. IG, São Paulo, 12 (112), 21-37, jan./dez. 1991.

SILVA, A. Geomorfologia do megaleque do rio Paraguai, Quaternário do Pantanal Mato-Grossense, Centro-Oeste do Brasil. Tese de Doutorado (Geociências e Meio Abiente) - UNESP, Rio Claro-SP, 2010.

MISCH, W.J., GOSSELINK, J.G. Wetlands. Willey. 2015.

JUNK, W.J., SILVA, C.J., CUNHA, N.C., WANTZEN, M. The Pantanal – Ecology, biodiversity and susteainable management of a large nrotropical seasonal wetland. Pensoft. 2011.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

INFLUÊNCIA DA MUDANÇA NO USO E COBERTURA DO SOLO NAS APPS DE NASCENTES DA BACIA HIDROGRÁFICA DA FOZ DO RIO CLARO E RIBEIRÃO INDAIÁ, GOIÁS.

Ana Flávia Soares Carneiro[(a)], Pâmela Camila Assis [(b)]

[(a)] Instituto de Estudos Socioambientais – IESA, Universidade Federal de Goiás, anafscarneiro@gmail.com
[(b)] Instituto de Estudos Socioambientais – IESA, Universidade Federal de Goiás, pamela.assis1944@gmail.com

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

Nos últimos anos, a conversão de vegetações nativas do cerrado em usos voltados à atividades economicas geraram consequências negativas na manutenção das bacias hidrográficas. Presente em umas das áreas mais visadas de expansão agropecuária no estado, a Bacia Hidrográfica da Foz do Rio Claro e Ribeirão Indaiá, em Goiás, integra-se a bacia hidrográfica do Rio Araguaia. Os anos de 1987 e 2017 demonstram a rápida expansão da frente agropecuária na região, o que pode ser considerada como uma das grandes causas interferências na bacia. Neste contexto, o trabalho visa identificar as nascentes da bacia proposta a fim de verificar se as mesmas possuem a vegetação em acordo com a legislação. Ferramentas de geoprocessamento e sensoreamento remoto foram usadas para a construção dos dados.

Ana Flávia Soares Carneiro
Pâmela Camila Assis

Palavras chave: Áreas de Preservação Permanente, Bcia Hidrgráfica, Usos do Solo**.**

1. Introdução

A intensificação de determinadas atividades econômicas ocasionou uma profunda mudança no uso e ocupação das regiões de cerrado. Região de interesse agropecuário, a Bacia Hidrográfica do Rio Araguaia vem passando por décadas de modificações diretas no uso e corberta do solo, o que acarreta em consequências drásticas ao rio que pode ser considerado o mais importante de Goiás. A conversão de vegetações nativas em áreas voltadas à modelos de produção pouco responsáveis ambientalmente acabam por provocar erosões e assoreamentos, que, por consequência interferem na morfologia do canal, segundo aponta Morais (2006).

Neste contexto de mudanças na cobertura da terra, as nascentes podem ser apontadas como áreas de grande vulnerabilidade, sobretudo quando em desacordo com as normativas de

proteção ambiental. Este trabalho visa apresentar a mudança no uso e cobertura da terra na Bacia Hidrográfica da foz do Rio Claro e Ribeirão Indaiá por meio de imagens dos anos de 1987 e 2017 com foco na situação das Áreas de Proteção Permanente das nascentes da bacia, uma vez que a boa integridade dessas torna-se fundamental para a boa qualidade hidrográfica do rio Araguaia.

2. Materiais e Métodos

Para a construção do trabalho realizou-se o refinamento de toda a drenagem da bacia em uma escala mais detalhada (1:5.000). Em seguida, foram pontuadas todas as nascentes da bacia e realizado um buffer de 50m em torno das mesmas afim de representar a situação ideal de uma APP de nascente conforme a Lei de Proteção da Vegetação Nativa (2012).

O mapeamento foi executado no sotware ArcMap 10.3 e os dados referentes ao uso e cobertura do solo foram retirados da coleção 3.0 do projeto MapBiomas, iniciativa que gera mapas anuais de uso e cobertura de solo para todo o território brasileiro, para os anos de 1987 e 2017. Após transformar os arquivos em *shapfile*, recortou-se a camada de cobertura para todas as nascentes a fim de identificar, dentro do raio imposto por lei, a quantidade de APPs de nascentes na bacia que estavam em acordo com a legislação. Os mapas foram pruduzidos com o datum SIRGAS 2000 e projeção UTM zona 22S.

2.1 Área de Estudo

Localizando-se no início da unidade média da bacia do rio Araguaia, que limita os estados brasileiros de Goiás e Mato Grosso, a bacia hidrográfica da foz do Rio Claro e Ribeirão Indaiá encontra-se entre os municípios goianos de Jussara e Montes Claros de Goiás, sendo o Rio Claro a divisa entre os dois (figura 1). Inserida na região oste do estado de Goiás, a bacia em análise distribui-se em uma área estimada em 1.652,42 km².

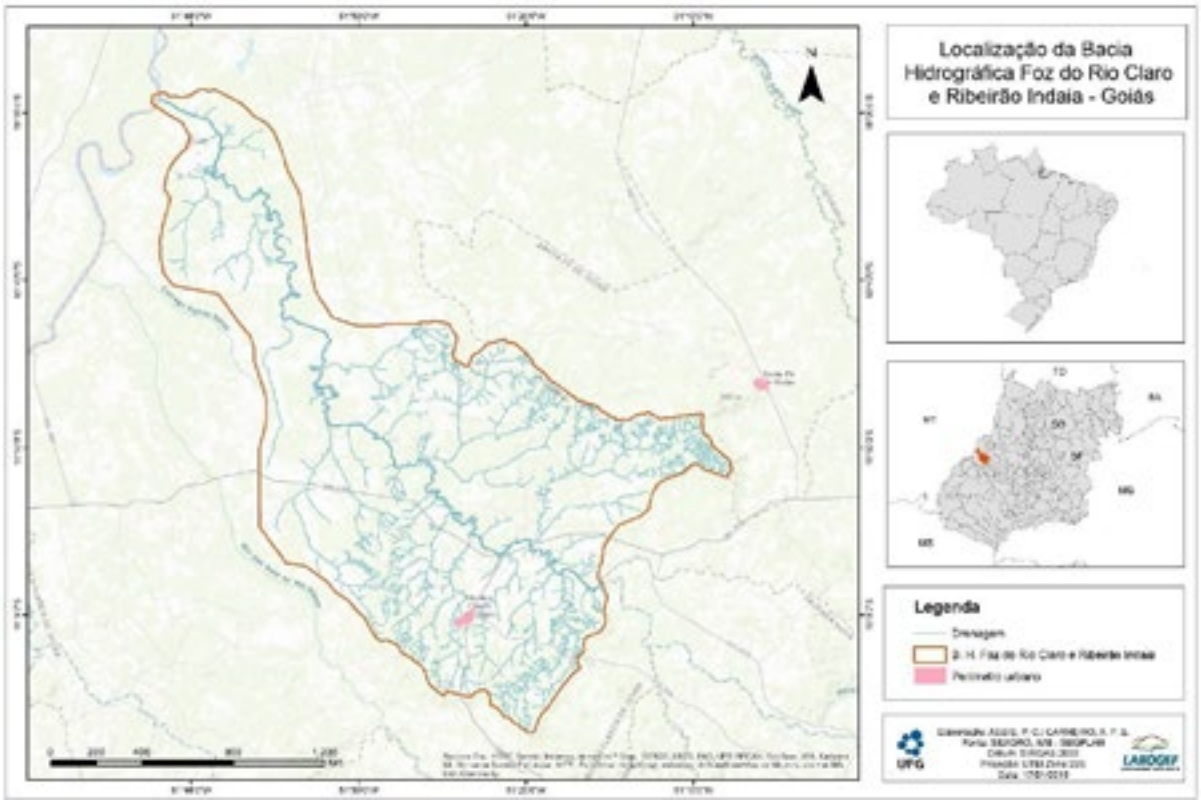


Figura 1: Mapa de localização da Bacia Hidrográfica da Foz do Rio Claro e Ribeirão Indaiá

3. Resultados e discussões

3.1 Análise do uso e cobertura do solo na bacia

A análise da cobertura das terras na bacia utilizou de imageamentos com resolução temporal de 20 anos a fim de apontar se as mudanças significativas observadas na região da planície do Araguaia também poderiam ser observadas na bacia e quantas nascentes foram influenciadas na área. Assim, como pode ser observado na figura 2, entre os anos de 1987 e 2017 muitas das áreas de vegetação nativa foram convertidas em, sobretudo, agropecuária.

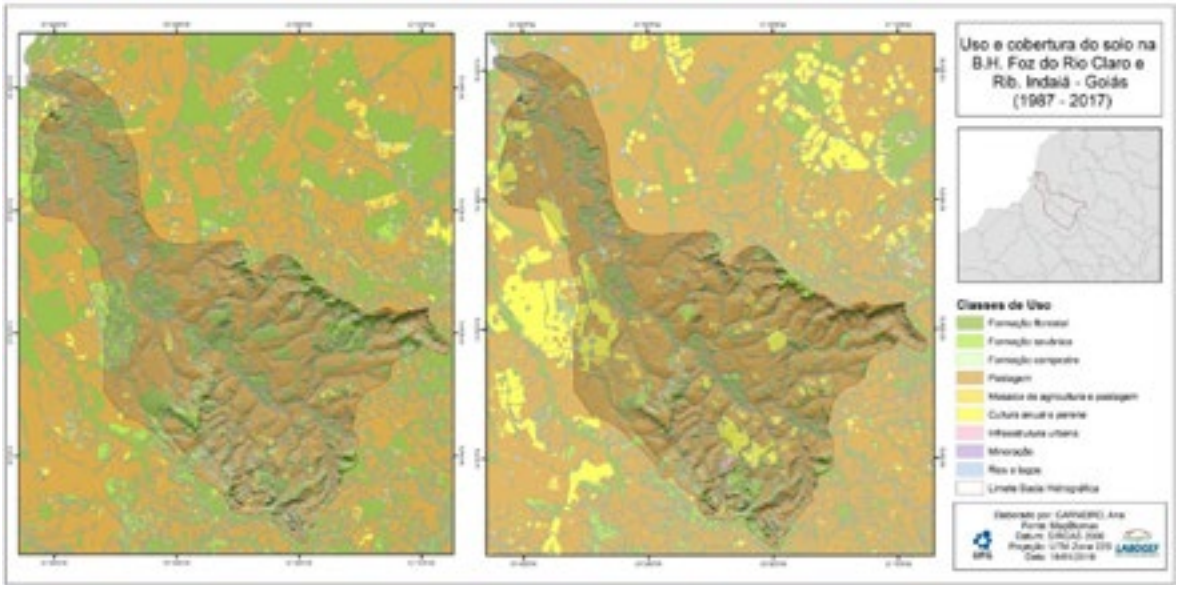


Figura 2: Mapa comparativo de usos do solo nos anos de 1987 e 2017.

No ano de 1987 identificou-se que a bacia se dividia entre pastagem, com área total de 828,4 km² (50,13 %), formação florestal com 451,7 km² (27,33%), formação savânica com 152,3 km² (9,22%), formação campestre abrangendo 10,97 km² de área (0,7%), mosaico de agricultura e pastagem com 176,5 km² (10,68%), cultura anual e perene com 16,95 km² (1,02%), rios e lagos ocupando um total 15,2 km² (0,9%) e infraestrutura urbana, referente ao município de Montes Claros de Goiás, com 0,5 km² de área (0,037%)

Em 2017 nota-se um aumento significativo de áreas com o uso destinado à agropecuária; a pastagem passou a ocupar 1.006,2 km², (abrangendo-se a 60,9%); e a cultura anual e perene passa a compor 7,8% da bacia (130,7 km²). Ao todo, as vegetações nativas apresentaram diminuição na área total (exceto pela formação campestre). A formação florestal ocupa agora 240,7 km² da bacia (14,5%), a formação savânica 149,9 km² (9%), e a campestre aumenta para 24,3 km² (1,4%). A infraestrutura urbana também apresentou um aumento notável, 1,2 km² (0,71%). A mineração, inexistente em 1987, aparece agora com 0,02 km², (0,001% da bacia). Mosaico de agricultura e pastagem diminuiu em extensão, agora com 81,7km² (4,7%); rios e lagos obteve agora 17,7 km² em área (1% do total da bacia).

3.2 Análise das APPs de nascentes da bacia

Das 1.004 nascentes identificadas na bacia, em 1987 apenas 381 delas se encontravam com 100% da Área de Preservação Permanente ocupada de fato por vegetação nativa, ou seja, cerca de apenas 37,9% de todas as nascentes. Em 2017 houve um pequeno aumento na quantidade de APPs em acordo com a legislação, somando 389, aproximadamente 38,7% do total de nascentes presentes na bacia. Constata-se que quase todas as APPs irregulares se encontram nessa situação devido à interferência agropecuária.

4. Considerações finais

Vários podem ser os problemas causados pela conversão de áreas de vegetação nativa em outros usos. A supressão da vegetação pode alterar os níveis de escoamento e infiltração de água uma bacia hidrográfica, facilitando também a formação de processos erosivos, que, devido ao transporte de sedimentos pode ocasionar no assoreamento de canais, dentre outros distúrbios. As modificações de uso na planície do Araguaia são um dos principais fatores de influencia nas alterações morfológicas do rio, sobretudo devido à quantidade de sedimentos depositados, que aos poucos tiram a vida do Rio Araguaia. Neste contexto, sobretudo, conservar as nascentes da região é conservar a integridade e longevidade do Araguaia.

5. Referências Bibliográficas

BRASIL. Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm>. Acesso em 25 de janeiro 2019.

MORAIS, Roberto Prado. **A planície aluvial do médio Rio Araguaia: processos geomorfológicos e suas implicações ambientais**. 2006. Tese (doutorado em Ciências Ambientais) – Instituto de Estudos Socioambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia. p.178.

PROJETO MAPBIOMAS. **Coleção 3.0 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil.** Disponível em: <http://mapbiomas.org/pages/about/about>. Acesso em: 14 de janeiro de 2019.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

IDENTIFICAÇÃO DOS ESTILOS FLUVIAIS DO RIO MACABU, REGIÃO NORTE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Camila Ignez Santana [(a)], Mônica dos Santos Marçal [(b)], Isabela Belmira Santos Giarola [(c)]

[(a)] Departamento de Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, camilaignez@gmail.com
[(b)] Departamento de Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, monicamarcal@gmail.br
[(c)] Departamento de Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, isagiarola@ufrj.br

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

A identificação dos Estilos Fluviais é um mecanismo de classificação e avaliação do caráter e comportamento de um rio, expressa pela análise multiescalar e integrada que considera diversos parâmetros, como diversidade física dos processos, valores ecológicos, singularidade, usos, entre outros. É reconhecido que os sistemas fluviais brasileiros são frequentemente pressionados dados seus múltiplos usos, que geram impactos capazes de alterar a dinâmica da paisagem. Visando contribuir para a gestão dos recursos hídricos da bacia, o objetivo do trabalho é identificar os Estilos Fluviais do rio Macabu (RJ), baseando-se em metodologia de classificação e utilizando-se de técnicas de geoprocessamento. Foram identificadas cinco tipologias no rio Macabu, apresentadas através do mapeamento do confinamento do vale, da forma em planta do canal e apresentação do quadro de atributos das tipologias. A identificação dos Estilos Fluviais permitiu o reconhecimento da diversidade de comportamentos no rio Macabu, condicionados por controles regional (geomorfologia) e local (vale).

Palavras chave: Classificação de Rios, Geomorfologia Fluvial, Rio Macabu

Camila Ignez Santana , Mônica dos Santos Marçal , Isabela Belmira Santos Giarola

1. Introdução

A gestão dos recursos hídricos desempenha um importante papel no sentido da preservação dos rios e na mediação de conflitos e disputas pelo uso da água, buscando prover um planejamento para que a utilização desses recursos ocorra da melhor forma possível. Considerando o amplo leque de problemas ambientais que afligem o Brasil, os rios se destacam pela sua capacidade de transformar o relevo e as paisagens, sendo necessário reconhecer a importância da compreensão sobre os ajustes e o comportamento fluvial.

A fisiografia dos rios possui variabilidade regional ampla, visto que os processos e as características fluviais refletem sua trajetória de evolução. Esta, por sua vez, é influenciada pelas condições limites impostas por controles regionais, tais quais a geologia e a geomorfologia, e por controles locais, tais qual a configuração do vale fluvial (FRYIRS; BRIERLEY, 2013), que transmitem o regime comportamental dos sistemas fluviais.

Há, assim, ampla variedade no dinamismo dos rios, resultando em diversas tentativas de construção de esquemas classificatórios fluviais. Entre os diversos esquemas (SCHUMM, 1977; PIÉGAY, 1997; BRIERLEY; FRYIRS 2005, entre outros), destaca-se a metodologia dos Estilos Fluviais (River Styles Framework®) de Brierley e Fryirs (2005).

A metodologia foi desenvolvida em 2000 por pesquisadores geomorfólogos australianos, Gary Brierley e Kristie Fryirs, tendo como objeto de pesquisa o comportamento fluvial. Os Estilos Fluviais expressam uma metodologia de classificação de canais fluviais que permite a identificação de segmentos de rio que possuem características geomorfológicas e hidrodinâmicas similares (LIMA; MARÇAL, 2013). Essa classificação se dá pela geometria, pela forma em planta do canal e pela reunião de uma série de características geomorfológicas, uma vez que as unidades geomorfológicas incluem tanto formas erosivas como deposicionais, e caracterizam os tipos de rios (BRIERLEY; FRYIRS, 2005). Os Estilos Fluviais representam um mecanismo para a implantação de práticas de gestão eficientes e programas de reabilitação de rios efetivos e sustentáveis a longo prazo, com base em uma perspectiva ecossistêmica integrada (MARÇAL et al., 2017).

A metodologia dos Estilos Fluviais é dividida em quatro estágios de análise, sendo eles: i) identificação e classificação dos Estilos Fluviais ao longo do rio; ii) avaliação da condição geomorfológica; iii) avaliação do potencial de recuperação da bacia; e iv) gestão do rio, priorizando uma gestão eficiente pautada no monitoramento e na avaliação da bacia.

Nesse sentido, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de identificar os Estilos Fluviais do rio Macabu (RJ) utilizando-se de técnicas de geoprocessamento e

considerando as duas principais etapas metodológicas desse primeiro estágio: a análise do grau de confinamento do vale e a da forma em planta do canal.

1.1. Caracterização da área de estudo

A Bacia do Rio Macabu (BRM) está localizada na porção norte do estado do Rio de Janeiro e integra a Região Hidrográfica IX do Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana (Figura 1). Possui cerca de 1.100 km² de área e seu principal rio, o Macabu, é de sexta ordem e se desenvolve no sentido SW-E em uma extensão aproximada de 140 quilômetros, com nascente localizada na Serra de Macaé de Cima a cerca de 1.550 metros de altitude e foz na Lagoa Feia.

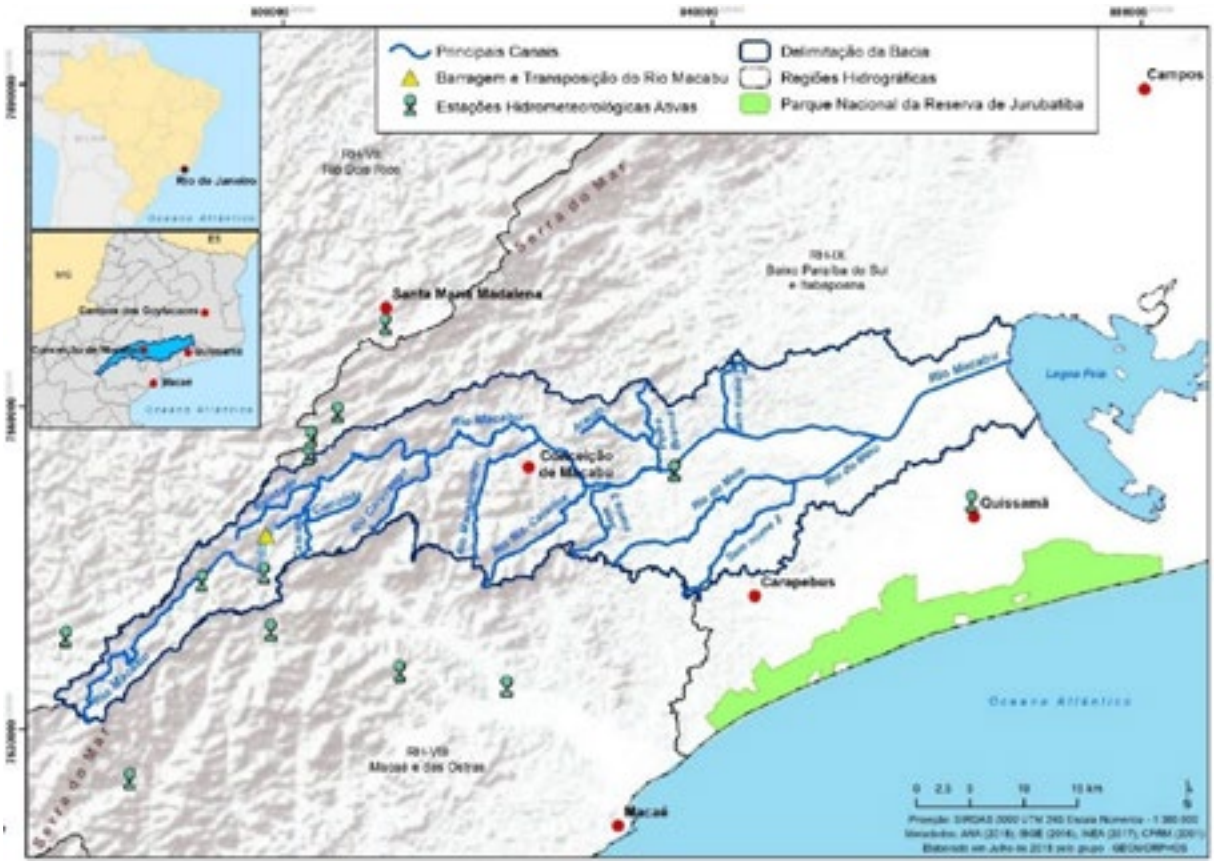


Figura 1 – Mapa de localização da BRM. (Fonte: Acervo GEOMORPHOS/UFRJ)

O rio Macabu se desenvolve por formações geológicas compostas principalmente por rochas metassedimentares da unidade São Fidélis e metabásicas do complexo Trajano de Morais (Pré-cambriano). Ainda, se desenvolve por rocha ígnea, o Granito Sana, referente ao Cambriano e por depósitos Aluvionares e de Pântanos e Mangues (SILVA; CUNHA, 2001).

À oeste, o rio drena o domínio montanhoso e ao centro, o domínio escarpado. Esses domínios são marcados por vertentes íngremes, vales aprofundados, picos elevados e paredões rochosos das escarpas serranas e dos planaltos alçados da Região Serrana. Por sua vez, a porção leste é marcada por uma paisagem típica das Baixadas Litorâneas, drenando uma extensa zona colinosa de baixa amplitude e de planícies fluviais e flúvio-marinhas, com vertentes suaves e vales amplos. Nesses relevos os processos de sedimentação fluvial são muito expressivos.

A região hidrográfica na qual está inserida a bacia do rio Macabu, sofre com a falta de água e poluição dos rios devido à emissão de efluentes domésticos sem tratamento e à contaminação dos solos por pesticidas agrícolas. Ainda, caracteriza-se por ser uma região que apresenta um histórico de frequentes inundações (2012, 2015, 2016 e 2018) durante as fortes chuvas de verão que inundam as áreas mais baixas causando prejuízos à sociedade local. Outro fator preocupante em relação à degradação ambiental gerada pelas atividades humanas é a retirada da cobertura vegetal, implicando em carreamento significativo de sedimentos para as calhas dos cursos d'água (FREITAS; SANTOS, 2014).

O rio Macabu apresenta histórico de alteração em seu curso natural, expresso pela construção da barragem pela antiga Companhia de Eletricidade Fluminense e pela transposição do rio Macabu para a bacia vizinha, do rio Macaé (entre 1949 e 1952), e pelas obras de retificação do Departamento Nacional de Obras de Saneamento (DNOS), na década de 1960.

2. Materiais e Métodos

A metodologia da pesquisa foi segmentada em três etapas de operacionalização, fundamentadas na abordagem dos Estilos Fluviais de Brierley e Fryirs (2005) e nos procedimentos para extração automática de fundo de vale de Gilbert et al. (2016).

A *primeira etapa* tratou da obtenção de dados para a construção de base cartográfica que atendesse as necessidades do objetivo da pesquisa. Dessa maneira, foram adquiridos os dados seguintes: i) Mapa geológico do estado do Rio de Janeiro, em escala 1:250.000, de Silva e Cunha (2001); ii) Mapa de compartimentação geomorfológica do Rio de Janeiro, em escala 1:100.000, elaborado por Bastos e Napoleão (2011); iii) Base hidrográfica ottocodificada com as bacias litorâneas do RJ, em escala 1:25.000, e disponibilizado pela Agência Nacional de Águas em 2018; iv) Base vetorial contínua do estado do Rio de Janeiro contando com curvas de nível e pontos cotados altimétricos, em escala 1:25.000, disponibilizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística em 2016; e v) Mapa de Uso e Cobertura do solo do estado do RJ de 2015 em 1:100.000, disponibilizado Instituto Estadual de Meio Ambiente/RJ.

A *segunda etapa* tratou da análise do grau de confinamento do rio Macabu, realizada a partir da ferramenta *Valley Bottom Extraction* (V-BET) do software ArcGIS 10.3. Esta ferramenta permite a delimitação automática da margem de fundo do vale baseada na declividade em função da área de drenagem da bacia hidrográfica (GILBERT et al., 2016). O vale é classificado como **confinado** quando mais de 90% da margem do canal está apoiada na margem de fundo do vale, por material coeso (como colúvios e terraços), substrato rochoso ou estruturas antrópicas. **Parcialmente confinado** indica que de 10 a 90% do canal está apoiado na margem de fundo de vale, seja sobre rochas ou material coeso. **Lateralmente não confinado** indica maior capacidade de ajuste do canal e instabilidade das margens, apenas 10% do trecho do rio está apoiado no substrato rochoso ou em terraços, com planícies contínuas e extensas. O grau de confinamento é dado pela divisão do comprimento total das margens confinadas do rio pela sua extensão total (FRYIRS et al., 2016).

A *terceira etapa* compreendeu a análise da forma em planta dos trechos do canal. Essa análise integra a observação do número de canais, a sinuosidade (medida pela divisão do comprimento total pelo comprimento do eixo do vale, de acordo com Brierley e Fryirs, 2005) e a estabilidade lateral dos canais juntamente com a configuração do vale. Tal análise foi realizada a partir das imagens multi-temporais disponibilizadas no software Google Earth Pro.

A definição da nomenclatura das tipologias encontradas segue a Árvore Processual (Figura 2) apresentada por Brierley e Fryirs (2005), considerando a etapa até a compreensão da forma em planta do canal, como já destacado. Os Estilos Fluviais do rio Macabu foram espacializados na bacia, e selecionados trechos representativos de cada Estilo Fluvial.

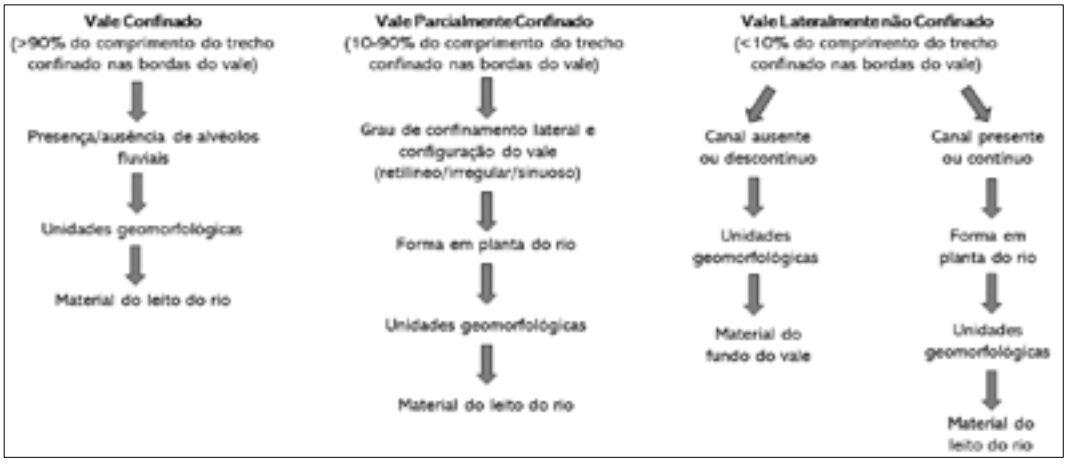


Figura 2 – Árvore processual para a definição dos Estilos Fluviais. (Fonte: BRIERLEY; FRYIRS, 2005)

3. Resultados e Discussões

Foi mapeada uma extensão de cerca de 140 quilômetros do rio Macabu, sendo 43 km categorizados como confinado; 12 km como parcialmente confinado; e 72 km como lateralmente não confinado, além do trecho represado na Represa do Macabu, que representa cerca de 8 km (Figura 1). A prevalência do vale lateralmente não confinado pode ser justificada pela compartimentação geomorfológica da BRM, uma vez que cerca de 55% do canal se desenvolve pelos compartimentos da zona colinosa e da planície fluvial. Nesses ambientes, a conectividade com as encostas e controle lateral são menores. Tal característica reduz o controle exercido pelas encostas na rede de drenagem, possibilitando a formação de planícies de inundação extensas e contínuas, canais mais sinuosos e vales amplos.

A Figura 3 apresenta a espacialização dos Estilos Fluviais do rio Macabu sobreposta a compartimentação geomorfológica de Bastos e Napoleão (2011).

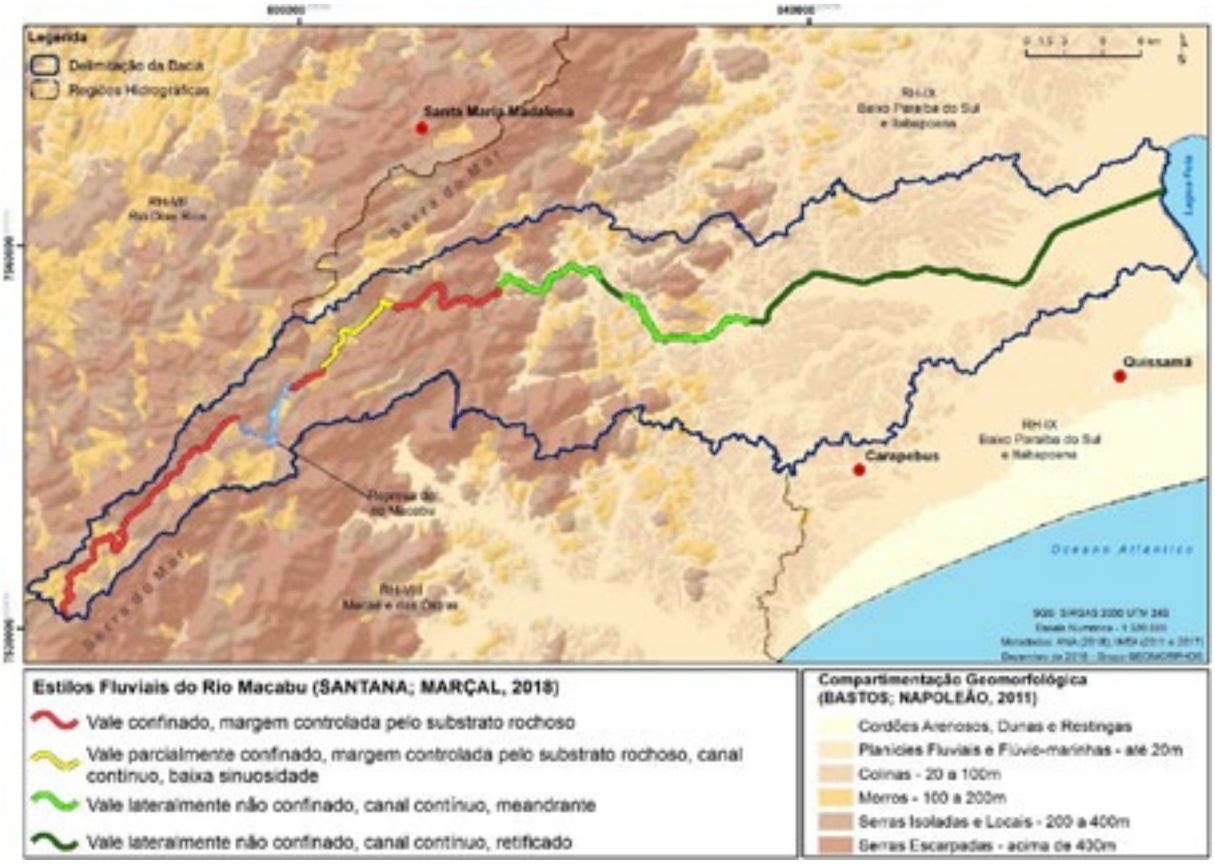


Figura 3 – Mapa dos Estilos Fluviais do rio Macabu. (Elaborado pelas autoras)

O Estilo Fluvial "*Vale confinado, margem controlada pelo substrato rochoso*" se desenvolve predominantemente nas Serras Isoladas e Locais e nos Morros da vertente interiorana da Serra de Macaé de Cima, em uma altitude média de 1.000 metros. Os compartimentos das Serras Isoladas e Locais são os mais frequentes e neles ocorrem vales encaixados e vertentes retilíneas a côncavas. Assim, há um rígido controle lateral exercido pela encosta, que ao longo de quase toda extensão desse trecho, encontra-se conectada com o canal. Entretanto, nos trechos onde há predominância dos compartimentos do tipo Morros, ocorrem processos de sedimentação aluvial e coluvial, possibilitando a formação de alvéolos ao longo do trecho. Destaca-se que os processos erosivos são predominantes nesse Estilo Fluvial. Sua forma em planta é marcada por um canal único de alta estabilidade lateral devido ao controle exercido pelo substrato rochoso. No trecho com a mesma classificação, porém mais a jusante,

o controle estrutural pela margem é mais rigoroso, uma vez que o rio se desenvolve em compartimento característico das Serras Escarpadas, com vales estreitos e encaixados em vertentes de declividade acentuada. Nesse sentido, não se observa a presença de alvéolos, bem como os processos erosivos nas margens do canal são mais intensos.

O Estilo Fluvial "*Vale parcialmente confinado, margem controlada pelo substrato rochoso, canal contínuo, baixa sinuosidade*" se desenvolve predominantemente no compartimento característico de Morros, com altitude média de 400 metros. Esse compartimento configura relevos de transição, nos quais ocorrem processos de sedimentação de colúvios e de alúvios, e depósitos de tálus, possibilitando a formação de planícies de inundação assimétricas, irregulares e descontínuas ao longo do canal. Essas feições ocorrem com frequência no trecho selecionado, o que diminui o controle lateral exercido pela encosta quando comparado aos Estilos Fluviais do tipo vale confinado e, consequentemente, o grau de confinamento do vale. A forma em planta do trecho é caracterizada por um canal único, de média estabilidade lateral e baixa sinuosidade.

O Estilo Fluvial "*Vale lateralmente não confinado, canal contínuo, meandrante*" está encaixado em relevo mais plano, com altitude média de cerca de 20 metros, típica da Superfície de Aplainamento das Baixadas Litorâneas Norte-fluminense. Nesses relevos prevalecem os processos de sedimentação fluvial, onde a conectividade com as encostas e o controle lateral são menores. Tal característica reduz o controle local exercido pelas encostas na rede de drenagem, possibilitando a formação de planícies de inundação extensas e contínuas e canais mais sinuosos. Sua forma em planta é caracterizada por um canal contínuo, único, meandrante e de alta capacidade de ajuste lateral, dada pela ausência de controles estruturais na margem.

Por fim, o Estilo Fluvial "*Vale lateralmente não confinado, canal contínuo, retificado*" também se desenvolve na Superfície de Aplainamento das Baixadas Litorâneas Norte-fluminense, portanto, seu controle lateral e sua conectividade com as encostas adjacentes também são baixos, com a ocorrência de amplas e extensas planícies. Sua forma em planta,

entretanto, é caracterizada por um canal contínuo, único e de sinuosidade caracterizada como reto, devido a sua retificação na década de 1960 pelo DNOS.

A Figura 4 apresenta o quadro de atributos e a forma em planta dos Estilos Fluviais do rio Macabu identificados e destacados anteriormente.

Estilo Fluvial	Extensão (km)	Grau de Confinamento	Sinuosidade	Forma em Planta	Compartimentação Geomorfológica	Elevação (m) Max	Min
Vale confinado, margem controlada pelo substrato rochoso (montante)	34,1	94,3%	1,05	(a) - Canal contínuo, baixa sinuosidade e alta estabilidade lateral	Serras Isoladas e Locais Morros	1.550	540
Vale parcialmente confinado, margem controlada pelo substrato rochoso, canal contínuo, baixa sinuosidade	11,6	71,5%	1,2	(b) - Canal contínuo, baixa sinuosidade e média estabilidade lateral	Morros	540	370
Vale confinado, margem controlada pelo substrato rochoso (jusante)	13	93%	1,05	(a) - Canal contínuo, baixa sinuosidade e alta estabilidade lateral	Serras Escarpadas	370	40
Vale lateralmente não confinado, canal contínuo, meandrante (montante)	14,5	7,6%	1,4	(c) - Canal contínuo, alta sinuosidade e baixa estabilidade lateral	Planícies Fluviais	40	22
Vale lateralmente não confinado, canal contínuo, retificado (montante)	2,3	0	1,02	(d) - Canal contínuo, reto e baixa estabilidade lateral	Planícies Fluviais	22	20
Vale lateralmente não confinado, canal contínuo, meandrante (jusante)	17,5	6,5%	1,4	(c) - Canal contínuo, alta sinuosidade e baixa estabilidade lateral	Planícies Fluviais	20	12
Vale lateralmente não confinado, canal contínuo, retificado (jusante)	37,8	2,4%	1,02	(d) - Canal contínuo, reto e baixa estabilidade lateral	Planícies Fluviais	12	1

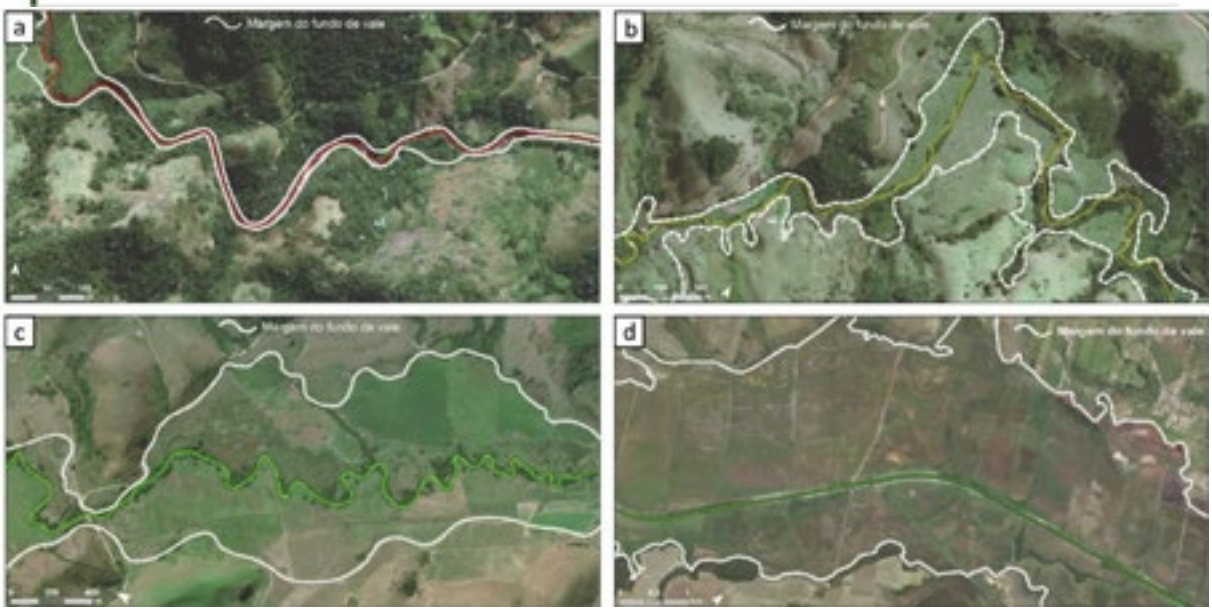


Figura 4 – Quadro de atributos e forma em planta dos Estilos Fluviais do rio Macabu. (Elaborado pelas autoras. Imagem ESRI/ArcGIS)

Destaca-se que o Estilo Fluvial "*Vale confinado, margem controlada pelo substrato rochoso"* é marcado por agricultura, por vegetação secundária e por campos desmatados para a agricultura. Enquanto isso, os Estilos Fluviais "*Vale lateralmente não confinado, canal contínuo, meandrante*" e "*Vale parcialmente confinado, margem controlada pelo substrato rochoso, canal contínuo, baixa sinuosidade*" se desenvolvem em áreas de pastagem, onde há predominantemente criação de gado. Por fim, o Estilo Fluvial "*Vale lateralmente não confinado, canal contínuo, retificado"* marca uma área onde o uso predominante do solo é para pastagem e agricultura.

A configuração do vale predominante – vale lateralmente não confinado – permite sua ocupação por pastagem e pela agricultura, uma vez que as amplas e extensas planícies desses trechos configuram o relevo ideal para essas atividades. Nessas áreas, a Bacia do rio Macabu sofre com o desmatamento da vegetação original para o pasto e a agricultura e com o uso de defensivos agrícolas, que contaminam os solos e os cursos d'água.

Enquanto isso, os trechos de vale confinado apresentam menor degradação quando comparados às outras configurações de vale, uma vez que a presença de vegetação secundária é significativa nesses trechos, dada a geomorfologia local que dificulta o manejo e ocupação do solo para as atividades agropecuárias. Porém, destaca-se que o trecho "*Vale confinado, margem controlada pelo substrato rochoso"*, a jusante da barragem do rio Macabu, possui elevada fragilidade, uma vez que há uma significativa redução do fluxo de água e alteração nos processos de produção e transporte de sedimentos dadas pelo represamento do rio e pela retirada de água do canal fluvial para sistemas de irrigação.

Esse fato supracitado somado a predominância do Estilo Fluvial "*Vale lateralmente não confinado, canal contínuo, retificado"* são indicativos das pressões as quais o rio Macabu está imposto. As obras de engenharia realizadas no sistema do rio Macabu impactam diretamente na vazão do rio e no regime de produção e transporte de sedimentos, alterando seu curso e sua dinâmica naturais. Bem como os usos e ocupações de terra na bacia comprometem a

preservação ambiental da mesma, impactando na qualidade da água e na disponibilidade hídrica da Bacia do rio Macabu.

4. Conclusões

A distribuição espacial da compartimentação do relevo na Bacia do rio Macabu exerce controle regional no sistema fluvial e influencia sobre a característica do vale ao longo do rio Macabu. Observou-se que a configuração espacial dos compartimentos geomorfológicos determina os padrões de comportamento em cada setor da bacia, sendo um controle regional que impacta diretamente sobre a configuração do vale (controle local). A diversidade de atuação desses controles gera uma heterogeneidade dos processos de modelagem do relevo na bacia, criando assim uma gama significativa de Estilos Fluviais observados ao longo do rio Macabu.

A metodologia dos Estilos Fluviais possibilitou a geração de dados aplicáveis na gestão ambiental e de recursos hídricos, visto que a análise dos Estilos Fluviais permite traçar e compreender o caráter e o comportamento dos trechos classificados. Além disso, foi possível identificar as fragilidades do rio Macabu, como trechos onde prevalecem os processos erosivos e trechos impactados pela ação humana.

De um modo geral, os Estilos Fluviais, no estágio inicial de análise da configuração do vale e da forma em planta, cumpriu um importante papel na identificação da diversidade existente no rio Macabu e na compreensão do seu comportamento. Porém, é necessário o prosseguimento da pesquisa e aprofundamento dos estágios da metodologia para a análise da condição e evolução geomorfológica da área, a fim de subsidiar uma gestão eficiente e sustentável futuramente.

5. Agradecimentos

À Agência da Bacia do Rio Paraíba do Sul (AGEVAP) e ao Comitê Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana pelo financiamento da pesquisa com recursos da cobrança pelo uso da água e ao Grupo de Pesquisa em Geomorfologia Fluvial da UFRJ, GEOMORPHOS, pela contribuição no desenvolvimento do trabalho.

6. Referências Bibliográficas

BASTOS, J.; NAPOLEÃO, P. (Org). **O estado do ambiente**: indicadores ambientais do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: SEA/INEA, 2011. 160 p.

BRIERLEY, G. J.; FRYIRS, K. A. **Geomorphology and River Management**: Applications of the River Styles Framework. Oxford: Blackwell Publishing, 2005. 398 p.

FREITAS, L. N.; SANTOS, K. P. Diagnóstico ambiental da bacia hidrográfica do Rio Macabu. **Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego**, Campos dos Goytacazes/RJ, v.8, n.2, p. 101-126, Jul./Dez. 2014.

FRYIRS, K. A.; WHEATON, J. M.; BRIERLEY, G. J. An approach for measuring confinement and assessing the influence of valley setting on river forms and processes. **Earth Surface Processes and Landforms**, v. 41, p. 701-710, Jan. 2016.

GILBERT, J. T.; MACFARLANE, W. W.; WHEATON, J. M. The Valley Bottom Extraction Tool (V-BET): A GIS tool for delineating valley bottoms across entire drainage networks. **Computers & Geosciences**, v. 97, p. 1-14. Jul. 2016.

LIMA, R. N. S.; MARÇAL, M. S. Avaliação da Condição Geomorfológica da Bacia do rio Macaé–RJ a partir da Metodologia de Classificação dos Estilos Fluviais. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 14, n. 2, p. 171-179, 2013.

MARÇAL, M. S.; BRIERLEY, G.; LIMA, R. Using geomorphic understanding of catchment-scale process relationships to support the management of river futures: Macaé basin, Brazil. **Applied Geography**, v. 84, p. 23-41, 2017.

PIÉGAY, H.; CUAZ, M.; JAVELLE, E.; MANDIER, P. A new approach to bank erosion management: the case of the Galaure River, France. **Regulated Rivers: Research and Management** 13: 433-438, 1997.

SCHUMM, S. A. **The fluvial system**. John Wiley & Sons: Nova Iorque, 1977, 338 p.

SILVA, L. D.; CUNHA, H. **Geologia do Estado do Rio de Janeiro**: texto explicativo do mapa geológico do Estado do Rio de Janeiro. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM): Brasília, 2001. 88p.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

O RITMO DAS ÁGUAS E O COTIDIANO DAS ESCOLAS RIBEIRINHAS DE PARINTINS-AM: A VAZANTE E OS DESAFIOS PARA A EDUCAÇÃO DO CAMPO NA ESCOLA MUNICIPAL SÃO SEBASTIÃO

Rildo Oliveira Marques [(a)], Cláudia Cristina Garcia Batalha[(b)], Hugo Levy da Silva de Melo[(c)], Roberto Greco[(d)]

(a) Mestre em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal do Amazonas (UFAM) rildomarques.geo@gmail.com
(b) Especialista em Educação do Campo pelo Instituto Federal do Amazonas (IFAM). Instituto Federal do Amazonas. claudiabatalha.geo@gmail.com
(c) Doutorando em Ensino e História De Ciências da Terra. Universidade Estadual De Campinas (UNICAMP) hugo-am@hotmail.com
(d) Programa de Pós-Graduação em Ensino e História de Ciências da Terra Universidade Estadual De Campinas (UNICAMP). greco@ige.unicamp.br

Eixo:
Metodologias para o ensino da Geografia Física no ambiente escalar

Resumo

A Amazônia brasileira possui nas margens dos seus cursos fluviais inúmeras cidades, comunidades, vilas e núcleos populacionais onde a dinâmica hidrológica da enchente e vazante é tão particular que os habitantes desses locais aprenderam ao longo do tempo a viver e conviver diariamente com múltiplos desafios. Este artigo teve como objetivo compreender as concepções e os desafios dos alunos da Escola Municipal São Sebastião quanto a problemática da vazante no ano de 2015 e as implicações para o ir e vir à escola. Para tanto, utilizou-se uma abordagem com viés qualitativo e participante. Os procedimentos metodológicos realizados foram: levantamento bibliográfico, aplicação de questionários semiestruturados e entrevistas com base no registro oral dos sujeitos com auxilio de um gravador de voz. A população investigada foram os próprios alunos e alguns pais de alunos da escola que em seus depoimentos relataram as dificuldades escolares com a vazante do rio Jará.

Palavras-chave: Educação do Campo, desafios escolares, vazante.

Rildo Oliveira Marques , Cláudia Cristina Garcia Batalha, Hugo Levy da Silva de Melo, Roberto Greco

1. Introdução

A Amazônia brasileira possui nas margens dos seus cursos fluviais inúmeras cidades, comunidades, vilas e núcleos populacionais onde a ação hidrológica nos ambientes de várzea e terra firme é tão particular que os habitantes aprenderam ao longo dos anos a viver e conviver diariamente com múltiplos desafios. Parte dessa dinâmica está associada às grandes vazantes registradas nos últimos anos no cenário amazônico, impondo na maioria das vezes, dificuldades no deslocamento. É neste cenário que as escolas ribeirinhas têm seu cotidiano influenciado pelas condições sazonais.

Parintins, assim como os demais municípios da calha do médio Amazonas, possui calendários específicos adaptados para as escolas do campo. No entanto, o ano de 2015 foi de mudanças no calendário das escolas ribeirinhas de terra firme, sobretudo, aquelas cujo

calendário é denominado pela Secretaria Municipal de Educação de "isolados pela seca", onde o ano letivo inicia-se em janeiro e termina na primeira quinzena do mês de outubro. Com as modificações no ano de 2015, o calendário das escolas ditas "isoladas pela seca", passou a ser o mesmo da sede do município, que tem seu início em março e seu término em dezembro.

Apesar da variação anual do nível da água e da constante ocorrência de enchentes e vazantes excepcionais, a maioria das escolas ribeirinhas tinha nesse instrumento um meio adaptado para lhe dar com as adversidades impostas pela natureza.

É importante destacar, que essa mudança foi feita sem consulta às comunidades e está em desacordo com as exigências da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), onde em seu artigo 23, parágrafo 2, assegura que os calendários das escolas do campo precisam ser adaptados as condições climáticas e ambientais do lugar de acordo com as suas peculiaridades.

Os reflexos das dificuldades impostas pela vazante do rio podem ser observados nas salas de aula, pois com a paralização do transporte escolar via fluvial, muitos alunos estão se ausentando e tendo baixo rendimento nas aulas de as distâncias quilométricas para se chegar ao ambiente escolar. Na maioria das vezes esse trajeto se faz acompanhado de diversos perigos e situações de risco.

Nesse sentido, a nossa proposta de trabalho assumiu como objetivo principal compreender as concepções e os desafios dos alunos da Escola Municipal São Sebastião do rio Jará, no município de Parintins - AM, quanto à problemática da vazante do ano de 2015 e as implicações que este fenômeno climático e hidrológico tem causado no acesso ao ambiente escolar.

2. Materiais e Métodos

A pesquisa foi de cunho qualitativo e participante, onde o pesquisador professor conviveu como parte integrante do seu objeto de estudo e interagiu com os sujeitos e os processos atuantes. O trabalho teve como base norteadora os princípios do método

fenomenológico que para Moreira (2004) é um modo de dar evidências à experiência vivida, onde por meio do fenômeno, revela tudo aquilo que se apreende pela consciência, sendo possível assim a descrição do ambiente vivido.

Para o desenvolvimento da pesquisa foi necessário à aplicação dos seguintes procedimentos metodológicos: Levantamento bibliográfico; aplicação de questionários semiestruturados e entrevistas com base no registro oral dos sujeitos, pois segundo Portelli (2010) na oralidade encontramos a forma de comunicação específica de todos os sujeitos que estão excluídos, marginalizados, na mídia e no discurso público.

Os alunos selecionados para responder as perguntas contidas no questionário e a entrevistas foram, principalmente, aqueles que não moram próximo da comunidade e que precisam fazer o trajeto via fluvial por meio do transporte escolar. Ao todo, foram nove (09) alunos que participaram das entrevistas. Durante as entrevistas foi utilizado um gravador de voz para o registro dos depoimentos que foram empregados posteriormente nas discussões deste trabalho.

Além dos alunos foram entrevistados também três (03) pais que se dispuseram a contribuir com a pesquisa de forma a sensibilizar a Secretaria Municipal de Educação a rever a situação do calendário escolar, e assim tentar resolver o problema.

2.1 Área de Estudo

A pesquisa foi realizada na Comunidade São Sebastião do rio Jará, com os alunos da Escola Municipal São Sebastião, principalmente os que residem nas cabeceiras e igarapés mais distantes. A comunidade São Sebastião, conforme a figura 01 está situada a sudoeste da sede do município de Parintins, estando a margem esquerda do rio Jará, sendo este afluente pertencente à rede hídroráfica da bacia do rio Uaicurapá. A comunidade está localizada em uma área de terra firme na zona rural do município de Parintins-AM e possui aproximadamente 22 famílias.

Figura 01: Localização da comunidade São Sebastião. Fonte: INDE, 2015. Organizador: MARQUES, 2015.

A Escola Municipal São Sebastião, segundo os moradores, foi construída com recursos e esforço dos próprios comunitários e atende do Ensino Infantil ao Médio, sendo sua estrutura física em madeira. Esta possui três salas de aula, sendo que uma pertence ao Ensino Mediado por Tecnologia e um anexo onde se trabalha com as turmas de 6° e 7° ano no turno matutino e 8° e 9° ano no turno vespertino.

O acesso à comunidade ocorre por via fluvial em que são utilizadas embarcações de pequeno e médio porte, onde o motor de poupa "rabeta" é um dos meios de transporte mais utilizado pelos moradores.

3. Resultados e Discussões

3.1 O rio e o cotidiano das escolas ribeirinhas

Leandro Tocantins (2000), em "O rio comanda a vida" destaca que esse recurso natural imprime as sociedades rumos e tendências, criando tipos característicos na vida regional. É esse um dos pontos importantes desse estudo, onde o rio em determinado período é o elemento primordial na vida dos moradores.

Nesse contexto, o dia-a-dia das escolas ribeirinhas é também alterado, sobretudo quando estas passam por vazantes extremas, dificultando assim a vida de alunos e professores, uma vez que os rios na Amazônia são também úteis como meio de locomoção. Todavia, o pulso de inundação (JUNK et. al, 1989) em muitos rios e localidades da região compromete o acesso dos discentes às escolas ribeirinhas.

O problema da vazante atinge principalmente a escola, pois exige dos educandos que moram em locais mais distantes em fazer o trajeto até a comunidade a pé. Nesse período, corre-se muitos riscos, como expressa a aluna:

> *"Eu venho por terra pra escola agora, às vezes os alunos como eu que mora em cabeceira, nós temos que vim andando enfrentando o sol quente ou enfrentando risco de aparecer algum animal perigoso como onça, cobra ou outros animais. Nós atravessamos por cima de paus e atravessamos igarapés e vindo por dentro da mata e quando a gente volta já é de noite e já é mais perigoso". (S. F. S. Comunidade São Sebastião – Jará, em Nov. 2015).*

Não se pode ignorar as dificuldades enfrentadas pelos educandos do campo, devido a vazante do rio, pois estas acabam afetando a vida dos mesmos no âmbito escolar, além de baixa frequência, terão também baixo rendimento.

Glória (2012) em seu estudo realizado na bacia do rio Tarumã mirim, verificou que na época da vazante, as escolas dessa bacia ficam isoladas; os trajetos por sua vez são percorridos em longas caminhadas, pois o transporte escolar já não consegue navegar, onde na maioria das vezes os cursos d' água são interrompidos por obstáculos encontrados no leito do rio.

A planície amazônica contém duas ordens de paisagens inteiramente diferentes: as várzeas e as terras firmes. Essa atual planície de inundação, forma extensas áreas baixas ao longo da calha do rio Solimões/Amazonas, perfazendo uma área estimada em 64.400 km², o correspondente a 1,5 % da Amazônia em território brasileiro (CARVALHO, 2006). Por outro lado, são as chamadas terras firmes, terrenos mais elevados e que estão além do nível das enchentes, que predominam na Amazônia brasileira. (STERNBERG, 1998).

No entanto, as diferenças na paisagem ribeirinha que pretendemos ressaltar aqui não são a das terras firmes e várzeas, mas sim aquela promovida pela subida e descida das águas

em determinado período do ano. É essa variação do nível das águas nesses ambientes, sobretudo a que ocorre durante a vazante que se impõem à nossa atenção como componente primordial da paisagem física na comunidade.

Durante a enchente, período que tem seu início por volta de novembro e vai até junho, a vida em comunidade é mais tranquila, a produção agrícola tem seu escoamento dinamizado pelo grande volume de água do rio, o acesso ao rio para a realização de atividades domésticas e de lazer é bem mais facilitado e o transporte escolar fluvial não tem problemas em sua navegação. Um dos poucos problemas verificados no período da subida das águas é a pouca oferta do pescado, como relata em entrevista um educando:

> *"Quando vem a enchente nós tem que fazer criação de animal que serve pra nossa alimentação, porque com a enchente fica mais difícil de peixes e caças de animais como porco queixada, tatu, veado e outros animais também, mas fica mais difícil pra gente mesmo é o peixe. Já na seca do rio não, a gente encontra no rio tudo o quanto é tipo de peixe, dá pra guardar um bocado" (D. V. S. Comunidade São Sebastião – Jará, em Nov. 2015).*

Por outro lado, o período de vazante do rio que se estende entre os meses de julho a outubro, é considerado pelos moradores como a estação que mais apresenta dificuldades em seu cotidiano, pois no decorrer desses meses a locomoção via fluvial é dificultado pela decida das águas, restando para a maioria dos moradores a locomoção terrestre por distâncias quilométricas. Nessa estação, ao contrário da enchente, é o período onde a oferta do pescado é dinamizada pela enorme variedade de espécies que são capturadas. Entre as quais se destacam o tucunaré, os acarás, a branquinha, o pacu e a saúna.

Marques (2017) aponta que desde o início do século, a variação de enchentes e vazantes com níveis extremos em Parintins têm sido constantes e com intervalo de poucos anos entre um evento e outro. Durante os últimos 15 anos, as maiores enchentes ocorreram nos anos de 2009, 2012 e 2014, todas ficando com nível acima dos 9m, enquanto que as vazantes mais intensas atingiram valores negativos e ocorreram em 2005, 2012 e 2015 (figura 02).

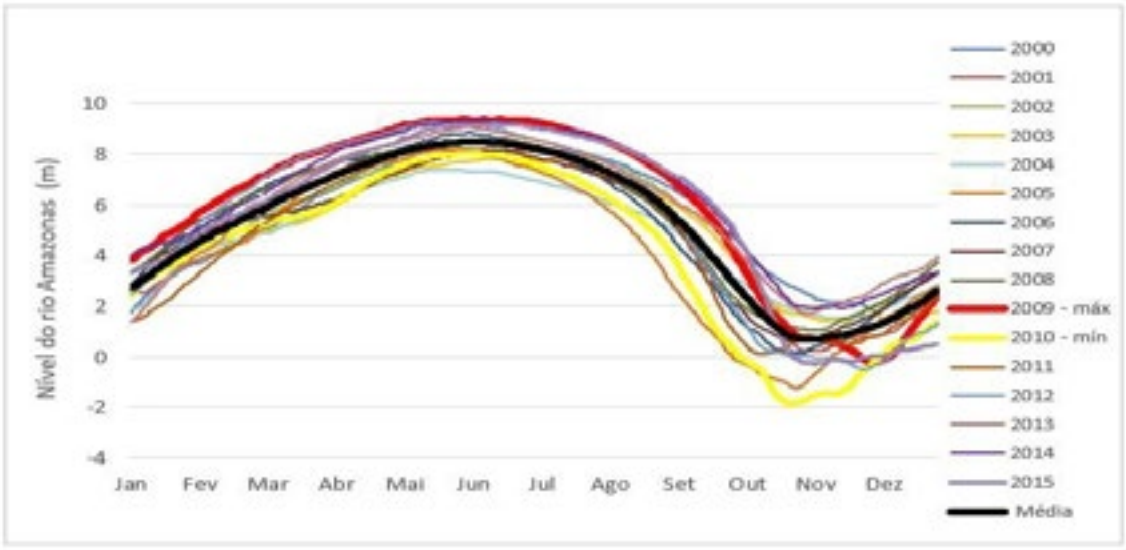


Figura 02: Comportamento anual do rio Amazonas em Parintins entre 2000 e 2015. Fonte: Agência Nacional de Águas. Organizador: MARQUES, 2017.

É durante a vazante, sobretudo a do ano de 2015 que por ter atingido em Parintins a cota do rio muito baixa, associada à mudança do calendário escolar, é que os alunos da Escola Municipal São Sebastião sentiram como o ambiente hidrológico desarticulou o seu ir e vir ao ambiente escolar de forma a dificultar o processo de ensino aprendizagem.

3.2. O olhar dos educandos sobre os problemas referentes à descida das águas em seu cotidiano escolar

Esta sessão aborda a percepção dos alunos da Escola Municipal São Sebastião quanto à problemática da vazante e como esta tem dificultado a sua vida enquanto estudante, principalmente no que se refere ao deslocamento até a escola.

Sobre o posicionamento dos alunos em relação aos principais problemas que afetam os estudos com a vazante do rio Jará, 100% dos entrevistados relataram sentir dificuldade em comparecer todos os dias no âmbito escolar devido à distância e que existe a preocupação em relação aos conteúdos desenvolvidos em sala de aula, como se pode observar no relato do educando:

> *"O problema maior é o meu deslocamento para a escola e quando não dá pra ir, a professora passa atividade a distancia e isso pra mim não é bom, por causa de que*

> *quando tô com dúvidas sobre o assunto, pra quem que vou perguntar? Esse é o problema em não estar todos os dias presentes em sala de aula. Então por isso a gente perde todos os conteúdos que a professora passa para os alunos em sala" (B. A. S. Comunidade São Sebastião – Jará, em Nov. 2015).*

Os reflexos dessas dificuldades impostas foram observados diariamente nas salas de aula, pois com a paralização do transporte escolar via fluvial, muitos alunos se ausentaram e das aulas, comprometendo assim, o ensino aprendizagem. Alunos que moram nos igarapés mais distantes também descreveram as dificuldades enfrentadas durantes o período da vazante, tendo que acordar mais cedo para ter que vencer a distância até a escola:

> "A*s dificuldades são quando nós vamos andando, temos que tomar cuidado na hora de travessar o canal, se não, podemos cair na lama, e é até um pouco arriscado porque podemos ser picado por uma cobra. Nós sai das nossas casas, atravessamos os canais que tem nas cabeceiras, e temos que sair bem cedinho de nossas casas por causa que é muito longe" (F. A. M. Comunidade São Sebastião – Jará, em Nov. 2015).*

Por meio da observação participante e de relatos dos moradores e dos próprios alunos da escola, percebe-se que a vida durante a vazante se torna bem difícil e se levarmos em conta os dados dos últimos anos da variação do nível do rio Amazonas, é notável que existe uma tendência à ocorrência de vazantes cada vez mais intensas nos próximos anos.

Diante desses desafios, os professores reuniram-se coma Coordenadora da escola e com a SEMED e chegaram a conclusão de que seria mais viável planejar as aulas com tempos reduzidos, favorecendo assim a volta mais cedo desses alunos para suas casas, principalmente os que estudam no turno vespertino, pois sem a redução, esses alunos chegariam noite em suas casas. A escola planejou essa redução para que não houvesse resultados negativos nos conteúdos trabalhados e desenvolvidos em sala de aula.

Como se pôde observar nas palavras desses alunos, as dificuldades são inúmeras e preocupantes, pois são crianças e adolescentes na faixa etária de 4 e 15 anos de idade que enfrentam esses riscos existentes no trajeto percorrido, como mostra a figura 04 e 05.

Figura 04: Trajeto feito por cima do igarapé.

Figura 05: Trajeto feito em uma área encharcada.

Nos relatos dos educandos é possível notar que uma das preocupações mais citadas é o perigo de encontrar animais peçonhentos, como a surucucu, cobra com capacidade altamente venenosa. Além das cobras, a onça também é citada, uma vez que muitos alunos para evitar a passagem por locais lamacentos, junto às margens do rio, se embrenham pelas matas, não existem estradas.

A partir do mês de outubro, onde se tem o pico da vazante, a ausência dos alunos é cada vez mais perceptível, fazendo com que o professor crie estratégias para não prejudicar ainda mais seus alunos. Uma das formas encontradas é o planejamento de suas aulas com base em atividades à distância para que os alunos não percam o ano letivo.

Porém, se estas atividades beneficiam os educandos, lhe conferindo presença e conceito em suas notas nas disciplinas, por outro, o educando perde um dos principais meios de aprendizagem, que é processo de interação e de mediação na relação educador/educando, pois perdendo explicações e o contato com os demais colegas, dificulta o aprendizado socialmente construído em sala de aula.

Pensando na importância dessa relação, Freire (1987, p.33) chama a atenção para o fato de que a relação professor/aluno é de extrema importância no processo de ensino aprendizagem, assim:

> Quanto mais analisamos as relações educador-educandos, na escola, em qualquer de seus níveis, (ou fora), parece que mais nós podemos convencer de que estas relações apresentam um caráter especial e marcante - o de serem relações fundamentalmente narradoras, dissertadoras (FREIRE, 1987, p 33).

A ocorrência de metodologias com base em atividades a distância faz com que essa relação seja aos poucos perdida, fazendo com que o educando perca o contato com o educador e vive e versa, rompendo assim com a construção do conhecimento realizado entre ambas as partes. No entanto, devido às circunstâncias naturais, essa parece ser uma das poucas formas que o educador do campo encontrou para tentar minimizar essa situação.

3.4. O olhar dos pais sobre a mudança do calendário escolar

A mudança do calendário das escolas ribeirinhas de terra firme, ou seja, aquelas cuja denominação indica o "isolamento pela seca" não resultou em efeitos positivos no cotidiano tanto de professores quanto de alunos, pois foi uma decisão vertical e sem a devida consulta aos moradores dessas comunidades.

Quando indagado aos pais desses alunos o que mudaria e quais as dificuldades que seus filhos passariam a enfrentar, a maioria das respostas foram muito parecidas e demonstravam certa preocupação com o rendimento e educação dessas crianças.

> *"Isso foi uma decisão que realmente nós pais não sabíamos que ia acontecer essa mudança, e foi péssima. Porque no calendário anterior do ano passado 2014, ajudava muito as crianças e nós pais de alunos. Com essa mudança ficou muito difícil, as crianças faltam aula devido à distância, devido também a criança ter que sair muito cedo de casa, muitas não acordam aquele horário de quatro e meia da madrugada e quando acordam, tem que tomar banho no igarapé frio, então essa mudança complicou muito a situação" (D. V. Comunidade São Sebastião – Jará, Nov. 2015).*

Outra moradora ressalta que tal mudança não prejudicou somente os alunos, mas também os professores:

> *"Pra mim como mãe foi uma falta de respeito da parte deles, por causa que foi tão bom quando mudaram o calendário que ia até certa data que não prejudicava muito os alunos e tantos os professores pra vim dar aula aqui na nossa comunidade, que a dificuldade é grande de virem de Parintins, pra enfrentar lama que não tem agua só é lama, e eu achei muito ruim assim, foi uma falta muito de respeito com a gente do interior, só porque a gente é do interior a gente num tem uma coisa, uma importância de ser consultado pra saber o que a gente pensa ou não, eu achei assim muita falta de respeito mesmo" (N. G. A. Comunidade São Sebastião – Jará, Nov. 2015).*

Todas essas situações permitem entender que a educação do campo ainda é tratada de forma isolada, sem a participação dos pais, gestores, professores e alunos e que muitas propostas para a sua melhoria, principalmente a elaboração de um currículo específico, ainda pairam no discurso que permeia as incertezas dessas escolas.

4. Considerações finais

A escola atua como uma peça chave na formação dos educandos, os tornando críticos, pensantes e atuantes diante de uma sociedade que às vezes chega a ser desumana com o individuo sem escolaridade. Por isso se faz necessário o contato direto entre educador e educando, principalmente nas escolas do campo, para que haja essa construção de conhecimentos entre ambos e que assegure uma cidadania digna para esses sujeitos.

Silva Junior e Borges Netto (2011) relatam que as dificuldades da educação no Brasil são inúmeras, no entanto, a do campo, a situação é mais difícil, diminuída aos alcances geográficos e culturais da cidade, não reconhecendo o campo como um espaço social e de constituição de identidade de sujeitos. A escola do campo não deve ser apenas uma imitação da escola da cidade, mas sim, uma escola que esteja atenta aos seus sujeitos específicos.

Destaca-se aqui, que ao realizar esse artigo, tiveram-se dificuldades em encontrar literatura referente aos problemas escolares e a vazante dos rios. Porém, a convivência in loco e as bibliografias lidas foram fundamentais para o seu desenvolvimento.

Diante da realidade observada, constatou-se que precisa haver uma reformulação participativa e em acordo com a legislação vigente no que se refere ao calendário escolar, levando em conta o tipo de ambiente em que a escola está inserida. Há uma necessidade por parte da SEMED em reformular o calendário das escolas de acordo com suas especificidades. O campo é um espaço único, singular, rico em sua diversidade cultural, em seus saberes e costumes, por isso merece uma atenção voltada as suas particularidades, por isso faz-se necessário conhecer a realidade social e natural desse ambiente geográfico.

Referências

BRASIL, Congresso Nacional. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996.

CARVALHO, J. A. L. **Terras caídas e consequências sociais: Costa do Miacauera, Paraná da Trindade, município de Itacoatiara-AM**. 2006. 142p. Dissertação (Mestrado no Programa de Pós-Graduação Sociedade e Cultura na Amazônia)- Instituto de Ciências Humanas e Letras, Universidade Federal do Amazonas, Manaus. 2006.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**, 17ª. ed. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1987.

GLÓRIA, S. A. **Estudos hidrológicos como subsídio para a melhoria do acesso dos alunos do ensino fundamental às escolas ribeirinhas na bacia do Tarumã-mirim**, Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal do Amazonas. - Manaus, AM, 2012.

JUNK, W. J.; SOARES, BAYLER, J. P.; SPARKS, R. E. **The flood pulce in river-floodplain systems.** in D.P Dodge ed. Procedings of the Internatinal Large River Symposium. Can. Publ. Fish. Aquat. Sci 1989.

MARQUES, R. O. **Erosão nas margens do rio Amazonas**: o fenômeno das terras caídas e as implicações para a cidade de Parintins-AM. . 175 p. (Dissertação. Mestrado, Universidade Federal do Amazonas, Instituto de Ciências Humanas e Sociais). Manaus - AM, 2017.

MOREIRA, D. A. **O método fenomenológico na pesquisa.** São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

PORTELLI, A. **História oral e poder**. Mnemosine Vol. 6, n° 2. p. 2-13 (2010) artigos.

SILVA JUNIOR, A. F; BORGES NETTO, M. Por uma educação do campo: percursos históricos e possibilidades. **Revista Eletrônica de Culturas e Educação**, 2011.

STERNBERG, H.O'R. **A água e o homem na várzea do Careiro**. 2 Ed. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1998. 330p.

TOCANTINS, L. **O rio comanda a vida:** uma interpretação da Amazônia. 9ª Ed. – Manaus: Editora Valer/Edições Governo do Estado, 2000.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

PLANEJAMENTO AMBIENTAL E GESTÃO DAS ÁGUAS: INVENTÁRIO AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BUQUIRA – MONTEIRO LOBATO (SP)

Kátia Fernanda Pereira Marques[(1)]

[(1)] FFLCH/USP, Universidade de São Paulo, kfpereira@usp.br

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

Este trabalho apresenta o Inventário Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Buquira (Monteiro Lobato – SP), localizado no Vale do Paraíba - UGRHI 02 (Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos Paraíba do Sul), como alicerce ao Planejamento Ambiental e Gestão das águas. O objetivo é compreender os processos naturais e sociais presentes na bacia, através da investigação do meio. Utilizamos a análise sistêmica como concepção teórica e as metodologias de LEAL (1995) e Rodriguez et al (2004). Desta forma, temos como resultado a confecção de cartas de geologia, geomorfologia, solos, hipsometria, declividade e de uso e ocupação da terra, que proporcionarão sugestões mitigadoras no sentido da recuperação, conservação e preservação do meio ambiente, em especial dos recursos hídricos. Utilizamos o software ArcGis 10.4 e imagens do satélite Landsat/2015, complementares aos trabalhos de campo e ao levantamento de informações da bacia hidrográfica.

Palavras chave: Planejamento Ambiental, Bacia Hidrográfica, Gestão das águas, Rio Buquira

1. Introdução

O planejamento ambiental é um instrumento basilar para a proteção das águas e para orientar e subsidiar sua gestão, pois, a partir de políticas públicas, o gerenciamento dos recursos hídricos pode se tornar uma ferramenta de resolução de problemas ambientais e proporcionar garantia de sustentabilidade ambiental. A bacia hidrográfica foi estabelecida como unidade físico-territorial para o planejamento e gestão dos recursos hídricos, através das Leis Estadual Paulista 7.663/91 e Federal 9.433/97, onde a gestão de recursos hídricos

permite não apenas proteger os interesses comuns, mas propor soluções dos conflitos de uso. Por isso, este trabalho condiz com a primeira fase para a elaboração do planejamento ambiental – o *Inventário* – que é a investigação para subsidiar o diagnóstico da bacia. Inicia-se com o levantamento de dados sobre a bacia e a elaboração de cartas de geologia, geomorfologia, solos, declividade, hipsometria e uso e ocupação do solo. Posteriormente, estes dados serão importantes para subsidiar a realização do diagnóstico ambiental, para análise do estado ambiental da bacia.

A escolha desta bacia se deve à existência da grande quantidade de nascentes, o que destacou a área como importante para a sua conservação e para o aprofundamento dos cuidados com a preservação das áreas de vegetação ciliar, uma vez que estas tem papel fundamental na manutenção dos corpos hídricos, bem como asseguram proteção da fauna e flora local. A água, na bacia hidrográfica do Rio Buquira, é uma das principais atrações no destino de roteiros de ecoturismo e fonte de irrigação para plantações.

2. Materiais e Métodos

Para alcançar os objetivos propostos nesta pesquisa fizemos a revisão bibliográfica de temas norteadores como Gestão dos recursos hídricos, Análise da paisagem, técnicas de Geoprocessamento, processos de produção do espaço urbano, entre outros.

Este trabalho foi elaborado a partir das concepções metodológicas de Leal (1995), Rodrigues (2004), sobre o estudo do meio físico e as intervenções antrópicas, notadamente próximo a cursos d'água. Utilizamos o software ArcGis 10.4 para confecção das cartas temáticas na escala de 1:50000.

3. Resultados e Discussões

A bacia hidrográfica do Rio Buquira (fig. 1) possui uma área de 406 Km^2 e abrange os municípios de São José dos Campos e Monteiro Lobato, ambos localizados na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos - UGRHI 02.

O Rio Buquira nasce na Serra da Mantiqueira, desaguando na região Norte de São José dos Campos, no bairro Vila Cândida. Seus principais tributários são: rio Buquirinha, Ribeirão de Santa Maria, Rio Descoberto, Ribeirão do Miranda, Ribeirão dos Souzas e Rio Manso.

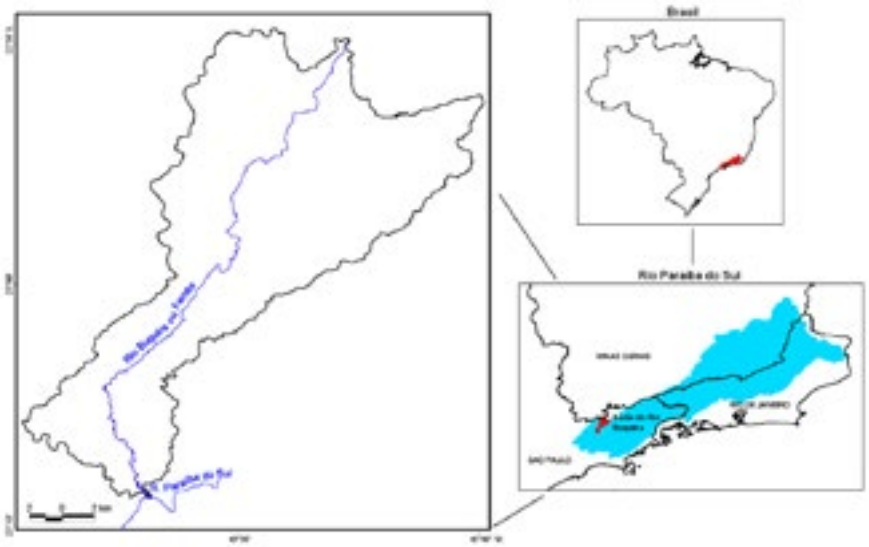


Figura 1: Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Buquira – Monteiro Lobato (SP). Fonte: PEREIRA, K.F.

Hipsometria (fig. 2): Para a caracterização dos atributos físicos da bacia, a carta de hipsometria foi representativa para ilustrar a altimetria do terreno. Estas variam entre 560 metros à 1680 metros. Nas porções mais altas, as vertentes são muito inclinadas, como forte rugosidade topográfica. Nas altimetrias médias, as vertentes são ravinadas e os vales são

entalhados e nas áreas mais baixas, as vertentes são ravinadas e os vales podem ser abertos ou fechados. Predominantemente, a bacia possui altimetrias médias, entre 684 e 933 metros.

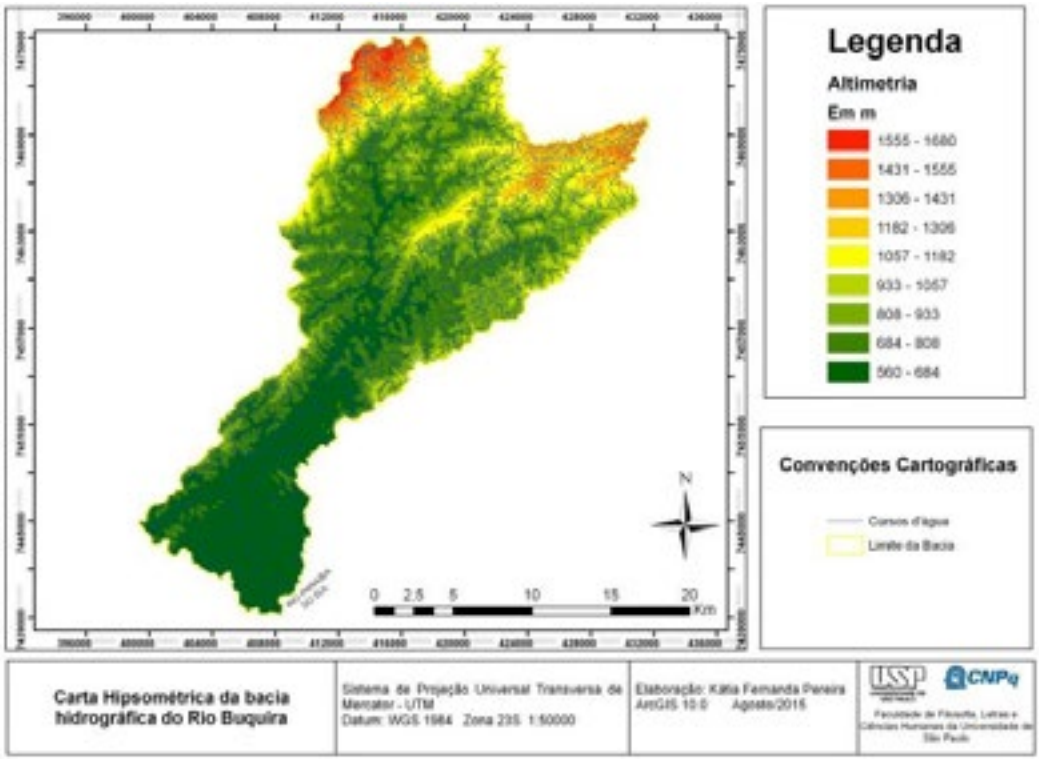


Figura 2: Carta Hipsométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Buquira – Monteiro Lobato (SP)

Declividade (fig. 3)*:* A carta clinográfica, apresentou as declividades do terreno, nos pressupostos da EMBRAPA (2004). O grau de declive do terreno exerce influência direta sobre a quantidade de perda de solo por erosão, pois, quanto maior seu gradiente, maior a intensidade de escoamento das águas sob o efeito da gravidade, sendo, menor o seu tempo disponível para a infiltração no solo (Oliveira et al., 2007).

Portanto, a bacia possui, predominantemente, declividades forte-onduladas. São terras pobres em nutrientes e que apresentam limitações muito fortes quanto à disponibilidade de água para promover o bom desenvolvimento das plantas. Possuem alta susceptibilidade à

erosão, terras impróprias para mecanização em qualquer época do ano e com restrições climáticas.

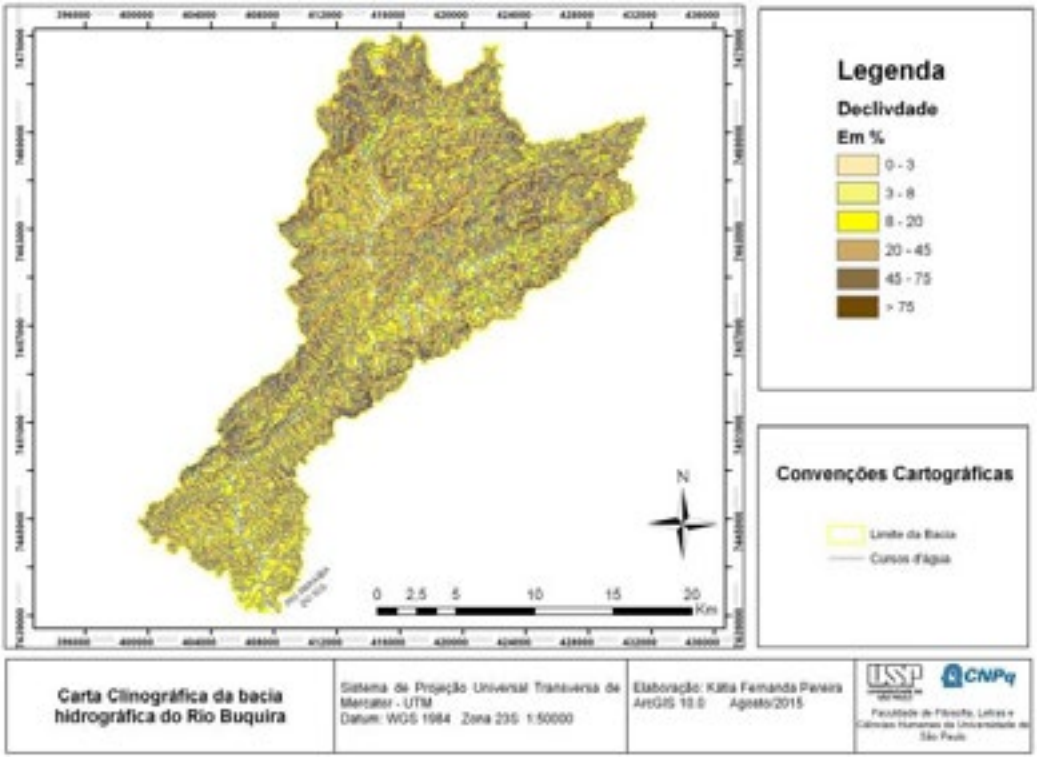


Figura 3: Carta Clinográfica da Bacia Hidrográfica do Rio Buquira – Monteiro Lobato (SP)

Geologia (fig. 4)*:* A geologia da área da bacia do Rio Buquira está relacionada à evolução do Vale do rio Paraíba do Sul, através de dois ciclos tectônicos: Ciclo Brasiliano e reativação Waldeniana (ROSS, 1990), posteriormente segmentando quatro períodos geológicos na Bacia: Neógeno (Q2a), Cretáceo (k2Hpo), Ediacariano (NPegb, NPepg, NPexn, NP3eyllsl, NP3eylstr, NP3eyls, NP3syllsp) e Criogeniano (NP2syllsp, NPvm). O paragnaisse (NPepg) é a forma litológica mais recorrente na bacia.

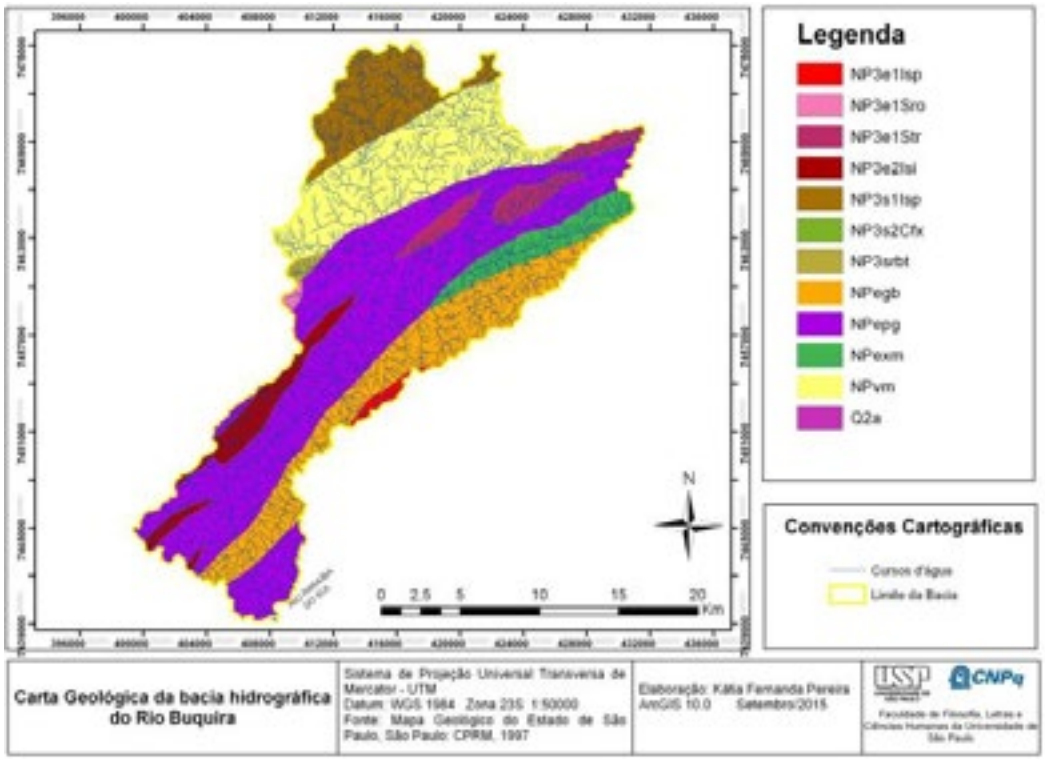


Figura 4: Carta Geológica da Bacia Hidrográfica do Rio Buquira – Monteiro Lobato (SP)

Pedologia (fig. 5)*:* A carta de pedologia apresenta o tipo de solos da região da Bacia, onde as classes dividem-se, segundo Oliveira (1999), em cambissolos, latossolos, gleissolos e podzólicos (argissolos).

A maior extensão se dá na presença dos latossolos vermelho-amarelos. Geralmente são bastante porosos com alta fragilidade, favorecendo a agricultura e o uso de maquinário, exceto nas áreas de altas declividades.

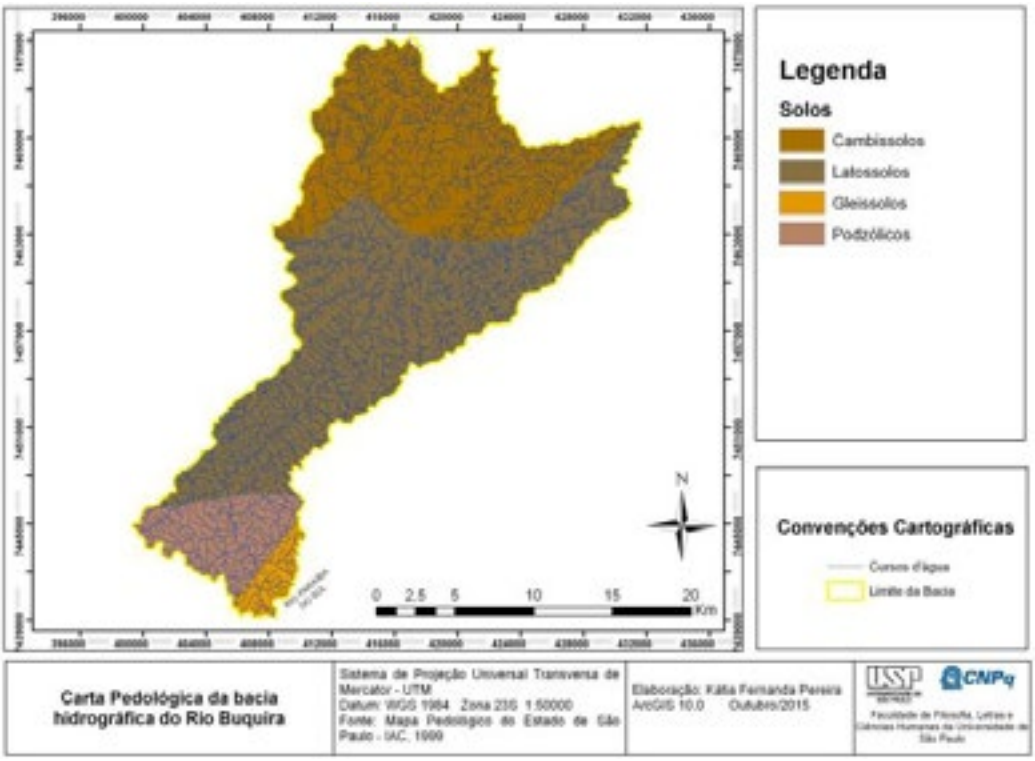


Figura 5: Carta Pedológica da Bacia Hidrográfica do Rio Buquira – Monteiro Lobato (SP)

Geomorfologia (fig. 6)*:* Na ausência de uma carta de Geomorfologia em escala apropriada à utilizada nesta pesquisa, propusemos o mapeamento dos compartimentos geomorfológicos através da matriz dos índices de dissecação relevo (ROSS et al, 1997) e da distribuição da morfoestrutura do Cinturão Orogênico do Atlântico, subdividido em Planalto e Serra da Mantiqueira, Planalto Paulista e Planalto do Médio Vale do Paraíba.

Os modelados dominantes localizados são as escarpas e morros altos, morros altos e médios e morros baixos.

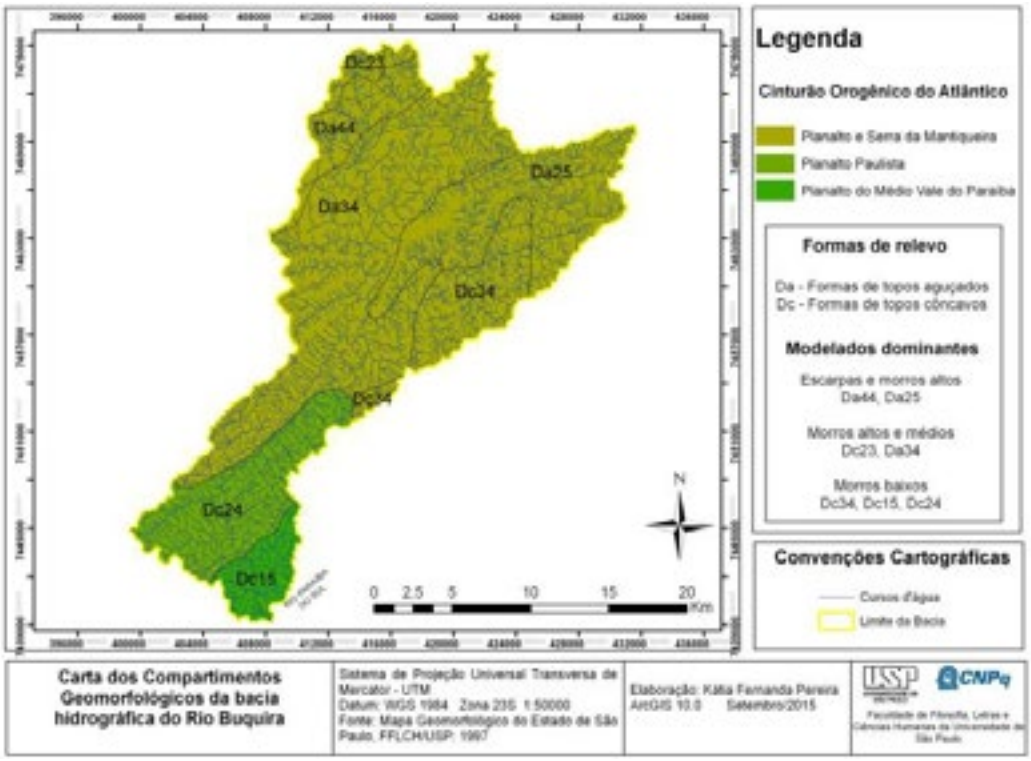


Figura 6: Carta dos Compartimentos Geomorfológicos da Bacia Hidrográfica do Rio Buquira – Monteiro Lobato (SP)

Uso e ocupação da terra (fig. 7)*:* O resultado desta classificação mostrou que a área tem a predominância de culturas/pastagens e expressiva composição de vegetação (florestas primárias e vegetação secundária)

A expansão urbana também é pauta para discutirmos futuramente. De acordo com as comparações de fotos aéreas de 1962 e imagem do Google Earth de 2015, a área construída na cidade de Monteiro Lobato aumentou de forma significante, bem como os adensamentos próximos aos cursos d'água.

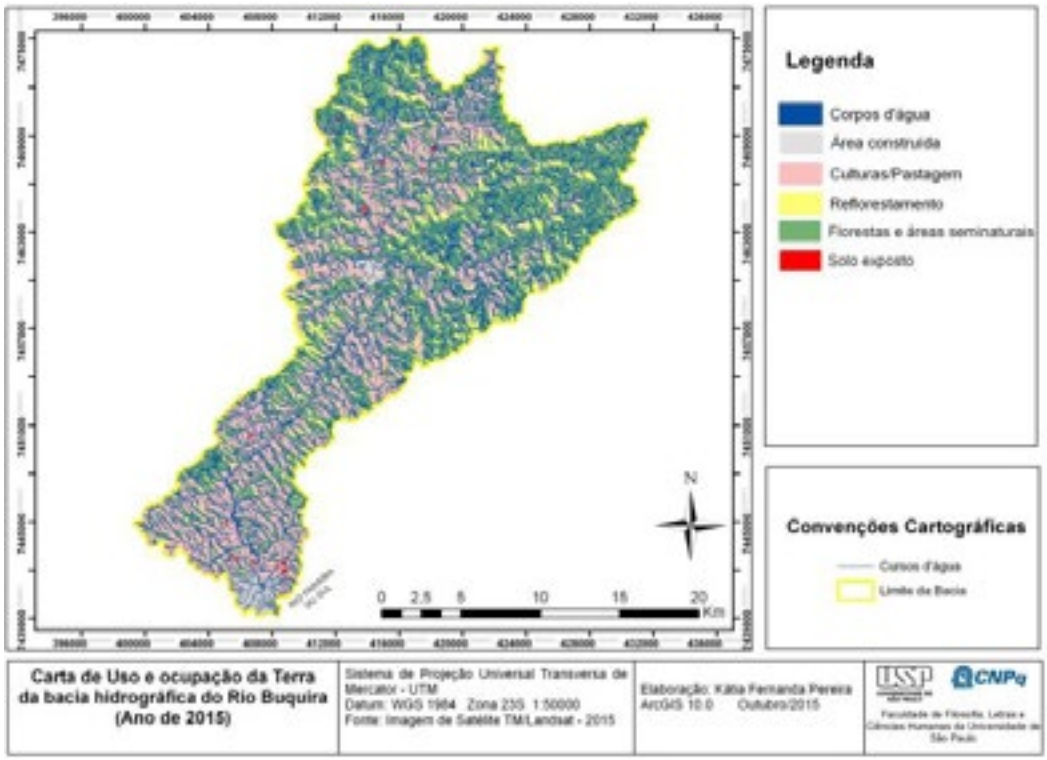


Figura 7: Carta de Uso e Ocupação da Bacia Hidrográfica do Rio Buquira – Monteiro Lobato (SP)

Clima: Considerando a tipologia climática de Monteiro (1976) no contexto do Estado de São Paulo, utilizamos a concepção de que a o Estado divide-se em duas zonas: intertropical e subtropical.

Para a área da bacia, observamos que esta se insere na zona climática controlada por massas equatoriais e tropicais. Segundo adaptação do mapa de Monteiro (1976) para o Estado, constatamos que ao Norte da bacia ocorrem as feições climáticas sob influência da Serra da Mantiqueira. O restante da bacia é influenciada pelo complexo do vale do Paraíba.

Observando a classificação de Koppen para o Vale do Paraíba, incluímos a área da bacia como clima CWB (Mesotérmico com verões brandos e estação chuvosa no ano.

4. Considerações Finais

Há uma ampla relação entre os componentes físicos do sistema e os recursos hídricos. Segundo Mota (1995), há uma grande relação entre vegetação e a água, pois a mata ciliar em torno dos cursos d'água atenua a pressão da precipitação, controlando a erosão e assoreamento do canal, equilibra o escoamento superficial e permite maior infiltração da água, também propiciando e melhoria da qualidade da água.

Outro exemplo, de acordo com (CUNHA E GUERRA, 2000) no que tange o uso e ocupação da terra, é o manejo inadequado, a supressão da vegetação, a intensa mecanização em áreas rurais e urbanas, a monocultura e a impermeabilização do solo como os grandes desestabilizadores do sistema.

Desta forma, o objetivo principal deste trabalho visou aprofundar o conhecimento da bacia a partir da realização do inventário ambiental e contribuir com estudos que subsidiem o planejamento ambiental e a gestão das águas na bacia hidrográfica do Rio Buquira.

5. Referências Bibliográficas

CUNHA, S.B. da; GUERRA, A. J. Teixeira. **Avaliação e Perícia Ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000.

LEAL, A.C. **Meio ambiente e urbanização na microbacia do Areia Branca** - ~Campinas - São Paulo. Dissertação de Mestrado em Geociências e Meio Ambiente. IGC - Unesp. Rio Claro: 1995.

MATEO RODRIGUEZ, J. M. ; SILVA, E. V. da ; CAVALCANTI, A. P. B. **Geoecologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. Fortaleza : Editora UFC, 2004.

MONTEIRO, C. A. de F. **Teoria e Clima Urbano**. São Paulo: Universidade de São Paulo/ Instituto de Geografia, 1976. 181 p.(Série Teses e Monografias n° 25).

MOTA, S. **Preservação e Conservação de Recursos Hídricos**. 2.ed. Rio de Janeiro; ABES, 1995.

OLIVEIRA, J.B. et al, **Mapa pedológico do Estado de São Paulo**. Instituto Agronômico: Campinas: 1999.

ROSS, J.L.S.; MOROZ, I.C. **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo**: 1997;. Arquivos em shapefile.

TUNDISI, J.G. **Água no século XXI**: enfrentando a escassez. São Carlos: RIMA, IIE, 2003.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

PRESSÕES AMBIENTAIS E ALTERAÇÕES DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA BACIA DO ALTO RIO DAS VELHAS, REGIÃO DE BELO HORIZONTE - MG

Rodrigo Silva Lemos [(a)], Guilherme Eduardo Macedo Cota [(b)], Jeam Alcântara [(c)], Antônio Pereira Magalhães Júnior [(d)]

[(a)] Doutor em Geografia e Análise Ambiental pela Universidade Federal de Minas Gerais – rslemosbh@gmail.com
[(b)] Mestrando em Geografia e Análise Ambiental pela Universidade Federal de Minas Gerais – guilhermebhmg@hotmail.com
[(c)] Geógrafo, Analista Ambiental do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas – marcel.jeam@hotmail.com
[(d)] Professor do Departamento de Geografia da Universidade Federal de Minas Gerais – antonio.magalhaes.ufmg@gmail.com

Rodrigo Silva Lemos , Guilherme Eduardo Macedo Cota , Jeam Alcântara , Antônio Pereira Magalhães Júnior

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

O uso e a ocupação do solo estão dentre os fatores mais eficientes para sinalizar as pressões ambientais e as dinâmicas territoriais em bacias hidrográficas, principalmente quanto ao diagnóstico dos possíveis impactos na qualidade das águas a partir de diferentes tipos de uso. No caso de bacias hidrográficas consideradas mananciais importantes, como é o caso do Alto Rio das Velhas, o entendimento dos padrões de uso e ocupação e seu comportamento de alteração temporal é considerado fundamental para o desenvolvimento de ações de planejamento e de gestão que otimizem os diferentes usos de recursos hídricos. O artigo realiza a análise de uso e ocupação do solo em região à montante da captação de Bela Fama, que é responsável pelo abastecimento de um percentual significativo da população da Região Metropolitana de Belo Horizonte, discutindo os possíveis impactos e danos ambientais que possam comprometer a integridade ambiental desse importante manancial metropolitano.

Palavras chave: Gestão de recursos hídricos; planejamento ambiental; impactos ambientais; Rio das Velhas.

1. Introdução

A bacia do Alto Rio das Velhas possui relevância histórica, social e econômica para a formação e ocupação do território de Minas Gerais, sendo sujeita a intensa atividade humana que remonta ao século XVII. Sua ocupação está intimamente ligada às riquezas naturais de uma das principais províncias minerais do Brasil, o Quadrilátero Ferrífero, marcado por significativas jazidas de ferro, ouro e manganês. Sua ocupação iniciou a partir do declínio do ciclo da cana de açúcar no nordeste brasileiro e com a ascensão do ciclo do ouro de aluvião e das gemas preciosas (em especial o diamante), tornando Minas Gerais um polo de atração de imigrantes no Brasil (BOTELHO, 2000). A ocupação, contudo, não ficou restrita à atividade minerária extrativista, estando associada à pecuária com currais e fazendas de criação.

A forma como o ouro era extraído no período colonial, fundamentada na mineração de aluvião, acarretou significativos impactos ambientais e, particularmente, aos recursos hídricos, considerando que a água era fundamental no processo de extração do ouro na região (SAINT-HILAIRE, 1975). Apesar de no final do século XVIII a extração do ouro ter entrado em decadência e sua importância em escala nacional e internacional ter diminuído, regionalmente sua extração ainda era significativa.

Com a inauguração de Belo Horizonte no final do século XIX e sua ascensão como metrópole ao longo dos séculos subsequentes, se configura uma nova forma de ocupação do Alto Rio das Velhas, desta vez majoritariamente urbana. A urbanização gerou novos usos da água do Rio das Velhas e seus afluentes, que passam a abastecer grande parte da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH). Contudo, conforme aponta Magalhães Júnior *et. al.* (2016), a derivação de parte da hidrografia do Alto Rio das Velhas como manancial de abastecimento foi, por vezes, comprometida pelos usos historicamente constituídos na região, sejam eles advindos da mineração ou de outros usos urbanos e/ou agrícolas à montante da capital.

Considerando a importância do Alto Rio das Velhas para o abastecimento de água metropolitano e seu contexto enquanto curso d'água de importância regional, tendo em vista as diversas atividades socioeconômicas desenvolvidas, o presente artigo visa discutir e analisar o processo de uso e ocupação do uso do solo em duas Unidades Territoriais Estratégicas (UTE) do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas (CBH Velhas), UTE Águas da Moeda e UTE Rio Itabirito, associando os principais vetores e fatores de pressão ambiental às necessidades e fragilidades ambientais dos principais cursos d'água na região.

Para tanto, são realizados mapeamentos baseados em análises temporais de uso e ocupação do solo nas duas UTEs em questão, investigando a pressão ambiental das diversas atividades humanas a partir do cruzamento de informações sobre o enquadramento de cursos d'água do Alto Rio das Velhas.

2. Contextos de uso, ocupação e pressão ambiental no Alto Rio das Velhas

A bacia do Rio das Velhas possui dois diferentes tipos de regionalização. Uma é a compartimentação em regiões hidrográficas proposta pelo Plano Diretor de Recursos Hídricos do Rio das Velhas - PDRH, realizado pelo Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas (CBH Velhas), atualizado em 2015, e que dividiu o território da bacia em quatro regiões, a saber: alto, médio alto, médio baixo e baixo Rio das Velhas (PDRH Rio das Velhas, 2015). Outro tipo de regionalização é a divisão por unidades territoriais estratégicas (UTE), também definidas pelo CBH Velhas.

Com o objetivo de aperfeiçoar o planejamento e gestão da bacia do Rio das Velhas, de forma a subsidiar planos, programas e projetos para revitalização das condições ecológicas e ambientais da bacia, o CBH Rio das Velhas estabeleceu como metodologia de descentralização o estabelecimento das UTE's. Conforme Deliberação Normativa CBH Rio das Velhas - 01/2012, as UTE's são áreas hidrográficas, bacias grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas, com características naturais, sociais e econômicas similares,

permitindo uma gestão de recursos hídricos que seja mais próxima da realidade dos lugares e dos cursos d'água afluentes do Rio das Velhas.

No Alto Rio das Velhas a discussão associada com a disponibilidade hídrica e conflitos ambientais é muito intensa, principalmente pelo fato de que nessa região encontra-se a captação de Bela Fama, que é de fundamental importância para o abastecimento humano da cidade de Belo Horizonte e de vários outros municípios da RMBH.

Dada a complexidade e as diferentes dinâmicas de uso e ocupação do solo no Alto Rio das Velhas, percebe-se que à montante de Bela Fama, os afluentes da margem esquerda do Rio das Velhas (correspondentes principalmente à UTE Itabirito e UTE Águas da Moeda) e que contemplam o chamado Vetor Sul da RMBH tiveram processos de alteração do uso do solo nos últimos trinta anos muito mais intensos que os afluentes da margem direita (UTE Nascentes e UTE Águas do Gandarela).

A ocupação territorial do vetor sul pode ser entendida em dois momentos complementares. O primeiro é devido ao uso minerário de ferro e intensificação da quantidade de lavras, principalmente com a criação da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) e da Companhia Vale do Rio Doce. Esse processo tem início na década de 1940 e estende-se até os dias de hoje, com diferentes graus de intensidade ao longo do tempo. O segundo momento se intensifica a partir da década de 1980, e principalmente na década de 1990, sendo associado ao transbordamento do tecido urbano de Belo Horizonte e tendo como eixo condutor à implantação da BR-040.

Dessa forma, o estudo irá focar as suas análises na UTE Itabirito e na UTE Águas da Moeda, conforme a Figura 1. A caracterização das UTEs a seguir foi baseada no Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio das Velhas – PDRH, atualizado em 2015 (PDRH Rio das Velhas, 2015).

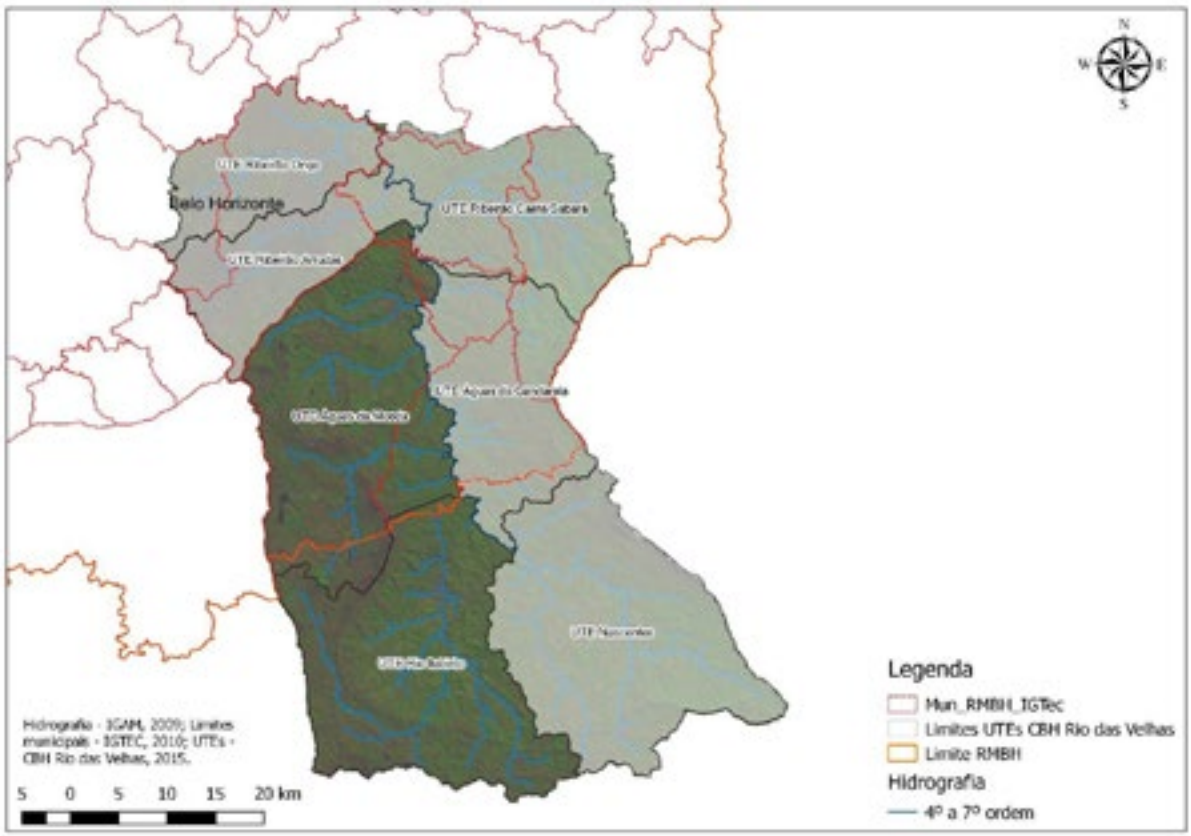


Figura 1 – Localização do Alto Rio das Velhas e das UTE's Itabirito e Águas da Moeda.

Fonte: Elaboração dos autores.

2.1. UTE Rio Itabirito

A UTE Rio Itabirito possui uma área de 541,58 km², abrangendo parte dos municípios de Itabirito, Ouro Preto e Rio Acima. A taxa de crescimento populacional entre 2000 e 2010 foi de 1,7% ao ano, com uma população de aproximadamente 45 mil habitantes, sendo que 93,7% se concentram nas áreas urbanas.

Com relação ao balanço hídrico, considerando a Q_{710} como parâmetro, na UTE Rio Itabirito a situação é considerada crítica em relação à disponibilidade e demanda de água superficial. As maiores demandas de água provêm dos setores de abastecimento urbano, mineração e indústria.

A bacia do rio Itabirito compreende integralmente o território da UTE, sendo considerado um dos principais afluentes do Rio das Velhas em seu alto curso. Outros importantes afluentes são o Ribeirão Mata Porcos e o Ribeirão do Silva, com extensão de 73 km dentro da área delimitada pela UTE (PDRH, 2015). A UTE Rio Itabirito está inserida totalmente no Quadrilátero Ferrífero, sendo que as unidades geológicas mais representativas são o Complexo Bação, o Grupo Piracicaba e o Grupo Nova Lima. Também destaca-se a Formação Cauê, do Grupo Itabira, que concentra grande disponibilidade de minério de ferro.

Os principais agentes de degradação das águas superficiais na UTE Rio Itabirito devem-se, sobretudo, aos lançamentos de esgotos domésticos e à poluição difusa. O PDRH Rio das Velhas (2015) identificou os seguintes processos/atividades como principais causas de impactos na qualidade das águas: atividade minerária – minerais metálicos e extração de pedras preciosas; carga difusa; esgoto doméstico; suscetibilidade à erosão; assoreamento; supressão da vegetação; efluentes industriais; expansão urbana.

2.2. UTE Águas da Moeda

A UTE Águas da Moeda possui uma área de 544,32 km², abrangendo parte dos municípios de Nova Lima, Raposos, Rio Acima, Sabará e Itabirito. A taxa de crescimento populacional no período de 2000 a 2010 foi de 2,2% ao ano, com uma população de aproximadamente de 90 mil habitantes, sendo que 97,3% se concentram nas áreas urbanas.

A UTE compreende um conjunto de sub-bacias que drenam o Sinclinal Moeda, um compartimento geológico/geomorfológico escavado que compõe o Quadrilátero Ferrífero. O Grupo Nova Lima (Supergrupo Rio das Velhas) é a unidade geológica mais expressiva espacialmente, sendo constituído, conforme Noce *et al.* (1992), por rochas metavulcânicas (serpentinitos, esteatitos, xistos, filitos), metassedimentares químicas (chertes ferríferos e carbonáticos, filitos, xistos) e metassedimentares clásticas (xistos, metagrauvacas, quartzitos, metaconglomerados). Destaca-se também a Formação Cauê, do Grupo Itabira (Supergrupo Minas), constituída principalmente por itabiritos, xistos e filitos. Os principais cursos d'água

são: Rio do Peixe, Ribeirão dos Marinhos, Ribeirão Congonhas, Córrego Padre Domingos e Córrego Água Limpa.

Com relação ao balanço hídrico e considerando a Q_{710} como parâmetro, a UTE Águas da Moeda está em situação de alerta em relação à disponibilidade e demanda de água superficial, tendo o segundo maior consumo per capita na bacia do Rio das Velhas (172,00 L/hab.dia). As principais causas de impactos na qualidade das águas superficiais na UTE Águas da Moeda são os lançamentos de esgotos domésticos e a poluição difusa. As principais causas identificadas no PDRH Rio das Velhas (2015) estão associadas aos seguintes processos/atividades: mineração - minerais metálicos e extração de pedras preciosas; carga difusa; esgotos domésticos; suscetibilidade à erosão; assoreamento; densidade viária; efluentes industriais; expansão urbana. Ambas UTE's possuem a indústria como atividade econômica predominante, à medida que, a atividade minerária contribui substancialmente como principal aporte para o PIB dos territórios.

3. Procedimentos Metodológicos

A análise de uso e ocupação do solo foi realizada para os anos de 1987 e 2017, por meio de imagens de satélite LANDSAT 5 e LANDSAT 8, que tiveram correção atmosférica e de reflectância para viabilizar a análise temporal. A classificação foi realizada com auxílio do Plug-in Semi-automatic Classification Plugin, do software Quantum GIS e refinada a partir de índices normalizados de diferença, com destaque para o *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), o *Soil-adjusted Vegetation Index* (SAVI), o *Normalized Difference Built-up Index* (NDBI) e o *Modified Normalized Difference Water Index* (NDWI). O refinamento da classificação com uso dos índices normalizados foi realizado por meio de aritmética dos dados raster, também por meio do software Quantum Gis. Finalmente, foram realizados ajustes manuais para a correção de algumas áreas, como foi o caso da confusão frequente entre áreas urbanas e mineração.

As informações de uso e ocupação do solo foram analisadas considerando os contextos e alterações. Foi realizado um procedimento de monitoria de alteração, utilizando também o *Semiautomatic Classification Plugin* que possibilitou a análise comparativa de como os diferentes usos do solo se sucederam na análise temporal.

Após a classificação e avaliação preliminar dos dados foi realizada a análise das regiões hidrográficas em que foi percebida maior intensidade de alteração de uso do solo. Os processos de alteração foram analisados à luz das perspectivas de planejamento para a bacia, principalmente a partir do Plano Diretor de Recursos Hídricos e do enquadramento dos corpos d'água em classes de uso. Na bacia do Rio das Velhas o enquadramento foi realizado com base na Deliberação Normativa do Conselho Estatual de Política Ambiental – COPAM nº 20, de 24 de junho de 1997 (COPAM, 1997).

4. Resultados e Discussões

Os resultados da análise espacial a partir da evolução de uso e ocupação do solo nas UTEs Águas da Moeda e Rio Itabirito são sintetizados na Figura 2.

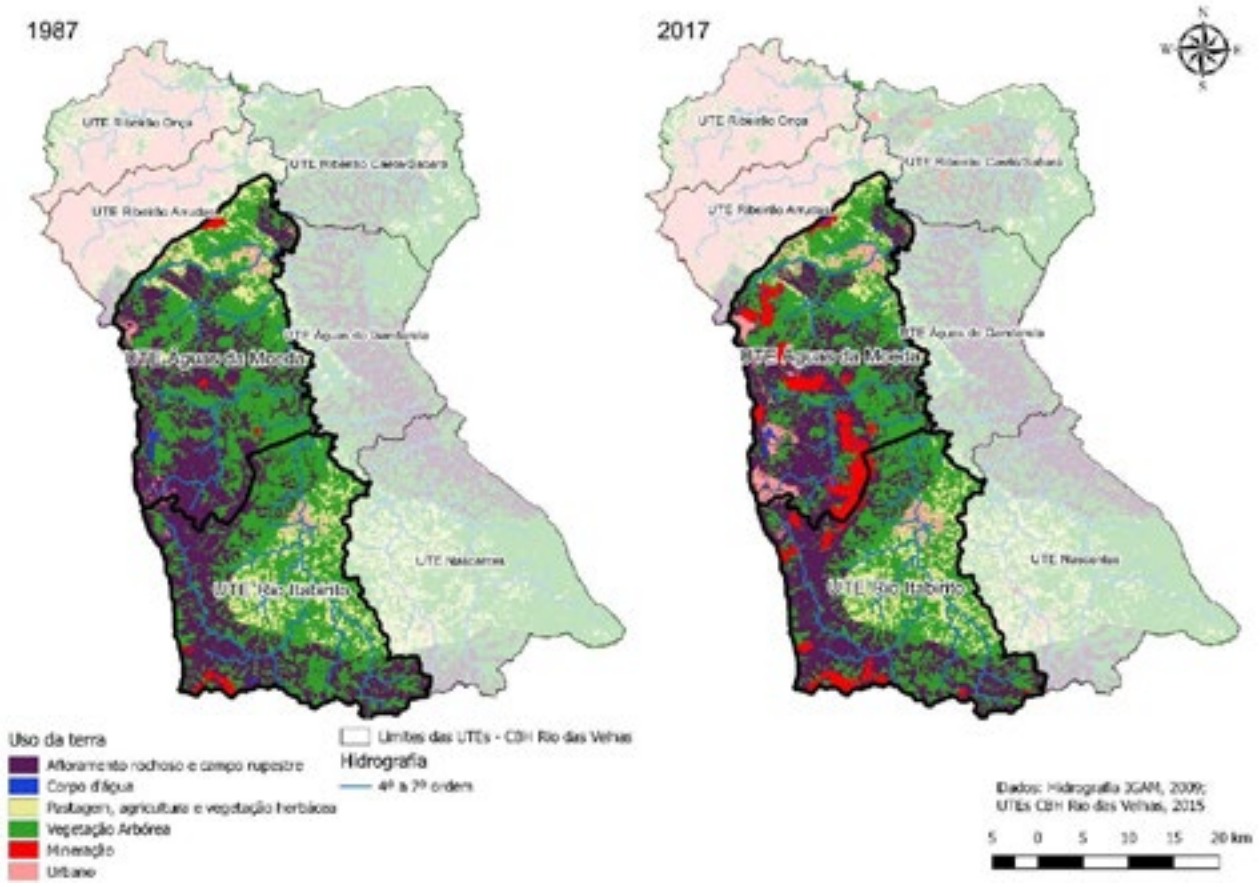


Figura 2 - Mapa de uso e ocupação do solo das UTE's Rio Itabirito e Águas da Moeda.

Fonte: Elaboração dos autores.

Os resultados demonstraram que os usos antrópicos que mais se expandiram nas duas UTE's foram a mineração (passou de 1.465,83 ha em 1987 para 7.219,8 ha em 2017) e a ocupação urbana (de 1.962,27 ha em 1987 para 4.440,6 ha em 2017), conforme apresentado na Figura 2. A classe de cobertura natural com alteração mais significativa é a de vegetação arbórea, que passou de 55.378,17 ha em 1987 para 48.971,61 ha em 2017.

Tabela I - Evolução do uso da terra na UTE Rio Itabirito.

Classe	Área 1987 (ha)	%	Área 2017 (ha)	%	Alteração %
Afloramento rochoso e campo rupestre	17969,67	32,75	17884,3	32,59	-0,16
Corpos d'água	45,72	0,08	54,99	0,10	0,02
Pastagem, agricultura e vegetação herbácea	7816,5	14,24	8600,81	15,67	1,43
Vegetação arbórea	27808,65	50,67	24829,74	45,25	-5,43
Mineração	630,36	1,15	2374,11	4,33	3,18
Urbano	606,24	1,10	1133,19	2,06	0,96
TOTAL	54877,14	100	54877,14	100	

Fonte: Resultados da pesquisa.

Tabela II - Evolução do uso da terra na UTE Águas da Moeda.

Classe	Área 1987 (ha)	%	Área 2017 (ha)	%	Alteração %
Afloramento rochoso e campo rupestre	22134,69	40,67	18669,1	34,30	-6,37
Corpos d'água	393,66	0,72	530,64	0,98	0,25
Pastagem, agricultura e vegetação herbácea	2133	3,92	2927,66	5,38	1,46
Vegetação arbórea	27569,52	50,66	24141,87	44,36	-6,30
Mineração	835,47	1,54	4845,69	8,90	7,37
Urbano	1356,03	2,49	3307,41	6,08	3,59
TOTAL	54422,37	100	54422,37	100	

Fonte: Resultados da pesquisa.

Os resultados permitem ilustrar algumas tendências do processo de evolução do uso e da ocupação do solo nas UTE's. A expansão urbana se deu principalmente em substituição às áreas de vegetação arbórea, subistituindo sistemas bastante frágeis, com destaque para as áreas correspondentes à mata atlântica. Já a mineração avançou sobre as áreas de campo rupestre, associadas às formações superficiais ferruginosas (cangas).

As cangas são, ao contrário do que muitos pensam, extremamente importantes como zonas de recarga de aquíferos. Apesar de serem formações concrecionadas e com elevada dureza e rigidez, as cangas apresentam significativa permeabilidade. Os sistemas de fraturas e cavidades facilitam a infiltração e a percolação das águas pluviais, funcionando como zonas de recarga que se refletem no abastecimento dos níveis freáticos, das nascentes e dos cursos

d´água. Deste modo, estas coberturas fazem parte da configuração dos mananciais da bacia do Alto Rio das Velhas.

5. Considerações Finais

A bacia do Alto Rio das Velhas apresenta diferentes contextos de uso e ocupação do solo e é considerada uma região estratégica para o atendimento das necessidades e demandas hídricas da RMBH. Os tipos de ocupação e de usos da terra e da água representam pressões ambientais sobre os mananciais hídricos e que, frequentemente, resultam em impactos na disponibilidade hídrica em quantidade e qualidade. Muitos cursos d´água foram enquadrados nas classes 1 e Especial em função deste quadro de pressões ambientais, da fragilidade natural e da relevância social e ecológica da bacia quanto à sua posição estratégica para o atendimento de demandas de água da RMBH.

A mineração e a expansão urbana oferecem importantes riscos de poluição difusa que podem comprometer a oferta hídrica de qualidade e encarecer os custos de tratamento das águas para abastecimento público. A poluição difusa é um dos maiores desafios de controle da qualidade da água no mundo e não é contemplada no sistema de monitoramento e controle ambiental do estado. Em regimes climáticos sazonais, como sob o clima tropical da região, as chuvas concentradas podem carrear quantidades muito elevadas de partículas para os corpos d´água em um relativamente curto período de tempo. Porém, as consequências podem comprometer a qualidade ambiental dos mananciais por um extenso período de tempo.

A mineração e os usos urbanos também se caracterizam por demandarem significativos volumes de água. O PDRH do Rio das Velhas (2015) enuncia a possibilidade de considerável diminuição da oferta hídrica na região em futuro próximo e o possível comprometimento de usos, em especial o de manutenção dos ecossistemas aquáticos. Contudo, a obtenção de um quadro mais preciso sobre os volumes de água disponíveis e outorgáveis depende da atualização do cadastro de usos e usuários de recursos hídricos sob

responsabilidade do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), o qual está claramente desatualizado para o estado de Minas Gerais.

6. Referências Bibliográficas

BOTELHO, T. R. População e escravidão nas Minas Gerais, 1720. **12º Encontro da Associação Brasileira de Estudos de População – ABEP**. Caxambu, 2000.

COPAM – CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL. **Deliberação Normativa nº 20, de 24 de junho de 1997.** Dispõe sobre o enquadramento das águas da bacia do rio das Velhas. Disponível em: < http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=115>. Acesso em: 20 de jun. de 2018.

MAGALHÃES JÚNIOR, A. P.; COTA, G. E. M.; LEMOS, R. S. Contradições e desafios para a proteção de mananciais hídricos em Minas Gerais – Os casos das Áreas de Proteção Especial de Vargem das Flores e Serra Azul – Região Metropolitana de Belo Horizonte. **Caminhos de Geografia**, v. 17, n. 60, p. 89-104, 2016.

NOCE, C. M.; PINHEIRO, S. O.; LADEIRA, E. A.; FRANCA, C. R.; KATTAH, S. A Sequência Vulcanosedimentar do Grupo Nova Lima na Região de Piedade do Paraopeba, Borda Oeste do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 22, n. 2, p. 175-183, 1992.

PDRH Rio das Velhas - PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS 2015: Plano Consolidado - Volume I. **Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas**. Belo Horizonte, 2015. 316 p.; il. Color.

SAINT-HILAIRE, A. **Viagem pelas províncias do Rio de Janeiro e Minas Gerais**. Belo Horizonte: Itatiaia, 1975.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

REDE DE DRENAGEM, CONECTIVIDADE E AGROTÓXICOS NA REGIÃO PONTAL DO PARANAPANEMA, SÃO PAULO, BRASIL

Paulo Cesar Rocha[(a)]; Carla Rodrigues Santos[(b)]; Renata Ribeiro de Araújo[(c)]; Maria Cristina Rizk[(c)]; Aline Aparecida dos Santos[(b)]; Beatriz A. Carmo[(d)]

(a) Departamento de Geografia/Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, PPGG; PPGG-MP; Pq/CNPq; pcrochag@gmail.com;

(b) Pós-Graduanda do PPGG, PPGG-MP, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista;

(c) Departamento de Planejamento, Urbanismo e Ambiente, Universidade Estadual Paulista, PPGG; PPGG-MP; renata.r.araujo@unesp.br;

(d) Graduanda de Geografia/Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista.

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

Os objetivos deste artigo são de estimar a avaliar a intensidade da exposição da rede de drenagem dos municípios a contaminantes agrotóxicos (Glifosato, Clomazona, Diuron, Hexazinona e Tebutiurom) na região Pontal do Paranapanema-SP a partir do uso de dados de comercialização dos produtos agrotóxicos e de geotecnologias para sua espacialização. A área de estudo se refere à Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRH) 22, abrangendo 26 municípios totalizando uma área de 11,838 Km2. Para o estudo, foram utilizados dados de área dos municípios, extensão da rede de drenagem, provenientes de tratamento de cartas e mapas do IBGE, assim como dados secundários provenientes do Observatório de Saúde Ambiental do Estado de São Paulo. Os resultados apontaram que grandes quantidades de agrotóxicos estão sendo utilizadas na pulverização, em especial na monocultura canavieira. Esta condição pode estar desequilibrando o ambiente e ser perigosa a contaminação de espécies aquáticas e dos humanos.

Palavras chave: rede de drenagem, contaminantes, agrotóxicos, Pontal do Paranapanema, conectividade.

1 - Introdução

A rede de drenagem na bacia hidrográfica funciona como um elo de conectividade entre os processos que ocorrem nas vertentes e as condições ambientais do rio principal. Os

rios funcionam como um sistema aberto, em termos de entrada (input) e saída (output) de matéria e energia, e como sistemas de processo-resposta, mantendo 3 características: 1- sua operação é controlada pela magnitude e freqüência de inputs; 2- mudanças progressivas na morfologia e operação do sistema podem ocorrer se mudanças nos inputs ou degradação interna do sistema ocorrerem; 3- autoregulação ou trocas negativas (feedback) podem ocorrer criando um novo estado de equilíbrio entre as formas e os processos. A morfologia de um sistema fluvial reflete uma história denudacional (PETTS & FOSTER, 1990).

De acordo com Baartman (2013), a melhor compreensão da conectividade e da dinâmica dos fluxos aumenta a capacidade de se prever os influxos nos sistemas fluviais e suas consequências à jusante. Ainda assim, a compreensão do fluxo de água, sedimentos e compostos químicos na escala da bacia hidrográfica é um desafio para muitos estudos.

Segundo Dias et al (1999), a monocultura da cana-de-açúcar se destina a atender o mercado externo e interno com a produção do álcool meche com a toda a cadeia ecológica natural, e utiliza de modo indiscriminado o uso de químicos, corretivos de solo e agrotóxicos. O Brasil se encontra como o terceiro maior consumidor de agrotóxicos do mundo e o primeiro na América Latina, conforme dados da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Considerando o volume de agrotóxicos aplicados nas lavouras, menos de 0,1% entra em contato com os organismos alvos, e o restante que seria 99,9% possui grande potencialidade para contaminação ambiental (SABIK, et, al, 2000).

Em todas as etapas do agronegócio, os agrotóxicos estão presentes: no desmatamento, na indústria da madeira, na pecuária, na agricultura, no transporte e armazenamento, na agroindústria. O processo, em todas as etapas, produz riscos sanitário-ocupacional-ambiental, que induzem acidentes de trabalho, agravos na população e danos ambientais (PIGNATTI, 2016). O crescente uso de agrotóxicos na produção agrícola e a presença de resíduos acima dos níveis autorizados pela ANVISA têm sido alvo de diversos estudos realizados por Paganelli et, al (2010) e Uchida et, al (2012) na compreensão dos

efeitos causadores destes resíduos na fauna e na flora e por Thomaz Junior (2017) no projeto vinculado a Fapesp, que análise o mapeamento territorial do agrohidronegócio canavieiro no pontal do Paranapanema-SP e sua relação de trabalho, conflitos e formas de uso da terra e da água, e a saúde ambiental.

No último levantamento do Boletim Epidemiológico de 2015 (dados de 2013), dos 1598 municípios brasileiros que realizaram análise da água potável, de acordo com a Portaria 2914/2011/MS, 337 municípios apresentaram níveis de agrotóxicos acima do VMP (Valor máximo permitido) (PIGNATTI, 2016).

Neste contexto, os objetivos deste artigo são de estimar e avaliar a intensidade da exposição da rede de drenagem dos municípios a contaminantes agrotóxicos (Glifosato, Clomazona, Diuron, Hexazinona e Tebutiurom) na região Pontal do Paranapanema-SP, a partir do uso de dados de comercialização dos produtos agrotóxicos e de geotecnologias para sua espacialização.

1.1. Área de estudo

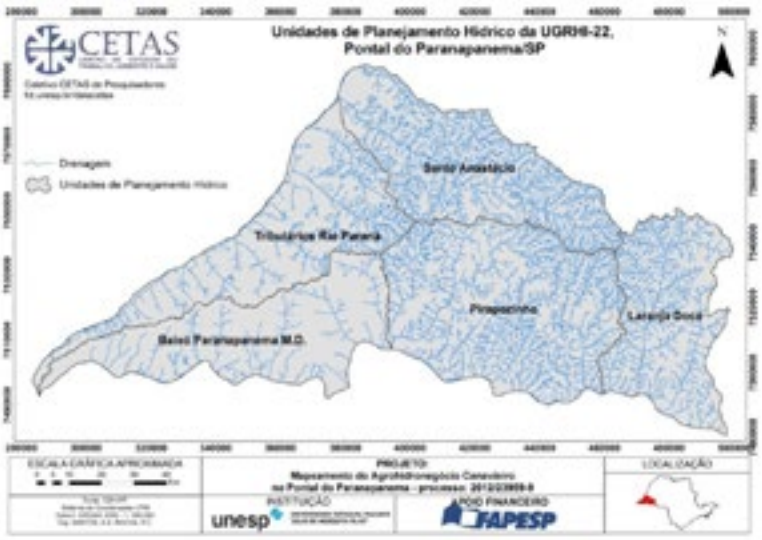
A área de estudo se refere à Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRH) 22 e pertence ao Comitê das Bacias Hidrográficas do Pontal do Paranapanema (CBH-PP), localizada junto às coordenadas 21°43’58”S e 22°41’49”S, 50°58’59”W e 53°08’59”W, abrangendo 26 municípios totalizando uma área de 11,838 Km2 (Figura 1).

A região do Pontal do Paranapanema apresenta, como substrato geológico, rochas sedimentares cretáceas dos grupos Caiuá e Bauru, recobertas por mantos regolíticos de diferentes espessuras e por sedimentos Cenozóicos inconsolidados, que incluem terraços fluviais e depósitos aluviais recentes na calha dos maiores rios. Ao sudeste da área, afloram basaltos da Formação Serra Geral, que constituem o substrato das bacias Caiuá e Bauru.

Em termos geomorfológicos gerais, dominam os topos tabulares e convexos, no geral com baixos a médios índices de dissecação. Nos vales dos rios mais longos são presentes ambientes de acumulação como as planícies e em alguns casos os terraços fluviais.

Regionalmente, observa-se nas áreas de menor densidade de drenagem o domínio dos topos tabulares. Nas áreas de maior densidade de drenagem, os topos convexos. Nas áreas de maior dissecação do relevo, vales encaixados são dominantes.

Figura 1 – Localização da UGRH 22 e subdivisões hidrográficas.



Fonte: Adaptado de Comitê de Bacias Hidrográficas do Pontal do Paranapanema (2008).

Do ponto de vista da conectividade de dinâmica superficial entre as vertentes e os canais fluviais, as áreas de maior dissecação do relevo correspondem a áreas com maior conectividade. Na região dominam os Latossolos e Argissolos com alta suscetibilidade natural a processos erosivos. Nos vales aluviais, solos hidromórficos e neossolos flúvicos. A altura média da precipitação anual no Pontal do Paranapanema varia de 1100 a 1400 mm. No Oeste paulista existem diversos sistemas de circulação que atuam com maior e menor intensidade (BRAIDO, 2010; SANTOS et al., 2011; GARCIA et al., 2013).

Recentemente, a equipe do Laboratório de Geologia, Geomorfologia e Recursos Hídricos da FCT/UNESP iniciou trabalhos acerca das relações entre a rede de drenagem, o relevo e processos apropriativos relacionados á expansão dos canaviais no Oeste Paulista.

Rocha et al., (2016) e Araújo et al., (2017) estudaram a apropriação do relevo e rede de drenagem pela cana de açúcar na região Pontal do Paranapanema. Santos et al. (2018) estudaram a apropriação do meio físico e relações com a expansão canavieira no Pontal do Paranapanema. O trabalho de Rocha & Santos (2018) apresenta estudo sobre análises hidrológicas em bacias hidrográficas, com enfoque nos procedimentos metodológicos.

2. Materiais e Métodos

Para a realização do artigo foram utilizados dados vetoriais no formato digital disponibilizados nos bancos de dados do IBGE (drenagem na escala de 1:50.000), dados disponíveis nos relatórios de situação do Comitê da Bacia Hidrográfica do Pontal do Paranapanema (UGRHI-22), dados no formato raster (Imagens de Satélite ResourceSat, adquiridas no ano de 2013, com resolução espacial de 23,5 metros, disponibilizadas no site Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais -INPE) e dados do Observatório Ambiental do IBGE e do Observatório de Saúde Ambiental da Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo. Esses dados foram coletados e armazenados dentro de um Sistema de Informação Geográfica.

Em seguida foram tabulados os dados do Observatório de saúde Ambiental (São Paulo, 2018) e especializados, usando técnicas de união de tabelas com dados espaciais. Os dados de princípios ativos dos agrotóxicos por município foram tabulados em planilha Excel. Os dados da extensão da rede de drenagem por município foram obtidos a partir da mensuração automática em plataforma SIG, baseado nas cartas topográficas do IBGE, na escala 1:50.000 e posteriormente tabulados em planilha Excel.

Para o entendimento da relação entre a rede de drenagem e o consumo de agrotóxicos por município, foram relacionados os totais de comercialização de cada um dos 5 princípios ativos selecionados em toneladas, com a extensão de drenagem no interior do território do município onde houve a comercialização, com o pressuposto de que este insumo foi utilizado em plantações no próprio município.

Foram elaborados os gráficos e tabelas para se obter os relacionamentos entre as variáveis. As tabelas foram finalizadas no software Excel, onde foi possível efetuar os cálculos do processo de quantificação e elaboração dos gráficos.

3 - Resultados e discussão

Os resultados apresentam que o Pontal do Paranapanema recebe uma considerável quantidade de insumos químicos na produção sucroalcooleiro na região e que pode agravar os efeitos nocivos sobre o meio ambiente (Tabela 1).

Tabela 1. Comercialização de Agrotóxicos na Região Pontal do Paranapanema, em Kg/Ano, Referência 2013. Em destaque os mais comercializados e os totais para os 5 princípios ativos selecionados.

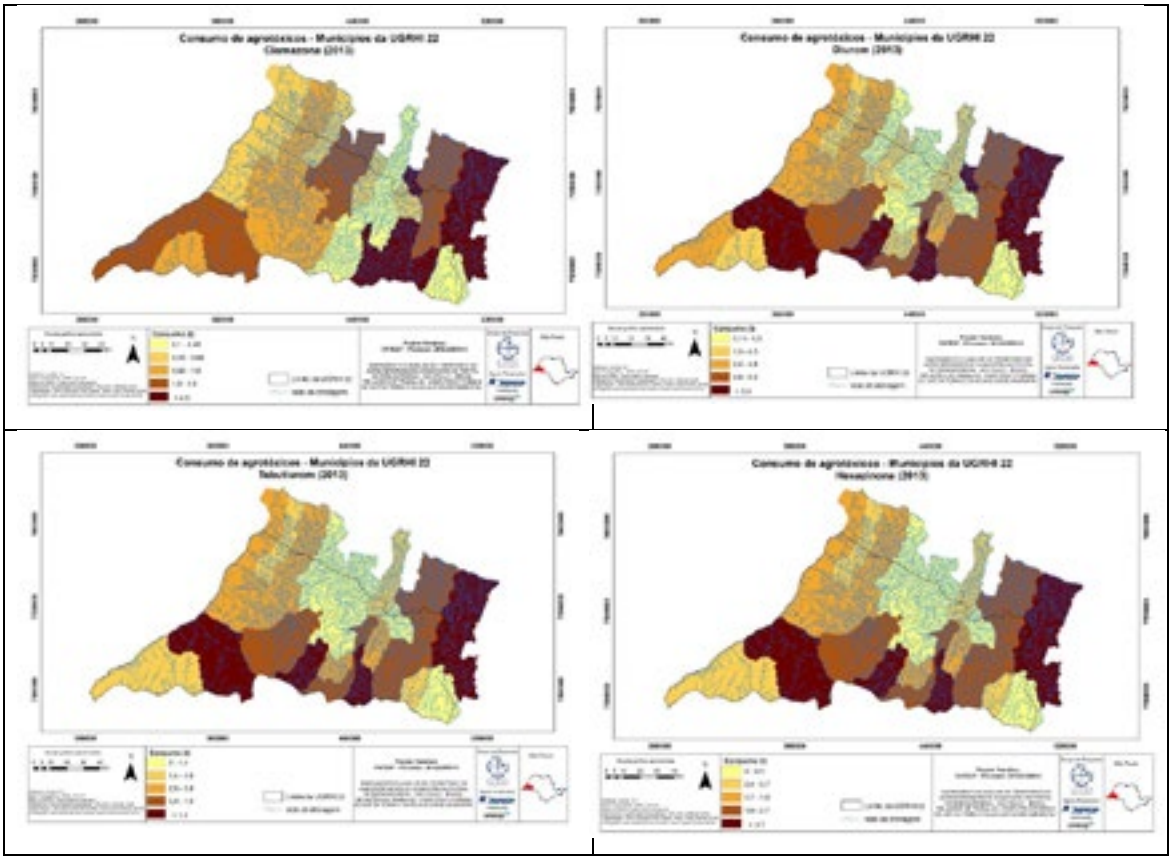
Municípios	Princípios Ativos					
UGRHI 22	Clomazona	Hexazinona	Tebutiurom	Glifosato	Diurom	Total
Álvares Machado	1.130	0.000	0.000	3.704	0.417	4.834
Anhumas	1.310	3.047	11.244	62.828	9.190	87.619
Caiuá	1.191	1.373	5.071	33.330	4.200	45.165
Estrela do Norte	0.334	2.856	10.547	57.432	8.179	79.014
Euclides da Cunha Paulista	9.391	2.451	9.058	56.369	8.150	85.409
Ipê	**46.702**	**5.491**	**20.269**	**206.638**	**30.579**	**309.679**
Indiana	0.801	0.049	0.181	7.142	0.719	7.142
Marabá Paulista	1.602	1.607	5.932	34.854	4.980	48.975
Martinópolis	2.881	1.437	5.306	33.660	4.851	48.135
Mirante do Paranapanema	1.681	2.136	7.888	46.022	6.490	64.217
Nantes	**97.502**	2.574	9.510	**261.749**	**38.785**	**410.120**
Narandiba	**53.843**	**9.794**	**36.155**	**198.931**	**29.487**	**328.130**
Piquerobi	1.064	0.595	2.198	14.866	2.012	20.137
Pirapozinho	0.748	**5.393**	19.910	**105.495**	**15.584**	146.302
Presidente Bernardes	2.437	0.322	1.188	12.279	1.675	17.579
Presidente Epitácio	0.861	2.491	9.199	51.475	7.384	70.559
Presidente Prudente	0.373	0.804	2.971	16.892	2.406	22.268
Presidente Venceslau	0.904	1.189	4.392	25.903	3.587	35.071
Rancharia	19.145	3.321	12.258	**108.426**	**15.534**	158.684
Regente Feijó	1.960	0.687	2.531	20.165	2.791	27.447
Rosana	17.716	2.794	10.313	**87.118**	**12.631**	130.572
Sandovalina	4.658	**11.063**	**40.842**	**222.426**	**32.749**	**311.778**
Santo Anastácio	2.941	0.590	2.180	18.248	2.623	26.992
Taciba	**24.585**	2.907	10.734	**110.043**	**16.163**	164.432
Tarabai	0.741	2.073	7.657	42.776	6.097	58.603
Teodoro Sampaio	4.204	**8.771**	**32.381**	**175.835**	**25.738**	**246.929**

Fonte: São Paulo - Observatório de Saúde Ambiental (2018)

Como a área possui um extenso e intensivo processo de produção de cana-de-açúcar, ele também possui um alto potencial poluidor ao meio ambiente, haja vista que, todas as etapas do processo de produção causam algum tipo de impacto ao meio ambiente, seja na forma de exploração dos recursos naturais, quanto na aplicação do produto e no resíduo descartado de forma inadequada no meio ambiente.

Na tabela 1 estão destacados os valores mais elevados de comercialização dos produtos nos Municípios, assim como grifados as maiores quantidades por princípio ativo, São notáveis as quantidades comercializadas de Glifosato em boa parte dos municípios da região em destaque. Os municípios de Nantes, Narandiba, Sandovalina, Iepê e Teodoro Sampaio foram os municípios com maiores quantidades comercializadas para os 5 produtos selecionados. Os valores se destacam também para Taciba, Rancharia, Pirapozinho e Rosana.

A figura 2 representa espacialmente as áreas dos municípios e as quantidades comercializadas na região e ilustra os valores apresentados na tabela 1.



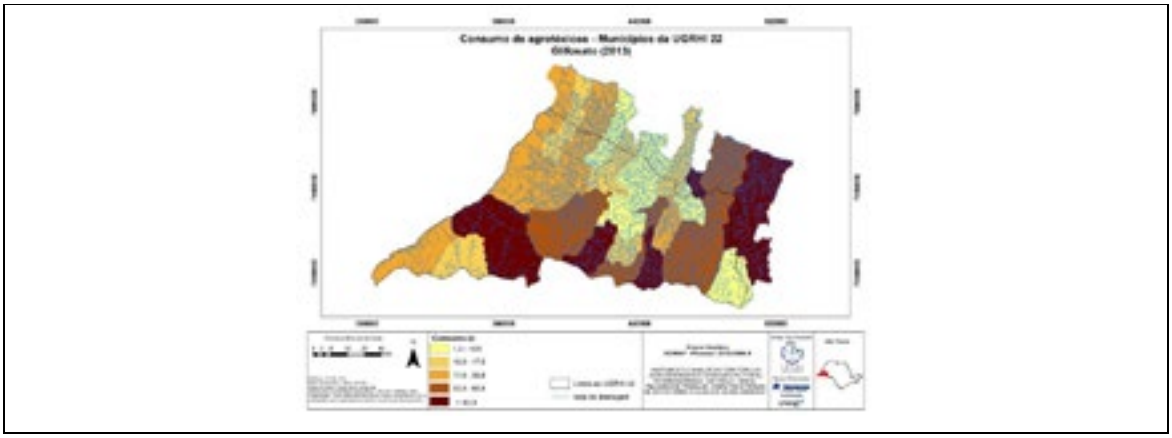


Figura 2. Utilização de Agrotóxicos por município na região Pontal do Paranapanema, comercializados em 2013 - em Toneladas. Obs: Os valores estão relativizados para cada Princípio Ativo nas figuras. Fonte dos dados: São Paulo - Observatório de Saúde Ambiental (2018).

Quando se relacionam as quantidades dos agrotóxicos com a área dos municípios onde foram comercializados e a extensão de sua rede de drenagem, obtêm-se novas relações espaciais. A figura 3 apresenta a relação entre a área do município e a extensão de sua rede hidrográfica. A rede de drenagem, como o próprio nome sugere, serve para drenar água, sedimentos e os compostos dissolvidos/solubilizados e também particulados que foram carreados pelo escoamento superficial nas vertentes até o canal fluvial.

Figura 3. Área Territorial e Extensão da Rede de Drenagem. Municípios da UGRHI 22.

Esta condição proporciona uma intensa conectividade entre a vertente e os canais fluviais, principalmente durante os eventos de chuva, que geram o escoamento superficial. Por sua vez, as condições ambientais da superfície do solo e relevo, assim como da vegetação (natural ou antrópica) serão importantes condicionantes das características físicas e químicas das águas que escoam pela vertente até os canais fluviais, e estes por sua vez, terão sido influenciados por estas condições.

A figura 4 apresenta a relação entre a quantidade dos agrotóxicos comercializados e a extensão de drenagem do município, produzindo uma relação que representa a intensidade de exposição da rede de drenagem à contaminação química por cada um dos princípios ativos analizados. Os maiores valores de exposição da rede de drenagem à contaminação por agrotóxicos considerando a relação Kg de agrotóxico/Km de rio, em especial para o Glifosato, são referentes aos municípios de Nantes, Sandovalina, Iepê, Narandiba e Teodoro Sampaio. Os municípios com maior destaque na figura 3 não necessariamente apresentam maiores níveis de exposição da rede de drenagem.

Alguns estudos têm encontrado os resíduos do Glifosato na água e alimentos consumidores diariamente, no leite materno e em outras substâncias. O Glifosato não é removoido apenas com a lavagem e também não é eliminado com o cozimento, congelamento ou processamento dos alimentos.

Segundo a Agência de Pesquisa sobre Câncer (IARC) da organização Mundial de Saúde (OMS) o Glifosato tem sido indicado como provável causador de câncer humano (BRASIL, 2006). De acordo com Chang et al. (1999) a ingestão oral do Glifosato em seres humanos ocasionou alterações no trato gastrointestinal, como irritações e úlceras.

A Clomazona apresenta um grau de exposição da rede de drenagem variando de alta exposição à muito alta exposição em grande parte do Pontal do Paranapanema. Os municípios com maior destaque são Nantes, Narandiba, Rancharia e Taciba que aparecem com maior exposição da rede de drenagem com índice de Clomazona, (tabela 1 e figuras 2 e 4).

Estudos realizados por Noldin et al. (2001) indicam que a presença do ativo Clomazona é detectado na água após a aplicação na safra de arroz. No primeiro dia tem um alta porcentagem da presença do ativo, no quarto dia ocorre um decréscimo para menos da metade, chegando no trigésimo e segundo dia, com quase zero. O autor sugere, que até as três a quadro semanas após aplicação do herbicidas, a água deve ser mantida dentro da área da lavoura, a fim de minimizar os ricos de escoamento do produto para fora da lavoura e a consequente contaminação das águas superficiais.

Figura 4. Exposição média da rede de drenagem à contaminação por Princípios Ativos de Agrotóxicos comercializados na região Pontal do Paranapanema.

O Diuron destaca o grau de exposição da rede de drenagem variando de média a alta exposição na área de estudo. Os municípios com maior destaque são Iepê e Nantes (tabela 1 e figuras 2 e 4). Este composto ativo é indicado para as culturas de cana-de-açúcar, citros, café, algodão, banana, entre outros e quando não manipulado de forma adequada é muito perigoso ao meio ambiente (BRASIL, s/d). Além da exposição das águas superficiais, Matallo et al, (2003) analisaram a lixiviação do herbicida Diuron em coluna de solo do tipo Neossolo Quartzarênico e confirmaram o transpasse do Diuron. Os estudos indicam a possibilidade de contaminação das águas subterrâneas e apontaram a necessidade de se aprofundar estudos nos lençóis freáticos e à zonas não saturada em regiões com culturas de cana-de-acúcar.

O princípio ativo Hexazinona destaca-se no grau de exposição da rede de drenagem na área de estudo. Os municípios com maior destaque são Iepê, Narandiba, Pirapozinho, Rancharia e Taciba (tabela 1 e figuras 2 e 4).

Outro composto ativo muito utilizado na cana-de-açúcar é o Tebutiuron. Ele é considerado um herbicida do grupo dos derivados da ureia, bastante recomendado no controle de plantas daninhas mono e dicotiledôneas (RODRIGUES e ALMEIDA, 1998). Estes agrotóxicos possuem princípios ativos que podem contaminar várias fontes de água, em especial o lençol freático (ROQUE, 1998; GOODY et, al, 2002). No Pontal do Paranapanema há exposição da rede de drenagem a esse composto e está com valores mais elevados principalmente nos municípios de Iepê, Narandiba, Pirapozinho e Rancharia (Tabela 1, figuras 2 e 4).

O que se tem observado nos valores de exposição da drenagem a contaminantes agrotóxicos é que grande parte da rede de drenagem pode ser afetada direta ou indiretamente. A contaminação dos cursos d'água é preocupante, haja vista que a lixiviação ou contaminação direta dos recursos hídricos destinados ao consumo humano por herbicidas tem sido um dos grandes problemas enfrentados pela sociedade moderna, uma vez que estudos indicam que estes são potencialmente carcinogênicos e impactantes.

A figura 5 representa a relação dos totais (Kg) comercializados dos 5 produtos aqui levantados somados, com a extensão da rede de drenagem por município. No gráfico apresentado, pode se observar que os municípios de Nantes, Narandiba, Sandovalina, Iepê e Teodoro Sampaio são os municípios com maiores níveis de exposição de sua rede de drenagem à estes contaminantes em conjunto.

A monocultura da cana-de-açúcar na região do Pontal do Paranapanema utiliza aplicação de elevadas doses de agrotóxicos com vistas ao aumento da produtividade. Na grande maioria dos casos, são praticas comuns nas terras utilizadas pelas Usinas de Álcool e Açúcar, em geral, arrendadas para tal produção, e podem acarretar danos ambientais intensos nas mais variadas modalidades, em especial aos recursos hídricos.

Figura 5. Exposição média da rede de drenagem à contaminação por Agrotóxicos, Pontal do Paranapanema.
Obs: Considerados os Princípios Ativos Glifosato, Clomazona, Diuron, Hexazinona e Tebutiurom.

4. Conclusões

Os dados apresentados demonstram que grandes quantidades de agrotóxicos estão sendo utilizadas na pulverização, em especial na monocultura canavieira.

Alguns municípios podem estar com intensa carga de veneno nas suas águas, em especial durante os processos de conectividade, como durante e logo após as chuvas. Esta condição pode estar desequilibrando o ambiente e ser perigosa a contaminação de espécies aquáticas e dos humanos.

A monocultura da cana de açúcar ocupa uma vasta área nesta região (UGRHI 22) e a intensa utilização de produtos químicos, como agrotóxicos e adubos, devem ser vistoriados e pesquisas devem acompanhar a evolução das condições ambientais do solo, vegetação, águas superficiais e subterrâneas, saúde da população, pois todos estão em contato com estes produtos, seja pela condução pelas águas ou pelo ar por dispersão.

Agradecimentos

Os autores agradecem à FAPESP pelo apoio financeiro, Processo n, 2012/23959-9; ao Laboratório de Geologia, Geomorfologia e Recursos Hídricos e ao CETAS da FCT/UNESP. Á CAPES e CNPq pelo financiamento de bolsas de estudo.

5. Referências Bibliográficas

ARAUJO, R,R,; ROCHA, P, C,; SANTOS, C, R,; SANTOS, A, A,; MOROZ, I, C,; RIZK, M,C,, O Agrohidronegócio Canavieiro e a Apropriação da Rede Hidrográfica na Região do Pontal do Paranapanema, São Paulo, Brasil, In: CONGRESSO INTERNACIONAL RESAG, 2017, Belo Horizonte, Aais do 3 Congresso internacional RESAG, 2017, Belo Horizonte: , 2017.

BRASIL, Ministério da Saúde, Secretaria de atenção à saudea, Instituto Nacional de Câncer, A situação do câncer no Brasil, Rio de Janeiro, INCA, 2006.

BRAIDO, L, M, H,, Caracterização edafoclimática e proposta para a determinação do risco de redução de safra na região do Pontal do Paranapanema – SP, Dissertação (Mestrado em Geografia) Faculdade de Ciências e Tecnologia, UNESP, Presidente Prudente – SP. 2010,

CETAS, Centro de Estudos do Trabalho, Ambiente e Saúde, 2015, Relatório Científico, FCT/UNESP, FAPESP.

COMITE DA BACIA HIDROGRÁFICA DO PONTAL DO PARANAPANEMA, Plano de Bacia Hidrográfica do Pontal do Paranapanema, 2008, Disponível em < http://www,comitepp,sp,gov,br/files/PBH/PBH%20CBH-PP%202008,zip>, Acesso em: 03,AGO,2016.

CHANG, C, Y,; PENG, Y, C,; HUNG, D, Z,; HU, W,H,; YANG, D, Y,; LIN T,J, Clinical impact of upper gastrointestinal tract injuries in glyphosate-surfactant oral intoxication, Disponível em http://www,ncbi,nlm,nih,gov/pubmed/10462358, Acesso 29 out 2014, 1999.

GARCIA, R, M,, TROMBETA, L, R,, NUNES, R, S,, GOUVEIA, I, C, M, C,, LEAL, A, C,, Mapeamento geomorfológico da UGRH Pontal do Paranapanema, São Paulo, Brasil, In: Anais do Workshop I,P,D,S,B,H, Presidente Prudente – SP, 2013,.

GOODY, D, C,; CHILTON, P, J,; HARRISON, I, A field study to assess the degradation and transport of diuron and its metabolites in a calcareous soil, Science of the Total Environment, [Amsterdam], v, 29, p, 67- 83, 2002.

MATALLO, M,; LUCHINI, L,; GOMES, M,; SPADOTTO, C,; CERDEIRA, A,; MARIN, G, Lixiviação dos herbicidas tebutiuron e diuron em colunas de solo, Pesticidas: revista de ecotoxicologia e meio ambiente, Curitiba, v, 13, p, 83-90, jan,/dez, 2003.

NOLDIN, J,A,; HERMERS, L,C; FAY, E,F, EBERHARDT, D,S,; ROSSI, M,A, Persistência do herbicida clomazonae no solo e na água quando aplicado na cultura do arroz irrigado, sistema pré-germinado, Planta daninha vol,19 no,3 Viçosa Sept,/Dec, 2001.

PAGANELLI, A, et al, GLYPHOSATE-BASED HERBICIDES PRODUCE TERATOGENIC EFFECTS ON VERTEBRATES BY IMPAIRING RETINOIC ACID SIGNALING, Chemical Research in Toxicology, v, 23, n, 10, p, 1586–1595, 2010.

PETTS & FOSTER, 1990

PIGNATI, W, Agronegócio, agrotóxicos e saúde, In: Agrotóxicos: Violações socioambientais e direitos humanos no Brasil, Souza, M,M,O, e Folgado, C,A,R, (org), Ed, da UEG, 2016, 296 p.

ROCHA, P, C,; SANTOS, A, A,, Hydrological analysis in water basins, Mercator (Fortaleza, online), , v,17, p,1 - 18, 2018.

ROCHA, P, C,; SANTOS, C, R,; SANTOS, A, A, A expansão da atividade canavieira e interações com a rede hidrográfica na região do pontal do paranapanema, são paulo, brasil in: IX SEMINÁRIO LATINOAMERICANO E V SEMINÁRIO IBERO-AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA, 2016, Guimarães-Portugal, Livro de Atas, Guimarães - Portugal: Universidade do Minho, UMDGEO - Departamento de Geografia, 2016, p,611 – 622.

RODRIGUES, B, N,; ALMEIDA, F, S, de Guia de herbicidas, 4, ed, Londrina: Ed, dos Autores, 1998, 648 p.

SABIK, H,; JEANNOT, R,; RONDEAU, B, Multiresidue methods using solid-phase extraction techniques for monitoring priority pesticides, including triazines and degradation products, in ground and surface waters, Journal of Chromatography A, v, 885, n, 1-2, p, 217–236, 2000.

SÃO PAULO, Governo de São Paulo, Observatório de Saúde Ambiental, Secretaria de Estado da Saúde de SP, 2018, http://www,saude,sp,gov,br/cve-centro-de-vigilancia-epidemiologica-prof,-alexandre-vranjac/areas-de-vigilancia/doencas-ocasionadas-pelo-meio-ambiente/observatorio-de-saude-ambiental (acesso em 10/05/2018.

SANTOS, A, A,, CARMO B,A, ; ROCHA, P, C, , Análise da apropriação do meio físico pela implantação da cana-de-açúcar na unidade de gerenciamento de recursos hídricos do Pontal do Paranapanema-SP, In: Nelson Vicente Lovato Gasparetto; Marta Luzia de Souza, (Org,),, (Org,), Ambientes Naturais: dinâmica e evolução,, 1ed,Maringá-PR: PGE, 2018, v, , p, 13-23.

SILVA, B, M, da,; RAVANELI, M, A, C,; PASCHOALATO, C,F,P,R, Toxicidade aguda dos herbiicidas diuron e Hexazinona à Danio rerio, Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente, V, 20, p, 17-28, ja/dez. 2010.

THOMAZ JUNIOR, Antônio. Degradação sistêmica do trabalho no agrohidronegócio. Mercator, Fortaleza, v. 16. 2017.

UCHIDA, M, et al, Toxicity evaluation of glyphosate agrochemical components using Japanese medaka (Oryzias latipes) and DNA microarray gene expression analysis, The Journal of Toxicological Sciences, v, 37, n, 2, p, 245–254, 2012.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

REGIME HIDROLÓGICO DO SISTEMA FLUVIAL TOCANTINS-ARAGUAIA NA REGIÃO DE MARABÁ-PA

Cleiton Sodré Guedes[(a)], Fabrício Aníbal Corradini[(b)], Carlos Alberto Araújo Campos[(c)]

[(a)] Pós-graduação em Dinâmicas Territoriais e Sociedade na Amazônia, Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, sodreguedes@unifesspa.edu.br
[(b)] Departamento de Geografia, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, fabricio.corradini@uftm.edu.br
[(c)] Departamento de Geografia, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, carlos.alberto.campos@uftm.edu.br

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

A bacia do rio Tocantins-Araguaia é formada por grandes sistemas fluviais tropicais, os rios Tocantins e Araguaia que drenam desde o planalto central do Brasil até a foz do rio Pará. Ambos fluem em direção norte abrangendo diversas províncias geológicas desde as áreas cratônicas, bacias sedimentares e derrames basálticos. Condições litológicas que favoreceream a construção da barragem da UHE Tucuruí formando um lago, cujo eixo de influência no regime hidrológico se estende por cerca de 175 km a montante. Investigar as alterações no regime hidrológico nos períodos de pré e pós-barragem foi o objetivo central deste trabalho. Funções matemáticas e cálculos estatísticos aplicados num conjunto de dados de cotas diárias de 1971 a 2014 obtidos da estação fluviométrica Marabá foram analisados. Observou as variáveis hidrológicas de frequência, periodicidade, a estacionariedade, permanência e o tempo de recorrência para os diferentes níveis morfo-hidrológicos o que revelaram alterações fortemente controláveis no pós-barragem.

Palavras chave: dinâmica hidrológica, Marabá Pioneira, Amazônia, Usina Tucuruí, sistema fluvial.

Cleiton Sodré Guedes, Fabrício Aníbal Corradini, Carlos Alberto Araújo Campos

1. Introdução

Os rios têm grande valor paisagístico, cultural e econômico para aqueles que convivem ás suas margens sob as dinâmicas fluviais. Talvez essa seja uma questão que tenha motivado diversos autores estudar sobre os sistemas fluviais, cujos temas de pesquisas têm sido direcionados, de forma suscinta, a compreender as relações morfométricas de bacias hidrográficas com sua dinâmica de funcionamento (Aquino *et al*., 2009), as alterações no uso e

ocupação do solo e seus impactos (Cardoso, 2011), estudos de comportamento morfohidráulico e hidrossedimentologia (Aquino *et al*., 2005, Matta, 2000).

Quando grandes intervenções são realizadas nesses sistemas fluviais a tendência é a modificação do estado homeostático, provocando, assim, efeitos imediatos e de longo prazo em todo o ambiente natural. Como consequência, novos ajustes hidráulicos são restabelecidos no sistema fluvial, cujos impactos poderão ser observados em escala temporal de dezenas ou centenas de anos. É o caso do sistema fluvial Tocatins-Araguaia, em seu baixo curso na região da cidade de Marabá, PA.

Alterações nos fluxos naturais do sistema fluvial Tocantins-Araguaia é decorrente da construção da Usina Hidroelétrica de Tucuruí que dista cerca de 175 km a jusante da cidade de Marabá. Os efeitos de imediato e mais notórios na região podem ser observados nas áreas antes agricultáveis pela população ribeirinha e da zona rural e que posterior à barragem se tornaram solos hidromórficos. Outra alteração natural é no próprio canal que passou a sedimentar trechos antes com caracterísitcas erosivas e vice-versa.

Entretanto, o que mais intriga e motiva a desenvolver a pesquisa é o marco zero da cidade de Marabá, PA, denominado de Marabá Pioneira, onde deu origem a cidade, hoje, com idade centenária. A ocupação ocorreu das margens do rio Tocantins sentido as áreas altas o que formou os outros bairros dezenas de anos mais tarde. Esse movimento sobreveio após o adensamento urbano do bairro pioneiro, criando uma identidade própria com o local e de referência na busca por serviços e estabelecimentos comerciais pela própria população.

Interessante foi à forma como esse adensamento sucedeu, inicialmente nas magens, posterior, as áreas relativamente mais elevadas, algo entorno de 10 cm, contornando as áreas de baixios e de várzeas e por fim sendo essas também ocupadas. Trata-se o sítio urbano dessas áreas construídas em feições de origem fluvial que de antemão pode-se afirmar serem poucos estáveis. Planície de inundação, paleobarras longitudinais e de pontal, peleocanais e áreas de várzeas são as geoformas fluviais que predominam nessa localidade.

Ano a ano essas geoformas fluviais são reativadas com a variação da cota/vazão do sistema fluvial Tocantins-Araguaia em período de cheias o que resulta frequentemente no realocamento temporário dos moradores pela Defesa Civil do município. Barracos de lonas, banheiros químicos, ruas interditadas, água encanada provisória são alguns dos reflexos na sociedade mais visível, resguardando uma avaliação de ausência de saneamento básico e transmissão de doenças.

Empiricamente vem sendo observado que a realocação desses moradores as suas residências de origens tem-se permanecido num período maior de retorno, cuja hipótese é o maior tempo de permanência do nível da água em cotas elevadas no pós-barramento da Usina Hidroelétrica de Tucuruí. Desta forma, o proponente trabalho objetiva avaliar o regime hidrológico do sistema fluvial Tocantins-Araguaia no pré e pós-barramento e suas consequências no bairro Marabá Pioneira.

1.1. Caracterísitcas gerais da área estudada

O sistema fluvial Tocantins-Araguaia é caracterizado pela Agência Nacional das Águas (ANA) como Região hidrográfica Tocantins-Araguaia, com extensão de 757.000 km² e vazão média de 11.306 m³/s (ANA, 2002). Somente no estado do Pará ocupa 10,4% da área total, abrangendo parte dos municípios de Oeiras do Pará, Marabá, Itupiranga, Novo Repartimento, Nova Ipixuna, Jacundá, Bom Jesus do Tocantins, São João do Araguaia, São Domingos do Araguaia, Brejo Grande do Araguaia, São Geraldo do Araguaia, Eldorado dos Carajás, Piçarra, Curionópolis, Parauapebas, Sapucaia, Canaã do Carajás, Xinguara, Água Azul do Norte, Rio Maria, Floresta do Araguaia, Pau d'Arco, Redenção, Conceição do Araguaia, Santa Maria das Barreiras, Santana do Araguaia, Novo Repartimento, Breu Branco, Baião, Mocajuba, Igarapé-Miri e Cametá (PARÁ, 2005).

O município de Marabá, PA, foco desse estudo, está situada na porção sudeste do Estado do Pará, na Mesorregião Sudeste Paraense. De acordo com os dados do último Censo Demográfico (IBGE, 2010), o município possui 233.669 habitantes, sendo o quarto mais populoso do Estado, depois de Belém, Ananindeua e Santarém. Está situada na área de encontro

dos Rios Tocantins e Itacaiúnas, numa média de 125 m acima no nível no mar, e que por conta do regime natural de cheias e vazantes dos rios, acaba tendo parte do seu sítio urbano ocupado pelas águas durante os meses de chuvas mais significativas, no chamado inverno mais intenso. Este é um dos fatores que segundo Souza (2014), contribuiu para que a ocupação urbana ocorresse de forma descontínua e atualmente a cidade se apresente dividida em cinco núcleos urbanos: Nova Marabá, Cidade Nova, São Félix, Cidade Jardim e Marabá Pioneira, essa última, nosso objeto de investigação (Figura 1).

O Plano Diretor do município de 2006 define na Marabá Pioneira o limte de 82 m a cota de referência, sendo acima a área de segurança para construção por ser considerada livre de inundação. Abaixo dessa cota, em tese, é proibida a edificação (PMM, 2006). Porém, na prática não é o que ocorreu. Resulta de uma ocupação pioneira em sedimentos quaternários pouco consolidado em geoformas fluviais antigas sem considerar os diferentes níveis de inundação.

Figura 1: Trecho superior do baixo curso do sistema fluvial Tocantins-Araguaia, com destaque para as barras de canal e os empreendimentos a serem implantados no município de Marabá (PA). Destaque da área estudada em retângulo vermellho. Imagem DigitalGlobe - Google Earth de 16/09/2010.

2. Materiais e métodos

Uma compilação das referências bibliográficas tanto da área objeto de estudo como na área temática do projeto foram às primeiras etapas desenvolvidas. Esse material foram selecionados e organizados por eixos temáticos na área de sistemas fluviais, sendo cadastrados numa base de dados via EndNote Web. É um aplicativo de facilidades de acesso e de busca das referências bibliográficas por palavras chaves, contribuindo na construção de biblioteca virtual e compartilhamento com demais membros do Grupo GESTAÁGUA – Núcleo de Pesquisa em Gestão de Águas do Cerrado/CNPq.

A coleta dos dados de cota foi obtida a partir das estações fluviométricas instaladas no alto segmento do baixo curso do rio Tocantins, um trecho fluvial entre a foz do rio Araguaia até a cidade de Marabá. Duas estações fluviométricas foram identificadas com nome Fazenda São Tomé, de código 29030000, e a outra nomeada como Marabá de código 29050000, sendo a última considerada nesse

estudo por possuir série histórica completa que atenda os objetivos propostos. Dados sínteses da estação estão sumarizados na Tabela I.

Tabela I: Características gerais da estação fluviométrica Marabá. ANA: Agência Nacional das Águas; CPRM: Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais.

Nome da estação	Localização	Código	Responsável	Operadora	Bacia hidrográfica	Série hidrológica
Marabá	5,337757ºS; 49,122451ºW	29050000	ANA	CPRM	Rio Tocantins	1971-2014

Os dados hidrológicos disponíveis são as séries históricas de vazões e cotas que contém medidas diárias do nível de superfície do rio, optando por discutir apenas os valores de cotas. Esses dados foram tabulados e validados na forma de banco de dados do tipo relacional com o auxílio dos softwares Access Office e Excel Office. No primeiro momento foram registrados os dados restritos às informações de inventário como código da bacia, nome dos rios e estações e no segundo os números que compõem as séries históricas com as medições diárias de cotas.

Periodicidade, estacionariedade, frequência, permanência e recorrência foram as variáveis de análise e caracterização do regime hidrológico com base nos dados da estação fluviométrica de Marabá. O entendimento dessas variáveis está descrito suscinto na Tabela II, podendo os conceitos ser consultados em Neiff e Poi de Neiff (2003). As funções estatísticas aplicadas foram baseadas nos métodos de Gupta e Campanha (2008), sendo aplicado de forma satisfatória por Stevaux *et al*. (2012).

Tabela II: Definição das variáveis hidrológicas e unidades de medidas.

Variáveis	Definição	Unidade
Periodicidade	Nível médio de repetição em intervalos de tempo regulares	Dias
Estacionariedade	Período de duração de uma fase (cheia ou seca)	Dias
Frequência	Número de ocorrência de um determinado nível	Série histórica
Permanência	Tempo de duração de um determinado nível	Dias
Tempo de recorrência	Intervalo de tempo médio para ocorrer ou exceder um determinado nível	Ano

Na avaliação da série histórica, compreendido entre 01/10/1971 a 28/02/2014, definiu-se analisar em dois períodos com base no ano de fechamento total da barragem da UHE Tucuruí. Um anterior a 1984, denominado de pré-barragem, e outro posterior, nominado de pós-barragem, o que marca as alterações do regime de fluxo natural do sistema fluvial Tocantins-Araguaia na região de Marabá.

3. Resutados e discussão

A série histórica, avaliada nesse trabalho entre os anos de 1971 e 2014, contêm 15.036 dados ininterruptos de cotas diárias aferidas na estação fluviométrica Marabá. Nesse período foi registrada a cota mínima de 0,76 m (vazão mínima 2.577,08 m³/s) em 1971 e a cota máxima de 17,41 m (vazão máxima 53.331,15 m³/s) em 1980. Essas informações correspondem à época da variabilidade natural dos fluxos de vazões/cotas, sem interferência da barragem de UHE Tucuruí. Posterior ao fechamento total da barragem em 1984 é possível verificar uma alteração fortemente modificada nos fluxos, registrando nesse período a cota mínima de 1,64 m em 1998 e a cota máxima de 14,40 m em 1990 (Figura 2).

É observável na série histórica a regulamentação dos fluxos a partir do período de pós-barragem, até então, controlado pelas suas variáveis ambientais naturalmente. As cotas dos picos de cheias tiveram um achatamento em seu perfil gráfico quando comparados com o período de pré-barragem. Na prática significa que os picos de menor magnitude/intesidade se tornaram mais frequentes, porém aumentou a sua permanência. Situação semelhante também é verificada na linha gráfica das cotas de picos de mínimas. Tornaram-sem menos agudas e mais achatadas, evidenciando que os níveis mais baixos deixaram de ocorrer com tanta frequência (Figura 2).

A distribuição de frequência com os valores de cotas nos períodos de pré e pós-barragem revelou uma variação de 0,30 m acima do nível natural. No pré-barragem verificou que a cota ficou estacionada na maior parte do tempo a 2,20 m em relação ao zero da régua (69,90 m de altitude) da estação fluviométrica Marabá. No pós-barragem inicia um regulamento dos fluxos

naturais e passa a atingir outra cota, a de 2,50 m (Figura 3). Essas informações por si só já explicam as transformações nos meios abióticos com o surgimento de solos hidromórficos em áreas sob influência do sistema fluvial Tocantins-Araguia, cujos impactos afetaram nos meios produtivos da população ribeirnha e da zona rural.

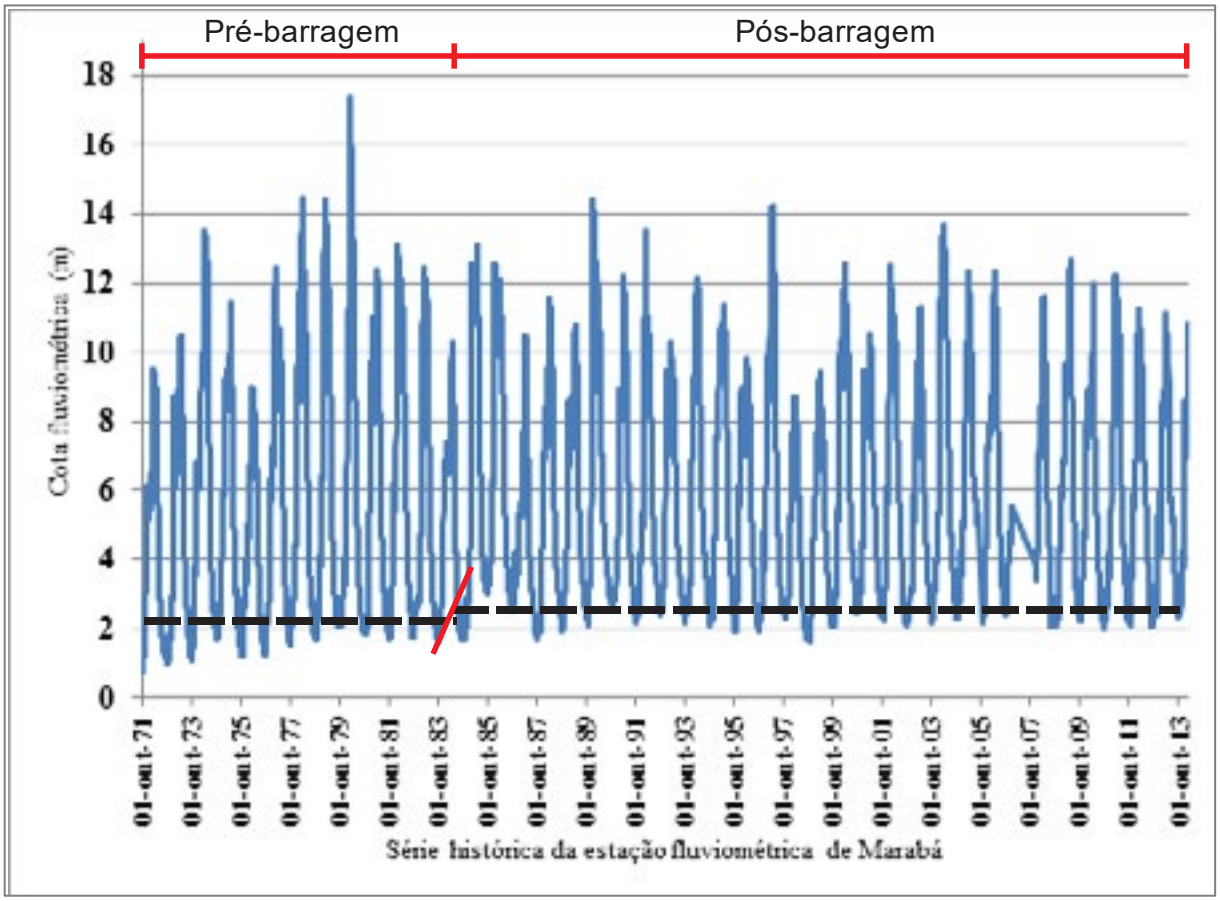


Figura 2: Série hidrológica histórica em cotas diárias da estação fluviométrica de Marabá no sistema fluvial Tocantins-Araguaia. Linha tracejada em preto refere-se à distribuição de frequência nos períodos de pré-barragem e de pós-barragem da UHE Tucuruí.

Com referência a esses valores é que se busca compreender a dinâmica de inundação na Velha Marabá porque são entendidos como níveis "morfo-hidrológicos", fundamental para avançar na cartografia de inundação, cujos estudos já avançam sobre essa temática pelos

autores. As observações em campo permitiram avaliar que existe conectividade horizontal com fluxos do freático e as áreas de baixios. Bastante peculiar porque são raras as inundações por transbordamento do canal para além das margens plenas, sendo comuns os pontos de alagamentos com o afloramento desses fluxos. Por isso, reforçamos a necessidade de estabelecer níveis "morfo-hidrológicos" de análise a partir do nível de água mais frequente obtido na curva de distribuição de frequência da série histórica.

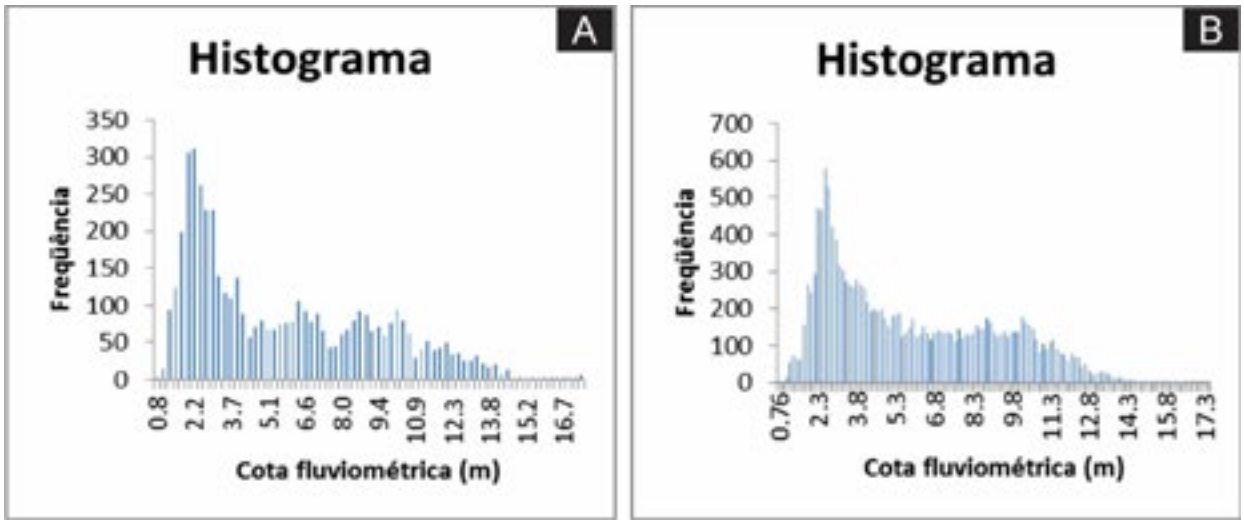


Figura 3: Distribuição de frequência de valores de cota fluviométrica. Em (A) período de pré-barragem e (B) período de pós-barragem da Usina Hidroelétrica de Tucuruí. Dados da estação fluviométrica de Marabá.

Na análise estatística dos valores das cotas morfo-hidrológicas permitiu avaliar que mesmo com o aumento do nível do rio, a periodocidade reduziu em 99 dias quando comparado com o período de pré-barragem. Ainda, a permanência desses fluxos quando alcançados as cotas duravam cerca de 329 dias e posterior a pós-barragem passaram a durar menos, redução de 27 dias. Por outro lado, a frequencia da cota posterior ao fechamento da barragem tornou mais ordinário registrando 82 vezes, antes 54 no pré-barragem (Tabela III).

Uma variável hidrológica bastante importante para se avaliar é o tempo de recorrência de um determinado nível. Condiz com a probalilidade de ocorrer novamente ou ultrapassá-lo

numa série histórica. A menor cota morfo-hidrológica de 2,20 m possui tempo de retorno ao menos uma vez por ano, enquanto mo pós-barragem, a cota de 2,50 m é alcançada uma vez a cada quase dois anos (Tabela III).

Tabela III: Valores das cotas morfo-hidrológicas antes e posterior ao fechamento total da barragem UHE Tucuruí.

	Pré-barragem	**Pós-barragem**
Nível de referência (NR)	2,20 m	2,50 m
Frequência	54	82
Periodicidade	250,5 dias	151,46
Estacionariedade	13.527 dias acima do NR	12.419 dias acima do NR
	1.509 dias abaixo do NR	2.617 dias abaixo do NR
Permanência	328,36 dias	301,48
Tempo de recorrência	1,31 ano	1,99 ano

4. Considerações finais

Os resultados ainda que preeliminares e demonstrado ao longo do trabalho evideciam um controle de regulamento nos fluxos com o fechamento total da barragem UHE Tucuruí em 1984. Os picos de cheias máximas e de mínimas deixaram de ocorrer naturalmente e tornaram-se menores e com maiores durações. Em consequência, as variáveis hidrológicas assumem outros valores quanto ao aspecto de frequência, periodicidade, estacionariedade, permanência e tempo de recorrência.

As cotas morfo-hidrológicas introduzidas inicialmente nessa etapa do trabalho é um primeiro passo para se avançar não só no entendimento do regime hidrológico de sistemas fluviais, mas na abordagem de questões sociais voltados aos mapeamentos de inundação e análise ecossistêmica. O método aplicado é um bom exemplo para definir as cotas morfo-hidrológicas e acreditamos que os resultados obtidos vão além de uma análise estatítisca.

Também permite avançar na compreensão do comportamento imposto pelo controle de barragem e as respostas ao longo do tempo em relação à diversidade e densidade nas áreas de influência do sistema fluvial.

Constata-se a necessidade de ampliar os estudos e pesquisas qualitativas de cunho integrado com intuito de subsidiar as tomadas de decisões efetivas de gestão da Bacia hidrográfica do baixo curso do sistema fluvial Tocantins-Araguaia, mais precisamente nos municípios de Marabá, Itupiranga e Nova Ipixuna, territórios municipais impactados diretamente pelos projetos futuros a serem empreendidos regionalmente.

5. Referências Bibliográficas

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. **A evolução da gestão dos recursos hídricos no Brasil.** Brasília – DF: ANA, 2002.

AQUINO, S.; STEVAUX, J. C.; LATRUBESSE, E. M. Regime hidrológico e aspectos do comportamento morfohidráulico do rio Araguaia. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. Ano 6, n.2, p.29-41, 2005.

AQUINO, S.; LATRUBESSE, E.M.; SOUZA-FILHO, E.E. Caracterização hidrológica e geomorfológica dos afluentes da bacia do rio Araguaia. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. V. 10, nº 1, p. 43-54, 2009.

CARDOSO, M.R.D.; MARCUZZO, F.F.N. Estudo da morfologia areal da bacia do rio Araguaia utilizando MDE ASTER. **Revista Eletrônica Geoaraguaia**. V1, n.2, ago/dez, p.69-76, 2011.

GUPTA, H.M.; CAMPANHA, J.R. The **Exponentially Truncated q-distribution: A Generalized Distribution for Real Complex Systems**, arXiv:08007.0563v1 [cond-mat.strat-mech], 2008. pp. 1 e 22.

MATTA, M.A.S. Águas superficias e subterrâneas da bacia Tocantins-Araguaia como subsídio para um estudo de impacto ambiental. In: **Anais do Primeiro Joint World Congresso on Groundwater.** Fortaleza, CE, v 1. p. 1-17, 2000..

NEIFF, J.J.; POI DE NEIFF, A.S.G. **Connectivity processes as a basis for the management of aquatic plants**. In: Thomaz, S.M., Bini, L.M. (Eds.), Ecologia e Manejo de Macrófitas Aquáticas. Editora UEM, Brazil, 2003. pp. 39 e 58.

PARÁ. **Política dos recursos hídricos do Estado do Pará**. Secretária de Ciência e tecnologia (SECTAM), Belém-PA, 2005.

PREFEITURA MUNICIPAL DE MARABÁ (PMM). Lei 17.213 de 09 de outubro de 2006. Institui o Plano Diretor Participativo do Município de Marabá, cria o Conselho Gestor do Plano Diretor e dá outras providências. Disponível em: <http://www.maraba.pa.gov.br>. Acesso em 10 jan. 2019.

SOUZA, M.V.M. **O Projeto Alpa e a produção do espaço urbano em Marabá (PA): a cidade mercaria e as desigualdades sócio espaciais**. Tese de doutorado: Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-graduação em Geografia, 2015.

STEVAUX, J.C.; CORRADINI, F.A.; AQUINO, S. Connectivity processes and riparian vegetation of the upper Paraná River, Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, 2012. doi:10.1016/j.jsames.2011.12.007.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

TEMPO DE RECORRÊNCIA DA VAZÃO DE MARGENS PLENAS NOS RIOS DAS REGIÕES OESTE E SUDOESTE DO ESTADO DO PARANÁ

Oscar Vicente Quinonez Fernandez [(a)]

[(a)] Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), *campus* de Marechal Cândido Rondon, Colegiado de Geografia. Email: oscar.fernandez@unioeste.br

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

A vazão de margens plenas (Qmp) e o respectivo tempo de recorrência (Tmp) é de vital importância na dinâmica hidrológica, geomorfológica e ecológica dos cursos fluviais. O objetivo deste trabalho é estimar ambas variáveis em estações fluviométricas localizadas nas regiões Oeste e Sudoeste do estado do Paraná. O nível de margens plenas foi definido em campo com levantamento topográfico da cota média de depósitos de diques marginais e a vazão Qmp correspondente foi calculada mediante curvas-chave. O tempo de recorrência Tmp foi estimado pela distribuição de Log-Pearson III. A área da bacia nas estações fluviométricas variou de 336 a 17.400 km^2 e a Qmp estimada variou de 77,7 e 2.580 m^3/s respectivamente. O tempo de retorno máximo e mínimo da Qmp é igual a 1,05 e 1,80 ano com valor médio de 1,33 ano. Numa primeira aproximação, foi observado que o Tmp foi influenciado pela presença/ausência da vegetação original e pelo relevo das bacias.

Oscar Vicente Quinonez Fernandez

Palavras chave: Vazão; Rios entalhados; Planalto basáltico; Dique marginal.

1 Introdução

A vazão de margens plenas num determinado trecho e seu respectivo tempo de recorrência é de vital importância em hidrologia e tem suas repercussões na dinâmica geomorfológica e ecológica dos cursos fluviais.

Esta vazão é definida como a descarga líquida que preenche o canal até o nível da planície de inundação (WOLMAN e LEOPOLD, 1957) ou até o topo das margens (Williams, 1978), demarca o limite entre os processos fluviais que modelam o canal e os que constroem a planície de inundação (LEOPOLD et al., 1964) e é tida como

referência nos programas de recuperação fluvial (ROSGEN, 1994) e na ecologia da faixa ripária, aportando nutrientes para a planície aluvial (MIDDLETON, 2002).

Para definir o nível de margens plenas, é necessária a identificação da planície aluvial. A detecção desta superfície nem sempre é possível, principalmente em rios de regiões montanhosas. Por essa razão, são utilizadas características morfológicas, sedimentológicas e botânicas para identificar o nível de margens plenas, tornando ambígua a definição deste nível. Em razão desta diversidade de referências, Williams (1978), num trabalho de revisão bibliográfica, elencou 11 critérios utilizados pelos pesquisadores: 1) A superfície do fundo de vale, 2) Nível da planície de inundação ativa, 3) Nível do patamar inferior, 4) Nível do patamar intermediário, 5) Nível do patamar superior, 6) Nível médio das partes mais altas nas barras de canal, 7) Variação da vegetação, 8) Nível do limite superior de depósitos arenosos, 9) Nível com a relação mínima da razão largura/profundidade, 10) Nível correspondente ao primeiro máximo no índice de Riley (*bench index*, *BI*) e 11) Nível correspondente ao brusco aumento da relação área da seção transversal e largura do canal. Além dos critérios elencados por Williams (1978), outras referências foram utilizadas como níveis de acumulação de detritos lenhosos (WOHL e WILCOX, 2005), concentração de invertebrados em depósitos rudáceos marginais (RADECKI-PAWLIK e SKALSKI, 2008) e níveis de escavação nas margens (BLANTON et al., 2010).

Quanto ao tempo de recorrência da vazão de margens, Wolman e Leopold (1957), Dury (1961), Woodyer (1968), Castro e Jackson (2001), Ahilan et al. (2013) entre outros, estimaram que esta vazão tem recorrência de 1 a 2 anos. Pickup e Warner (1976) observaram que pode variar de 4 a 10 anos e, Williams (1978) determinou que o tempo de recorrência variou de 1,03 a 5,0 anos em 75% das estações. Comparando os resultados de inúmeros trabalhos, Leopold (1994) concluiu que a maior parte do período de retorno da vazão Qmp varia de 1,0 a 2,5 anos e poder ser influenciado pelo tamanho da bacia (PETIT e PAUQUET, 1997), pelas características geológicas (HARVEY,

1969), por fatores climáticos e fisiográficos (CASTRO e JACKSON, 2001) e pela localização da estação fluviométrica dentro da bacia, pois maiores tempos de retorno são observados nos trechos médio e superior das bacias (RICHARDS, 1982)

O objetivo deste trabalho é estimar a vazão de margens plenas e o seu tempo de retorno em estações fluviométricas localizadas nas regiões Oeste e Sudoeste do estado do Paraná (Figura 1).

Figura 1: O polígono demarca a área de estudo nas regiões Oeste e Sudoeste do estado do Paraná.

2 Materiais e Métodos

2.1 Área de estudo

Na área de estudo afloram rochas basálticas cretáceas formadas por espessas sequências de derrames agrupadas no Grupo Serra Geral (MINEROPAR, 2013). Em termos geomorfológicos, a área em apreço forma parte do planalto arenítico-basáltico denominado por Maack (1968) de Terceiro Planalto Paranaense ou Planalto de Guarapuava. A altitude do Terceiro Planalto varia de 225 m no extremo Oeste a 1300 no seu limite Leste com o Segundo Planalto no centro do estado (SANTOS et al., 2006).

O clima na área de estudo é subtropical úmido - mesotérmico (tipo Cfa na classificação de Köeppen) (IAPAR, 2000). Na área de estudo, a precipitação média anual aumenta da região Oeste para a região Sudoeste (1700 a 2000 mm) (SILVA et al., 2009).

2.2 Definição da cota do nível de margens plenas neste trabalho

Para identificar o nível de margens plenas na definição de Wolman e Leopold (1957), é necessária a identificação da planície aluvial. Em muitos casos, como em rios com talvegue entalhado ou vales íngremes e confinados de terrenos declivosos, a planície aluvial é pouco desenvolvida ou inexiste. Por essa razão, é primordial analisar a lista de critérios apresentada por Williams (1978) para definir qual pode ser adotado.

No planalto basáltico paranaense, a maior parte da rede de drenagem encontra-se encaixada no fundo de vale, com planície aluvial estreita ou inexistente. Por essa razão, foi adotado a cota média dos diques marginais (oitavo critério elencado por WILLIAMS, 1978) para definir o nível margens plenas nas estações fluviométricas, seguindo a mesma decisão de Fernandez (2010). Este critério foi adotado por ser uma feição facilmente reconhecível na área em estudo. A figura 2 ilustra a identificação de depósitos arenosos marginais em duas estações fluviométricas.

Figura 2: As setas indicam os depósitos arenosos marginais adotados como referência na definição do nível de margens plenas nas estações Palmeirinha (A) e São Sebastião (B).

2.3 Coleta e análise de dados

A vazão de margens plenas foi estimada em 16 estações fluviométricas localizadas nas bacias dos rios Piquiri, Paraná III e Baixo Iguaçu (Figura 3 e Tabela 1). A cota de margens plenas foi definida com base em depósitos arenosos marginais identificados em torno das estações. A cota média desta feição foi obtida mediante levantamento topográfico convencional (HARRELSON et al. 1994) e é baseada no zero da escala do conjunto de réguas fluviométricas. A vazão Qmp correspondente ao nível identificado foi obtida por meio da equação de curva-chave construída para cada estação (Ver tabela 2) a partir dos valores da cota máxima anual e a respectiva vazão, fornecidos pela Agencia Nacional de Águas (ANA) no sitio http://hidroweb.ana.gov.br.

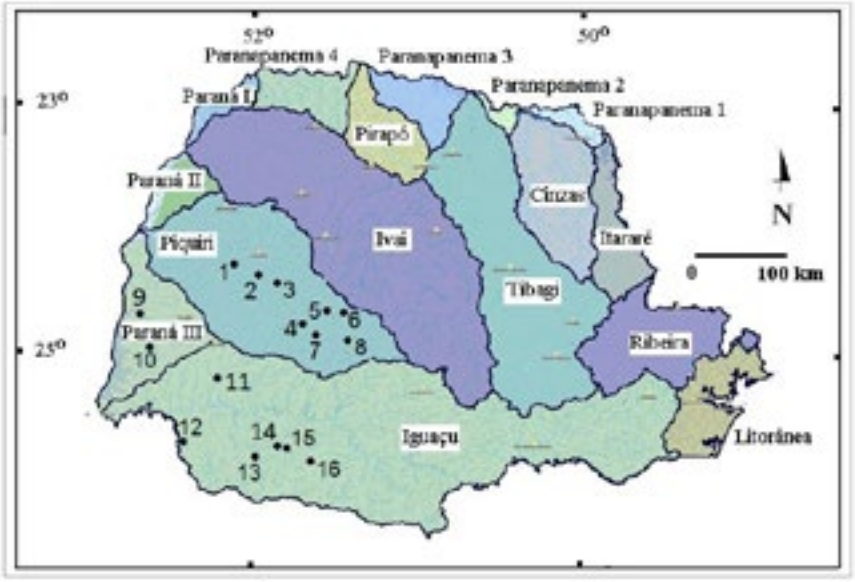


Figura 3. Localização das estações fluviométricas nas bacias dos rios Piquiri, Paraná III e Iguaçu (Fonte: Instituto das Águas do Paraná).

A análise de freqüência de cheias objetiva calcular a vazão correspondente para um determinado intervalo de recorrência a partir da uma série de vazões anuais máximas. As distribuições de probabilidade mais usadas em análise de frequência de cheias são: Normal, Log Normal, Pearson Tipo 2, Log Pearson Tipo III, Gumbel, Gamma

generalizada entre outras (BOBÉE et al., 1993). Neste trabalho foi adotada a distribuição Log-Pearson III, pela sua ampla utilização em análise de frequência de cheias. Os intervalos de retorno das vazões nesta distribuição são calculados digitando os dados de cheias anuais de cada estação numa planilha eletrônica (NRCS, 2018) fornecendo como resultado uma tabela com os valores da vazão estimada para diversos intervalos de recorrência, os limites de confiança (95%) e um gráfico Intervalo de recorrência versus Vazão.

Tabela 1: Dados das estações fluviométricas selecionadas nas bacias dos rios Piquiri, Iguaçu e Paraná III. (Fonte: Instituto das Águas do Paraná).

Nº	**Nome e código da estação**	**Coordenadas Geográficas**	**Rio**	**Município**	**Área da bacia à montante da estação (km²)**
1	Formosa/ 64820000	24º 13’ 40” S 53º 20’ 05’ W	Piquiri	Alto Piquiri	17.400
2	Novo Porto II/ 64799500	24º 22’ 41” S 53º 09’ 45” W	Piquiri	Nova Aurora	12.100
3	Ponte do Piquiri/ 64795000	24º 33’ 31” S 53º 07’ 45”W	Piquiri	Corbélia	11.200
4	Foz do Cantu/ 64776100	24º 45’ 07” S 52º 52’ 36” W	Piquiri	Campina da Lagoa	7.650
5	Balsa do Cantu/ 64775000	24º 44’ 55” S 52º 42’ 10” W	Cantu	Altamira do Paraná	2.520
6	Leôncio Primo/ 64773000	24º 43’ 37“ S 52º 18’ 34” W	Cantu	Palmital	757
7	Porto Guarani/ 64771500	24º 51’58” S 52º 45’ 46” W	Piquiri	Altamira do Paraná	4.160
8	Guampará/ 64764000	24º 58’ 59”S 52º 16’ 59”W	Piquiri	Palmital	1.690
9	São Francisco Verd. 64875500	24º 44’ 36”S 54º 05’ 48”W.	S. Francisco Verdadeiro	Marechal C. Rondon	1.406
10	São Francisco Falso/ 64892500	24º 57’ 36”S 54º 10’ 30”W	S. Francisco Falso	Diamante do Oeste	568
11	São Sebastião/ 65979000	25º 27’ 37” S 53º 31’ 43” W	Andrada	Santa Lúcia	1.310
12	Muniz/ 65990550	25º 44’ 83” S 53º 50’ 49” W	Santo Antônio	Planalto	969
13	ETA Francisco Beltrão/ 65950200	24º 04’ 54”S 53º 04’ 28”W	Marrecas	Francisco Beltrão	336
14	Balsa do Santana/ 65955000	25º 54’ 54” S 52º 50’ 59” W	Santana	Itapejara d’Oeste	1.720
15	Águas do Verê/ 65960000	25º 46’ 37” S 52º 55’ 58” W	Chopim	Verê	6.690
16	Porto Palmeirinha/ 65927000	26º 01’ 46” S 52º 37’ 42” W	Chopim	Coronel Vivida	3.390

3 Resultados e Discussão

A tabela 2 sumaria os resultados obtidos nesta pesquisa, consistentes nas curvas-chave e os respectivos coeficientes de determinação (R^2), os valores da cota (Cmp) e da vazão de margens plenas (Qmp) além dos tempos de recorrência desta vazão (Tmp).

Tabela 2: Equações de curvas-chave para as estações fluviométricas, onde C= nível do rio (cm) e Q=vazão (m^3/s). Cmp=cota do nível de margens plenas (cm) tendo como referência o zero das réguas das estações, Qmp=vazão de margens plenas (m^3/s), T=tempo de recorrência da vazão de margens plenas (anos).

Nº	Estação e período analisado	Curva-chave e valor de R^2	Cmp (cm)	Qmp (m^3/s)	Tmp (ano)
1	Formosa 1968-2015	$Q=0,0037.C^2+1,8412.C-246,78$ $R^2=0,996$	645	2480	1,30
2	Novo Porto 2 1979-2015	$Q=0,0012.C^2+6,2654.C-1542,2$ $R^2=0,993$	564	2373,2	1,15
3	Ponte do Piquiri 1973-2015	$Q=0,0015.C^2+4,1731.C-510,86$ $R^2=0,999$	500	1950,7	1,20
4	Foz do Cantu 1988-2015	$Q=0,0073.C^2-0,3396.C+79,699$ $R^2=0,998$	489	1659,3	1,10
5	Balsa do Cantu 1969-2015	$Q=0,0015.C^2+0,9249.C-238,75$ $R^2=0,994$	645	574,6	1,15
6	Leôncio Primo 1980-2015	$Q=0,0004.C^2+1,0739.C-205,46$ $R^2=0,997$	450	358,8	1,20
7	Porto Guarani 1978-2015	$Q=0,0011.C^2+1,2243.C-227,62$ $R^2=0,998$	631	1018,9	1,30
8	Guampará 1986-2015	$Q=-0,0001.C^2+2,1931.C-648,77$ $R^2=0,997$	476	372,5	1,20
9	São Franc. Verd. 1990-2001	$Q= 0,006.C^2+5,4197.C-790,17$ $R^2=0,975$	175	342	1,25
10	São Francisco Falso 1990-2008	$Q=0,0001.C^2+0,346.C-6,4903$ $R^2=0,999$	369	134,8	1,05
11	São Sebastião 1978-2015	$Q=0,0006.C^2+0,2526.C-6,2746$ $R^2=0,999$	704	365,2	1,70
12	Muniz 1987-2015	$Q=0,0007.C^2+0,1206.C-19,765$ $R^2=0,999$	380	127,1	1,20
13	ETA Francisco Beltrão - 2003-2015	$Q=0,0006C^2-0,1475.C+25,68$ $R^2=0,999$	442	77,7	1,15
14	Águas do Verê 1958-2015	$Q=0,0085.C^2+2,8422.C-369,28$ $R^2=0,998$	272	1394	1,80
15	Balsa do Santana 1958-2001	$Q=0,0031.C^2+1,1216.C-104,2$ $R^2=0,998$	318	430,2	1,80
16	Porto Palmeirinha 1956-2015	$Q=0,0002.C^2+2,6149.C-182,24$ $R^2=0,999$	322	680,5	1,75
Média					**1,33**

A figura 4 mostra a relação entre área da bacia à montante das estações e o tempo de recorrência da vazão Qmp, denotando uma correlação positiva entre as variáveis. Este comportamento, de acordo da Petts e Foster (1985, apud AHILAN et al., 2013) é talvez compreensível, dado que a duração da inundação de uma determinada frequência também aumenta em direção à jusante. Nos trechos inferiores, os picos das cheias são atenuados pela diminuição do gradiente do canal.

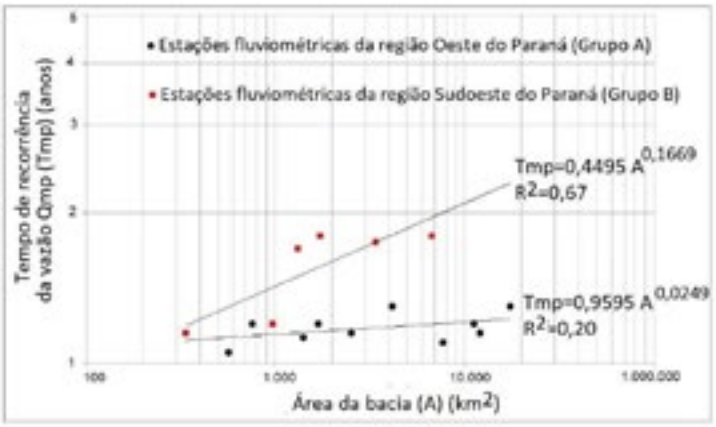


Figura 4: Relações entre a área da bacia à montante das estações fluviométricas e o intervalo de recorrência das vazões de margens plenas.

Numa análise preliminar, é possível aglutinar as estações nos grupos A e B (Figura 4), sendo que o primeiro congrega estações situadas nas bacias dos rios Piquiri e Paraná III, enquanto que o grupo B reúne as estações localizadas no Baixo Iguaçu (rios Andrada, Santo Antônio e Chopim). Em linhas gerais, nas estações do grupo A os tempos de recorrência da Qmp são menores do que o das estações do grupo B. Este último grupo apresenta um coeficiente de determinação razoavelmente elevado (R^2=0,67) em comparação com o grupo A (R^2=0,20).

As características climáticas, altimétricas e de uso da terra poderiam explicar, numa primeira aproximação, a variação do tempo de recorrência da Qmp nos dois grupos. Nas

estações do grupo A (Estações 1 ao 10), as classes de solos predominantes são os Neossolos Litólicos+Neossolos Regolítico e Nitossolos+Neossolos Litólicos (EMBRAPA, 2012). A vegetação original tem sido removida quase na sua totalidade, restando poucas manchas de araucária e floresta estacional semidecidual (floresta pluvial). A altitude varia de 300 a 1200 m (IPARDES, 2018) e a pluviosidade anual varia 1700 a 1900 mm (SILVA et al., 2009). Nas estações do Grupo B (Estações 11 ao 16) as classes de solos dominantes são Neossolos Litólicos+Neossolos Regolíticos e Cambissolos+Nitossolos (EMBRAPA, 2012). A vegetação original na cabeceira do rio Chopim consistente em estepe gramíneo lenhosa (campos naturais) e floresta ombrófila mista (floresta de araucária) ainda está preservada em grande parte (SOS MATA ATLÂNTICA, 2018) A altitude varia de 700 a 1300 m (IPARDES 2018) e pluviosidade anual varia de 1900 a 2000 mm (SILVA et al., 2009).

Embora não existam diferenças significativas entre os dois grupos no tocante as classes de solos e pluviosidade anual, há uma divergência na amplitude altimétrica das bacias e a vegetação original remanescente. A maior amplitude altimétrica nos rios e a remoção indiscriminada da floresta original na área do grupo A, permitiria o escoamento mais rápido da vazão, diminuindo o pico das descargas. Por outro lado, no grupo B, a vegetação original pouco alterada na bacia do rio Chopim manteria em boas condições a capacidade de infiltração dos solos, diminuindo o escoamento superficial. Nesse sentido, Clark (1987) demonstrou que a vazão Qmp diminui em bacias quando a vegetação original é preservada.

4 **Considerações Finais**

O artigo apresenta a vazão de margens plenas (Qmp) e os respectivos tempos de recorrências estimados pela distribuição Log-Pearson III em 16 estações fluviométricas distribuídas nas regiões Oeste e Sudoeste do estado do Paraná. Ambas as regiões

constituem uma região homogênea definida pelas condições geológicas, geomorfológicas e climáticas. As vazões Qmp foram estimadas em estações fluviométricas com áreas de drenagem que variam de 336 a 17.400 km^2. O tempo de retorno máximo e mínimo de Qmp é igual a 1,05 e 1,80 ano respectivamente com valor médio de 1,33 ano. Tanto os valores extremos como o valor médio estão inseridos na faixa de 1 a 2 anos proposta pela maioria dos pesquisadores. A pouca amplitude do intervalo de recorrência das vazões Qmp, sugere que os depósitos arenosos de dique marginal é um critério seguro para identificar o nível de margens plenas nos rios do planalto basáltico da bacia do Paraná.

Estudos futuros poderão detalhar as principais informações delineadas neste trabalho, consistente nos fatores que controlam o tempo de recorrência da vazão Qmp (relevo e vegetação original) e a tendência do aumento desta vazão da região Oeste em direção ao Sudoeste do estado.

Referências Bibliográficas

AHILAN, S.; O'SULLIVAN, J.J.; BRUEN, M.; BRAUDERS, N.; HEALY, D. Bankfull discharge and recurrence intervals in Irish rivers. **Proceedings of the Institution of Civil Engineers** – Water Management, v. 166, n. 7, p. 381-393, 2013.

BLANTON, K.; MOSSA, J.; KIEFER, J.; WISE, W. Bankfull indicators in Small Blackwater streams in Peninsular Florida reliability and relations with hydrology. **Southeastern Geographer**, v. 50, n. 4, p. 422-444, 2010.

BOBÉE, B.; CAVADIAS, G.; ASHKAR, F.; BERNIER, J.; RASMUSSEN, P. Towards a systematic approach to comparing distributions used in floods frequency analysis. **Journal of Hydrology**, v. 142, n. 1-2, p. 121-136, 1993.

CASTRO, J.M.; JACKSON, P.C. Bankfull discharge recurrence intervals and regional hydraulic geometry relationships: patterns in the Pacific Northwest, USA. **Journal of the American Water Resources Association**, v. 37, p. 1249-1262, 2001.

CLARK, C. Deforestation and floods. **Environmental Conservation**, v. 14, n. 1, p. 67-69, 1987.

DURY, G.H. Bankfull discharge: an example of its statistical relationship. **Bulletin of the International Association of Scientific Hydrology**, v. 6, n. 3, p. 48–55, 1961.

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) **Mapa simplificado de solos do estado do Paraná** (Escala: 1/1.2000.000), 2012.

FERNANDEZ, O.V.Q. Determinação da descarga dominante em estações fluviométricas das regiões Oeste e Sudoeste do Paraná. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 11, n. 69-74, 2010.

HARRELSON, C.C.; RAWLINS, C.L.; POTYONDY, J.P. Stream channel reference sites: an illustrated guide to field technique. **General Report** No RM-245. U.S. Department of Agriculture. Forest Service, Fort Collins, Colorado, v. 61, p., 1994.

HARVEY, A.M. Channel capacity and the adjustment of streams to hydrologic regime. **Journal of Hydrology**, v. 8, p. 82-98, 1969.

IAPAR (Instituto Agronômico do Paraná) **Cartas climáticas do Estado do Paraná**. Londrina: Cd-Rom, 2000.

IPARDES (Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social) **Mapa hipsométrico**. Escala: Disponível em: <http://www.ipardes.gov.br/pdf/mapas/base_ambiental/01_hipsometria.jpg>. Acesso em dezembro 2018.

LEOPOLD, L.B. **A view of the river**. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 320 p., 1994.

LEOPOLD, L.B.; WOLMAN, M.G.; MILLER, J.P. **Fluvial processes in geomorphology**. New York, New York: Dover Publications Inc., 1964.

MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná**. Curitiba: Codepar, 350 p., 1968.

MIDDLETON, B.A. **Flood pulsing in Wetlands: restoring the Natural Hydrological Balance**. Wiley, Chichester. 320 p. 2002.

MINEROPAR (Minerais do Paraná S.A.) **O Grupo Serra Geral no estado do Paraná**. Curitiba: Mineropar, 2 v., 2013.

NRCS (Natural Resources Conservation Service). **Log-pearson frequency analysis spreadsheet**, Version 2.5, 6/2014. Disponível em: <https://www.nrcs.usda.gov/wps/PA_NRCSConsumption/download?cid...ext=xlsx>. Acesso em: dezembro 2018.

PETIT, F.; PAUQUET, A. Bankfull discharge recurrence interval in gravel-bed rivers. **Earth Surface Processes and Landforms**, v. 22, n. 7, p. 685–693, 1997.

PICKUP, G.; WARNER, R.F. Effects of hydrologic regime on magnitude and frequency of dominant discharge. **Journal of Hydrology**, v. 29, p. 51-75, 1976.

RADECKI-PAWLIK, A.; SKALSKI, T. Bankfull discharge determination using the new Invertebrate Bankfull Assessment Method. **Journal of Water and Land Development**, n. 12, p. 145–153, 2008.

RICHARDS, K. **Rivers, Form and Process in Alluvial Channels**. Methuen, 358 p., 1982.

ROSGEN, D.L. A classification of natural rivers. **Catena**, v. 22, p. 169-199, 1994.

SANTOS, L.J.C.; OKA FIORI, C.; CANALI, N.E.; FIORI, A.P.; SILVEIRA, C.T.; SILVA, J.; ROSS, J.L.S. Mapeamento geomorfológico do estado do Paraná. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 7, p. 3-12, 2006.

SILVA, E.S.; TRINCA, L.A.; NERY, J.T. Áreas espacialmente homogêneas de níveis de precipitação nas regiões Sudeste e Sul do Brasil. **Revista Energia na Agricultura**, v. 24, n. 3, p. 34-59, 2009.

SOS MATA ATLÂNTICA Remanescente da cobertura vegetal nativa. Disponível em:<http://www.ipardes.gov.br/pdf/mapas/base_ambiental/08_remanescentes_da_cobertura_vegetal_nativa_2013_2014.jpg>. 2015. Acesso em dezembro de 2018.

WILLIAMS, G.P. Bank-full discharge of rivers. **Water Resources Research**, v. 14, p. 1141-1153, 1978.

WOHL, E.E.; WILCOX, A. Channel geometry of mountain streams in New Zealand. **Journal of Hydrology**, v. 300, p. 252-266, 2005.

WOLMAN, M.G.; LEOPOLD, L.B. River flood plains: some observations on their formation. **Profissional Paper**, United States Geological Survey, 282C, p. 87-107, 1957.

WOODYER, K.D. Bankfull frequency in rivers. **Journal of Hydrology**, v. 6, p. 114-142, 1968.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

TIPOS DE USO E OCUPAÇÃO DA TERRA E SEUS EFEITOS SOBRE A GEOQUÍMICA DAS ÁGUAS EM UMA BACIA HIDROGRÁFICA DO SUDOESTE AMAZÔNICO – ACRE

Waldemir Lima dos Santos [(a)], Cristina Helena Ribeiro Rocha Augustín [(b)]

[(a)] Centro de Filosofia e Ciências Humanas / Curso de Geografia, Universidade Federal do Acre, waldemir_geo@yahoo.com.br
[(b)] Departamento de Geografia/Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, chaugustin@hotmail.com

Eixo: Dinâmica e Gestão de Bacias Hidrográficas

Resumo

Este trabalho teve por finalidade avaliar os efeitos do uso e ocupação da terra, no período de 1996 a 2010, sobre a carga dissolvida na bacia do igarapé Judia – Acre. Para isto, foi realizado um mapeamento, abrangendo os anos de 1996 a 2010, com projeção para 2014 **e** 2016, utilizando-se a base de dados do IBGE (2010) e imagens Landsat TM5. A análise da água correspondeu aos períodos secos e cheios de 2010 e 2011, com 10 (dez) pontos de monitoramento e 40 (quarenta) amostras, conforme metodologia de Santos Waldemir Lima dos Santos, Cristina Helena Ribeiro Rocha Augustín. Constatou-se carga de metais como Fe, Mn, Zn, Cu, Cr, considerados fora dos padrões da Resolução CONAMA, nº 357/2005, possivelmente atrelada aos pesticidas, herbicidas e fertilizantes utilizados nas pastagens, curtumes na área rural e efeitos da urbanização. Constatou-se, inequivocamente, que o atual uso e ocupação da terra é fator determinante na alteração das condições naturais da bacia do igarapé Judia, carecendo de medidas de conservação.
Palavras chave: Uso e ocupação da terra. Qualidade ambiental. Águas superficiais. Impacto ambiental. Acre.

1. Introdução

A contaminação da água por efluentes, a disposição de elementos químicos no solo, seja pela atividade produtiva da terra, seja pela característica litológica da região, necessita ser abordada à luz da concentração de elementos químicos disponíveis (JUCHEM, 1992; RIOS e CALIJURI, 1995; TUNDISI e TUNDISI, 2008).

Estudos sobre a temática no Brasil são, no entanto, mal distribuídos, com maior concentração na região sudeste, especialmente nos estados de São Paulo,

Rio de Janeiro e Minas Gerais (NECCHI *et al.*, 2000; SMITH e PETRERE, 2000; RODRIGUES e BICUDO, 2001; SILVA *et al.*, 2001).

Na região amazônica brasileira, a realização de estudos limnológicos é mais frequente na Amazônia Central, aonde a composição química dos ambientes lóticos vem sendo estudada por vários pesquisadores (KLINGE e OHLE, 1964; SIOLI, 1968, 1975a, 1975b; FITTKAU *et al.*, 1975; KÜCHLER *et al.*, 2000).

No Acre, os estudos limnológicos, em fase embrionária, restringem-se à bacia hidrográfica do rio Acre, em sua maioria, nos lagos formados por meandros abandonados (SENDACZ e COSTA, 1991; KEPPELER *et al.*, 1999a, 1999b; ALMEIDA, 2000; KEPPELER e HARDY, 2002; LOPES e BICUDO, 2003; KEPPELER, 2003; FURTADO, 2005; SANTOS, 2005; SILVA, 2010).

No entanto, a análise da contaminação da água corrente exige outras abordagens, nas quais vários elementos ambientais possam ser considerados, dada a importância dos mesmos no processo de limpeza ou contaminação. Este é o caso daquelas que envolvem a avaliação da cobertura vegetal, que ao interceptar e armazenar água de chuva, principalmente, no período de máximo crescimento da vegetação e o seu poder de contenção do *runoff* (DUNNE e LEOPOLD, 1978; WATSON e LAFLEN, 1986; COELHO NETTO, 2001; PAIVA, 2001).

Na área em estudo, há uma tendência massiva de conversão das áreas de floresta em pastagem, culminando com maior perda de água por *runoff* (SANTOS e AUGUSTIN, 2015) e a consequente alteração biogeoquímica da água pela adição de fluídos químicos (SANTOS, 2005; EMBRAPA, 2019), objeto desta pesquisa.

2. Materiais e Métodos

2. 1 Localização e descrição da área de estudo

A área de estudo é a bacia do Igarapé Judia, localizada entre as coordenadas geográficas 10º2’40’’S e 67º44’25’’W e 9º58’27’’S e 67º47’29’’W, nos

municípios de Rio Branco (AC) - baixo e médio curso - e Senador Guiomard (AC) - alto curso, no leste do estado do Acre, com aproximadamente, 123 km² (fig. 1).

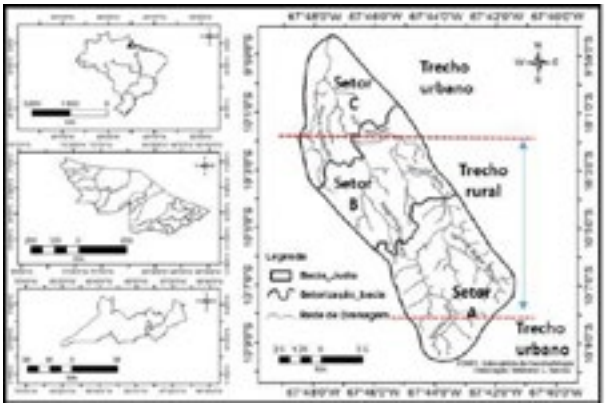


Figura 1 – Localização da bacia do Igarapé Judia e respectivos setores

A bacia possui predomínio de atividades pecuaristas, pequena atividade de agricultura de subsistência e construção de habitações de forma rarefeita no trecho que compreende a zona rural dos dois municípios e mais intensa nos extremos da bacia, abrangendo a sede dos municípios de Senador Guiomard (AC) e Rio Branco (AC).

2.2. Aspectos Biofísicos

A bacia está inserida em uma planície aluvionar na porção que compreende o Planalto Rebaixado da Amazônia Ocidental (ACRE, 2000), cuja altitude varia entre 130 a 220m, abrigando, aproximadamente, 100 mil habitantes (SANTOS, 2005; SANTOS, 2013). A área é de relevo de topo convexo separado por vales em forma de "U" com fundos planos e fraca dissecação, prevalecendo as características aplainadas com depósitos de sedimentos pliopleistocênicos da Formação Solimões, de idade Cenozóica recoberta por uma sequência de ambiente tipicamente continental fluvial (LATRUBESSE, 1996; BRASIL, 1976 *apud* SANTOS, 2005).

O tipo climático é *Am*, classificação de W. Köppen, correspondendo a tropical chuvoso (AYOADE, 1998). As chuvas caracterizam o "inverno amazônico" (de outubro a abril), e o período de estiagem caracteriza o "verão amazônico" (de maio

a setembro), cujos índices de chuva variam de 1877 a 1982 mm/ano. As temperaturas médias máximas são de 33ºC nos meses de setembro e outubro e as médias mínimas são de 17ºC no mês de julho (ACRE, 2000; DUARTE, 2006).

Há a ocorrência de manchas de solos com predomínio dos Argissolos (SILVA, 1995). A região fitoecológica é a Floresta Ombrófila Aberta (FOA), cujas formações vegetais são: Floresta aberta de relevo ondulado de depósitos coluviais (palmeiras e cipós) e Floresta aberta de interflúvios coluviais (palmeiras e bambus) (ACRE, 2000), embora, atualmente, haja predomínio das pastagens (SANTOS, 2005).

2.3 Procedimentos Metodológicos

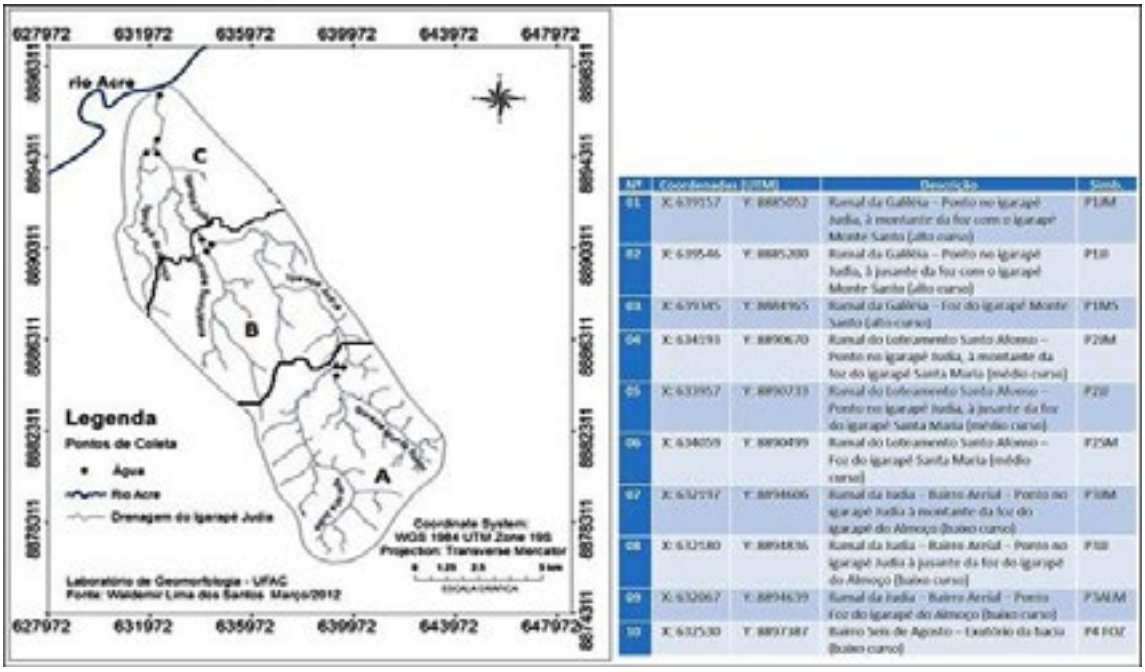
2.3.1 Mapeamento e análise do uso e ocupação da terra:

Para o mapeamento do uso e ocupação da terra, utilizou-se o material cartográfico da base de dados do IBGE (2010) e imagens Landsat TM5, escala 1:100.000, dos anos de 1996, 2000, 2004, 2008 e 2010, com projeção para 2014 e 2016, obtendo-se as classes: Pastagem (Pa), Floresta (Fta), Propriedades Rurais (PR), Área Urbana (AU), Corpos d'água naturais (CAN) e Corpos d'água artificiais (CAA).

Os dados foram tratados utilizando análises de correlação entre as variáveis. Posteriormente, utilizou-se a modelagem de Monte Carlo para projetar futuras modificações referentes à área ocupada e seus tipos de uso e ocupação.

2.3.2 Coleta e análise de amostras de água:

As coletas de água foram feitas de forma subsuperficial, através da submersão de recipiente de 500 ml na profundidade de 5cm da coluna d'água, tanto no período de cheia quanto da seca regional dos anos de 2010 e 2011, perfazendo-se 4 campanhas de coleta (1 cheia e seca para cada ano). As coletas foram realizadas no canal principal, à montante e à jusante de cada encontro com os 3 (três) maiores afluentes (Monte Santo - Setor A, Santa Maria - Setor B e Almoço - Setor C), incluindo a foz destes e, no exutório da bacia (fig. 2), totalizando-se 40 (quarenta) amostras em 10 pontos de monitoramento. As variáveis lidas foram: Fe, Mn, Zn, Cu, Cr, Al e Sílica.



Nº	Coordenadas (UTM)		Descrição	Simb.
01	X: 639157	Y: 8885052	Ramal da Gabília – Ponto no igarapé Judia, à montante da foz com o igarapé Monte Santo (alto curso)	P1JM
02	X: 639546	Y: 8885300	Ramal da Gabília – Ponto no igarapé Judia, à jusante da foz com o igarapé Monte Santo (alto curso)	P1JI
03	X: 639385	Y: 8884965	Ramal da Gabília – Foz do igarapé Monte Santo (alto curso)	P1MS
04	X: 634193	Y: 8890670	Ramal do Loteamento Santo Afonso – Ponto no igarapé Judia, à montante da foz do igarapé Santa Maria (médio curso)	P2JM
05	X: 633957	Y: 8890733	Ramal do Loteamento Santo Afonso – Ponto no igarapé Judia, à jusante da foz do igarapé Santa Maria (médio curso)	P2JI
06	X: 634059	Y: 8890499	Ramal do Loteamento Santo Afonso – Foz do igarapé Santa Maria (médio curso)	P2SM
07	X: 632197	Y: 8894606	Ramal da Judia – Bairro Aerial – Ponto no igarapé Judia à montante da foz do igarapé do Almoço (baixo curso)	P3JM
08	X: 632580	Y: 8894836	Ramal da Judia – Bairro Aerial – Ponto no igarapé Judia à jusante da foz do igarapé do Almoço (baixo curso)	P3JI
09	X: 632067	Y: 8894639	Ramal da Judia – Bairro Aerial – Ponto Foz do igarapé do Almoço (baixo curso)	P3AEM
10	X: 632530	Y: 8893387	Bairro Seis de Agosto – Exutório da bacia (baixo curso)	P4 FOZ

Figura 2 – Espacialização dos pontos de coleta de amostras de água

Para caracterizar geoquimicamente a bacia, utilizou-se como *background* a Resolução Conama 357/2005 (BRASIL, 2005), cujos limites estão dispostos no quadro I.

A leitura das variáveis foi realizada com o Espectrofotômetro Micronal B572, utilizando-se *kits* fotométricos, composto por frascos com reagentes utilizados para leitura de cada tipo de variável.

Quadro I – Variáveis de Carga Dissolvida, métodos de análise e limites legais

GRUPO DE VARIÁVEIS	VARIÁVEIS	MÉTODOS	VALORES LIMITES
Variáveis de Carga Dissolvida e em Suspensão	Fe	APHA (1995)	0,3 mg/L Fe
	Mn	APHA (1975)	0,1 mg/L Mn
	Zn	APHA (1995)	0,18 mg/L Zn
	Cu	APHA (1995)	0,009 mg/L Cu
	Cr	APHA (1995)	0,05 mg/L Cr
	Al	APHA (1998)	0,1 mg/L Al
	Sílica	USEPA (1983); APHA (1995)	*

*Não há limites toleráveis na legislação.

3. Resultados e discussões

3.1 Análise da Evolução do Uso e Ocupação da Terra

A bacia em estudo foi setorizada em alto, médio e baixo curso (setores A, B e C, respectivamente, classificando-se o uso e ocupação, conforme figura 3.

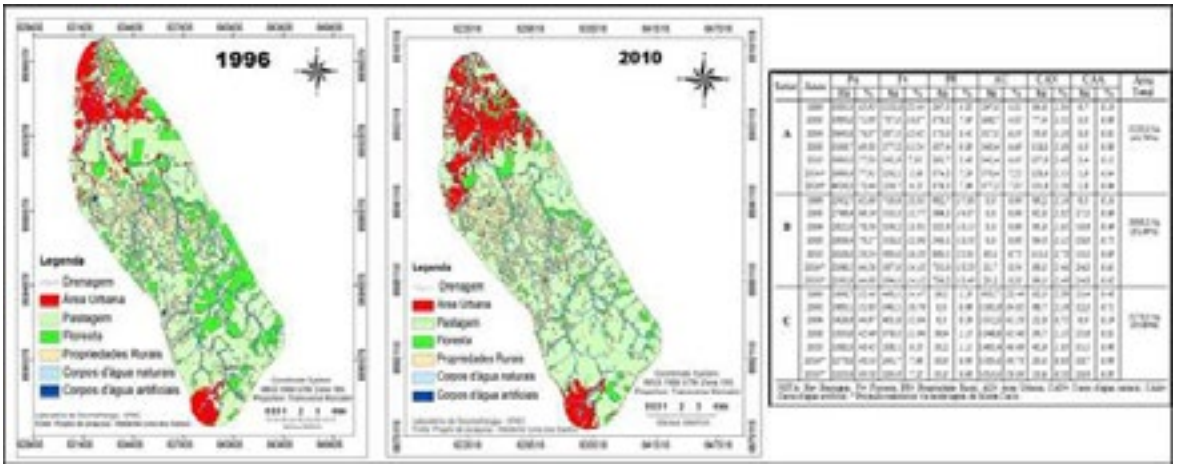


Figura 3 – Demonstrativo do uso e ocupação (1996 e 2010) e dados dos setores mapeados por Período, Tipo de uso e ocupação da terra, Área ocupada (ha e %) e Área total por setor (1996 a 2016).
Fonte: Santos (2013).

Conforme projeção estatística para o ano de 2014, a classe Pa apresentou tendência de aumento de 1,15%, saindo de 62,58% para 63,73%. Para o ano 2016, esse incremento foi de 1,22% em relação ao ano de 2010, chegando a 63,80% do total da bacia. Inversamente, as áreas de Ft mostraram retração na ordem de 1,35% para 2014 em relação a 2010. Para o ano de 2016, a redução é ainda maior, chegando a 2,09% com relação a 2010.

Pelo modelo estatístico utilizado, as PR's sofrerão redução de 0,58% em 2014 e 0,47% em 2016, ambos em relação ao ano de 2010 As AU's permanecerão praticamente estáveis no ano de 2014, no entanto, com crescimento de 1,11% para 2014 e 1,44% para 2016.

O aumento das áreas de Pa estão diretamente relacionadas à diminuição das áreas de Ft, como também das pequenas PR's que, possivelmente, passarão por um processo de expropriação de seus habitantes em função do aumento das áreas de grandes fazendas agropecuárias que já existem na região. A área de estudo apresenta uma dinâmica de ocupação controlada por duas classes de uso, a urbanização e a formação de pastagens. Com isso, de um lado, as áreas de floresta tendem a diminuir em razão do desmatamento que, nessa

parte do Estado do Acre, é predominante e, de outro, o avanço da urbanização tende a diminuir a qualidade dos recursos naturais.

3.2 Resultados da análise geoquímica da água

Esses resultados das análise geoquímicas a serem discutidas foram espacializados nos mapas da figura 4, através da interpolação, por variável, com o aspecto visual de concentração ao longo da bacia.

3.2.1 Ferro (Fe)

Em 2010, detectou-se que a maior carga de Fe nas águas da bacia ocorreu durante o período chuvoso, decaindo no período de estiagem. No entanto, os maior valores observados foram no setor C (4,14 mg/L), no período de seca daquele ano, o mesmo ocorrendo em 2011 (5,41 mg/L), com valores de Fe acima dos previstos na legislação ambiental. A superficialidade do lençol freático, aliado às altas temperaturas e condições pedológicas favoráveis, além da urbanização expressiva naquele Setor, tendem a promover maior formação, saída e concentração de Fe nas águas dos mananciais.

3.2.2 Manganês (Mn)

O Mn apresentou em 2010 valores elevados em todos os pontos de monitoramento em ambos os períodos sazonais, com destaque para o período de cheia, quando atingiu o valor máximo no setor C (13,9 mg/L), o mesmo que apresentou altos valores de Fe. Em 2011, verificou-se valores de Mn também elevados nos pontos em que houve ocorrência desse metal, com a concentração maior no período de seca no mesmo setor C (2,90 mg/L). Observou-se que, considerando os períodos sazonais, o de cheia é tido como propulsor da maior saída de Mn na água, decorrente da lixiviação das áreas fonte desse metal, enquanto que na seca, em razão do baixo nível das águas, há tendência à concentração.

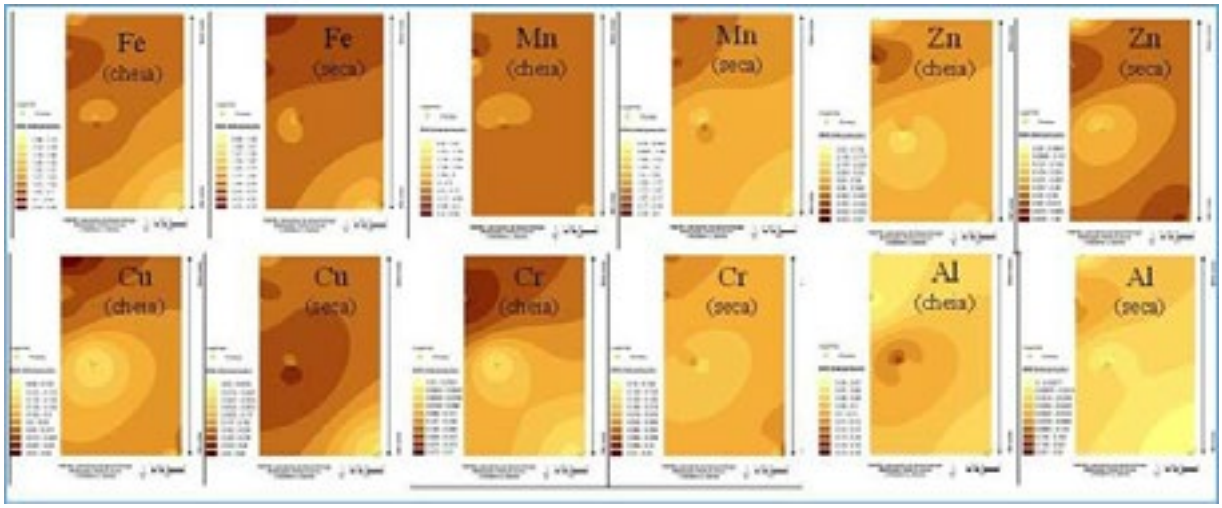


Figura 4 – Interpolação dos dados com a concentração nos períodos de cheia e seca na bacia

3.2.3 Zinco (Zn)

O Zn apresentou maiores concentrações no período de seca em 2010 no setor B (0,35 mg/L), localizado em área rural, enquanto que no período seco, foi o setor C, sob a influência de área urbana, que apresentou o valor máximo (2,48 mg/L). Em 2011, esta variável apresentou maiores concentrações no período de cheia, também no setor C (1,23 mg/L). No período da seca do mesmo ano, foi o setor A, localizado na área rural, que apresentou o maior valor medido (0,28 mg/L). Considerando a localização desses pontos, constatou-se que a área rural dos setores A e B, é que apresentou concentração mais alta de Zn, o que possivelmente pode ser resultante do uso de pesticidas ou fungicidas à base de Zn, já que alguns desses produtos são fabricados a partir desse metal.

Já o valor elevado medido na área urbana (setor C) indica tratar-se de concentração associada à disposição de efluentes domésticos no Igarapé Judia. Uma vez disposto em ambiente aquático, a mobilidade do Zn é fortemente influenciada pela presença de matéria orgânica, justificando o alto valor apresentado nesse ponto de coleta (McBRIDE, 1994; ACCIOLY e SIQUEIRA, 2000).

3.2.4 Cobre (Cu)

As concentrações medidas ultrapassaram o limite legal. Em 2010, detectou-se maior concentração desse elemento no período de cheia, quando atingiu o valor máximo de 0,88 mg/L no ponto P4, localizado no exutório da bacia. No período de seca, o maior valor foi de 0,66 mg/L, medido no setor B. Nos períodos de cheia e seca deste mesmo ano, o setor B apresentou acréscimo médio de concentração de 47,76% e 75,00%, respectivamente, em relação ao setor A. Em 2011, a maior concentração ocorreu no setor A no período de cheia (valor máximo de 0,67 mg/L); no período de seca, o maior valor foi de 0,62 mg/L, no setor B.

Nesse sentido, a presença de Cu nos setores estudados é, possivelmente, resultado dos efeitos do uso da terra nessas áreas, notadamente porque o setor B abrange grande área rural, formada por pastagens e pequena agricultura de subsistência que, possivelmente, fazem uso de produtos agroquímicos.

3.2.5 Cromo (Cr^{6+})

A disponibilidade de óxidos de manganês e matéria orgânica pode influenciar na disponibilidade e na mobilidade deste elemento. Os primeiros favorecem a oxidação de Cr^{3+} a Cr^{6+}, enquanto que os segundos provocam a redução de Cr^{6+} a Cr^{3+}; sendo assim, a forma Cr^{6+} apresenta alta mobilidade devido à sua maior solubilidade (BARTLETT e JAMES, 1979; McBRIDE, 1994; CASTILHOS *et al*., 2001; MATOS *et al*., 2008).

Em 2010, os maiores valores desse elemento químico foram observados no setor A (1,01 mg/L) no período de cheia, e no setor B, no período de seca (0,41 mg/L). Em 2011, ocorreram maiores concentrações de Cr no período seco, ficando acima do limite estabelecido pela legislação ambiental vigente. Ambos os valores podem estar atrelados à presença de curtumes, na área rural, e estruturas metálicas, pinturas e corantes na parte urbana da bacia. No período de cheia, foram detectados valores elevados no setor C e no exutório da bacia. Os maiores valores foram observados no setor A (0,37 mg/L) e no P4 (0,33 mg/L), ambos no período de seca na região. Na cheia, destacou-se o setor C (0,24 mg/L) e o exutório P4 (0,19 mg/L). Nesta pesquisa, considerou-se a forma hexavalente de Cr, sendo que em

todas as amostras analisadas as concentrações foram elevadas e fora do estabelecido pela legislação.

3.2.6 Alumínio (Al)

Neste estudo, esta variável ambiental apresentou comportamento sazonal comum, com concentração no período chuvoso e nenhuma ocorrência no período seco. Em 2010, no período de cheia, as concentrações foram muito baixas, enquanto em 2011, os valores mais altos foram observados no setor B, no período de cheia, e no setor C (0,20 mg/L e 0,50 mg/L), no período de seca. Nestes pontos, a concentração foi superior ao limite máximo estipulado pela legislação ambiental (0,1 mg/L).

3.2.7 Sílica (SiO_2)

Em 2010, as maiores concentrações de sílica foram observadas durante o período de seca, com acréscimo da montante para a jusante, e valor máximo de 5,18 mg/L ocorrendo no setor C, incluindo os valores relativos às amostras dos afluentes, relacionadas à menor vazão na bacia naquele momento (0,09 a 0,82 m³/s). Em 2011, as maiores concentrações de sílica foram observadas durante o período de cheia, com o valor máximo de 5,93 mg/L no setor A, também apresentando acréscimo do alto para o baixo curso da bacia.

3.3 Teste de diferença de média (T-*student*) para os períodos (cheia e seca) – 2010 e 2011

Em 2010, as variáveis Fe, Zn, Cu e Cr não apresentaram diferença significativa (p-valor >0,05) entre os dados da época de cheia e seca. Em 2011, igualmente, as variáveis Zn, Cu e Al também não apresentaram diferenças significativas (p-valor >0,05) entre os dados, apresentando igual concentração em ambos os períodos.

As condições ambientais em ambos os períodos sazonais favoreceram a concentração desses elementos na água, provavelmente indicando que as formas de manejo e uso da terra associadas às características dos solos determinaram essa situação, seja pelo escoamento em época de chuvas, seja pela concentração em época de estiagem.

4. Considerações finais

Os dados apresentados, indicam que o uso e ocupação da terra influenciaram a disponibilidade dos elementos químicos na água da bacia. Nos períodos chuvosos, em razão da alta taxa de lixiviação, observou-se aumento médio de metais pesados, especialmente o Al, Mn e Cu. No período de seca, metais como Fe, Zn e Cr apresentaram maiores concentrações médias, em razão do baixo volume de água nesta época do ano, diminuindo a autodepuração natural dos igarapés. É importante ressaltar que os metais Fe, Mn, Zn, Cu e Cr apresentaram valores anômalos tanto no período de seca, como no período de cheia, com concentrações extremamente elevadas e fora dos padrões estipulados pela legislação ambiental. As concentrações com altos valores de Cu, não obedeceram a um padrão sazonal definido, ocorrendo tanto no período da seca como na cheia durante o monitoramento. Esses valores elevados de Cu nas amostras de água podem estar associados aos efeitos do uso e ocupação da terra, em especial na área rural, ocupada por pastagens e agricultura de subsistência onde há o uso de produtos agroquímicos à base de Cu, o que pode ter contribuído para o aumento da concentração desse metal na água. O Cr^{+6} apresentou grandes concentrações na água, o que pode ser explicado pela presença de óxidos de manganês e matéria orgânica, que podem ter influenciado na disponibilidade e na mobilidade deste elemento. Talvez por isso, os valores tenham sido extremamente elevados na coluna d'água no período de seca, onde a concentração de Mn pode ter favorecido a oxidação desse metal.

Os dados analisados demonstraram, claramente, que a concentração desse metal pode estar atrelado ao uso de fertilizantes e à presença de curtumes na área rural, enquanto na área urbana, encontra-se relacionado a estruturas metálicas, uso de corantes e pinturas em geral.

Pesquisas, com monitoramento permanente, necessitam ser realizadas para acompanhamento do teor desses metais na água da bacia, considerando-se que a mesma serve para abastecimento humano da cidade de Rio Branco, capital do Estado do Acre, e que o excesso desses elementos em suas águas podem comprometer a saúde dos habitantes.

Agradecimentos: Agradecimento à Unidade de Tecnologia de Alimentos (UTAL/UFAC) pela cessão do laboratório de físico-química que permitiram as leituras das amostras e ao CNPq pela concessão de bolsa parcial ao autor, durante a pesquisa.

Referências bibliográficas

ACCIOLY, A.M.A, SIQUEIRA, J.O. Contaminação química e biorremediação do solo. In: **Tópicos em Ciência do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo,v.1,2000,352 p.

ACRE, Estado do. Programa Estadual de Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Acre. **Zoneamento ecológico-econômico**: recursos naturais e meio ambiente - documento final - v.1. Rio Branco: SECTMA, 2000.

ALMEIDA, J.S. **Influência do regime hidrológico sobre algumas variáveis limnológicas em um lago da planície de inundação do rio Acre (lago Amapá, Acre, Brasil)**. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais). Universidade Federal do Acre, 2000.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 14ª ed. Washington, 1975.

_____. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 18ª. ed. Washington, 1992.

_____. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 19ª. ed. Washington, 1995.

_____. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20ª. ed. Washington, 1998.

AYOADE, J.O. **Introdução à climatologia para os trópicos.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.
BARTLETT, R.J., JAMES, B.R. Behavior of chromium in soils. III. Oxidation. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 8, nº 11, p. 31-35, 1979.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. Folha SC 19 – **Rio Branco**: geologia, geomorfologia, solos, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro: Projeto RADAMBRASIL: Levantamento de recursos naturais, v. 15, 1976.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. **Resolução nº 357, de 17 de Março de 2005**. Brasília: CONAMA, 2005.

CASTILHOS, D.D., COSTA, C.N., PASSIANOTO, C.C., LIMA, A.C.R., LIMA, C.L.R., MULLER, V. Adição de cromo hexavalente no crescimento, nodulação e absorção de nutrientes em soja. **Ciência Rural**, v. 31, nº 6, p. 969 – 972, 2001.

COELHO NETTO, A.L. **Hidrologia de Encosta na interface com a Geomorfologia**. In: GUERRA, A.T. e CUNHA, S.B. (orgs.). Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

DUNNE, T., LEOPOLD, L. B. **Water Environmental Planning**. W. H. Freeman & Company, San Francisco, 1978.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária**. Zoneamento Legal da APA de Descalvado**. Disponível em: <http://www.apadescalvado.cnpm.embrapa.br.../Acesso: 20 jan. 2019.

FITTKAU, E.J., IRMLER, U., JUNK, W.J., REISS, F., SCHMIDT, G.W. Productivity, biomass, and population dynamics in Amazonian water bodies. **In:** GOLLEY, F.B., MEDINA, E. (eds.). **Tropical Ecology Systems. Trends in terrestrial and aquatic research**. New York: Springer Verlag, 1975.

FURTADO, C.M. **Caracterização limnológica e avaliação da qualidade da água de um trecho urbano do Rio Acre, Rio Branco-Ac, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais) – Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação. Rio Branco-Ac: Universidade Federal do Acre, 2005.

JUCHEM, P.A. Técnicas para Avaliação de Impacto Ambiental e Elaboração de Estudo de Impacto Ambiental de Empreendimentos Selecionados - Projetos de Aproveitamento Hidrelétrico. **In: Manual de Avaliação de Impactos Ambientais**. 1ª ed., Curitiba: SUREHMA/ GTZ, 1992.

KEPPELER, E.C. Comparative study of the zooplankton composition of two lacustrine ecosystems in Southwestern Amazonia. **Rev. Acta Scientiarum**, v. 25, nº 2, p. 467-477, 2003.

KEPPELER, E.C., HARDY, E.R. Estimativa do tamanho das fêmeas com ovos de Moina minuta Hansen,1899 (Cladocera, Crustácea) no lago Amapá, Rio Branco, Estado do Acre, Brasil. **Rev. Acta Scientiarum,** v. 24, nº 2, p. 321-328, 2002.

KEPPELER, E.C., LOPES, M.R.M., LIMA, C.S. Ficoflórula da lagoa Amapá em Rio Branco-Acre, II: Chlorophyta. **Rev. Bras. Biol.,** v. 59, nº 4, p. 687-691, 1999b.

KLINGE, H., OHLE, W. Chemical properties of rivers in the Amazonian area in relation to soil condition. **Verh. Internat. Verein. Limnol**., v. 15, p. 1067-1076, 1964.

KÜCHLER, I.L., MIEKELEY, N., FOSBERG, B.R.A Contribution to the Chemical Characterization of Rivers in the Rio Negro Basin, Brazil. **J. Braz. Chem. Soc.,** v. 11, nº 3, p. 286-292, 2000.

LATRUBESSE, E.M. (Coord.). **Southwestern Amazonia Paleo-And Neoclimates**. Rio Branco: UFAC/ Laboratório de Geomorfologia e Sedimentologia, 1996. 89p. (Conferência de Campo).

LOPES, M.R.M., BICUDO, C.E.M. Desmidioflórula de um lago da planície de inundação do rio Acre, estado do Amazonas, Brasil. **Acta Amazônica**, v. 33, nº 2, p. 162-212, 2003.

MATOS, W.O., NÓBREGA, J.A., SOUZA, G.B., NOGUEIRA, A.R.A. Especiação redox de cromo em solo acidentalmente contaminado com solução sulfocrômica. **Química Nova**, 2008, v. 31, nº 6, p. 1450 – 1454.

McBRIDE, M.B. **Environmental Chemistry of Soils**. New York: Oxford Press, 1994.

NECCHI, O.JR., BRANCO, L.H.Z., BRANCO, C.C.Z. Características limnológicas da bacia do alto rio São Francisco, parque nacional da Serra da Canastra, MG. **Acta Limnol. Bras**. v. 12, p. 91-122, 2000.

RIOS, L., CALIJURI, M.C. A bacia hidrográfica do Ribeirão do Feijão: Uma proposta de ordenação das sub-bacias através de variáveis limnológicas. **Acta. Limnol. Bras**. v. 7, p. 151-161, 1995.

RODRIGUES, L., BICUDO, D.C. Limnological characteristics comparison in three systems with different hidrodynamic regime in the upper Paraná river floodplain. **Acta Limnol. Bras.** v. 13, nº 1, p. 39-49, 2001.

SANTOS, W.L. **O processo de urbanização e impactos ambientais em bacias hidrográficas: o caso do Igarapé Judia-Acre-Brasil**. 165f. 2005. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais) – Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação – Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2005.

SANTOS, W.L. **Dinâmica Hidroecogeomorfológica em Bacia de Drenagem: efeitos do uso e ocupação da terra no sudoeste amazônico – Acre – Brasil**. Tese (Doutorado em Geografia). Instituto de Geociências. Universidade Federal de Minas Gerais, 2013.

SANTOS, W.L.; AUGUSTIN, C.H.R.R. Water and sediment loss through runoff in areas of forest and pasture cover in southwestern Amazonia–Acre–Brazil.**Zeitschrift für Geomorphologie,** V.59 Suppl. 2,p.023-039, 2015.

SENDACZ, S., COSTA, S.M. Caracterização do Zooplâncton do Rio Acre e Lagos Lua Nova, Novo Andirá e Amapá (Amazônia, Brasil). **Revista Brasileira Biologia,** v. 51, p. 463-470, 1991.

SILVA, J.R.T. **Pedologia: uma visão sintética**. Cadernos da Universidade Federal do Acre: UFAC, 1995.

SILVA, M.T. **Efeitos do pulso de inundação sobre a estrutura da comunidade de peixes de um lago de meandro abandonado na Amazônia**. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais. Rio Branco-AC: Universidade Federal do Acre, 2010.

SIOLI, H. Hidrochesmistry and Geology in the Brasilian Amazon Region. **Amazoniana,** v. 1, nº 3, p. 267-277, 1968.

SIOLI, H. Amazon Tributaries and Drainage Basins, In: **Coupling of Land and Water Systems Ecological Studies 10**. Hasles, A. D. Springer-Verlag, p. 199-212, 1975a.

SIOLI, H. Tropical Rivers as Expressions of Their Terrestrial Environments. In: **Coupling of Land and Water Systems Ecological Studies 10**. Hasles, A. D. Springer-Verlag, p. 275-288, 1975b.

TUNDISI, J.G., TUNDISI, T.M. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

USEPA - United States Environmental Protection Agency. **Methods for Chemical Analysis of Water and Wastes.** Washington DC, 1983.

WATSON, D.A., LAFLEN, J.M. **Soil strength, slope and rainfall intensity effects on interril erosion**. Transactions of the ASAE, St Joseph, v. 29, nº 1, p. 98-102, 1986.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

TRANSPORTE FLUVIAL DE SEDIMENTOS SOB ESCOAMENTO DE BASE: O CASO DOS RIOS SACO E CODOZINHO, CODÓ-MA

Nazaré Suziane Soares [(a)], Gabriela Pinheiro Feitosa[(a)], José Carlos de Araújo[(b)]

[(a)] Discente do Programa de Pós Graduação do Departamento de Engenharia Agricola, Universidade Federal do Ceará, soaresns@alu.ufc.br, gabipfeitosa@gmail.com.
[(b)] Departamento de Engenharia Agricola, Universidade Federal do Ceará, jcaraujo@ufc.br.

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

Os processos de erosão e produção de sedimentos constituem eventos de grande relevância, ocorrendo em escala global e ocasionando prejuízos nas esferas ambiental, econômica e social, sendo os rios os principais agentes de transporte de sedimentos do continente para o mar. Adicionalmente, o transporte de sedimentos afeta a qualidade da água para consumo humano e para outras finalidades. O presente estudo teve como objetivo estimar a carga de sedimentos transportada pelos rios Saco e Codozinho, localizados em Codó – MA, no período de estiagem da região, quando só ocorria escoamento de base. O rio Saco apresentou uma descarga sólida total de 4076 kg/dia e o rio Codozinho uma de 24 kg/dia. Em ambos os rios observou-se que as descargas sólidas eram pequenas e mais de 99% de sua descarga sólida eram transportada em suspensão, indicando que os sedimentos interceptados no leito, na estação chuvosa, já haviam sido mobilizados.

Palavras chave: Erosão fluvial; Sedimento em suspensão; Carga de leito; Descarga sólida; Conectividade.

Nazaré Suziane Soares, Gabriela Pinheiro Feitosa, José Carlos de Araújo

1. Introdução

Os rios são os principais agentes de transporte de sedimentos do continente para o mar. As cargas de sedimentos intemperizados são carreadas pelos rios de três maneiras Suspensão: representada pelas partículas de silte e argila que se conservam em suspensão no fluxo de água; Carga de Leito: representada pelas partículas de areia, cascalho ou fragmentos de rocha que rolam, deslizam ou saltam ao longo do leito; Dissolvida: representada pelos constituintes intemperizados das rochas que são transportados em solução química no fluxo de água. A descarga sólida total é a quantidade de sedimentos transportados que passa em

uma seção transversal de um curso d'água num determinado tempo, que inclui a descarga em suspensão medida, descarga não medida e descarga do leito. (CARVALHO, 2008).

A quantidade de sedimento transportada naturalmente por um recurso hídrico depende, substancialmente, da composição do leito e das características hidráulicas e geométricas do canal (GAO; JOSEFSON 2012). Além disso, as chuvas, que degradam os solos e as enxurradas que transportam os sedimentos até os recursos hídricos, são fatores importantes no processo (HAMEL *et al.*, 2017; BALLABIO *et al*., 2017). Assim, qualquer alteração na dinâmica natural dos processos de desagregação, transporte e erosão pode comprometer o equilíbrio dos níveis de sedimento transportado (CARVALHO, 2008). Nesse contexto, uma avaliação do fluxo de sedimentos é essencial na identificação dos pontos erodidos e regiões onde os sedimentos são depositados (MEDEIROS *et al*., 2014).

O transporte de sedimentos afeta a qualidade da água para consumo humano e para outras finalidades na medida em que ele próprio se constitui como poluente e, ao mesmo tempo, atua como catalisador, carreador e agente fixador de outros poluentes (DEFERSHA; MELESSE, 2012). A erosão excessiva contribui para a diminuição da fertilidade dos solos, prejudicando o setor agrícola. Quanto às obras de engenharia, por exemplo, em casos de barragens, os sedimentos transportados pelos rios podem promover a diminuição de armazenando destas (CERDAN *et al*., 2010). Porém, apesar dos problemas causados pelo excesso de sedimentos, são responsáveis pelo transporte de nutrientes necessários à manutenção da fauna e flora aquática e mantêm o equilíbrio do fluxo sólido e líquido entre os continentes e zonas costeiras.

A presente pesquisa teve por finalidade apresentar uma estimativa da carga de sedimentos transportada em suspensão e pelo leito do rio Saco e do rio Codozinho no final da estação seca (em de setembro de 2018), quando o escoamento é fundamentalmente de base.

2. Materiais e Métodos

No presente estudo as medições foram realizadas em uma seção do rio Saco, que é afluente do rio Codozinho, em Codó, Maranhão, que drena uma área de 1538 km², perímetro de 314 km, e rede de drenagem total de 583 km (Figura 1). A estação de medição está localizada nas coordenadas 4°29'46,97"S e 43°57'7,84"W, a montante da sua confluência do rio Saco com o rio Codozinho.

Também foram realizadas medições em uma seção do rio Codozinho, um dos principais afluentes do rio Itapecuru, que drena uma área de 5573 km², perímetro de 687 km, e rede de drenagem total de 2143 km (Figura 1). As medições foram realizadas nas coordenadas 4°29'46,76"S e 43°57'8,84"W, logo a jusante da sua confluência com o rio Saco, conforme mostra a Figura 1.

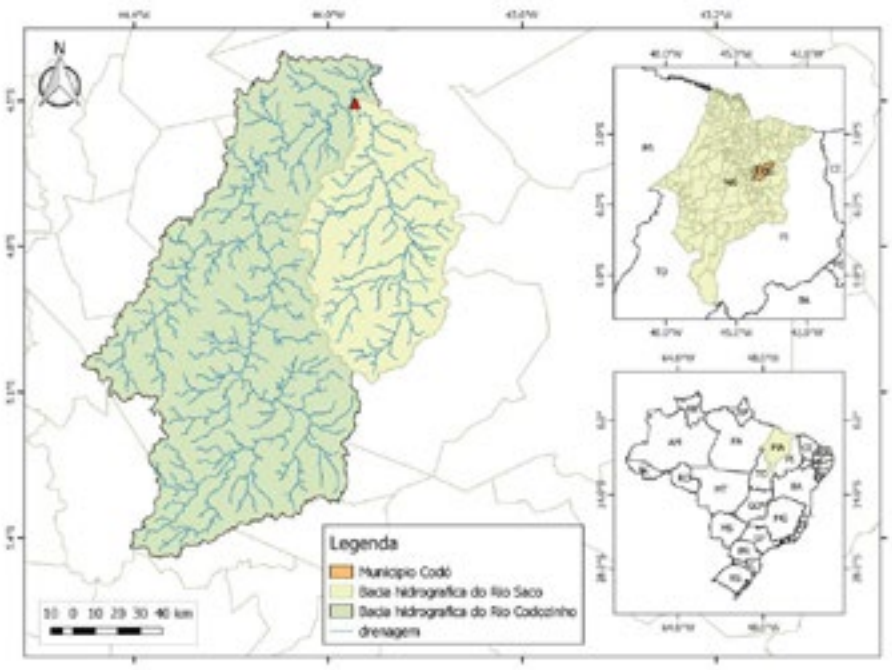


Figura 1 – Mapa da bacia hidrografia do Rio Codozinho e do Rio Saco.

2.1. Medição de descarga líquida

Entende-se por descarga líquida ou vazão o volume de água que passa numa determinada seção do rio por unidade de tempo, a qual é dada pelas variáveis de

profundidade, largura e velocidade do fluxo, e é expressa comumente no sistema internacional (SI) de medidas em m^3/s. A descarga líquida é definida pela Equação 1.

$$Q = A * V \quad (1)$$

Onde, (A) representa a área da seção do canal em m^2 e (V) a velocidade da corrente em m s^{-1}.

A medição da velocidade média de uma seção foi feita com o uso de molinetes, com os quais se obtêm medidas da velocidade da corrente fluvial em diversas verticais. Os resultados são integrados na área da seção, gerando a vazão como resultado final. Molinetes são velocímetros em forma de torpedo que possuem uma hélice que converte o movimento do fluxo de água em movimento de rotação e com o auxílio de um contador é determinado num intervalo de tempo o número de voltas realizadas pela hélice (CARVALHO, 2008). Portanto, há uma relação entre a velocidade da água e a velocidade de rotação do molinete, tal relação é a equação do molinete. A equação do molinete usado no experimentofoi fornecida pelo fabricante (Equação 2) e testada em laboratório na Universidade Federal do Ceará.

$$V = 0{,}008 + \frac{6{,}124}{t} \quad (2)$$

Onde V é a velocidade em m s^{-1} e t é o tempo em segundos para que sejam dadas 20 voltas.

O número de pontos em que o molinete é posicionado em cada vertical da seção depende da profundidade do curso d'água. Na Tabela 1, adaptada de Santos *et al*. (2001 *apud* CORRÊA, 2007), são apresentados os pontos de medição em quantidade e profundidade recomendada, na qual p é a profundidade do canal.

Tabela I – Número de pontos e profundidade recomendada para medição da velocidade em cada seção vertical de acordo com a profundidade do rio naquela seção.

Profundidade (m)	Número de Pontos	Profundidade dos Pontos
≤ 0,45	1	0,4p
0,45 < p ≤ 0,60	2	0,2p e 0,8p
0,60 < p ≤ 1,50	3	0,2p; 0,4p e 0,8p
p > 1,50	≥ 5	Igualmente espaçadas

Fonte: Santos *et al.* (2001 *apud* CORRÊA, 2007).

Para avaliação da descarga líquida do Rio Saco, foi realizada campanha na qual foram escolhidas duas seções de controle a montante ao ponto de confluência do rio Saco com o Rio Codozinho. A escolha das seções se deu em um trecho reto e livre do efeito de curvas que pudessem causar perturbações no escoamento, com leito livre de vegetação, pedras e outros obstáculos, e com margens bem definidas e estáveis.

Primeiramente foi medida largura do canal nas seções de amostragem. Após a medição da largura do canal foram definidas em quantas verticais as seções de controle seriam divididas. As duas seções de controle do Rio Saco foram divididas em verticais equidistantes, sendo a primeira com 1,5 m e a segunda com 2,0 m. No rio Codozinho, estimou-se a velocidade média com base em medições realizadas em um perfil vertical de dada seção transversal do rio, na qual a largura da seção foi estimada em 33 m e a profundidade foi de 1,65 m.

A área de influência (A_i; m^2) de cada vertical era, portanto, metade distância entre elas. A exceção ocorre apenas nas bordas onde toda a distância até a primeira vertical (ou da última até a margem) é considerada. Pela multiplicação da área pela velocidade média naquela vertical (V_i; $m\ s^{-1}$) é dada a vazão média naquela vertical (Q_i; $m^3\ s^{-1}$). Com o somatório desses produtos, tem-se a vazão da seção (Q; $m^3\ s^{-1}$).

$$Q = \sum Q_i = \sum (A_i * V_i) \qquad (3)$$

2.2. Medição de carga de sedimentos em suspensão e pelo leito

A concentração de sedimentos em suspensão, da mesma forma que a velocidade e vazão, não é uniforme ao longo do rio nem dentro de uma seção transversal ou perfil. Isso acontece também pelos processos hidrodinâmicos que ocorrem no rio, visto que os sedimentos podem ser originados da erosão da bacia hidrográfica, das margens ou do próprio leito e esses fatores não uniformes ao longo do curso (SANTOS *et al*., 2016).

A carga em suspensão foi obtida através do através da coleta com o amostrador, modelo DH 48, que coleta a água de forma integral em um dado perfil vertical. A própria estrutura do equipamento define a profundidade limite para amostragem. Outras ressalvas que devem ser feitas são a velocidade de coleta que deve ser uniforme e o volume coletado que deve estar dentro da faixa aceitável que é demarcada na garrafa.

A medida da concentração de sedimentos (Qss; kg dia^{-1}) foi realizada na primeira seção do rio Saco fazendo um levantamento dos mesmos perfis verticais descritos anteriormente de modo que em cada vertical fosse coletada uma amostra representativa. O volume total coletado na seção foi 3 L e tomou-se a contribuição relativa da vazão de cada vertical na vazão total como base para os cálculos para a determinação do volume a ser coletado de cada vertical. A partir da secagem dessas amostras obteve-se o peso dos sedimentos e como isso determinou-se a concentração de sólidos em suspensão (Css; mg L^{-1}).

$$Qss = 0{,}0864*Ql*Css \quad (4)$$

Após os procedimentos de amostragem em campo, as amostras foram levadas até laboratório no Instituto Federal do Maranhão Campus Codó, onde foram homogeneizadas. Após a homogeneização da amostra esta foi colocada em volume conhecido, em um béquer de peso conhecido, e colocada em estufa a 110 ºC para secagem. Como o peso do béquer era conhecido, a diferença no peso final era de sedimentos. Sendo desta forma o valor de concentração de sólidos suspensos determinado pela relação entre a massa do sedimento e o volume da amostra coletado.

A amostragem também foi realizada no rio Codozinho tendo como base as mesmas verticais onde foi realizada a medição da velocidade. Os procedimentos de amostragem e laboratoriais foram os mesmos descritos anteriormente.

A amostragem de sedimentos carreados pelo fundo foi realizada com o uso do equipamento Halley Smith. O equipamento possui 8 cm de altura e 8 cm de largura na parte

que deve ser direcionada para montante para ser realizada a coleta. O material carreado fica retido em uma rede acoplada no outro lado do equipamento.

Em uma seção mais a montante no rio Saco foi realizada a amostragem de sedimentos carreados pelo fundo. Foi medida a largura da seção e seis verticais foram traçadas. O material foi coletado em cada uma das verticais por dois minutos e o resultante foi uma carga de sedimentos de fundo de toda aquela seção. No rio Codozinho, por ser mais profundo e de maior vazão, foram realizadas três coletas em cada uma das margens, cada uma delas durante um minuto.

Após os procedimentos de amostragem em campo, as amostras foram levadas até laboratório no Instituto Federal do Maranhão Campus Codó. Para a obtenção das massas das amostras em estudo, foi realizada a evaporação de toda a amostra em questão, separando os sedimentos da água. Com a água evaporada a massa dos sedimentos foi pesada e obtida então a massa de sedimentos transportados pelo leito. A Equação 5 resume as variáveis necessárias para o cálculo da descarga sólida transportada pelo leito.

$$Q_{sl} = 1{,}44 * \left[\frac{M}{L_t * T_c} * L_r\right] \quad (5)$$

Onde Qsl é a descarga sólida pelo leito em kg dia^{-1}; M é a massa do sedimento coletado (g); Lt é a largura do amostrador multiplicado pela quantidade de repetições (m); Tc é o tempo de coleta (min); Lr é a largura do rio (m).

3. Resultados e discussões

A distribuição da velocidade na primeira seção do rio Saco é evidenciada na Figura 2. Observa-se que, nas margens e no fundo, a velocidade diminui. A velocidade média foi de 0,098 m s^{-1} e a vazão total da seção foi de 0,629 m^3 s^{-1} (Figura 2). Os valores são condizentes com as características do local e com a época do ano, visto que a região caracteriza-se por possuir um período chuvoso concentrado no primeiro semestre do ano com a quadra chuvosa

se estendendo de janeiro a julho e de agosto a novembro a ocorrência de um período mais seco no ano (KAYANO; ANDREOLI, 2009). O escoamento na seção, portanto, é fundamentalmente um escoamento de base, de interesse para a presente investigação.

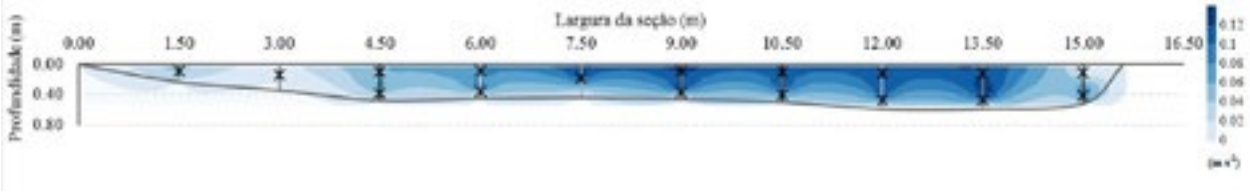
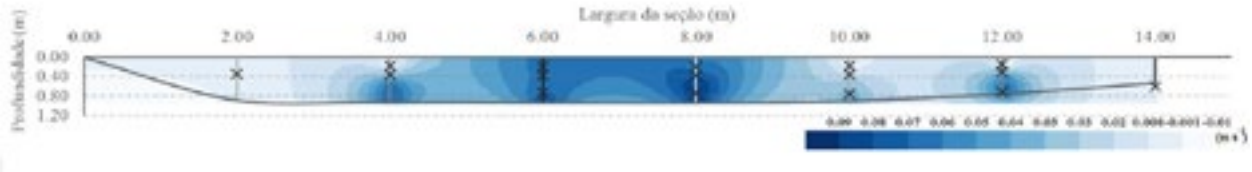


Figura 2 – Distribuição da velocidade na primeira seção do rio Saco.

A velocidade média da segunda seção (Figura 3) do rio Saco foi 0,065 m s^{-1} e a vazão foi de 0,576 m^3 s^{-1}. Os valores foram próximos ao encontrado na seção anterior, podendo ter acontecido a deposição de sedimentos entre as duas seções, fazendo com que a velocidade aumentasse.

Figura 3 – Distribuição da velocidade na segunda seção do rio Saco.



A velocidade média também foi testada com o uso de um objeto flutuante e foi de 0,089 m s^{-1}. Assim confirma-se que ambas metodologias são válidas para determinação da velocidade.

A partir das medições ao longo das seções transversais no Rio Saco pôde-se contatar que as menores vazões foram observadas próximas às margens do rio. Entretanto, outra observação interessante é a localização da região com maior fluxo de água, onde o maior fluxo ocorre no centro do canal. Observa-se na seção 1 a ocorrência de maiores vazões mais próxima à margem esquerda do rio (Figura 4), enquanto que na seção 2 a ocorrência de maiores vazões foi observada mais no centro do canal (Figura 5). Isto pode se dar pela maior profundidade próxima à margem esquerda da seção 1, enquanto que na seção 2 observa-se

uma maior regularidade na profundidade do leito do rio. O fato de haver tais diferenças em seções próximas, pode se dar também pela influência de um pequeno barramento construído a jusante da seção 1, que atua na diminuição de fluxo e direciona o fluxo para perto da margem direita. Além disso, a distribuição da vazão em ambas seções se assemelhou com o observado na velocidade, havendo maior vazão nas verticais mais profundas e onde a velocidade era maior.

No rio Codozinho não foi possível montar seções de controle para a medição da vazão ao longo do seu perfil vertical e longitudinal, devido a seu maior porte. Entretanto, foram feitas algumas medidas com o molinete no canal do rio Codozinho estimando-se uma vazão de 19 $m^3.s^{-1}$. Mediu-se no Rio Codozinho uma vazão maior do que no rio Saco. O porte do rio, como observado, é muito superior ao rio Saco, apresentando maior bacia de contribuição, o que afeta as dimensões da seção do rio, como profundidade e largura. A vazão no rio maior foi cerca de 30 vezes superior à vazão do rio Saco, que contribui com cerca 3% da vazão do rio Codozinho.

A massa total coletada do volume utilizado na secagem na estufa foi de 0,0556 g. Como o volume colocado em estufa foi de 750 mL, obteve-se uma concentração média de sedimentos na seção de 74,1 mg/L. Analisando a carga de sólidos suspensos em toda a seção, tem-se que é transportado 46.596 mg s^{-1} ou 0,047 kg s^{-1}. Fazendo uma estrapolação para o dia, chega-se ao valor de 4.026 kg dia^{-1}. Esses valores são baixos e representam uma perda pequena ao longo do tempo. A baixa concentração de sedimento foi realmente observada em campo, dada a baixa turbidez da água, por exemplo. É uma importante ordem de grandeza a se ter em mente.

Para o rio Codozinho, chegou-se a concentração média de 114,4 mg L^{-1}, com massa de 0,0286 g em 0,250 L. A carga sólida suspensa transportada pelo rio é de 2.207 kg s^{-1}. Assim, em um dia é transportada uma carga de 191 toneladas. Esse valor é bem maior que o visto no rio Saco e isso também foi observado em campo.

A análise de sólidos carreados pelo leito do rio Saco foi feita com base em uma massa de 2,13 g coletada em seis repetições durante dois minutos cada. Multiplicando a largura do coletor pelo número de repetições, tem-se a largura coletada. Com a divisão da massa coletada pela largura de coleta total e pelo tempo chega-se a um valor de 2,22 g m^{-1} sendo transportados por minuto. Multiplicando-se o resultado pela largura total, obteve-se o valor de 34,62 g min^{-1}. Fazendo uma extrapolação para o dia, valores iguais a 49, 86 kg dia^{-1} foram encontrados. Isso representa apenas 1,2 % da carga de sedimentos carreados pelo rio.

No rio Codozinho, valores bem inferiores foram encontrados para os sedimentos carreados pelo fundo. A massa encontrada foi de 0,2418 g, significando uma carga de 0,504 g m^{-1} min^{-1} e assim uma carga de 23,94 kg dia^{-1}. Essa carga representa apenas 0,026 % do carreamento total de sedimentos nesse rio. Uma das explicações para esse fenômeno é a distribuição de velocidade ao longo do perfil vertical do rio. Quanto maior o gradiente da velocidade da água ao longo do perfil em relação ao fundo, maior será o carreamento de sedimentos no leito.

Ao comparar os resultados obtidos no rio Saco e no rio Codozinho (Tabela 3) observa-se que a carga sólida suspensa no rio Codozinho supera a do rio Saco 46 vezes. O transporte de sólidos pelo leito do rio Saco apresentou-se maior que a do rio Codozinho em, aproximadamente, 108%. A quantidade total da descarga total de sólidos nos rios é bastante distinta, o rio Codozinho possui uma descarga solida total 4579% maior que a do rio Saco, o que condiz com o porte dos rios, sendo o Codozinho um rio de maior porte (vazão, extensão e largura) que o rio Saco. Entretanto, necessitasse de um maior conhecimento das características do leito, declividade do canal, usos da bacia hidrográfica, entre outros, para um melhor entendimento da dinâmica de sedimentos em ambos os rios.

Tabela II – Comparação do fluxo de sedimento no Rio Saco e no Rio Codozinho.

	Rio Saco	**Rio Codozinho**
Vazão (m^3/s)	0,629	19,30
Carga solida pelo leito (kg/dia)	49,86	23,94

Carga solida suspensa (kg/dia)	4026	190698
Carga solida total (kg/dia)	**4076**	**190722**

Carvalho (2008) afirma que o maior transporte de carga sólida por um recurso hídrico pode ser observado, principalmente, após eventos chuvosos, ou durante o período chuvoso, onde se tem as maiores vazões e um maior carreamento de sedimento para os cursos dos rios pelas chuvas. Bartelli (2012) em seu estudo verificou que na microbacia hidrográfica do Arroio Garapiá, Maquiné - RS, o transporte de sedimentos em suspensão durante o período chuvoso foi de 994 kg/dia em trânsito para fora da bacia e para as campanhas de coleta realizadas em períodos secos, onde a vazão se apresentou muito baixa, o transporte de sedimentos diminuiu consideravelmente, sendo o volume amostrado de 0,30 kg/dia.

Os baixos valores de carga sólida nos dois rios em estudo, considerando-se suas respectivas bacias hidrográficas e precipitações, podem ser explicados pelo fato de os rios estarem sob regime de escoamento de base. Além disso, por as medidas terem sido feitas após vários meses do início da estação seca, o fato de menos de 1% da descarga vir do leito indica que os sedimentos depositados (pela falta de conectividade) no período chuvoso já haviam sido transportados, mostrando que houve remobilização do sedimento.

4. Considerações finais

O rio Saco apresentou uma descarga sólida total de 4076 kg/dia enquanto que o rio Codozinho apresentou uma descarga de sólidos total de 24 kg/dia. Esses valores são relativamente baixos, considerando-se as bacias hidrográficas e suas respectivas características hidrológicas. A razão é que, na ocasião das medidas, havia nos rios unicamente escoamento de base. Em ambos os rios observaram-se que mais de 99% de sua descarga sólida era transportada em suspensão. Isso indica que os sedimentos que foram depositados no período chuvoso já haviam sido transportados. A interceptação dos sedimentos no período chuvoso é um dos processos de quebra de conectividade sedimentométrica. As medidas mostram, portanto, que houve remobilização do sedimento nos rios em questão.

Os valores de velocidade e vazão nos rios Saco e Codozinho são condizentes com o clima e época do ano na região. A preservação da mata ciliar dos rios também influencia essa dinâmica.

Referências Bibliográficas

BALLABIO, C. et al. Mapping monthly rainfall erosivity in Europe. **Science of The Total Environment**, v. 579, p. 1298–1315, 1 fev. 2017.

BARTELLI., G., Estudo do transporte de sedimentos em suspensão na bacia hidrográfica do Arroio Garapiá–Maquiné–RS. Monografia – Engenharia Ambiental, CentroUniversitário Univates, Lajeado, 2012.

CARVALHO, N. O. **Hidrossedimentologia prática**: Interciência. 2a ed., rev., atual. e ampliada. Rio de Janeiro, 2008.

CERDAN, O. et al. Rates and spatial variations of soil erosion in Europe: A study based on erosion plot data. **Geomorphology**, v. 122, p. 167-177, 2010.

GAO, P.; JOSEFSON, M. Temporal variations of suspended sediment transport in Oneida Creek watershed, central New York. **Journal of Hydrology**, v. 426–427, p. 17–27, 2012.

HAMEL, P. et al. Sediment delivery modeling in practice: Comparing the effects of watershed characteristics and data resolution across hydroclimatic regions. **Science of The Total Environment**, v. 580, p. 1381–1388, 15 fev. 2017.

KAYANO, M. T, ANDREOLI, R. V. **Tempo e clima no Brasil**. [CAVALCANTI, I. F. A., FERREIRA, N. J., SILVA, M. G. A. J., DIAS, M. A. F. S. (org.)]. Oficina de Textos. São Paulo. 2009.

MEDEIROS, P. H. A. et al. Connectivity of sediment transport in a semiarid environment: a synthesis for the Upper Jaguaribe Basin, Brazil. **Journal of Soils and Sediments**, v. 14, n. 12, p. 1938–1948, 2014.

SANTOS, B. B. dos et al. **DETERMINAÇÃO DO FLUXO DE SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS NO RESERVATÓRIO DE MOGI-GUAÇU (SP)**. XV Simpósio do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental. **Anais**...São Carlos: 2016

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA
GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

USO DA TERRA E SITUAÇÃO AMBIENTAL DAS FAIXAS MARGINAIS DE PROTEÇÃO DE CORPOS HÍDRICOS (FMPS) DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO UBERABINHA/MG

Lara Luíza Silva [(a)], Vanderlei de Oliveira Ferreira [(b)]

[(a)] Instituto de Geografia /Universidade Federal de Uberlândia, laraluiza97@hotmail.com
[(b)] Instituto de Geografia /Universidade Federal de Uberlândia, vanderlei.ferreira@ufu.br

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

O presente texto relata os resultados de pesquisa dedicada a avaliar a situação ambiental das faixas marginais de proteção dos cursos d'água e nascentes (FMPs) da referida bacia, procurando justapor a situação percebida com a legislação vigente. Foram levantadas informações sobre o uso da terra e atividades econômicas, incluindo elaboração de mapas que retratam especificamente as condições das FMPs. A ocupação atual da bacia se dá em maior proporção pelo uso antrópico (77%), havendo apenas fragmentos quase sempre desconexos da cobertura vegetal, correspondendo às Áreas de Preservação Permanente (APPs) e Reserva Legal. A situação das FMPs é bem diversificada no interior da bacia. Em alguns pontos ela se encontra relativamente preservada. Em outros, passa por drástica interferência. As FMPs abrigam os remanescentes da vegetação dos biomas Cerrado e Mata Atlântica.

Palavras chave: Uso da terra; Impactos ambientais; Áreas rurais; Áreas urbanas.

Lara Luíza Silva , Vanderlei de Oliveira Ferreira

1. Introdução

Para resguardar os corpos hídricos da ocupação irregular de suas margens e evitar danos à vegetação e solo que o circundam, faz-se necessário a demarcação e conservação de suas faixas marginas de proteção. Edificações erguidas nas margens de rios e lagos estão permanentemente sujeitas a enchentes, provocadas pelo transbordo natural em eventos chuvosos extremos e agravadas pela impermeabilização do solo, colocando em risco o patrimônio e segurança das pessoas. É por isso que as faixas marginais de proteção de corpos hídricos (FMPs) são inseridas como Áreas de Preservação Permanente (APPs) em vários instrumentos normativos

A bacia hidrográfica do rio Uberabinha, localizada nos municípios de Uberaba, Uberlândia e Tupaciguara, apresenta interferências antrópicas que acarretam passivos devido à utilização inadequada de seus recursos ambientais, dispostos na rede de drenagem e mesmo

nas áreas de contribuição dos cursos d'água. Desta forma, o presente artigo relata os resultados de pesquisa dedicada a avaliar a situação ambiental das FMPs da referida bacia, visando justapor a situação percebida com a legislação vigente.

O trabalho teve o objetivo de levantar informações sobre o uso e ocupação do solo e atividades econômicas na bacia do Uberabinha, incluindo mapas que retratam especificamente as condições das FMPs da bacia. Ao expor os riscos dos usos inadequados pretende-se também reforçar a importância de se acatar a legislação vigente no que tange às FMPs.

A pesquisa baseou-se no levantamento de informações sobre uso e ocupação da terra e de dados socioeconômicos, embasando-se em dados secundários, primários e constatação em campo. Para melhor expor as informações foram elaborados mapas temáticos, utilizando o software ArcGis 10.3.1. Tal programa foi desenvolvido pela Environmental Systems Research Institute – ESRI.

Para a elaboração do mapa do uso da terra baseou-se no mapeamento elaborado no âmbito do Projeto TerraClass, desenvolvido e executado pelo Centro Regional da Amazônia (CRA) em parceria com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), por meio de suas unidades Embrapa Amazônia Oriental (CPATU) e Embrapa Informática Agropecuária (CNPTIA) em 2013. Algumas tipologias de uso foram adaptadas e atualizadas. Para maior abrangência do estudo, foram feitos trabalhos de campo, observando assim os diversos usos da bacia e como interagem com as FMPs.

1.1. As faixas marginais de proteção de corpos hídricos (FMPS)

As FMPs fazem-se imprescindíveis para a conservação de corpos hídricos, oferecendo proteção das margens e minimizando a erosão e o assoreamento, possibilitando melhor manutenção da biodiversidade e retenção de agroquímicos que são prejudiciais aos corpos d'agua, além de exercer papel fundamental na integração dos ecossistemas terrestres e aquáticos.

No Brasil nota-se um estágio avançado de degradação de remanescentes florestais nos inúmeros biomas. O grande desafio continua sendo a integração da sociedade junto à gestão

ambiental, levando-se em consideração os princípios e leis dirigidas à sustentabilidade no uso dos recursos naturais.

O Novo Código Florestal Brasileiro, lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, trata sobre a proteção da vegetação nativa. Modifica as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; anula as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166- 67, de 24 de agosto de 2001. Além de promover várias providências, em sua natureza geral o código estabelece:

> Art. 1o A. Esta Lei estabelece normas gerais sobre a proteção da vegetação, áreas de Preservação Permanente e as áreas de Reserva Legal; a exploração florestal, o suprimento de matéria-prima florestal, o controle da origem dos produtos florestais e o controle e prevenção dos incêndios florestais, e prevê instrumentos econômicos e financeiros para o alcance de seus objetivos. (Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012).
>
> Art. 2o As florestas existentes no território nacional e as demais formas de vegetação nativa, reconhecidas de utilidade às terras que revestem, são bens de interesse comum a todos os habitantes do País, exercendo-se os direitos de propriedade com as limitações que a legislação em geral e especialmente esta Lei estabelecem.

O código apresenta no artigo 3°, disposto no inciso II, um detalhamento preciso das Áreas de Preservação Permanente:

> II - Área de Preservação Permanente - APP: área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas;

Nota-se que as APPs não têm apenas a função de preservar a vegetação ou a biodiversidade, mas uma função ambiental muito mais abrangente, voltada, em última instância, a proteger espaços relevantes para a conservação da qualidade ambiental, a estabilidade geológica, a proteção do solo e assim assegurar o bem estar das populações humanas (SCHAFFER et.al 2011).

O Código Florestal prevê áreas e parâmetros diferenciados para as distintas tipologias de APPs, de acordo com a característica de cada área a ser protegida. No caso das faixas mínimas a serem mantidas e preservadas nas margens dos cursos d'água (rio, nascente,

vereda, lago ou lagoa), a norma considera não apenas a conservação da vegetação, mas também a característica e a largura do curso d'água, independente se em área rural ou urbana (SCHAFFER et.al. 2011).

Assim, as FMPs incorporam as Áreas de Preservação Permanente (APP). Representam áreas de terra necessárias à proteção, à defesa, à conservação e operação de sistemas fluviais e lacustres, determinadas em projeção horizontal e considerados os níveis máximos de água. A tabela abaixo retrata a determinação do Código Florestal incluída pela Lei nº 12.727 de 2012, no que tange à dimensão das FMP's dos corpos hídricos a serem preservadas, apresentando a largura dos corpos hídricos e respectiva largura das APPs.

Tabela 1 - Largura das FMPs dos corpos hídricos e nascentes consideradas APPs

LARGURA DO RIO OU CORREGO	LARGURA DA APP
ATÉ 10 m	30 m
DE 10 a 50 m	50 m
DE 50 a 200 m	100 m
DE 200 a 600 m	200 m
ACIMA de 600 m	500 m

Fonte: Lei nº 12.727, de 2012

2. Caracterização da área de estudo

2.1 Caracterização física

A bacia hidrográfica do rio Uberabinha localiza-se na Mesorregião do Triangulo Mineiro/Alto Paranaíba, Estado de Minas Gerais, entre as coordenadas 18°35'45" e 19°26'09" de latitude Sul e de 47°49'39" a 48°39'08" de longitude Oeste (figura 1). Seus afluentes principais são o rio das Pedras, o ribeirão Bom Jardim e ribeirão Beija-Flor. A bacia começa no município de Uberaba (20% da área total da bacia), a uma altitude aproximada de 970 metros, atravessa os municípios de Uberlândia (70% da área total da bacia) e Tupaciguara (10% da área total da bacia) e deságua no rio Araguari. A soma da área da bacia é de 2.188,3km² (ROSA e FERREIRA 2018).

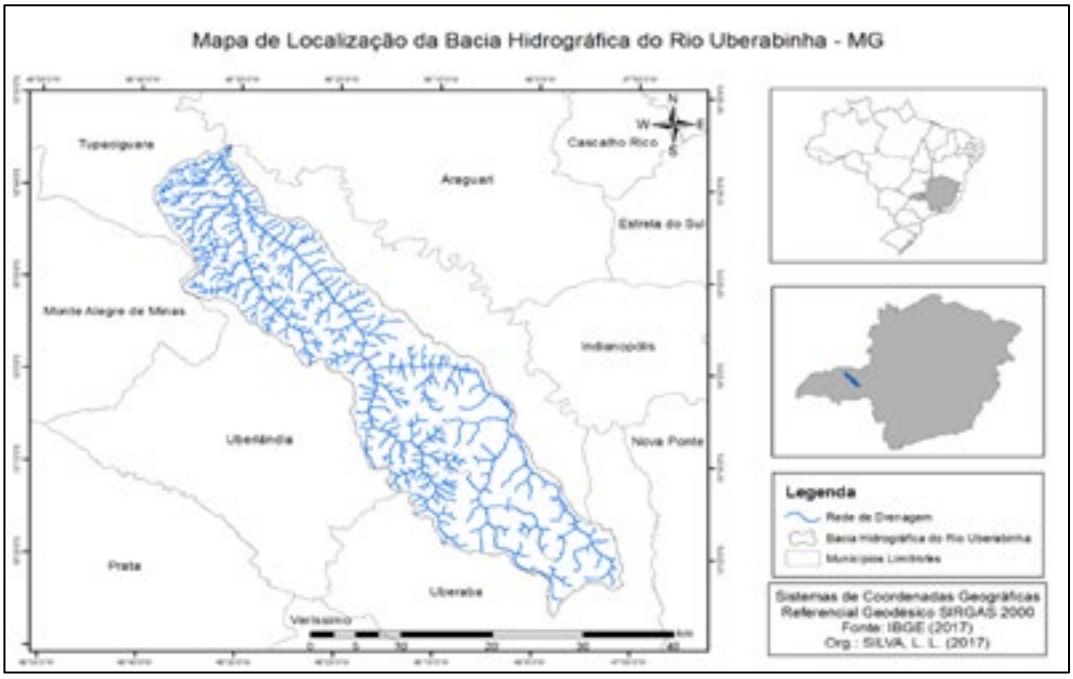


Figura 1 - Mapa de localização da bacia do Rio Uberabinha

Segundo Nishiyama (1989), o Triângulo Mineiro encontra-se inserido na porção nordeste da Bacia Sedimentar do Paraná. Suas bases geológicas são os basaltos da formação Serra Geral do Grupo São Bento e rochas do Grupo Araxá. Tais unidades litoestratigráficas estão recobertas pelos arenitos da Formação Botucatu do Grupo São Bento.

Segundo Ab'Saber (1971 e 2003) a Mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba está inserida no Domínio dos Chapadões Tropicais do Brasil Central. Na perspectiva dos Domínios Morfoclimáticos esta região pertence ao domínio dos chapadões, recobertos por cerrados e penetrados por florestas-galeria.

De acordo com Rosa e Ferreira (2018), os solos de maior extensão correspondem aos Latossolos. Entretanto também são encontrados Argissolos, Cambissolos, Neossolos, Nitossolos, Gleissolos e Organossolos.

Segundo classificação de Thornthwaite, o clima da bacia é do tipo B1sB'4ª', apresentando-se úmido com déficit moderado de verão e mesotérmico. Na classificação de

Köppen-Geiger, o clima é do tipo Awa com chuvas e temperaturas mais altas durante o verão (QUEIROZ, 2012).

2.2 Caracterização Socioeconômica

O acompanhamento da situação ambiental das FMPs é de extrema importância, visto que este ambiente auxilia no controle da qualidade e oferta de água, oferecendo proteção física às margens dos corpos hídricos e nascentes, retenção de contaminantes, além de local propicio à infiltração e exfiltração de água. O mapeamento da situação em que se encontram as FMPs é necessário devido à grande relevância de suas águas, podendo oferecer maior quantidade e qualidade para os consumidores que se inserem em sua bacia.

Deste modo o crescimento rápido da população e o elevado índice de urbanização são apontados como principais responsáveis pela deterioração do meio ambiente, refletindo nos aspectos naturais e por consequência na qualidade e disponibilidade da água.

A bacia do Uberabinha abrange áreas de três municípios. Entretanto tem maior relevância em Uberlândia, sendo esta a maior e mais importante cidade da Mesorregião do Triangulo Mineiro/Alto Paranaíba, com população estimada de 669.672 de habitantes (IBGE 2016). A cidade ocupa segunda posição no PIB de Minas Gerais, sétima entre todas as cidades do interior do país e 23º PIB brasileiro, à frente de 15 capitais (IBGE 2016). Destaca-se na área de prestação de serviços.

Apresenta uma posição geográfica estratégica no centro do Brasil devido à confluência de importantes rodovias e ferrovias. O Terminal Intermodal de Cargas, situado no município, conecta a região aos principais mercados do País, ao Mercosul e resto do mundo, com ligações diretas ao escoamento de cargas para o litoral. Esse fato permite que a cidade seja ainda mais atraente para instalações de empresas, não por acaso a expressiva quantidade de empresas multinacionais como a Cargill Agrícola, Algar Telecom, Coca-Cola, Souza cruz, Monsanto, Petrobras, BRF S.A., ADM Do Brasil LTDA, ARCOM S/A e Martins Comercio e Serviços de Distribuição S/A.

Segundo os dados dos volumes de outorgas concedidas pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM (2005), em Uberlândia, o setor que mais usa água é agropecuário consumindo 54,76% do volume de agua do município, sendo a irrigação responsável por 286,1 milhões de litros por dia.

Isto posto é indispensável mencionar a importância do rio Uberabinha para a cidade de Uberlândia, sendo suas águas utilizadas não somente na agricultura, mas também como fonte principal para o abastecimento da cidade. As captações para abastecimento urbano situam-se em dois pontos distintos, uma pelo sistema Sucupira no próprio rio Uberabinha, abastecendo aproximadamente 323.000 habitantes, e outra em um de seus afluentes, o ribeirão Bom Jardim, abastecendo aproximadamente 332.000 habitantes (DMAE, 2016).

3. Uso e ocupação da terra na bacia do Uberabinha

A análise do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do rio Uberabinha requer o entendimento do processo histórico de apropriação dos recursos naturais. Rosa e Ferreria (2018) enfatizam essas transformações desde a década de 1960. Nesse ano a vegetação nativa ainda era muito significativa e foi submetida a grandes mudanças, incentivadas por decisões governamentais a serviço de interesses de grupos econômicos, principalmente agrícolas.

Segundo Schneider (1996), a bacia passou por rápidas mudanças. Inicialmente era predominante a presença da cobertura vegetal nativa, apesar de algumas extensões serem ocupadas por reflorestamento de eucalipto, onde as pastagens não eram tão significativas quanto nos dias atuais. Duarte e Brito (2005) também constataram que a partir da década de 1970 até o ano de 1994 as atividades agrícolas passaram por ampliações significativas.

Assim, a ocupação da bacia se dá em sua grande maioria pelo uso antrópico (77%) e somente (23%) das áreas apresentam vegetação próxima ao natural (DUARTE e BRITO 2005), sendo expostas por pequenos fragmentos da cobertura vegetal correspondendo às APPs e Reserva Legal. O mapa da figura 2 mostra a situação para o ano de 2013. O mapa foi elaborado a partir do shapefile do Projeto TerraClass (2013), incluindo oito classes de uso e uma de cobertura vegetal nativa.

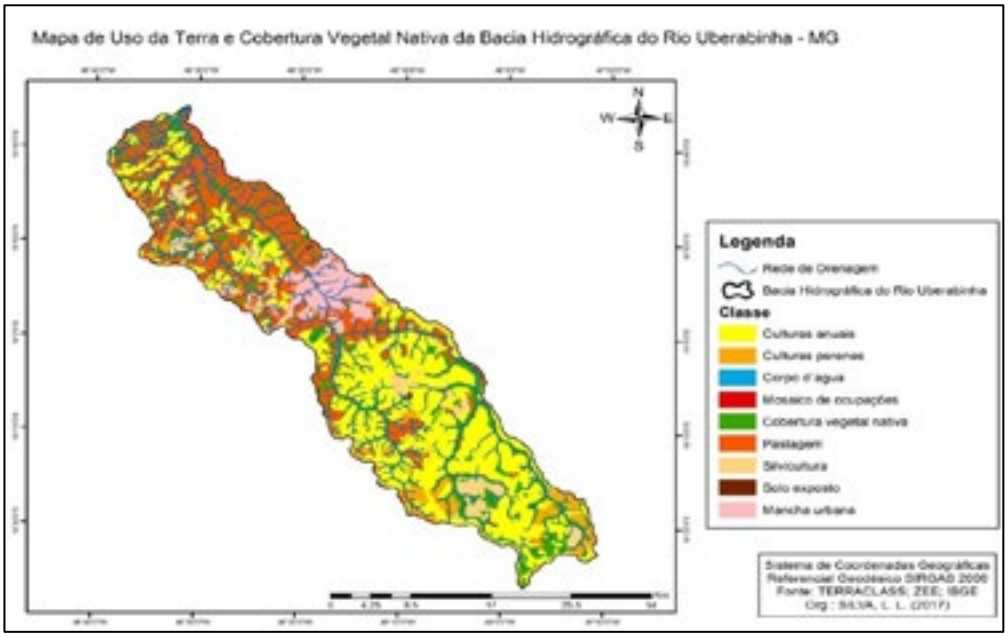


Figura 2 - Mapa de uso da terra e cobertura vegetal nativa da bacia do rio Uberabinha

A bacia do rio Uberabinha sofre com a ocupação econômica intensa e vem sendo degradada devido ao uso indiscriminado de fertilizantes e pesticidas, urbanização e industrialização, além da presença de reservatórios para geração de energia. Schneider (1996) afirma que as atividades agroindustriais no setor montante da bacia são responsáveis pelas mudanças ambientais da região, que interferem na quantidade e qualidade de água disponível para abastecimento. Feltram Filho e Lima (2007) destacam que as atividades são caracterizadas por ações de pequenas e grandes propriedades.

3.1 Situação das faixas marginais de proteção de corpos hídricos e nascentes

A espacialização das FMPs no interior da bacia do Uberabinha se efetiva como visto na Figura 3. Apresentando-se heterogêneas, de acordo com o manejo adotado pelos donos das propriedades as quais se inserem, sendo que, em algumas propriedades as mesmas encontram-se preservadas. E em outras, passam por processos que variam em escalas de tamanho e degradação. Na zona rural cada propriedade apresenta situação singular, havendo descontinuidades à medida que se altera a propriedade. No geral, quando preservadas, o uso

da terra é realizado até o limite determinado pela regulamentação das APPs. Em alguns trechos a área plantada vai de encontro às margens dos cursos d'água. Muitas FMPs degradadas foram delimitadas por cercas, não havendo iniciativas de recuperação.

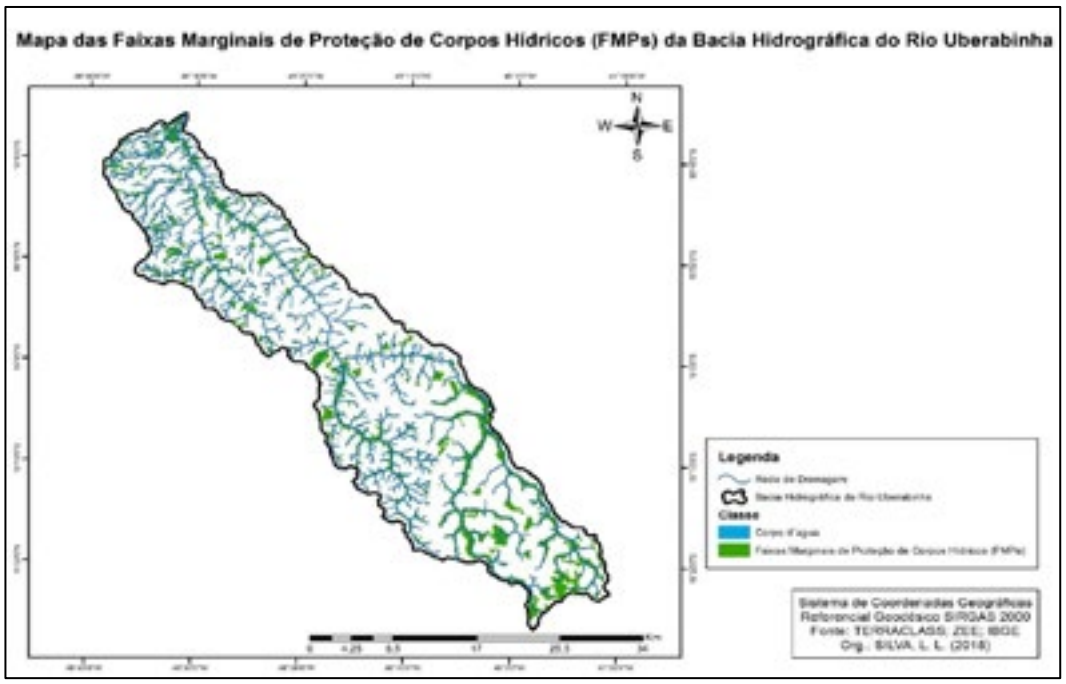


Figura 3 – Distribuição das FMPs de cursos d'água da bacia hidrográfica do rio Uberabinha

Existe quantidade significativa de pequenas barragens de terra, principalmente nos afluentes. São implantadas para armazenamento de água em períodos de estiagem, permitindo maior perenidade na oferta hídrica para atividades agrícolas. Não é possível saber se são clandestinas, se atendem à legislação ambiental.

No perímetro urbano, as condições das FMPs são críticas, não diferindo da situação observada na maioria das cidades brasileiras. As edificações situam se bem próximas à calha dos cursos d'água e alguns são canalizados. É comum a deposição irregular de resíduos nas áreas não construídas e/ou canalizadas.

No médio curso do rio Uberabinha as FMPs são mais impactadas se comparadas àquelas situadas na porção montante da bacia (cursos d'água de primeira ordem). Em alguns casos a faixa encontra-se protegida em uma das margens, estando degradada na outra.

3.2 Principais modalidades de impactos

Os trabalhos de campo permitiram avaliar os impactos diretos às FMPs por diferentes ações. O uso indiscriminado de fertilizantes e defensivos agrícolas é evidenciado repetidamente na zona rural. A erosão também é impulsionada pelo manejo inadequado do solo, provocando assoreamento da rede de drenagem. A invasão das FMPs pela agricultura ocorre praticamente em todos os cursos d'água da bacia do Uberabinha.

A pecuária efetua a substituição da cobertura vegetal nativa por espécies exóticas para uso dos rebanhos. A atividade gera problemas para o solo compactando-o pelo deslocamento do gado. O solo impactado fica mais suscetível à erosão por causa da redução da infiltrabilidade e aumento do escoamento hídrico lateral sobre o solo. Trilhas resultantes do pisoteio bovino concentram o escoamento, impulsionando processos erosivos e consequente surgimento de sulcos e ravinamentos. Além disso, a retirada da cobertura vegetal para formação de pastagens impacta negativamente a biodiversidade.

Quanto aos reservatórios na bacia do Uberabinha, percebe-se que apresentam função diversificada. As principais são captação de água potável, geração de energia e reserva para agricultura. A captação para abastecimento da cidade de Uberlândia ocorre no médio curso do rio principal e no Ribeirão Bom Jardim. Muitos se destinam à perenização da disponibilidade hídrica para uso agrícola e pecuária. Dentre os impactos, observa-se o deslocamento de populações e alterações nos processos migratórios/reprodutivos da ictiofauna, perdas de flora e fauna, alterações nas condições físicas e químicas das águas, incluindo mudanças relacionadas à dinâmica dos sedimentos. São necessárias ações que reduzam os impactos dos reservatórios sobre a bacia, com operacionalização de planos sistêmicos que garantam padrões mínimos de sustentabilidade.

Por fim, o a expansão urbana gera impactos ambientais graves, especialmente quando falta racionalidade. O setor urbano da bacia do Uberabinha vem sendo degradado por canalizações, aterramentos, poluição e ocupação de suas margens. Há inúmeros planos, mas falta a efetivação dos mesmos. Com a ausência de ações adequadas, esse processo torna-se

descontrolado alterando brutalmente as variáveis ambientais. Resta muito pouco das FMPs de cursos d'água e nascentes na área urbana de Uberlândia.

4. Conclusões

A preservação das FMPs é fundamental, visto que elas são determinantes para a conservação do meio ambiente, incluindo a manutenção da biodiversidade, retardo de processos erosivos e assoreamento. São decisivas no que se refere à mobilização da água nas bacias. As faixas de proteção têm grande importância na retenção de agroquímicos, o que reflete na qualidade e disponibilidade de suas águas. Sendo assim para um melhor planejamento dos recursos na bacia hidrográfica é preciso avaliar o estado de conservação das mesmas.

A manutenção da vegetação ciliar se faz fundamental para a conservação dos cursos d'agua, e permanência da fauna/flora da bacia. Na bacia do Rio Uberabinha o solo é utilizado pela agricultura de culturas anuais e perenes, pecuária, silvicultura com o plantio de espécies exóticas, ocupação urbana, rodovias e reservatórios hídricos com fortes impactos nas FMPs.

Embora as FMPs estejam degradadas na maior parte da bacia, percebe-se que abrigam a vegetação que resta. É imprescindível fazer cumprir a legislação por meio de ações educativas e/ou punitivas, pois o uso inadequado dos recursos naturais da bacia será prejudicial à ambição de sustentabilidade manifestada cotidianamente pela sociedade.

5. Referências Bibliográficas

AB'SABER, A. N. Contribuição à geomorfologia dos Cerrados. In: Simpósio sobre o Cerrado, São Paulo. **Anais**... São Paulo: Edgard Blucher, 1971. p. 97-103.

AB'SABER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil**: potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

BRASIL. **Lei Nº 12.651, de 25 de Maio de 2012.** BRASILIA, Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm>. Acesso em: 10 ago. 2017.

BRITTO, Ana Lúcia; SILVA, Victor Andrade Carneiro da. Viver às margens dos rios: uma análise da situação dos moradores da Favela Parque Unidos de Acari. In: COSTA, Lucia Maria Sá Antunes (org). **Rios e Paisagens Urbanas em Cidades Brasile**iras. Rio de Janeiro: Viana e Mosley Editora, 2006. p.17-32

DEPARTAMENTO Municipal de Água e Esgoto - DMAE: **Resumo dos Resultados das Análises de Água Potável** - Estação de Tratamento de Água Renato de Freitas - Unidade Sucupira. 2016. Disponível em: <http://www.dmae.mg.gov.br/>. Acesso em: 20 ago. 2017.

DEPARTAMENTO Municipal de Água e Esgoto - DMAE: **Resumo dos resultados das análises da Qualidade da água Potável referente ao sistema de distribuição da ETA Bom Jardi**m. 2016. Disponível em: <http://www.dmae.mg.gov.br/>. Acesso em: 20 ago. 2017.

DUARTE, W. O.; BRITO, J. L. S. Análise temporal do uso da terra e cobertura vegetal do alto curso do rio Uberabinha utilizando imagens do satélite CBERS 2. In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia-GO, **Anais...**, 2005.

FELTRAN FILHO, A.; LIMA, E. F. Considerações morfométricas da bacia do rio Uberabinha – Minas Gerais. **Sociedade e Natureza**, Uberlândia, v. 19, n. 1, 2007, p. 65-80.

GUERRA, Antonio José Teixeira (organizadores.). **A questão ambiental: diferentes abordagens**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009. 5ª ed. p.219-238.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Cidades. 2016.

IGAM - Instituto Mineiro DE Gestão Das Águas, 2005, "Qualidade das águas Superficiais no Estado de Minas Gerais, Projeto Águas de Minas", **Relatório de Monitoramento das Águas Superficiais na Bacia do Rio Paranaíba em 2004**. Belo Horizonte, outubro, 134p. Disponível em: <http://www.igam.mg.gov.br/gestao-das-aguas>. Acesso em 12 de agosto, 2017.

NISHIYAMA, L. Geologia do município de Uberlândia e áreas adjacentes. In: **Sociedade & Natureza.** Uberlândia: IG/UFU, v. 1, n. 1, 1989, p. 9-16.

QUEIROZ, A. T. de. **Análise e avaliação da demanda e da disponibilidade hídrica nos alto e médio curso do rio Uberabinha e o abastecimento público em Uberlândia (MG)**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2012, 137 p.

ROSA, R. M.; FERREIRA, V. O. Análise da paisagem e proposição de zoneamento ambiental da bacia do rio Uberabinha, Minas Gerais. **Caderno de Geografia**, v. 28, p. 404-427, 2018.

SCHAFFER W. B. et al. **Áreas de Preservação Permanente e Unidades de Conservação x Áreas de Risco**. Relatório de Inspeção da área atingida pela tragédia das chuvas na Região Serrana do Rio de Janeiro. MMA, Brasília, 2011.

SCHNEIDER, M. O. **Bacia do rio Uberabinha: uso agrícola do solo e meio ambiente**. Tese (Doutorado em Geografia Física), Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, 1996, 157 p.

TERRACLASS. **Mapeamento do uso e cobertura da terra do Cerrado.** Projeto TerraClass Cerrado 2013. Brasília-DF, 2015, 69 p.