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 Instituto de Ciências do Mar - UFC
CENTRO DE CIÊNCIAS-UFC
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA - UFC

CNPq Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CAPES
PÁTRIA AMADA BRASIL GOVERNO FEDERAL

XVIII

SBGFA

Riscos e Desastres Naturais

Sumário

A contribuição da zona de convergência do atlântico sul nas precipitações no mês de dezembro de 2018 e seus impactos sobre a cidade de teresina-pi 9
Sammya Vanessa Vieira Chaves; Werton Francisco R. da Costa Sobrinho

A importância da constituição histórica do município de petrópolis (RJ) para a compreensão da ocorrência dos desastres naturais na região 24
Isabelle Salazar Vieira Alves, Raul Reis Amorim

A importância do geossistema na análise de riscos ambientais: as inundações do bairro parque mambucaba, em angra dos reis – rj. 36
Fabiana Peres de Freitas, Ricardo Vaz Leite

Analise da susceptibilidade a erosões e voçorocamento na área urbana de são roque de minas/MG 48
Ana Carolina Barbosa Pereira Dinotte, Elaine Gonçalves da Costa, Wesley Almeida Teixeira, Cecilia Félix Andrade Silva

Análise de áreas de risco e intervenções estruturais no bairro parque são bernardo, são bernardo do campo, sp. 61
Danielle Blazys Correa (1), Kátia Canil

Análise dos riscos de desastres ambientais no bairro sabiaguaba, área de expansão urbana de fortaleza - Ceará..... 71
Liza Santos Oliveira, José Matheus da Rocha Marques Jader de Oliveira Santos

Análise dos usos e ocupações da terra suscetíveis às inundações na bacia do rio capivari - sp 83
Fernanda Cristina Carvalho Milani , Raul Reis Amorim

Análise espacial através do ndvi após rompimento da barragem da mina córrego do feijão em brumadinho - MG 95
Juarez Antonio da Silva Junior

Análise espaço-temporal dos incêndios em nova friburgo/rj: subsídios ao estudo da suscetibilidade de terreno frente aos deslizamentos 106
Letícia Bolsas Mendonça, Leonardo Esteves de Freitas, Ana Luiza Coelho Netto

Análise espaço-temporal dos incêndios em nova friburgo/rj: subsídios ao estudo da suscetibilidade de terreno frente aos deslizamentos 111
Nayara Mariana Gonzaga Rosa, Guilherme Eduardo Macedo Cota, Camila Esteves Romeiro, Izabela Aparecida da Silva Mendes, Antônio Pereira Magalhães Jr

Aedes aegypti e seus impactos em bairros de manaus 122
Erick Mendes Da Silva, Reinaldo Corrêa Costa

Análise multicritério e álgebra de mapas na identificação de áreas de perigo a escorregamentos na cidade do recife (pe) 129
John Kennedy Ribeiro de Santana, Dinah Dantas Silva, Emanuelle Cristine Batista da Silva, Fabrizio de Luis Rosito Listo

Análise da fragilidade ambiental urbana associada aos riscos ambientais no bairro bom jardim da cidade de fortaleza-Ceará-Brasil 142
José Matheus da Rocha Marques, João Sérgio Queiroz de Lima, Jader de Oliveira Santos

Análise de perigo a movimentos de massa na vila ipiranga - niterói/rj 154
Karolina Gameiro Cota Dias, Lucas Rodrigues Dias, Yuri Sisino dos S. Felipe, Rafael Andrade Bastos, Rodrigo Galvão da Silva

Análise do comportamento hidrológico em área de escorregamentos na vertente do bairro venda da cruz, são gonçalo - rj 165
Wellinghton Marins Coutinho Firmino, Ana Valéria Freire Allemão Bertolino, Luiz Carlos Bertolino, Bruno Lopes Costa

Análise estatística das precipitações do município de piracuruca (PI): subsídios ao estudo das secas e das inundações 177
Francílio de Amorim dos Santos, Lúcia Maria Mendes Silveira, Maria Lúcia Brito da Cruz

Ações de enfrentamento a movimentos de massa: um estudo de caso na cidade de salvador/bahia 188
Juliet Oliveira Santana, Erika do Carmo Cerqueira

Ação humana e a ocorrência de deslizamentos no município de são gonçalo 200
Letícia Espíndola Moussa, Cristiane Nunes Francisco, Filipe Brito da Rosa, Karolina Gameiro Cota Dias

Caracterização física de áreas sujeitas às inundações na bacia hidrográfica do rio juquiá 205
Allan Eduardo Cano, Raul Reis Amorim

Desastres socionaturais associados à seca no município de sobral (CE), no período de 2003 a 2016 218
Yara Batista Gomes, Jander Barbosa Monteiro

Distribuição temporal dos desastres naturais na sub-bacia hidrográfica do rio banabuiú/ ce 223
Debora Ribeiro dos Santos, João Luís Sampaio Olímpio

Delimitação do leito maior excepcional do rio itapecuru, no município de cantanhede-ma, como ação preventiva de desastres naturais. 228
Igor de Luccas Santos, Antonio Cordeiro Feitosa

Educação para percepção, prevenção e redução de risco ambiental: programa de extensão e pesquisa em minas gerais 233
Carla Juscélia de Oliveira Souza, Patrícia Pires Ferreira, Mariana Carvalho Silva de Assis Nogueira, Bárbara Morais de Paula

Esboços de um dilema: sociedade moderna e o devir da segurança ambiental 246
Juarez Mota Pinheiro

Eventos meteorológicos extremos e suas repercussões na cidade de maceió, estado de alagoas 258
José Gomes dos Santos Leal Neto, Asier Calaça Ayastuy, Diva Cristina Barbosa Suruagy, Bruno Ferreira

Geomorfologia antrópica e a ocorrência de inundações no alto curso da bacia hidrográfica do rio paciência - ilha do maranhão 270
Cristiane Mouzinho Costa , Marly Silva de Morais , Quésia Duarte da Silva, José Fernando Rodrigues Bezerra , Danyella Vale Barros França, Ricardo Gonçalves Santana

Identificação de ameaças de inundação na região da calha norte - estado do pará - amazônia..... 282
Marcos Vinicius Rodrigues Quintairos, Eliane de Jesus Miranda Santana

Interfaces entre a suscetibilidade às inundações e o uso e ocupação das terras na bacia hidrográfica do rio camanducaia..... 292
Cassiano Gustavo Messias, Raul Reis Amorim

Mapa de ocorrências de escorregamentos translacionais rasos no município de camaragibe (pe) 304
Edwilson Medeiros dos Santos, Tawana de Melo Pereira, Fabrizio de Luiz Rosito Listo

Mapeamento da susceptibilidade à erosão na bacia sedimentar neoproterozóica de una-utinga, bahia..... 315
Matheus Tomim Tartari, Carlos Gleidson Campos da Purificação, José Rafael Santos de Jesus, Danilo Heitor Caires Tinoco Bisneto Melo

Mapeamento das áreas suscetíveis a erosão e movimentos de massa na bacia do riacho águas do ferro, maceió – al..... 325
Monique Lira da Silva, Thiago Cavalcante Lins Silva

Mapeamento das áreas suscetíveis às inundações no baixo curso da bacia hidrográfica do rio muriaé (RJ)..... 331
Talita de Oliveira Bracher Prates, Raul Reis Amorim, Gustavo Henrique Naves Givisiez

Mapeamento participativo de áreas de risco a escorregamentos no município de camaragibe (pe) 343
Tawana de Melo Pereira, Edwilson Medeiros dos Santos, Fabrizio de Luis Rosito Listo

Metodologia para determinação do índice de vulnerabilidade socioambiental em áreas suscetíveis a inundações 355
Lincoln John Leite Medeiros, Raul Reis Amorim

Mineração versus unidade de conservação na serra dos morais, distrito de josé de alencar (iguatu, ce)..... 367
Antônio Elian Vitor Oliveira, Aliriane Brito da Silva, Katiane Ferreira da Silva, Francisco Nataniel Batista de Albuquerque

Mapeamento participativo na identificação das áreas de risco à inundação no bairro parque mambucaba, angra dos reis/ rj..... 379
Fabiana Peres de Freitas e Ricardo Vaz Leite

Mapeamento das ocorrências de escorregamentos e suas relações com as caracteristicas físicas da paisagem no município de jaboatão dos guararapes (pe).... 391
Gabrielle Fernanda Silva dos Santos, John Kennedy Ribeiro de Santana,Emanuelle Cristine Batista da Silva, Fabrizio de Luiz Rosito Listo

O ensino de geografia como ferramenta de auxílio na prevenção de desastres relacionados a inundação: uma análise da percepção dos alunos da rede pública em ururaí, campos dos goytacazes, rj 403
Carolina Vieira Caldeira de Lima de Souza Almeida, Adriana Filgueira Leite

O meio urbano, os riscos e as vulnerabilidades frente as precipitações intensas em uberlândia-MG 415
Nathalie Ribeiro Silva, Paulo Cezar Mendes

Ocorrências de desastres hidrometeorológicos em municípios ds região agreste da paraíba e de pernambuco 427
Gabriel de Paiva Cavalcante Camila Cunico Marcelo de Oliveira Moura

Ocorrências de desastres naturais na região do brejo paraibano 440
Marcelo de Oliveira Moura, Tatiana dos Santos Silva, Karinthea Karla Silva Temoteo

Ocupação de encostas: riscos erosivos e extinção de nascentes no município do crato, Ceará 452
Marcelo Martins de Moura-Fé, Mônica Virna de Aguiar Pinheiro, José Henrique Moura Silva, Rafaela Martins Rodrigues

Percepção de risco dos moradores do morro da carioca (angra dos reis, rj) em relação aos deslizamentos de encosta 457
Mariana Oliveira da Costa, Cristiane Cardoso

Problemas ambientais na cidade de ilhéus: uma analise dos riscos a escorregamentos no bairro da tapera 467
Lucas Rosario Santos, Ednice de Oliveira Fontes Baitz

Produção de lixo, riscos e impactos no ambiente urbano. 472
Emerson da Costa Barbosa, Reinaldo Corrêa Costa

Projeto piloto de saneamento como ação mitigadora ao risco de deslizamentos em jurujuba, niterói – rj 478
Luize de Oliveira Ferraro Mello, Thiago dos Santos Leal, Valéria Augusta Braga, Vitor Hugo Chagas do Vale

Risco e vulnerabilidade socioambiental à dengue em manaus-am 490
Marcela Beleza de Castro, Rayane Brito de Almeida, Thalissa Beatrice Fernandes Soares

Risco geotécnico na planície urbana da bacia do tucunduba em belém-pa 502
Jéssica Pinto Assunção

Risco à inundação na área urbana do município de assú-rn,Brasil. 507
Gilciane Kariny da Costa Frutuoso, Marina Ribeiro Teixeira, Alfredo Marcelo Grigio

Riscos de inundação na bacia hidrográfica do rio cachoeira, Brasil: análise a partir do modelo hand 512
Kaique Brito Silva, Raul Reis Amorim

Riscos geológicos: escorregamentos na área urbana do município de óbidos/pa 523
Joselito Santiago de Lima, Luciana Martins Freire

Riscos geomorfológicos na ocupação de encostas urbanas da cidade de paripueira – alagoas 535
Monique Lira da Silva, Nivaneide Alves de Melo Falcão

Salvador: uma cidade com um histórico crescente de desastres em suas encostas ... 545
Cleidson Gomes de Oliveira, Dante Severo Giudice

Um estudo sobre as causas de alagamento em fevereiro de 2017 no município de campo novo do parecis – mato grosso 557
Vergínia Rodrigues de Mello, Luís Flávio de Araújo Rodrigo Marques

Vulnerabilidade ao desastre da seca na região nordeste do Brasil..... 568
Prof. João Luís Sampaio Olímpio

Vulnerabilidade social nas áreas de inundações do canal cipriano santos, bairro da montese, belém- pa 580
Adrielle Pena Lopes Carneiro, Augusto Maciel Costa José Edilson Cardoso Rodrigues

Áreas de risco geológico e processos desencadeadores de movimento de massa: estudo de caso das vertentes do bairro piedade - ouro preto - MG..... 585
Vanessa Cristina Silva, Alan de Almeida Teixeira, Cecília Félix Andrade Silva

Áreas suscetíveis a inundações e alagamentos na bacia hidrográfica do córrego proença, campinas-sp 597
Rosiney dos Santos Ferreira, Gabriel da Silva Lima, Raul Reis Amorim

Índice de risco geomorfodinâmico: um estudo de caso de ocupação "desorganizada" em área de encosta na serra do veloso em ouro preto-MG 608
Denise Aparecida Antunes Fabricio Teixeira de Melo, Cecília Félix Andrade Silva Jairo Rodrigues Silva

A influência da ação antrópica e dos condicionantes do mei físico no desastre 2009/2010 em Angra dos Reis - RJ 620
Rodolfo Baêsso Moura , Kátia Canil

A urbanização em áreas periféricas como fator de risco ambiental na bacia do rio tucunduba: estudo de caso em Belém - PA 632
Nailton Nascimento da Silva , Gustavo Fernandes Pinheiro , Luciana Martins Freire

Desastres ambientais em áreas de riscos geológicos do centro urbano em Ananindeua-PA 637
José Mendes de Campos Neto , Luciana Martins Freire Claudio Henrique Sampaio Lopes

Desastres naturais associados a iundações em áreas urbanas 643
Julliane Proença Kurasz , Rafael Adriano de Castro , Elias Machado

Dinâmicas socioambientais e formação de áreas de risco nos municípios de Iranduba e Manacapuru - AM 653
Rebeca Teixeira Dantas , Gerliane de Sousa Castro

Delimitação de zonas inudáveis no vale do baixo rio jaguaribe – para o desenvolvimento de plano de contingência à galgamentos e controle de cheias do castanhão com o uso do HEC-RAS/GIS..... 658
João Silvio Dantas Morais, Solange Maria Da Conceição Santos

Impactos socioambientais e recuperação de áreas degradadas após o megadesastre de 2011 em nova Friburgo-RJ 669
Denise de Almeida Gonzalez, Alexander Josef Sá Tobias da Costa

Método para mapeamento da suscetibilidade à corrida de detritos com uso de modelo digital do terreno: aplicação na serra do mar paranaense 681
Ricardo Michael Pinheiro Silveira , Claudinei Taborda da Silveira

O ensino de geografia como ferramenta de auxílio na prevenção de desastres relacionados a inundação: uma análise da percepção dos alunos da rede pública em Ururaí, Campos dos Goytacazes, RJ 693
Carolina Vieira Caldeira de Lima de Souza Almeida , Adriana Filgueira Leite

Proposições pontuais para revisão metodológica dos planos municipais de redução de risco 705
Kátia Canil , Fernando Rocha Nogueira

Reassentamento e vulnerabilidade social após o desastre socioambiental de 2011 em teresópolis (RJ): o caso do conjunto habitacional ermitage. 714
Leonardo de Araujo Guarino, Vinicius Ervatti Silva e Ana Luiza Coelho Netto

Redução de riscos de desastres baseada nos ecossistemas (ECO-RRD) 719
Andreza dos Santos Louzeiro , Nayara Marques Santos , Thiara Oliveira Rabelo, Lutiane Queiroz de Almeida

Sig aplicado aos pontos de barragens no estado do Pará..... 731
Leonardo Sousa dos Santos , Gláucia Rodrigues Nascimento Medeiros , Cleison Basto dos Santos , Orleno Marques da Silva Junior

Susceptibilidade a deslizamentos em Salvador-BA..... 743
Jilvana Ferreira da Silva Souza, Laís Fagundes Jesus Silva, Grace Bungenstab Alves

Usos e categorias de riscos em barragens do rio paraguaçu, bahia: estudo de casos nos municípios de ibicoara e mucugê. 756
Msc Nilton de Oliviera , Dr. Antonio Puentes Torres , Dr. Mário Jorge de Souza Gonçalves

Variação da condutividade hidráulica saturada sob cobertura de floresta secundária inicial: subsídios à modelagem física dos movimentos gravitacionais translacionais rasos..... 767
Ilgner Pereira Bernardo , Roberta Pereira da Silva , Joana Stingel Fraga , Ana Luiza Coelho Netto

Vulnerabilidade à contaminação do aquífero no município de camaçari – ba: uma aplicação dos métodos god e gods..... 772
Danilo Heitor Caires Tinoco Bisneto Melo , Susana Silva Cavalcanti , Lucas de Queiroz Salles , Cristovaldo Bispo dos Santos , Denise Nunes Viola , Luiz Rogério Bastos Leal

Proposta Metodólógica para mapeamento de áreas de risco a movimento de massa em Iranduba-AM..... 784
Igor Ribeiro da Silva, Paula Beatriz Honório Moreira, Neliane de Sousa Alves

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 CONTRIBUIÇÃO DA ZONA DE CONVERGÊNCIA DO ATLÂNTICO SUL NAS PRECIPITAÇÕES NO MÊS DE DEZEMBRO DE 2018 E SEUS IMPACTOS SOBRE A CIDADE DE TERESINA-PI

Sammya Vanessa Vieira Chaves[(a)]; Werton Francisco R. da Costa Sobrinho[(b)]

[(a)]Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI
sammyachaves@ifpi.edu.br.
[(b)] Universidade Estadual do Piauí – UESPI
profwerton@outlook.com

Eixo: Riscos e Desastres Naturais

Resumo

Este artigo tem por finalidade analisar a contribuição da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) nos acumulados pluviométricos do mês de dezembro de 2018 e seus impactos sobre a cidade de Teresina-PI. Para cumprir com o objetivo proposto foram utilizados os dados diários de precipitação obtidos das estações meteorológicas convencional e automática do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) em operação na capital, referentes ao período compreendido entre os dias 03 a 09 de dezembro de 2018, correspondendo ao episódio de ZCAS registrado no município. No período analisado, a precipitação acumulada ficou acima da média da Normal Climatológica para o período na área em estudo, em virtude da atuação da ZCAS, proporcionando uma precipitação acumulada mensal na ordem de 370 mm (366 % acima da média, fixada em 101 mm para o mês) e, de 266,2 mm em apenas seis dias de atuação do sistema, ou seja, 263 % acima do volume de chuva esperado para o mês. Tal estudo possui relevância, uma vez que a compreensão dos mecanismos formadores e das ferramentas previsionais em torno da dinâmica e intensidade deste sistema possibilita a gestão da informação para orientar a sociedade na minimização dos danos econômicos e sociais derivados de sua atuação, bem como subsidiar as ações da defesa civil para atuar preventivamente na tomada de decisão.

Palavras-Chave: Desastres Naturais. Variabilidade Climática. Zona de Convergência do Atlântico Sul, Precipitação, Teresina.

1. Introdução

A maioria dos desastres naturais no Brasil são decorrentes de instabilidades atmosféricas e variabilidades climáticas oriundas da atuação de diversos sistemas atmosféricos intertropicais e extratropicais, sendo as inundações, secas e deslizamentos de terras os mais recorrentes no cenário brasileiro. Estes acarretam uma série de impactos socioeconômicos à sociedade brasileira, incluindo danos à saúde e ao bem-estar, danos materiais e prejuízos econômicos.

O Brasil, país que abrange quase a metade do território sul-americano, apresenta uma grande diversidade climática associada a diferenciados regimes de precipitação e temperatura, decorrente de fatores relacionados à diversidade do seu quadro físico e à circulação atmosférica peculiar às zonas geográficas em que está inserido. (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Alguns fatores intrínsecos à condição geográfica do país podem contribuir para a ocorrência dos desastres naturais. Em muitos locais, as características do relevo favorecem a ocorrência de processos geomecânicos e hidrológicos que, diante da ocupação destas áreas, tendem a aumentar a vulnerabilidade humana. Acresce-se a isso a atuação de sistemas atmosféricos distintos ao longo do ano, geradores de chuvas intensas e concentradas, tornados, granizo, secas e estiagens prolongadas (BRASIL, 2012a), contribuindo para a ocorrência dos desastres mais comuns que ocorrem no Brasil, àqueles associados aos eventos climáticos severos.

Dentro desse contexto, pretende-se nesse artigo, apresentar uma análise episódica de eventos extremos ocorridos na área urbana de Teresina, Piauí, resultantes da atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e dos Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis, nos primeiros dez dias do mês de dezembro de 2018, que provocaram uma série de transtornos à população teresinense.

2. Material e Métodos

Inicialmente foi construído um breve arcabouço teórico sobre variabilidade climática, sistemas atmosféricos que atuam no Nordeste e a ocorrência dos desastres causados por chuvas intensas.

Para a elaboração deste artigo foram utilizados os dados diários de precipitação entre os dias 01 a 10 de dezembro de 2018, colhidos da estação meteorológica convencional do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizada na cidade de Teresina nas coordenadas - 5.083333º S e -42.816667º W. Para a parametrização dos dados colhidos foi utilizada a média estabelecida pluviométrica da Normal Climatológica 1981-2010 estabelecida pelo INMET.

Com a finalidade de ilustrar os acumulados da precipitação diária e mensal acumulada, foram utilizados mapas de precipitação gerados pelo Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC). Também foram utilizadas imagens dos satélites Meteosat colorida, fornecida pela Divisão de Satélites do CPTEC e, GOES 16 no canal de topo de nuvem, fornecidas pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) com o fito de observar a dinâmica e o deslocamento do sistema ZCAS, bem como orientação Noroeste-sudeste (NW-SE) de sua faixa de nebulosidade que se espraia da Amazônia até o Atlântico Sul.

3. Variabilidade Climática e Eventos Extremos

A variabilidade climática e os eventos extremos oriundos de precipitação tem afetado seriamente o Brasil durante os últimos anos e, como já foi mencionado, o mote causador da frequência desses desastres em todo o globo, segundo determinados estudiosos, podem ser as mudanças climáticas de cunho antropogênico, principalmente devido às emissões de Gases do Efeito Estufa (GEE) na atmosfera, provocando elevações na temperatura média global e nas precipitações (IPCC, 2007; NEDEL, 2010; MARENGO et al., 2011; ESTERLING et al., 2000a, 2000b).

Foi detectado no Brasil, desde 1950, um grande aumento sistemático na frequência dos extremos de precipitação, principalmente nas regiões Nordeste, Sudeste e Sul do país. Uma combinação incomum de condições meteorológicas promoveu intensas precipitações na região Sul do Brasil ao longo da primeira década do século XXI, culminando em inundações e deslizamentos, além de prejuízos econômicos na ordem de 750 milhões de dólares (MUNICH RE GROUP, 2009).

Podem ser considerados como exemplos de causas da variabilidade climática global os fenômenos ENOS (El Niño e La Niña), o dipolo do Atlântico e a oscilação decadal do Pacífico (ODP). Estes estão associados às alterações da temperatura da superfície dos principais oceanos e promovem processos físicos de interação com a atmosfera, uma vez que a temperatura oceânica é capaz de alterar a circulação atmosférica.

4. Eventos extremos no Nordeste e atuação da Zonas de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS)

Embora esteja localizado numa área de baixa latitude, o que, em princípio, seria favorável a um considerável volume e equitativa distribuição de chuvas, o NEB apresenta ao longo do ano baixos índices de precipitação, além de uma grande variação interanual e sazonal. E é na sua sub-região árida, o sertão, que a deficiência de precipitação acarreta maiores problemas, afetando intensamente as atividades humanas.

Quanto aos mecanismos responsáveis pela causa ou inibição das precipitações no nordeste, pode-se afirmar que a ZCIT é um dos principais mecanismos de atuação durante a estação chuvosa (fevereiro a maio), sendo a responsável pela máxima precipitação em março-abril no norte e no centro do NEB, principalmente quando alcança a sua posição mais ao sul, em torno de 4ºS, no final do outono austral.

Sistemas frontais, em especial as frentes frias, também são importantes mecanismos desencadeadores de chuvas no NEB, em geral, para aquelas que ocorrem de novembro a março nas porções sul e leste. A incursão de sistemas frontais e seus remanescentes podem promover precipitações entre 5ºS e 18ºS em interação com a convecção local. Suas atuações são comuns quando a ZCIT se encontra no hemisfério norte (entre 10º a 14ºN). Durante a primavera/verão no hemisfério sul, os sistemas frontais se encontram sobre a parte central do continente sul-americano (eixo NW-SE) e, junto com o ar úmido oriundo da Amazônia, criam uma zona de convergência de umidade (ZCAS) que é a causa principal das chuvas no sul do Nordeste.

A Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) constitui um dos principais fenômenos meteorológicos de escala sinótica em atuação na América do Sul, sendo responsável pela ocorrência de precipitações volumosas, principalmente na primavera-verão. Sua intensidade e manutenção é determinante para formação de instabilidades e precipitações intensas, geralmente associadas à grandes transtornos para a população. Neste aspecto, conforme Correia e Albuquerque (2012) há na literatura acadêmica especializada estudos que buscam relacionar eventos meteorológicos com certo grau de severidade com a atuação deste sistema e suas consequências sobre o espaço.

> O sistema ZCAS é caracterizado por uma banda de nebulosidade orientada na direção noroeste-sudeste que se estende do Sul da Amazônia ao Atlântico Sul-Central por alguns milhares de quilômetros, associado à estacionariedade de frentes frias na região Sudeste do Brasil, sendo intensificada pela convergência de calor e umidade proveniente da região central da América do Sul (CORREA; CARVALHO, 2012, p. 797).

Sob uma perspectiva climatológica, a ocorrência da ZCAS impacta vigorosamente a dinâmica pluviométrica no final da primavera e no verão no hemisfério Sul, sobre a maior parte do território brasileiro, bem como alguns países vizinhos, sendo diretamente responsável por volumes expressivos e persistentes de precipitações em algumas regiões e, paradoxalmente, a redução significativa dos

acumulados de chuva nas áreas vizinhas (Quadro et al., 2016). De modo geral os estudos em torno do sistema ZCAS demonstram que a precipitação associada a sua atuação é superestimada na parte Sul e subestimada na parte tropical.

Contudo, este artigo pretende demonstrar como o sistema ZCAS, mesmo que episodicamente, exerce também um papel relevante sobre a dinâmica pluvial no Nordeste ocidental, podendo desencadear eventos severos na área em estudo, o que justifica o aprofundamento na temática em questão.

5. Eventos extremos em Teresina, Piauí

Teresina, Piauí, está localizada no Meio-Norte brasileiro, na mesorregião centro-norte do Estado, à margem direita do médio curso do rio Parnaíba, a 366 quilômetros do litoral. É conurbada com o município maranhense de Timon, a oeste, possui uma altitude média de 74,4m e está situada entre 05º05'21" de latitude sul e 42º48'07" de longitude oeste, no baixo interflúvio que se alonga junto à confluência dos rios Parnaíba e Poti (MOREIRA, 1972; TERESINA, 2013).

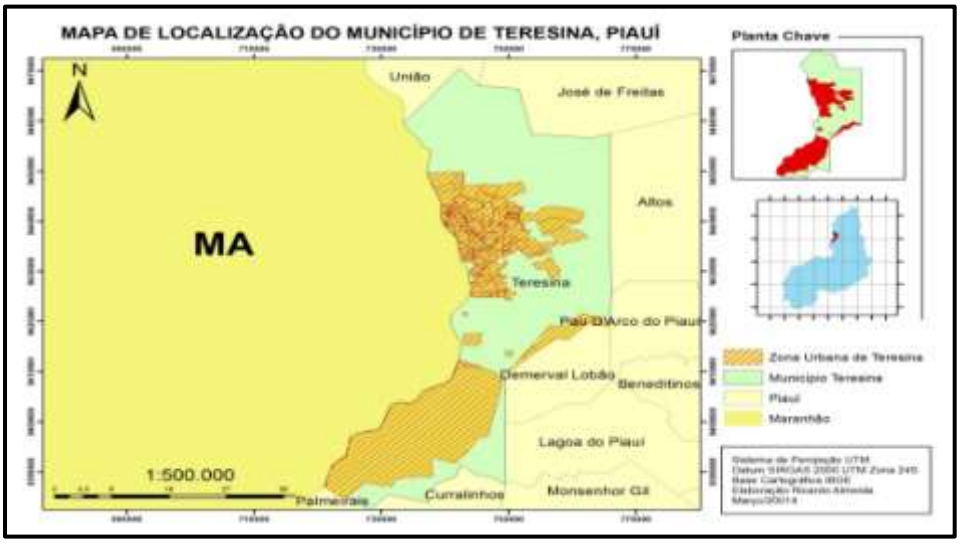


Figura 2: Mapa de Localização de Teresina

Elaborado por: CHAVES, 2014. Organizado por ALMEIDA,

Os rios Parnaíba e Poti possuem numerosos afluentes de pequena extensão, em sua maioria com nascentes no próprio município, muitos dos quais canalizados. Ambos são dotados de lagoas marginais, que se concentram, sobretudo, na área norte da cidade, nas imediações da foz do Poti. A zona norte abriga 34 lagoas, algumas antrópicas, com profundidades e dimensões variadas. Muitas das lagoas foram aterradas para a expansão da cidade, aumentando o problema das inundações (TERESINA, 2002; 2010; LIMA, 2011).

6. A atuação da ZCAS no Estado do Piauí em dezembro de 2018

Nos primeiros dias do mês de dezembro de 2018, o município de Teresina foi atingido por intensas precipitações que provocaram alagamentos, transtornos à navegação aérea, danos à construções e perdas humanas, constituindo um evento meteorológico severo com certo grau de prejuízo econômico. Segundo o INMET em dezembro de 2018 as precipitações em Teresina foram acima da média, apresentando um acumulado mensal de 370 mm. As chuvas intensas que atingiram a capital piauiense foram causadas principalmente em decorrência de um episódio de ZCAS, representado na Figura 3 a partir de imagens do satélite Eumesat coloridas.

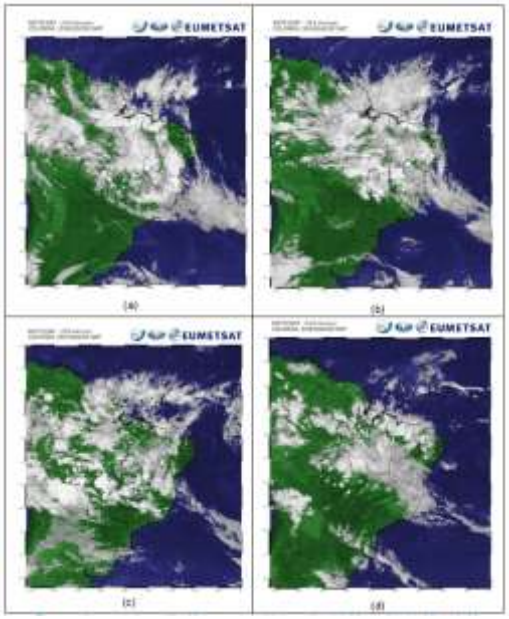


Figura 3: Imagens do satélite Eumesat – colorida, representando o evento de ZCAS nos dias 03/12 (a), 04/12 (b), 06/12 (c) e 09/12/2018 (d).
Fonte: http://satelite.cptec.inpe.br/acervo/meteosat.formulario.logic

Conforme o relatório destaques do período, relativo ao período de 24 de novembro a 07 de dezembro de 2018, disponível no sítio eletrônico do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), os volumes de chuva foram significativos de Norte a Sul do Brasil, contudo, as áreas que apresentaram os maiores acumulados pluviométricos foram as Regiões Norte, Centro-Oeste, parte do Sudeste e Oeste da Região Nordeste. O documento indicou a configuração da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), em seu terceiro episódio anual, como o principal sistema responsável pelo regime de chuvas na primavera-verão. Durante o intervalo de 08 a 14 de dezembro, conforme o Inmet (2018), as chuvas foram mais volumosas no Centro-Norte do Brasil, sendo que na Região Nordeste a ZCAS apenas atuou de forma mais consistente até o dia 09 do citado mês.

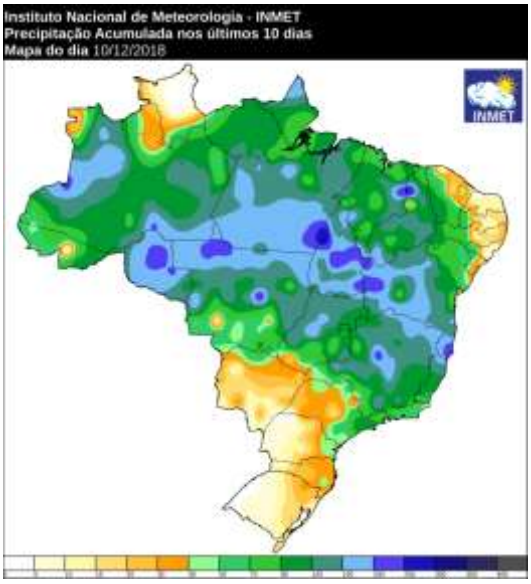


Figura 4: Acumulado de chuva entre os dias 01 a 10-12-2018.
Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia - INMET, 2018.

Conforme a Figura 4, o mapa de acumulado pluviométrico para o período escolhido aponta para concentrações de chuva em parte do Nordeste, Sudeste, Centro-Oeste e Norte, com destaque no oeste Nordestino para os volumes registrados na capital piauiense e entorno, realçando o impacto da atuação do sistema na área em estudo. O episódio de ZCAS foi também identificado pelo CPTEC (2019), em seu relatório mensal de casos significativos do mês de dezembro de 2018. Segundo o supracitado documento, o fenômeno em destaque foram os acumulados de chuva entre os dias 03 a 09 de dezembro de 2018, que atingiram principalmente o oeste nordestino por ação de difluência em altitude, termodinâmica e convergência de umidade (ZCAS) em baixos níveis.

A estação meteorológica convencional do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) registrou no dia 02 de dezembro, um acumulado de 10,4 mm, no dia 03/12 37,2 mm, dia 04/12 98 mm, dia 05/12 4 mm, dia 06/12 61,8 mm, dia 08/12 15,2 mm, dia 09/12 50 mm e, dia 10/12 27,2 mm, dos quais selecionamos apenas as amostras mais significativas para a espacialização e análise. A figura 5 mostra o acumulado mensal aferido pela estação meteorológica convencional do INMET em Teresina durante o mês de dezembro de 2018.

Figura 5: Gráfico de chuva acumulada em 24 horas em dezembro de 2018. Teresina – Piauí.

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, 2018.

Pela análise do gráfico gerado pela estação meteorológica, observa-se que a precipitação foi concentrada nos dez primeiros dias do mês de dezembro (cerca de 82% do volume total de chuva acumulada), apresentando nos dias posteriores certa inconstância e redução nos volumes registrados, ou seja, do universo de 370 mm de chuva contabilizados pela estação do INMET, 303,8 mm foram aferidos no período de 01 a 10 de dezembro. A partir destes dados, verificou-se que a precipitação acumulada ficou acima da média da Normal Climatológica para o período na área em estudo, em virtude da atuação da ZCAS, proporcionando uma precipitação acumulada mensal na ordem de 370 mm (366 % acima da média, fixada pelo INMET em 101 mm para o mês) e, de 266,2 mm em apenas seis dias de atuação do sistema, ou seja, 263 % acima do volume de chuva esperado para o mês.

Os mapas de acumulados de precipitação gerados pelo CPTEC a partir dos dados colhidos pela estação convencional do INMET permitem espacializar e compreender a relevância dos volumes mais significativos ocorridos na área em estudo (Figura 6).

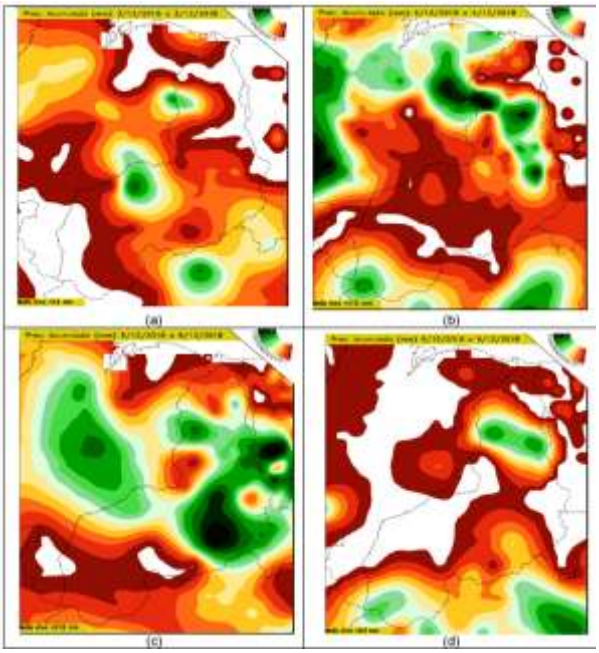


Figura 6: Mapa de acumulado de precipitação no estado do Piauí relativo aos dias 03/12 (a), 04/12 (b), 06/12 (c) e, 09/12/2018 (d)
Fonte: http://clima1.cptec.inpe.br/estacoes/pt

No dia 03 de dezembro, conforme o CPTEC (2019) teve início a atuação da ZCAS sobre o território piauiense. O evento caracterizou-se por precipitação localizada, circunscrita nos volumes de maior expressão, a dois pontos do território: a faixa cerradeira ou Sudoeste piauiense, concentrada no município de Uruçuí (67, 6 mm) e, na Grande Teresina, Centro-Norte piauiense, com acumulado de 37,2 mm na estação convencional do INMET na capital.

O evento do dia 04/12 foi o mais significativo, tanto em termos pluviométricos, quanto do ponto de vista dos impactos sobre o município de Teresina, pois resultou em alagamentos de ruas movimentadas e transtornos em pousos e decolagens no aeroporto. A ação da ZCAS contribuiu para a precipitação de 98 mm no intervalo de 24 horas, representando cerca de 97% do total esperado para todo o mês que era de 101 mm (INMET, 2018). A precipitação ficou concentrada na capital, mas também repercutiu no Centro-Norte, com destaque para os acumulados de Campo Maior e Castelo do Piauí, bem como a chuva que atingiu o extremo Sul piauiense, o município de Corrente, com 51 mm de chuva aferidos em sua estação automática.

No dia 06/12, a precipitação se manifestou pela Grande Teresina, vale do Poti e faixa sertaneja, alcançando vários municípios do Sudeste Piauiense, como São João do Piauí (91,2 mm), Oeiras (79,6 mm) e Paulistana (48,4 mm). Teresina acumulou neste dia 61,8 mm de chuva. Já no dia 09/12, as chuvas ficaram restritas ao vale do Poti, alcançando a capital com um volume significativo de 50 mm e, ao extremo Sul do estado. O acumulado de chuva registrado repercutiu no município com alagamentos em alguns pontos da cidade, principalmente na região Sul, onde fez uma vítima fatal. Esse evento fechou o episódio de ZCAS no Piauí durante o mês de dezembro de 2018.

Da análise da Figura 6, observa-se que os quatro eventos mais significativos do episódio de ZCAS no estado do Piauí, caracterizaram-se pela manifestação de volumes expressivos de precipitação concentrados sobre o município de Teresina e entorno, com impactos relevantes sobre o espaço urbano.

Considerações Finais

É fato que nos centros urbanos altamente adensados e com problemas de planejamento, o risco dos desastres naturais é maior. Precipitações intensas aliadas à impermeabilização do solo e habitações construídas em áreas inundáveis dão a tônica para o anúncio dos desastres nas cidades. Alagamentos, inundações, transtornos à navegação aérea, danos à construções e perdas humanas, são exemplos de desastres que podem ocorrer nas cidades após a ocorrência de precipitações intensas.

É importante frisar que, não se pode computar exclusivamente, aos grandes acumulados pluviométricos resultantes da atuação do sistema ZCAS, o fator central dos grandes transtornos vivenciados pela população teresinense no período em estudo. Embora a concentração temporal da pluviosidade seja um reflexo típico da atuação deste tipo de sistema atmosférico, há que acrescentar o fato de que as áreas mais atingidas são consideradas de risco, sendo objeto de uma ocupação desordenada do solo, constituindo espaços geralmente impermeabilizados que potencializam ora o acúmulo, ora o escoamento superficial das águas oriundas da precipitação.

Diante do exposto, torna-se fundamental um exame mais detalhado que possibilite avaliar as condições atmosféricas em sua correlação com as mudanças estruturais e infra-estruturais do espaço ao longo do tempo.

Referências Bibliográficas

ALBUQUERQUE, T. T. A., CORREA, W. S. C. Influência da zona de convergência do Atlântico Sul no mês de novembro de 2008 e suas consequências sobre o município de Vitória – ES. Revista Geonorte, Edição Especial, 2, V. 1, n. 5, p. 796-806, 2012.

ANDREOLI, R.V.; KAYANO, M.T. Variabilidade decenal e multidecenal. In.: CAVALCANTI, I.F.A. et al (Orgs.) **Tempo e clima no Brasil.** São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

CENTRO DE PREVISÃO DO TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS – CPTEC-INPE. **Mapa de acumulado de precipitação**. São José dos Campos, 2019. Disponível em: <http:// http://clima1.cptec.inpe.br/estacoes/pt> Acessado em: 01/02/2019.

CONFALONIERI, U. E. C. Variabilidade climática, vulnerabilidade social e saúde no Brasil. **Revista Terra Livre,** São Paulo, ano 19, v.1, n.20, p.193-204, jan./jul, 2003.

ESTERLING, D. R. et al. Climate Extremes: observations, modeling and impacts. **Science,** v.289, p.2068-2074, 2000a.

_____. **Observed variability and trends in extreme climate events:** a brief review. Bulletin of the american meteorological society. Vol 81, nº3, March, 2000b.

FERREIRA, A.G.; MELLO, N.G. da S. Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a região nordeste do Brasil e a influência dos oceanos Pacífico e Atlântico no clima da região. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.1, nº1, dez., 2005.

FERREIRA, N.J.; RAMIREZ, M.V.; GAN, M.A. Vórtices ciclônicos de altos níveis que atuam na vizinhança do nordeste do Brasil. In.: CAVALCANTI, I.F.A. et al (Orgs.) **Tempo e clima no Brasil.** São Paulo: Oficina de textos, 2009.

GOBO, J.P.A.; RIFFEL, E.S. Variabilidade climática e eventos extremos no Brasil: uma breve análise. In.: IV SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CLIMATOLOGIA. **Anais...**João Pessoa, 2011.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE. **Divisão de satélites e sistemas ambientais: banco de dados de imagens**. São José dos Campos, 2019. Disponível em: <http:// http://satelite.cptec.inpe.br/acervo/meteosat.formulario.logic> Acessado em: 01/02/2019.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. **Banco de dados meteorológico para o ensino e pesquisa**. Brasília, 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. **Normais climatológicas do Brasil 1981-2010**. Brasília, 2018. Disponível em: <http:// http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas> Acessado em: 01/02/2019.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. **Análises semanais: destaques do período: 24/11 à 14/12**. Brasília, 2018. Disponível em: <http:// http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=imprensa_analises_semanais> Acessado em: 14/01/2019.

INTERGOVERNMENTAL PAINEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate changes:** the physical science basis. Summary of policymakers, 2007. Disponível em:

http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_ipcc_fourth_assessment_report_wg1_report_the_physical_science_basis.htm. Acesso em: 15 de dez. de 2013.

LIMA, Antonia Jesuíta de. Gestão urbana e os planos diretores participativos. In.: XI CONGRESSO LUSO AFRO-BRASILEIRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS, **Anais...**Bahia, 2011.

LOBO, P.R.V. **Um estudo climatológico da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e a sua influência sobre o nordeste do Brasil.** Dissertação (Mestrado). Programa de Mestrado em Meteorologia, INPE, São José dos Campos, 1982.

MARENGO, J.A. Impactos de extremos relacionados com o tempo e clima – Impactos Sociais e Econômicos. **Boletim do Grupo de Pesquisa em Mudanças Climáticas.** Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais: Centro de Ciências do Sistema Terrestre (CCST). Nº 8, março, 2009a.

_____. Mudanças climáticas, condições meteorológicas extremas e eventos climáticos no Brasil. In.: FUNDAÇÃO BRASILEIRA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (FBDS). **Mudanças Climáticas e Eventos Extremos no Brasil**, 2009b. Disponível em: http://www.fbds.org.br/cop15/FBDS_MudancasClimaticas.pdf. Acesso em: 20 de dez. de 2013.

_____. **Risco das mudanças climáticas no Brasil. Análise conjunta Brasil – Reino Unido sobre os impactos das mudanças climáticas e do desmatamento na Amazônia.** Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Centro de Ciências do Sistema Terrestre (CCST). Met Office Hadley Centre do Reino Unido. Maio, 2011.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I.M. **Climatologia:** noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

MOLION, L.C.B.; BERNARDO, S.O. Uma revisão da dinâmica das chuvas no Nordeste Brasileiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.17, n.1, p.1-10, 2002.

MOREIRA, Amélia A N. A cidade de Teresina. In: **Boletim Geográfico**. Rio de Janeiro: IBGE, n. 230, set./out. 1972.

MUNICH RE GROUP. **Topics Geo Natural catastrophes 2008:** analyses, assessments, positions. Knowledge series, Munich, 2009. Disponível em: http://www.preventionweb.net/english/professional/publications/v.php?id=13201 Acesso em: 10 de dez. de 2013.

NEDEL, A.S. **Desastres naturais e geotecnologias:** adversidades climáticas. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Santa Maria, 2010.

NOBRE, P.; MELO, A.B.C. de. Variabilidade climática intrasazonal sobre o Nordeste do Brasil em 1998-2000. **Revista Climanálise.** CPTEC/INPE, 2001.

NUNES, L.; LOMBARDO, M.A. A questão da variabilidade climática: uma reflexão crítica. **Revista IG**, nº 16, jan./dez, São Paulo, 1995, p. 21-31.

REBOITA, M. S., GAN, M. A., ROCHA, R. P., AMBRIZZI, T. Regimes de precipitação na América do Sul: uma revisão bibliográfica. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 25, p. 185-204, 2010.

REBOITA, M.S. et al. Entendendo o tempo e o clima na América do Sul. **Terra e Didática**. Vol.8, nº1, 2012, p.34-5

REIS FILHO, A. A. dos. **Análise integrada por geoprocessamento da expansão urbana de Teresina com base no Estatuto da Cidade:** estudo de potencialidades, restrições e conflitos de interesse. Doutorado (Tese). Programa de Pós-Graduação do Departamento de Geografia da Universidade Federal de Minas Gerais. UFMG, 2012.

TERESINA. Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação Geral. **Teresina 2000 á 2010.** Agenda 2030. – Avançando para o futuro: diagnósticos, avanços e desafios. 2013a. 67p.

_____. Prefeitura Municipal. Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação Geral. **Teresina Agenda 2015** – Plano de Desenvolvimento Sustentável. Teresina, 2002a.

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 CONSTITUIÇÃO HISTÓRICA DO MUNICÍPIO DE PETRÓPOLIS (RJ) PARA A COMPREENSÃO DA OCORRÊNCIA DOS DESASTRES NATURAIS NA REGIÃO

Isabelle Salazar Vieira Alves [(a)], Raul Reis Amorim [(b)]

[(a)] Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Email: isabellesalazargeo@gmail.com

[(b)] Departamento de Geografia, Universidade Estadual de Campinas, Email: raulreis@unicamp.br

Eixo: Riscos e Desastres Naturais

Resumo

Sabe-se que há um processo de crescimento no número e na intensidade dos desastres naturais causados por ações antrópicas e naturais como o relevo, geologia, inclinação de vertentes, clima e, ocupações em vertentes e margens de rios. Assim sendo, o município de Petrópolis, localizado na região serrana do estado do Rio de Janeiro, é conhecido pelos recorrentes casos de desastres naturais associados aos movimentos de massa e inundações que ocorrem, em sua maioria, durante o verão, em decorrência dos altos índices pluviométricos, resultando em perdas humanas todos os anos. Por estes motivos, foi realizado um estudo sobre a constituição histórica da cidade, destacando os atributos naturais e antrópicos por meio de levantamento e revisão bibliográfica como teses, artigos e relatórios, assim como a realização de trabalho de campo. Constatando que a cidade ocupa as margens dos rios desde a sua constituição e, com o passar dos anos as vertentes.

Palavras chave: Planejamento urbanístico. Movimentos de massa. Inundações. Interferências antrópicas.

1. Introdução

Os desastres naturais são definidos como sendo as perturbações provenientes de um fenômeno natural de grande intensidade, agravado ou não pela atividade humana, cujos impactos excedem a capacidade das sociedades afetadas em manter as suas funções básicas (TOMINAGA, 2009; 2015). No entanto, as interações antrópicas intensificam as suas consequências e danos, impactando a sociedade e o meio, gerando prejuízos ambientais e socioeconômicos.

A expansão do processo de urbanização influencia na problemática ambiental e de risco, causando desequilíbrios morfogenéticos, afetando a dinâmica do sistema. Por exemplo, como visto em trabalho de campo, observou-se que Petrópolis vem sendo inadequadamente ocupada, como consequência, áreas estão sendo degradadas, o que auxilia no agravamento dos deslizamentos e inundações.

O processo de formação e a evolução histórica do espaço urbano, isto é, a ocupação, é fundamental para que se consiga ter uma visão dinâmica da atualidade, compreendendo como as casas estão dispostas e como isso ocorreu, principalmente, em áreas com o relevo acidentado, como é o caso de Petrópolis. Isso possibilita não ficar apenas no ambiente natural como causa da degradação. Por esses motivos que foi realizado o estudo sobre o processo de construção do município de Petrópolis.

Por conseguinte, este trabalho explica a inserção antrópica no município de Petrópolis e, consequentemente, como afeta e intensifica os movimentos de massa e inundações.

1.1. Área de estudo

Petrópolis está localizado no interior do estado do Rio de Janeiro, na Serra da Estrela, também conhecido como Cidade Imperial (Figura 1), pertencendo à Serra dos Órgãos. O município ocupa uma área de 793,085 km², contando com uma população estimada para 2018 de 305.687 habitantes, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) - Cidades (2018).

ISBN: 978-85-7282-778-2

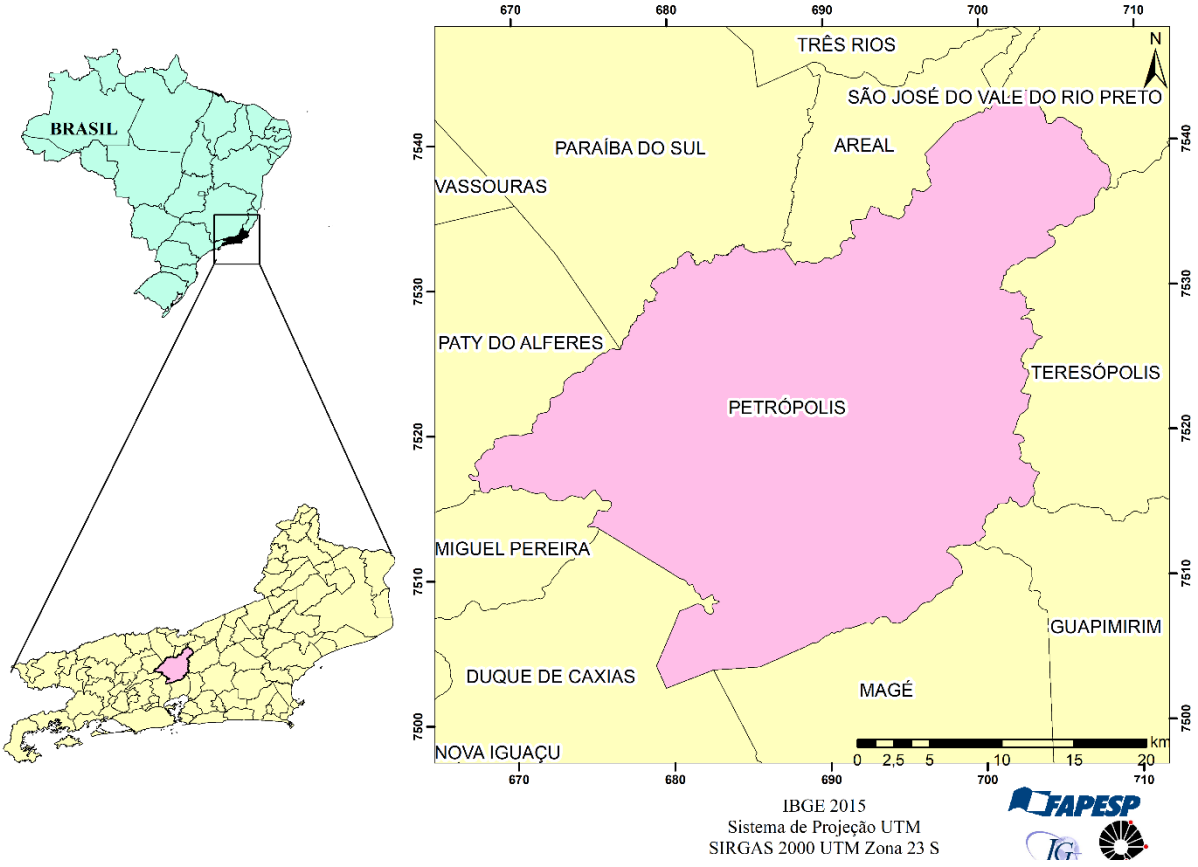


Figura 1 – Localização do município de Petrópolis (RJ). Fonte: elaborado por Isabelle Salazar Vieira Alves.

O seu relevo relevo é caracterizado por formas escarpadas, em que a sua composição se dá por rochas com camadas finas de sedimentos, seguindo a conformação do Vale da Serra da Estrela e, apresenta cobertura vegetal da Mata Atlântica, resultante do tectonismo regional e das fases erosivas, com predomínio de rochas do complexo granítico-gnáissico-migmatítico do Pré-Cambriano, com presença de dobramentos, reativações de falhas e remobilização de blocos (GUERRA; GONÇALVEZ e LOPES, 2007). Essas características são visíveis em todo o relevo do município, desde os vales alongados até segmentos de drenagens retilíneos, maciços graníticos, desníveis altimétricos e escarpas íngremes.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Desta maneira, é uma área suscetível aos movimentos de massa e inundações, conforme a visualização nas figuras abaixo (Figuras 2 e 3), em que pode-se observar os níveis suscetibilidade quanto aos movimentos de massa e de inundações.

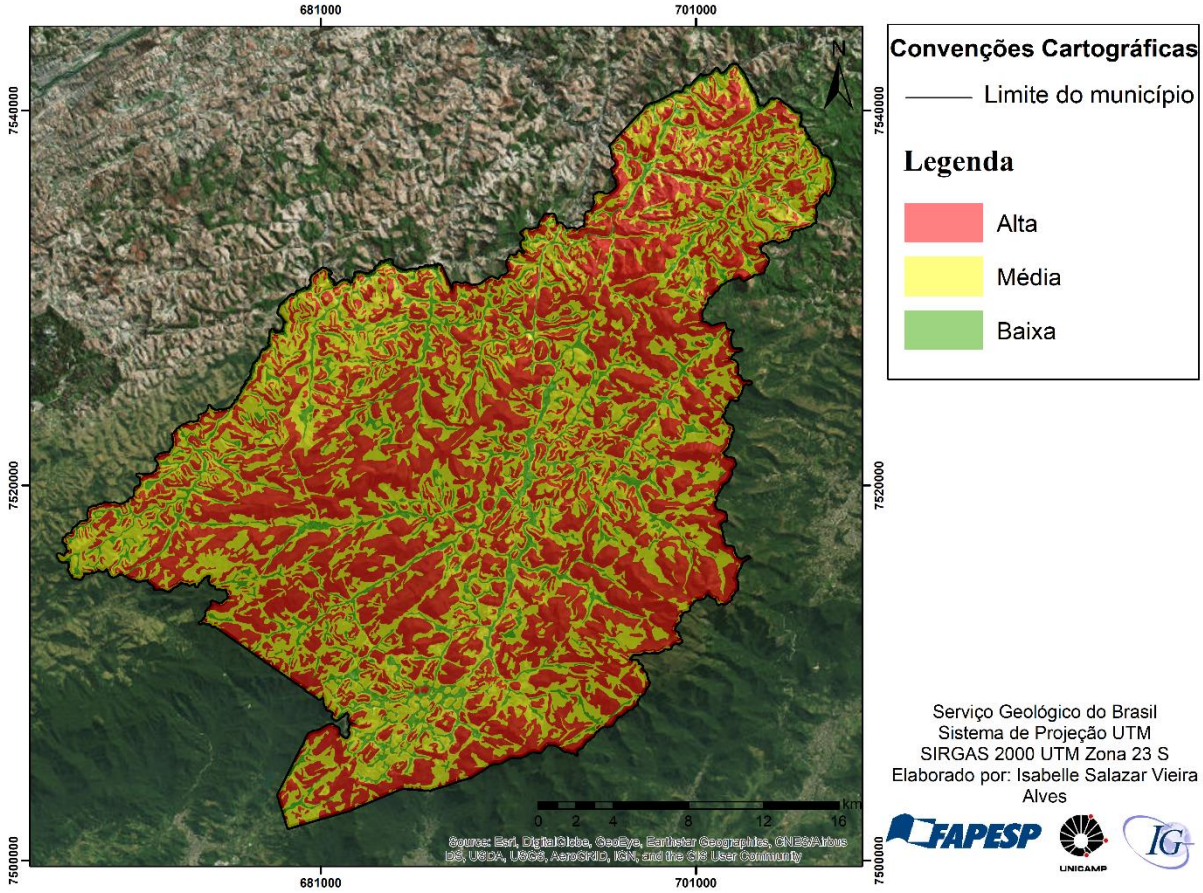


Figura 2 – Áreas suscetíveis aos movimentos de massa no município de Petrópolis (RJ)

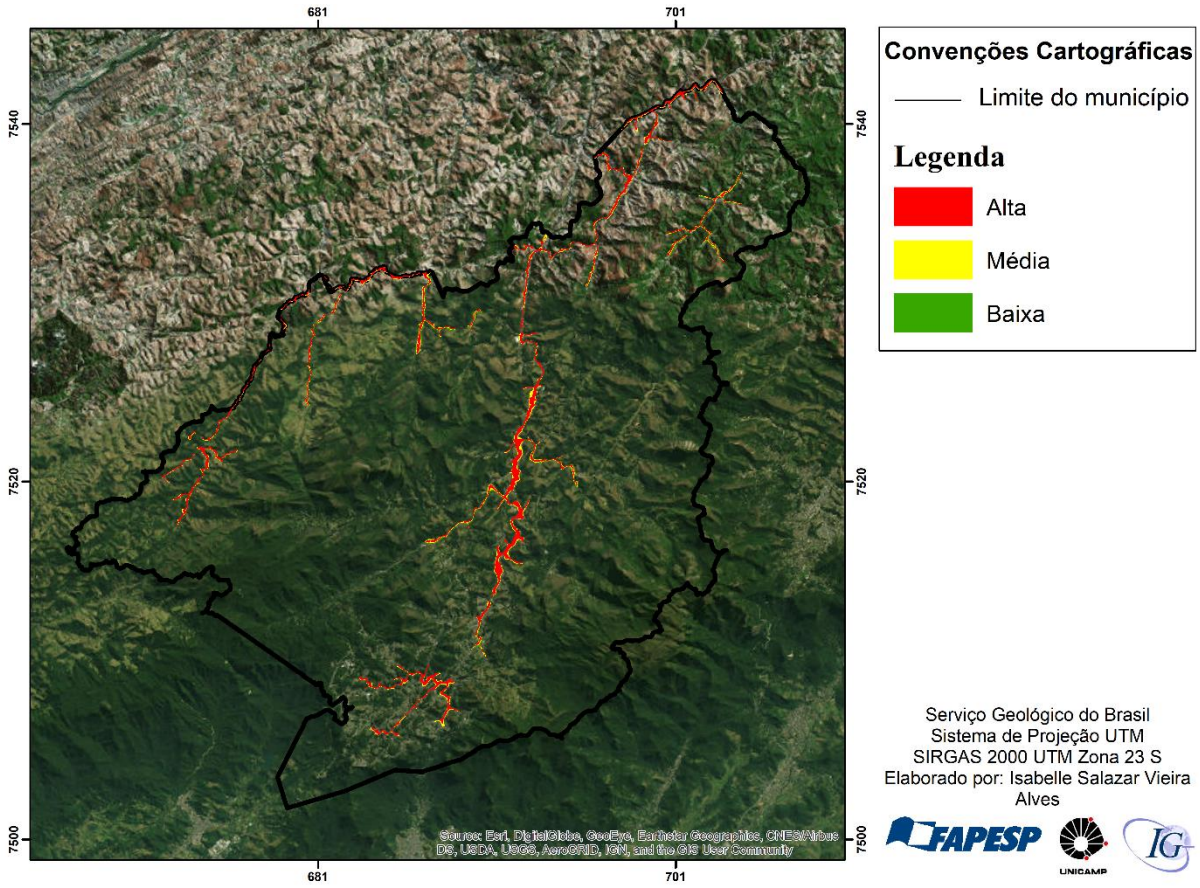


Figura 3 – Áreas suscetíveis a inundações no município de Petrópolis (RJ)

Atualmente, Petrópolis convive com dois problemas sérios, com duas dinâmicas naturais muito intensas, o processo de movimento gravitacional com as ocupações nas áreas de risco e o processo de ocupação da área central – das áreas de fundo de vale -, onde se localizam os canais que foram retilinizados. Esses impactos costumam estar associados a eventos de precipitação de elevados volumes de chuva em poucas horas – chuvas torrenciais -, associados à formação de nuvens do tipo cumulonimbus. Inclusive, segundo o Banco Mundial (2012), Petrópolis é a cidade com maior número de registros de desastres no período de 1991 a 2010, sendo 17 movimentos de massa e 11 inundações.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Portanto, os fatores que contribuem para os movimentos de massa em Petrópolis são as características do relevo e o regime de águas, bem como as características do uso e ocupação da terra que se destacam devido à alta incidência de ocupação desordenada às margens dos rios e nas encostas, em áreas instáveis e ocupações ilegais, sem fiscalização.

2. Materiais e Métodos

Para a realização da pesquisa foram realizadas as seguintes etapas: (i) levantamento e revisão bibliográfica, utilizando diferentes bases de periódicos, tais como Proquest, Scielo, Google Acadêmico e o Sistema de Bibliotecas da Unicamp. Foram usados materiais como teses, artigos, relatórios e jornais para que se pudesse encontrar informações diversas que envolvessem os assuntos acerca do crescimento urbanístico com enfoque nas interações humanas no meio natural que contribuíram para a ocorrência dos desastres naturais na área estudada e; (ii) realização do trabalho de campo de 06 a 09 de fevereiro de 2019, percorrendo as áreas suscetíveis aos movimentos de massa e inundações indicadas nos mapeamentos realizados pelo Serviço Geológico Brasileiro (2018), para analisar as ocupações.

3. Resultados e Discussões

No ano de 1531, com a chegada dos portugueses no Brasil foi quando ocorreu o primeiro contato com as terras petropolitanas, pois segundo as informações disponibilizados por Ferreira (1959), Martim Afonso de Sousa durante a sua passagem pela baía do Rio de Janeiro mandou cerca de quatro homens para conhecerem o território, chegando até a Serra onde está localizado o município de Petrópolis.

No entanto, apesar do ocorrido em 1531, até meados dos anos 1700, Petrópolis era desconhecida pelos colonizadores por causa da dificuldade de acesso que contava com

ISBN: 978-85-7282-778-2

diferença altimétrica de 1.000 metros. Além disso, a localização onde hoje está Petrópolis, antes era habitada por índios coroados, de etnia Tupi (IBGE CIDADES, 2017).

A ocupação do território petropolitano iniciou-se a partir da descoberta do ouro em Minas Gerais, sendo constituído o Caminho Novo que passava por Petrópolis. A ocupação intensificou-se ainda mais com a construção do Palácio de Veraneio da família real, por meio do Plano de Koeler e, a partir do Decreto Imperial nº 155 de 16 de março de 1843, em que terras da fazenda seriam doadas a colonos livres, com a finalidade de povoar e gerar uma economia agrícola (IBGE CIDADES, 10 OUT. 2017).

O Plano Koeler era baseado na ocupação portuguesa do território, porém era muito complexo, pois deveria ocorrer nos fundos dos vales. Koeler planejou as ruas em fundos de vales, as casas com afastamentos frontais e laterais, pensou na hierarquização das ruas, no zoneamento por classes de usos, preservação ambiental e planejou o fornecimento de água (ASSUMPÇÃO, 2015).

A cidade foi planejada ao longo dos vales com pequenas áreas de várzeas, pois era a alternativa mais barata e com pouca intervenção. O planejamento do município se caracterizou por ser irregular e assimétrico. Petrópolis ficou dividida em 12 quarteirões, sendo os rios os limitantes do traçado urbano (ASSUMPÇÃO, 2015).

Assumpção (2015) evidencia que, o decreto estabelecia a proibição de construções em encostas e a preservação dos topos de morros, buscando preservar as matas, solos e mananciais. O Plano de Koeler não poderia sofrer alterações, como a construção de ruas nas encostas. Porém, em 1858 foi feita a primeira modificação, a expansão das terras, através da criação do Quarteirão Português, que deu origem a Estrada da Saudade, local que atualmente encontra-se densamente povoado e suscetível a escorregamentos, conforme o Trabalho de Campo (2019).

Para Guerra, Gonçalves e Lopes (2007), Petrópolis passou por quatro períodos de ocupação, de 1845 até 1945; de 1945 a 1964; de 1964 até 1976 e de 1976 até os dias atuais. No primeiro período, como explicado anteriormente, a cidade foi dividida em lotes. Os limites dos lotes eram os divisores de água, com grande profundidade. Logo, a ocupação ocorreu em fundos

de vales e planícies fluviais até 1945. De 1945 a 1964, com a expansão urbana e a modificação da legislação do município sobre a ocupação, houve o parcelamento de vários lotes, passando a população a ocupar as encostas próximas as áreas já urbanizadas e terrenos muito perigosos, como os sopés. Entre 1964 a 1976, teve-se o processo de ocupação desenfreado e em áreas perigosas ampliou.

Ademais, segundo os mesmos autores, Guerra, Gonçalves e Lopes (2007), a partir de 1976, novos loteamentos foram abertos sem nenhum critério e a população passou a morar em áreas públicas e/ou terrenos não ocupados. Inclusive, o bairro Cascatinha e também o segundo distrito de Petrópolis, expandiu-se de maneira desordenada por causa da proximidade com o Centro, resultando em muitos loteamentos irregulares, que são localidades de risco.

Os bairros da cidade estão localizados nas terras das antigas fazendas e são densamente povoados, em decorrência do crescimento demográfico resultante da imigração, do processo de industrialização e do turismo.

É perceptível o crescente número de moradores se estabelecendo nas baixas, médias e até mesmo altas vertentes (Figura 4), como no bairro Valparaíso, mais precisamente na Comunidade Oswaldo Cruz e também no bairro Retiro, Independência, Comunidade do Neylor e Siméria. É importante ressaltar que os bairros citados são predominantemente periféricos.

Inclusive, tem-se visto a construção de grandes imóveis, resilientes, para pessoas com poder aquisitivos nos altos dos morros (Figura 5). Acredita-se que o motivo é o isolamento por parte da população, em que ricos querem se afastar dos grandes centros e localidades com violência, tal como em partes do distrito de Itaipava, parte dos bairros Quitandinha e Castelânea.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Figura 4 – Tipos de ocupações em Petrópolis (RJ): (A) Comunidade Oswaldo Cruz no bairro Valparaíso; (B) Casas de médio e alto padrão em fundo de vale e em média vertente; (C) Edificações do Centro Histórico. Fonte: Trabalho de Campo (fev/2019).

Figura 5 – Recentes condomínios construídos nos topos de morros para pessoas com poder aquisitivo: (A) condomínio localizado no próximo ao bairro Castelânea; (B) Zoom de parte do condomínio. Fonte: Trabalho de Campo (fev/2019)

Um fator importante em Petrópolis, que dificulta a aquisição por imóveis em áreas seguras é a valorização cada vez mais crescente das habitações, segundo reportagem do RJ Inter TV 2ª Edição (2018), superando até mesmo os da Capital do Estado. Especula-se que isso ocorra por ser uma cidade turística, e por ser composta por um ambiente mais próximo a natureza, além da segurança, que de acordo com a Redação Tribuna (2018), conforme levantamento feito pelo Instituto de Pesquisa Aplicada (IPEA) e pelo Fórum Brasileiro de Segurança Pública, Petrópolis foi eleita a cidade mais segura do Estado do Rio de Janeiro e a 28ª do país. Por este motivo, acredita-se que a procura por imóveis na cidade aumentou, sobretudo pelos cariocas e para segunda residência, de acordo com os moradores locais.

Para os moradores da cidade, outro fator que impede as pessoas de comprarem casas legalizadas é o laudêmio, que é um imposto direcionado para os descendentes da família real no valor de 2,5% do valor de todo imóvel comprado/vendido, auxiliando no aumento dos valores do imóveis na cidade.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Nessa região, por causa dos cortes realizados nas encostas para a habitação da população, após o preenchimento dos fundos de vales, facilitou a ocorrência de movimentos de massa. Estas ações resultaram na alteração da forma da vertente, construindo os taludes artificiais, que sem um efetivo monitoramento cria-se uma situação de risco.

No município de Petrópolis, há presença de áreas expostas, isto é, rocha que estiveram possivelmente associadas a movimentos gravitacionais não muito antigos. À medida que se tem a exposição da rocha, o escoamento superficial toma maior energia, potencializando a ocorrência de movimento.

O crescimento urbano desordenado, o aumento do escoamento superficial e da impermeabilização por causa da pavimentação e a canalização de rios resultam na ocorrência das inundações no município.

A ocupação dos fundos dos vales, intensificou o processo de impermeabilização apesar de existir uma relação de uso muito antiga, por exemplo, a preservação dos paralelepípedos, que minimizam os efeitos das inundações porque tem-se uma zona permeável. Porém, em diversas áreas de Petrópolis, há a sobreposição do asfalto sobre o paralelepípedo, causando a impermeabilização. Em função disso e da relação topográfica, nessas áreas ocorre o processo de inundação.

4. Considerações Finais

O presente trabalho buscou realizar a contextualização histórica da ocupação do município de Petrópolis para que fosse possível relacionar com as ocorrências de desastres naturais na região, compreendendo as dinâmicas naturais e a influência antrópica.

Percebe-se, portanto, que as ocupações iniciaram em fundos de vales, passando a ocupar as médias vertentes, tendendo a áreas com maiores declividades. Logo, a população é atingida por recorrentes processos naturais como movimentos de massa e inundações.

5. Agradecimentos

ISBN: 978-85-7282-778-2

Ao projeto FAPESP 2017/26927-4 e 2018/09401-1.

6. Referências Bibliográficas

ASSUMPÇÃO, R. S. F. V. **Petrópolis – um histórico de desastres sem solução? Do Plano Köeller ao Programa Cidades Resilientes**. Tese (Doutorado), Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Rio de Janeiro, 2015.

BANCO MUNDIAL. **Avaliação de Perdas e Danos:** Inundações e Deslizamentos na Região Serrana do Rio de Janeiro - Janeiro de 2011. Relatório elaborado pelo Banco Mundial com apoio do Governo do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2012.

FERREIRA, J. P. **Enciclopédia do municípios brasileiros**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1959. v. XXII.

GUERRA, A. J. T.; GONÇALVEZ, L. F. H.; LOPES, P. B. M. Evolução histórico-geográfica da ocupação desordenada e movimentos de massa no município de Petrópolis, nas últimas décadas. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 8, nº 1, pp. 35-43, 2007.

IBGE CIDADES. **Petrópolis**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/v4/brasil/rj/petropolis/panorama>. Acesso em: 10 out. 2017.

REDAÇÃO TRIBUNA. **Petrópolis é a cidade mais segura do Estado e a 28ª do país, aponta Ipea.** Disponível em: <https://www.tribunadepetropolis.com.br/petropolis-e-a-cidade-mais-segura-do-estado-e-a-28-do-pais-aponta-ipea>. Acesso em: 01 set. 2018.

RJ INTER TV. **Valor de imóveis em Petrópolis, RJ, são os que mais aumentaram neste ano na Região Serrana.** Exibição em: 26 jul. 2018. Disponível em: <https://globoplay.globo.com/v/6901137/>. Acesso em: 01 set. 2018.

TOMINAGA, L. K. Escorregamentos. In: TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. (Orgs.). **Desastres Naturais:** conhecer para prevenir. 3ª ed. São Paulo: Instituto Geológico, 2015. pp. 25-38.

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 do Geossistema na Análise de Riscos Ambientais: As inundações do Bairro Parque Mambucaba, em Angra dos Reis – RJ.

Fabiana Peres de Freitas[a], Ricardo Vaz Leite [b]

[a] Mestre em Geografia/ UFRRJ. E-mail: fabianafreitas.ufrrj@gmail.com

[b] Mestrando do PPGEO – DGP M.N./UFRJ. E-mail: vazleite@uol.com.br

Eixo: Riscos e Desastres Naturais

Resumo

A presente pesquisa propõe um estudo sobre os riscos ambientais e a vulnerabilidade no bairro Parque Mambucaba, localizado na planície de inundação flúvio-marinha no baixo curso da Bacia Hidrográfica do rio Mambucaba. Sendo a mais extensa rede hidrográfica da microrregião da Baía da Ilha Grande e apresentando diferentes características importantes para a conservação da biodiversidade, da história natural e história humana. Agregam-se às características naturais os fatores antrópicos que envolvem as intervenções do homem nesse geosistema provocando severas modificações nos atributos físico, químico, geológico e biológico dos mesmos, o que ao longo do tempo, transformará drasticamente a paisagem local.

Palavras chave: Geossistema, Risco ambiental, Vulnerabilidade.

1. Introdução

O bairro Parque Mambucaba está localizado na planície de inundação do rio Mambucaba, ou seja, dentro da área de drenagem da bacia hidrográfica. A Bacia Hidrográfica do rio Mambucaba, com uma área de 757 Km², ocupa 104.000 hectares no Parque Nacional da Serra da Bocaina (PNSB). É a mais extensa rede hidrográfica da microrregião da Baía da Ilha Grande. Apresenta diferentes características importantes para a conservação da biodiversidade,

da história natural e história humana, pois, além de apresentar o gradiente de fisionomias da Floresta Atlântica, também foi palco do início da história de colonização do Brasil. Além do mais, as modificações antrópicas recentes em sua composição contribuíram para transformar sua paisagem. Conforme descrito pelo IBAMA (2001), essa Unidade de Conservação é importante reduto de Floresta Atlântica.

Como salienta Christofoletti (1979), a abordagem sistêmica, ao se fixar no funcionamento integrado dos elementos componentes, começou a focalizar a bacia hidrográfica como unidade geomorfológica fundamental. A condição para a análise da Bacia Hidrográfica deve ser a integração dos seus elementos e também a relação entre eles e o entorno da Bacia. Por isso a bacia hidrográfica foi utilizada como um recorte espacial, uma referência geográfica importante e bem delimitada, a partir de uma abordagem sistêmica.

A Bacia Hidrográfica do rio Mambucaba sofreu consideráveis transformações naturais, ao longo dos anos, na composição de sua vegetação nativa e no curso do rio Mambucaba. Outras modificações de ordem econômica e ambiental também ocorreram em consequência do processo de ocupação humana, crescimento populacional e adequação ao sistema econômico.

Tendo em vista a fragilidade ambiental e a vulnerabilidade socioambiental dos moradores que ocupam a planície flúvio-marinha do rio Mambucaba, a questão principal da pesquisa é analisar quais são as áreas suscetíveis a riscos ambientais associadas às inundações.

Nessa determinada área de estudo, verifica-se a ocorrência de relações entre áreas de maiores riscos com o contexto socioeconômico. Assim como ocorre a dependência sistêmica entre os aspectos físicos, o processo histórico de ocupação, políticas públicas e as áreas com maiores incidências de riscos, os quais são ampliados devido à baixa percepção dos mesmos, ou a total falta.

ISBN: 978-85-7282-778-2

2. Análise Geossitêmica de Riscos Ambientais

O rio Mambucaba apresenta suas nascentes no platô da serra da Bocaina, no estado de São Paulo. Seus inúmeros afluentes apresentam pequenas extensões, com exceção do rio do Funil que possui extensão semelhante ao rio Mambucaba. A área da bacia hidrográfica (Figura 1) é de 757km² e o perímetro é de aproximadamente 155km² (ICMBIO, 2009, p. 64).

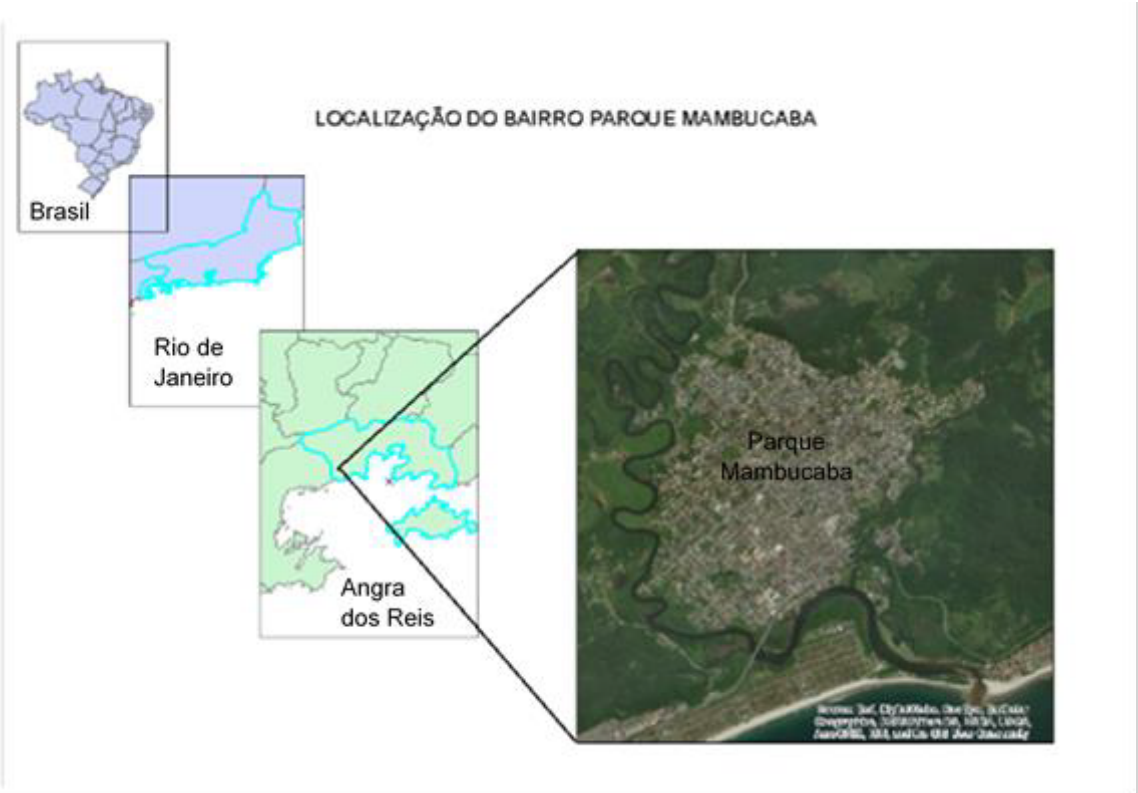


Figura 1 - Localização da BH do rio Mambucaba. Fonte: Dados CPRM.

A BH do rio Mambucaba, segundo a divisão de relevo proposta pelo Radambrasil (1983), situa-se entre o Planalto da Serra da Bocaina, a Planície Litorânea e as Escarpas da Serra do Mar. A maior parte da área está no planalto e na serra, ficando apenas cerca de 5% na planície.

ISBN: 978-85-7282-778-2

O estado do Rio de Janeiro se divide em duas Unidades Morfoestruturais, o Cinturão Orogênico do Atlântico e as Bacias Sedimentares Cenozóicas. As Unidades Morfoestruturais correspondem às grandes macroestruturas, como os escudos antigos, as faixas de dobramentos proterozóicos, as bacias paleomesozóicas e os dobramentos modernos. Essa unidade pode conter uma ou mais unidades morfoesculturais, guardando evidências das intervenções climáticas na elaboração das grandes formas. As Unidades morfoesculturais da área de estudo são as Escarpas Serranas e a Planície Flúviomarinha. As Unidades Morfoesculturais dividem-se em Unidades Geomorfológica. As unidades Geomorfológicas da BH do rio Mambucaba são a Unidade Serra da Bocaina a Baixada da Baía da Ilha Grande.

Da combinação entre os diferentes substratos e relevos ocorrem três principais tipos de solos (cambissolo, latossolo vermelho-amarelo e neossolo flúvico) caracterizados como: rasos na região de escarpas sobre granitos; pouco profundos no planalto sobre gnaisse e profundos na planície litorânea sobre diversos tipos de sedimentos. Estes são resultado da história evolutiva e, juntamente com a vegetação de mata atlântica compõem a paisagem, apontando uma grande variabilidade natural e complexidade do meio físico.

As causas da elevada altitude dessa região têm sido atribuídas aos processos de soerguimento e abatimentos tectônicos que vêm atuando na região desde o fim do Cretáceo, e que foram responsáveis pela formação das serras do Mar e da Mantiqueira. Esses processos geológicos que comandaram a evolução da região, imprimiram no substrato rochoso e no relevo, características que, associadas às condições climáticas vigentes, definiram processos superficiais específicos para os diferentes tipos de terrenos ocorrentes na área.

O bairro Parque Mambucaba se situa sobre uma planície flúvio-marinha de formação colúvio-aluvionar do período quaternário da Era Cenozóica, com formação recente, iniciada a aproximadamente 1,6 milhões de anos.

ISBN: 978-85-7282-778-2

A BH do rio Mambucaba se distribui sobre o Complexo Paraíba do Sul, de formação neoproterozóica, com aproximadamente 650 milhões de anos, sobre uma zona de cisalhamento com falha transformante dextral. Apresenta também, granitóide pós-tectônico do período Cambriano, da Era Paleozóica com aproximadamente 500 milhões de anos formado a partir de magmatismo pós tectônicos.

A drenagem é profunda, com forte controle estrutural, com segmentos retilíneos acompanhando linhas de fraturas, geralmente perpendiculares à direção geral da escarpa. Toda a rede de drenagem é fortemente influenciada pela estrutura. O retrabalhamento profundo dos vales foi possível graças ao recuo do mar, o que expôs a plataforma continental e possibilitou a intensificação do trabalho erosivo. Em algumas baixadas do litoral, despontam morros isolados com vertentes convexas e altitudes inferiores a 100 metros, e por vezes apresentam depósitos coluviais espessos no contato com a planície. Esses morros representam antigas ilhas incorporadas ao continente por força do assoreamento flúviomarinha ocasionado pela elevação do nível do mar.

No caso do rio Mambucaba, dentro do leito maior excepcional desenvolveu-se o bairro Parque Mambucaba. Em determinados pontos do rio é possível observar casas dentro do leito maior, o que provoca a ocorrência sistemática de inconvenientes à população residente nesta área que passa naturalmente pelo processo de inundação.

A observação das características físicas, permite concluir que a rede hidrográfica da área estudada está diretamente associada à compartimentação regional do relevo da Serra da Bocaina e apresenta um forte controle exercido pelas estruturas geológicas, no que se refere à orientação preferencial da rede dos canais fluviais. Observa-se um complexo padrão de superposição da rede de drenagem, resultado da interferência de estruturas de natureza, idades e direções distintas.

A cobertura vegetal superior está bem preservada, sendo a sua retirada ou substituição decorrente quase que exclusivamente da ação antrópica, geralmente pela agricultura. A retirada da vegetação resulta na instabilidade dos solos e depósitos coluvionares.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Dessa forma, a não retenção da água pelas copas e detritos vegetais sobre o solo tende a aumentar a quantidade de água no mesmo, diminuindo sua estabilidade.

O clima merece atenção especial devido às características que lhe emprestam o relevo e a proximidade do mar. Enquanto na faixa litorânea fluminense o clima se apresenta quente e úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno (Aw de Koppen), neste trecho é modificado, passando a apresentar grande umidade e aumento das precipitações. Estas atingem a média de até 2279 mm, o que constitui um índice amazônico. Entretanto as precipitações não se distribuem regularmente no decorrer do ano como na Amazônia. A grande pluviosidade ocorre em função das escarpas íngremes e costeiras que produz chuvas orográficas (PMPNSB, 2001).

Praticamente não se verifica uma estação seca. Normalmente em apenas três meses apresentam índices inferiores a 100mm (de junho a agosto). Apresentando características do clima Af de Koppen, ou seja, um clima tropical úmido ou superúmido, sem estação seca.

Apresenta um zoneamento climático fortemente influenciado pela compartimentação regional do relevo e pelo desnivelamento altimétrico, que produzem descontinuidades no padrão de distribuição espacial e temporal dos regimes de precipitação e de temperatura. Isto se deve, principalmente, ao efeito orográfico, ou seja, relativo à grande variação topográfica do relevo da Serra do Mar, que atua sobre o comportamento dos sistemas frontais, principais responsáveis pela pluviosidade regional. Além disso, suas vertentes oceânicas encontram-se voltadas diretamente para o sul. Isto determina o impacto direto dos sistemas frontais provenientes do Atlântico Sul/Antártida sobre esta região litorânea, na qual as íngremes escarpas e o planalto montanhoso funcionam como barreiras que dificultam a passagem deste fenômeno climático.

Embora apresente topografia imprópria para o crescimento do aglomerado urbano, esta não se tornou uma barreira à ocupação da região. A grande diversidade de ambientes associados à cobertura vegetal, à fauna, aos recursos hídricos e fatores climáticos, permite inferir uma elevada riqueza e complexidade ambiental na paisagem.

ISBN: 978-85-7282-778-2

2.1. Histórico das inundações

Segundos dados da Defesa Civil, nas três últimas décadas Angra dos Reis registrou desastres de grandes magnitudes, vitimando fatalmente 95 pessoas e deixando centenas de desabrigados. Os registros mais precisos datam a partir de 1992 quando, após chuvas de grande intensidade, diversos pontos do município sofreram deslizamentos e o Parque Mambucaba teve uma grande inundação, com danos materiais à população.

Na madrugada do dia 09 de dezembro de 2002 a região foi acometida por forte chuva e o Parque Mambucaba foi totalmente alagado, totalizando 240 mm num intervalo de 24 horas. Foi o primeiro grande desastre de origem natural com grande número de vítimas fatais, em todo o município de Angra dos Reis. Na época foi decretada situação de Calamidade Pública pelo Prefeito e cerca de 1500 pessoas ficaram desabrigadas. Pelo menos 34 pessoas morreram e 150 ficaram feridas. Nesse evento, A chuva começou por volta das 19h de domingo e aumentou à meia-noite. Houve ocorrências em toda a cidade. No Parque Mambucaba, uma pessoa morreu e mais de 300 ficaram desabrigadas devido às inundações dos rios Perequê e Mambucaba. Os desabrigados foram acomodados nas escolas locais.

No dia 14 de Março de 2011, várias ruas e casas do Parque Mambucaba foram alagadas em razão da cheia do Rio Mambucaba. O nível da água atingiu 1,5 metro de altura no interior de alguns imóveis. Segundo a Defesa Civil de Angra dos Reis o número de desalojados chegou a 184 pessoas. O trabalho de retirada dos moradores foi realizado com botes e caminhões. As famílias foram levadas para abrigos.

De acordo com informações da APRIMAPPA (Associação Pró Rios Mambucaba e Perequê na Prevenção dos Alagamentos), na tarde do dia 19 de Janeiro de 2012, após 40 minutos de chuvas, foram registrados alagamentos em diversas ruas do bairro Parque Mambucaba, o que causou inúmeros transtornos à população local que em sua maioria retornava do trabalho. O trânsito chegou a ser interrompido em ruas principais e o comércio foi obrigado a fechar as portas em alguns pontos.

ISBN: 978-85-7282-778-2

No dia 03 de janeiro de 2013, houve outra inundação no Parque Mambucaba, desta vez relacionada à alta pluviosidade combinada a elevação da maré. Dezenas de pessoas ficaram desabrigadas e a rua principal foi fechada.

Novamente o bairro afetado foi o Parque Mambucaba, devido ao transbordamento do Rio Mambucaba na noite de sábado, dia 2 de janeiro de 2016. Cerca de 250 residências foram atingidas, principalmente na região do Residencial Paraíso.

A forte chuva que caiu no final de tarde do dia 22 de Janeiro de 2017 deixou várias ruas alagadas no Parque Mambucaba (Figura 2), incluindo a rua 26, uma das principais ruas do bairro.

Figura 2 – Foto da Rua São José, Antiga Rua 26 em 22 de Janeiro de 2017
Fonte: Rádio-costazul, 2017.

O maior desastre registrado no município ocorreu na noite do dia 01 de janeiro de 2010, onde em um intervalo de 36 horas choveu cerca de 420 mm, mais do que esperado para todo o mês. Cerca de 87% do município foi afetado e dezenas de bairros tiveram registros de ocorrências envolvendo deslizamentos. O desastre deixou milhares de desabrigados e desalojados no bairro Parque Mambucaba, onde os alagamentos atingiram altura de 1,80m em determinadas residências. Um dos acessos do bairro à BR 101 foi interrompido devido ao

solapamento de um trecho da rua Y. Novamente foi decretada situação de calamidade pública e até hoje algumas obras de estabilização não foram concluídas.

2.2. Geossistemas: Um caminho para uma análise integrada.

A bacia hidrográfica é um sistema complexo que apresenta de forma integrada elementos naturais, socioeconômicos e culturais. O método sistêmico apresenta um enfoque interdisciplinar e constitui uma metodologia para os estudos dos objetos integrados, seus mecanismos de funcionamento e hierarquias (RODRIGUEZ & SILVA, 2010)

É interessante observar que como a introdução da concepção sistêmica na Geografia Física permitiu a mesma uma maior clareza em seu objeto de estudo, assim como uma visão holística do meio natural, aproximando as pesquisas nas interações homem-meio. Deixam-se de lado os estudos exclusivamente fragmentados dos componentes da natureza, e passa-se a trabalhar com as relações existentes entre os componentes e as atividades humanas, como colocam em voga Sotchava (1977), Troppmair (1989), Bertrand (1991). A Geografia Física encontra na concepção sistêmica o método mais adequado para estudar e explicar a estrutura dinâmica dos fatos sociais e ambientais. Nesse sentido, a análise geossistêmica como forma de investigação da paisagem promove maior integração entre o natural e o humano (MONTEIRO, 1984).

3. Materiais e métodos

Para alcançar os objetivos propostos esta pesquisa foi realizada em diferentes etapas. A primeira etapa foi a consulta de um vasto material bibliográfico sobre Costa Verde, o Município de Angra dos Reis, a BH do rio Mambucaba e o bairro Parque Mambucaba

Durante a segunda etapa foi realizado a análise de gráficos que apresentam informações de pluviosidade e fluviometria, com dados das Estações pluviométricas e fluviométricas, próximas ao rio Mambucaba.

ISBN: 978-85-7282-778-2

A terceira etapa consistiu na interpretação das características de forma geossistêmica cruzando as informações das características físicas e sociais para a conclusão.

4. Coclusões

As características geomorfológicas controlam, em boa parte, a velocidade com que se processa o escoamento superficial e, consequentemente, o tempo que leva a água a concentrar-se nos leitos fluviais da rede de drenagem. A declividade média afeta, portanto, a grandeza dos picos de cheia, a maior ou menor oportunidade de infiltração e a susceptibilidade à erosão dos solos da bacia.

Para se compreender a paisagem numa abordagem geossistêmica é necessário entender o processo interativo dos fatores que modelam o meio. Nesse sentido, segundo Monteiro (1986) a análise geossistêmica como forma de investigação da paisagem promove maior integração entre o natural e o humano. A tentativa de Monteiro de fazer uma análise integrada entre o natural e o humano é um avanço nos estudos de Geografia Física, tornando-se uma importante ferramenta para os estudos de riscos e vulnerabilidades.

3. Referências Bibliográficas

BERTRAND, Georges. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. Tradução Olga Cruz – **Caderno de Ciências da Terra**. Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo, nº13, 1972.

BRASIL. Lei no 9.433, de 8 de janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.** Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/l9433.htm. Acesso em 22/10/2017.

CHRISTOFOLETTI, A. Significância da Teoria de Sistemas em Geografia Física. **Boletim de Geografia Teorética**, Rio Claro, v. 16-17, n. 31-34, 1987.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. **Análise de Sistemas em Geografia: introdução**. São Paulo: HUCITEC-EDUSP, 1979. 106p.

GIDDENS, Anthony. **As consequências da modernidade**. São Paulo: Ed. Unesp, 1991.

GUERRA, A. J. T. e CUNHA, Sandra B. (Orgs.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

HERRMANN, M. L. de P. Análise dos Episódios Pluviais e seus Impactos em Locais do Aglomerado Urbano de Florianópolis - SC. Período de 1980 a 1985. Florianópolis: **Geosul Edição Especial**, II Simpósio Nacional de Geomorfologia, vol.14, n.27, 1998. 711p.

IBGE, Diretoria de Geociências. **Atlas Geográfico das Zonas Costeiras e Oceânicas do Brasil** - Rio de Janeiro: IBGE, 2011

IBAMA. **Plano de Manejo: Parque Nacional da Serra da Bocaina**. Brasília: IBAMA/PRÓ-BOCAINA, 2001. 6v.

ICMBIO - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Plano de Manejo da Estação Ecológica de Tamoios** - Fase 1/ Diagnóstico da Unidade de Conservação. 2009.

LIMA, Honório ([1889]1974) **Notícia Histórica e Geográfica de Angra dos Reis**. Rio de Janeiro, Ed. São José.

MONTEIRO, C. A. de F. e MENDONÇA, F de A. (org.). **Clima Urbano.** São Paulo: Contexto, 2003. 192p.

MONTEIRO, Carlos. A. F. **Geossistemas - História de uma procura**. São Paulo: Editora Contexto, 2001. v. 01.

_____ **Teoria e Clima Urbano**. São Paulo, IGEOG/USP, 1976, 181p.

ISBN: 978-85-7282-778-2

SOTCHAVA, V.B. **Por uma teoria de classificação de geossistemas de vida terrestre.** Biogeografia. Universidade de São Paulo – Instituto de Geografia: São Paulo, 1978.

TRICART, Jean. **Ecodinâmica**. Rio de janeiro: IBGE; Dir. Técnica - SUPREN, 1977a.

VEYRET, Yvette; MESCHINET DE RICHEMOND, Nancy. O Risco, os Riscos. In: VEYRET, Y. (Org.) **Os Riscos – o Homem como agressor e vítima do meio ambiente**. São Paulo: Contexto, 2007.

VON BERTALANFFY, Ludwig. **Teoria geral dos sistemas**. Petrópolis: Vozes, 1975.

ZANELLA, M.A. **Inundações urbanas em Curitiba/PR: impactos, riscos e vulnerabilidade socioambiental no bairro Cajuru**. Tese de doutorado. Meio ambiente e desenvolvimento - UFPR, 2006.

ZANIRATO, Silvia H. et al. Sentidos de Risco: Interpretações Teóricas. **Revista Bibliográfica de Geografia Y Ciencias Sociales.** Vol. XIII, nº 785, Maio de 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

ANALISE DA SUSCEPTIBILIDADE A EROSÕES E VOÇOROCAMENTO NA ÁREA URBANA DE SÃO ROQUE DE MINAS/MG

Ana Carolina Barbosa Pereira Dinotte [(a)], Elaine Gonçalves da Costa [(a)], Wesley Almeida Teixeira [(a)], Cecilia Félix Andrade Silva[(b)]

[(a)] Mestrandos em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental; Instituto Federal de Minas Gerais – Campus Bambuí, Fazenda Varginha – Km 05 – Rod. Bambuí/ Medeiros Caixa Postal: 05 – Bambuí/MG CEP: 38900-000, anacarolinna1@gmail.com, elainesigas@gmail.com, wesleykpt@gmail.com
[(b)] Departamento de Geografia - Instituto Federal de Minas Gerais – Campus Ouro Preto/MG; Rua Pandiá Calógeras, 898 - Bauxita, Ouro Preto - MG, 35400-000, cecilia.andrade@ifmg.edu.br

Eixo: 2. Territorialidades, conflitos e planejamento ambiental

Resumo

Os processos erosivos são intensificados pela ação antrópica, o voçorocamento em áreas urbanas trazem prejuízos a população. O objetivo deste trabalho foi classificar e analisar os tipos de solos em sete pontos na área urbana de São Roque de Minas, visando levantar as áreas susceptíveis a ocorrência de erosão e voçorocas. Utilizou-se de trabalho de campo e análise laboratorial. Identificou-se três voçorocas, onde duas se encontram em partes estabilizadas e uma em estado de cicatrização. Os resultados das analises apontaram as áreas de solos com alto indice de plasticidade, caracteristica esta de solos argilosos que são susceptíveis aos processos erosivos. Apenas um ponto foi classificado como solo siltoso, quando associado ao uso e ocupação dos solos tornam-se menos propenso ao processo erosivo, tendo em vista a inexistência de pisoteio de gado e compactação do solo, estando menos susceptível a formação de fluxos de d'água, reduzindo o processo erosivo.

Palavras chave: Erosão, voçoroca, fragilidade dos solos,

1. Introdução

O aumento da ocorrência de desastres em áreas de fragilidade ambiental, é um fator preocupante, Guimarães (2004), aponta que as alterações espaciais e temporais na paisagem, ocasionadas por interações entre processos ambientais e ação antrópica, é uma questão importante nas transformações espaciais identificadas na paisagem.

De acordo com Perez Filho e Quaresma (2012), os fatores antrópicos associados aos naturais aceleram os processos de erosão identificados nas paisagens, citando como exemplo a

incidência de ventos, chuva, eventos naturais e alteração da cobertura vegetal. Com a retirada da camada vegetal nativa ocorre uma perda na proteção do solo, dessa forma pode-se iniciar os processos erosivos pelas águas pluviais que se intensificam no decorrer dos anos. Guerra (2012), aponta que o conhecimento sobre os processos erosivos e conservação dos solos tem aumentado nas últimas décadas, bem como o estudo das causas e efeitos da erosão.

Segundo Florenzano (2008), uma das modificações da paisagem causadas através de processos naturais é o salpicamento, efeito que ocorre quando as gotas de chuva batem no solo, ocasionando o desprendimento das partículas. Com a saturação da superfície do solo formam-se poças nas pequenas depressões, iniciando o escoamento superficial. Esse escoamento inicia-se a partir do momento que as depressões não comportam o volume de água da chuva, iniciando a erosão laminar pelo fluxo difuso e posterior pelo fluxo linear.

O fluxo linear é o início do processo de micro ravina, onde o fluxo de água é concentrado causando o carreamento do material particulado desprendido pela chuva e intensificado pela declividade do local, a partir desse estágio já caracterizam-se como ravinas, segundo o Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT (1989), ravinas são processos erosivos com largura e profundidade com até 50 centímetros e acima desse valor já são consideradas voçorocas.

Guerra (2012), descreve que uma ravina principal pode tornar-se mais profunda ou alargar seu canal, evoluindo para uma voçoroca, sendo definida como expansão dos canais da rede de drenagem, caracterizando um fluxo efêmero de água. As voçorocas podem formar-se em rupturas das encostas ou áreas onde a cobertura vegetal foi removida, principalmente quando o solo for mecanicamente fraco. Essas são variáveis importantes a serem consideradas na formação de voçorocas: estrutura, textura, permeabilidade e granulometria do solo.

Essa pesquisa teve como objetivo classificar e analisar os tipos de solos em pontos onde ocorrem voçorocas e levantar as áreas susceptíveis a ocorrência de erosão e voçorocas.

2. Materiais e Métodos

A metodologia utilizada para o desenvolvimento dos estudos foi a quali-quantitativa, onde foram feitas buscas bibliográficas e estudos voltados ao tema, análises laboratoriais de solos e levantamento *in loco,* a fim de caracterizar a drenagem local, bem como o uso e ocupação dos solos.

O trabalho foi desenvolvido na área urbana e de expansão da cidade de São Roque de Minas, coordenadas geográficas centrais latitude 20°14'43.98"S e longitude 46°21'58.05"O, localizada a sudoeste do estado de Minas Gerais (Figura1). A sua população está estimada em 7.026 habitantes, a base de economia é oriunda da agricultura e pecuária, tendo de área territorial 2.098,867 Km², com IDHM 2010 de 0,672, índice considerado baixo se comparado com o estado de Minas Gerais com o IDHM de 0,731, e pouco abaixo se correlacionar ao Brasil, com 0,727 (IBGE, 2018).

A cidade também e conhecida como patrimônio histórico e cultural da produção de queijo canastra, historicamente habitada pelos índios Cataguases, que foram dizimados no ano de 1675. As terras sanroquenses, posteriormente foram habitadas por negros escravos, fugidos das redondezas, que aproveitavam as terras férteis a cabeceira do Rio São Francisco, eles viviam da agricultura, caça e pesca, resistiram ao domínio dos brancos, até meados do século XVII. A partir dessa época a região passou a ser povoada por mestiços e brancos, sendo que esses passaram a sobreviver da pecuária e agricultura, tendo o queijo canastra como uma das suas principais fontes de renda (Prefeitura de São Roque de Minas, 2018). Nesse processo de ocupação as florestas foram suprimidas para formação de pastos e plantio de lavouras de café.

A cidade está localizada na zona de amortecimento do Parque Nacional da Serra da Canastra (PNSC), onde está situada a portaria número 1 do PNSC. A rede de drenagem da cidade e seu entorno, faz parte da micro bacia do Rio Santo Antônio, que drena para o Rio São Francisco, região classificada como SF1, do Alto São Francisco, tendo como pluviosidade média anual 1400mm de precipitação. (IGAM, 2018).

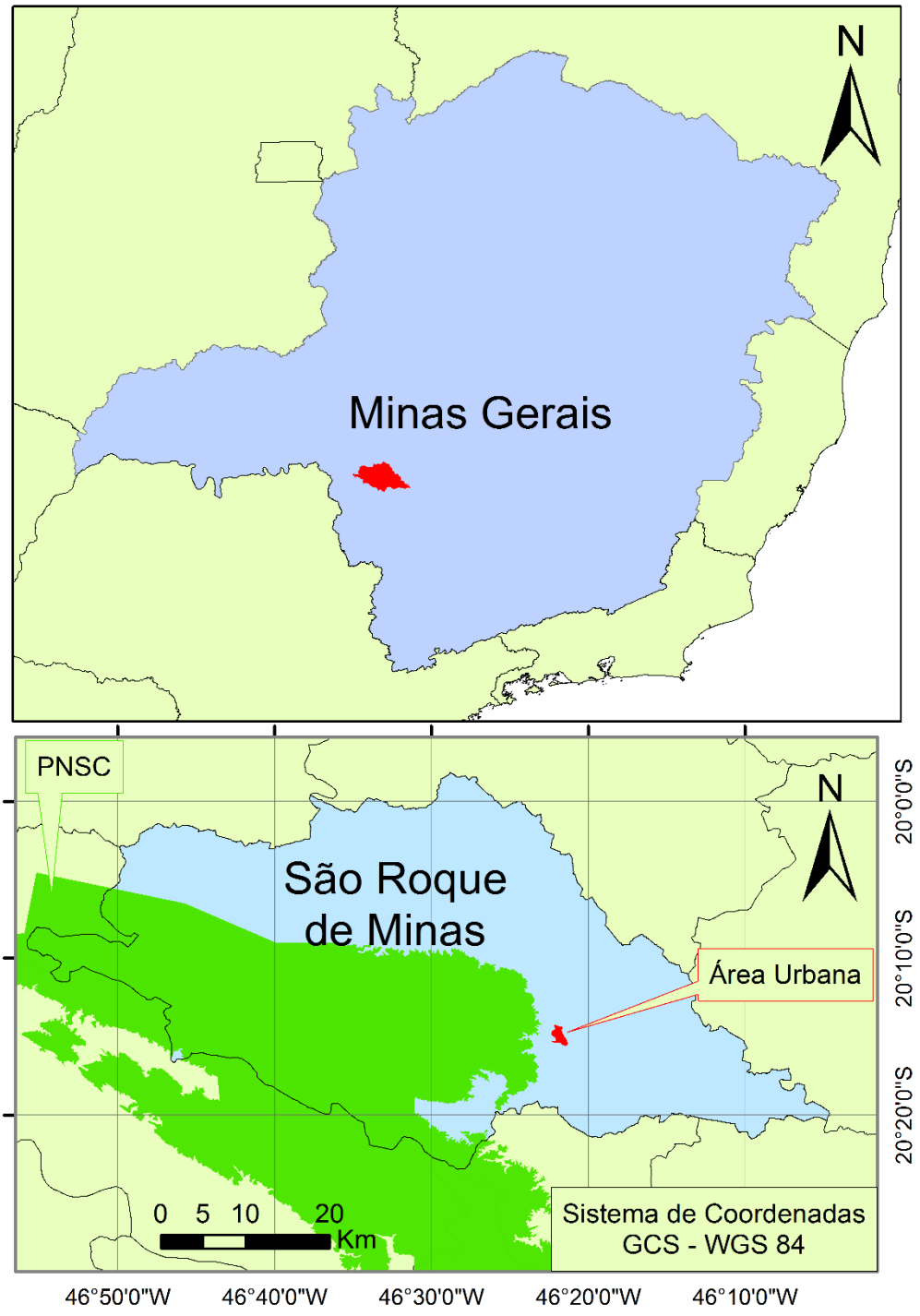


Figura 1 - Localização da Cidade de São Roque de Minas.

A região localiza-se no domínio fitogeográfico do bioma cerrado, com algumas áreas em transição para mata atlântica, o tipo de vegetação predominante são as espécies tropófilas (vegetais que se adaptam às estações distintas) e também caducifólias (caem as folhas no período de estiagem) e possuem raízes mais profundas.

Os solos da região, variam com maior parte de latossolos vermelho-amarelo distróficos, de textura argilosa, que apresentam média fertilidade e presença de alumínio, sendo identificados também em alguns locais, cambissolos distróficos e litólicos (IBAMA, 2005).

Os trabalhos de campo foram realizados nos dias 07 e 08 de setembro, 26 e 27 de outubro de 2018, onde foram coletadas as amostras de solos para análise e classificação dos mesmos, preparação de amostras para ensaios de caracterização, as amostras foram coletadas desprezando o horizonte A, onde estão presentes o componentes orgânicos e elementos transportados.

Visando a qualidade do artigo e representação das amostras mais fidedigno a realidade do local, foram definidos sete pontos de coleta na área de expansão urbana e no entorno das voçorocas, na tabela I estão dispostas as coordenadas dos pontos.

Tabela I - Pontos de Coleta de Campo

Ponto	Coord. *South* (S)	Coord. *West* (W)	Altitude (m)
1	20°14’20.7”	46°21’58.1”	835
2	20°14’18.6”	46°22’06.6”	868
3	20°15’05.2”	46°22’03.0”	871
4	20°15’06.4”	46°21’48.1”	849
5	20°15’21.1”	46°22’07.7”	885
6	20°15’28.4”	46°21’23.9”	843
7	20°15’15.5”	46°21’32.1”	870

Na figura 2 pode-se identificar os pontos e a área de estudo, a área avaliada possui cerca de 250 hectares, a qual encontram-se três voçorocas em estágio avançado.

Figura 2 - Área de Estudo e Pontos de coleta.
Fonte: Adaptado *Google Earth Pro* (2018)

De posse das informações levantadas em campo, análise, caracterização da região e coleta das amostras de solos nos pontos definidos na figura 2, iniciou-se a etapa de ensaios. Todas as análises foram realizadas no laboratório de Engenharia Civil do Centro Universitário UNA de Bom Despacho/MG, seguindo os parâmetros técnicos e vigentes da NBR 6457/86, preparação de amostras para ensaios de caracterização.

Após preparo das amostras, separou-se parte para ensaios de limite de liquidez, plasticidade e cálculo do índice de plasticidade, as amostra foram passadas na peneira # 40, sendo 5 amostras de cada ponto, para cada ensaio, utilizou-se o equipamento de casagrande[1]

[1] Equipamento que permite determinação do menor teor e umidade com que uma amostra de Solos pode fluir. Correlação entre o Limite de Liquidez (LL) e o Limite de Plasticidade (LP), tem grande aplicação em avaliações de solos para uso em fundações, construções de estradas e estruturas para armazenamento e retenção de água.

para ensaio do limite de liquidez e placa esmerilhada para ensaio de plasticidade, as amostras foram para estufa a 105ºC, durante 18 horas, sendo que o índice de plasticidade é a diferença entre os dois ensaios. Após serem retirados da estufa, foram coletados os pesos e gerados os gráficos para análise de caracterização, conforme NBR 6459/84 e NBR 7180/84.

O ensaio de granulometria, foi realizado conforme NBR 7217/87, determinação da composição granulométrica (DER), as amostras foram passadas na peneira # 200 e lavadas, sendo agitadas manualmente. Após essa etapa foram levadas a estufa, a 105ºC, por um período de 24 horas. Posteriormente foram aferidos os pesos, afim de verificar a quantidade retida em cada peneira. Em seguida gerou-se os gráficos para caracterização, informações estas que serão apresentadas e avaliadas na etapa de resultados e discussões.

Com a finalidade de analisar o avanço das voçorocas, utilizou-se o *Google Earth Pro*, onde as primeiras imagens são do ano de 2011 e as últimas disponibilizadas do ano de 2016. As voçorocas foram denominadas como voçorocas números 1; 2 e 3, conforme caracterizado na figura 1. A seguir serão apresentadas as discussões sobre as características do processo de erosão das voçorocas e classificação e análise dos tipos de solos e suas respectivas susceptibilidade a ocorrência de erosão e voçorocas.

3. Resultados e discussões

A voçoroca 1, ocupa uma área de 3,28 hectares, foi feita uma tentativa de estabilização da mesma, utilizando resíduos de construção civil, sendo identificados também outros tipos de resíduos sólidos no local. Observando as imagens de satélite, verifica-se que a área onde inicia-se a voçoroca, em 2016 era ocupada por fragmentos florestais, sendo que estes foram suprimidos e a área encontra-se urbanizada.

Verificou-se *in loco*, que as voçorocas 1 e 3, encontram-se estabilizadas em parte de suas extensões, sendo que no decorrer da drenagem das mesmas não foram identificadas nenhuma intervenção na rede de drenagem local, sendo que o escoamento superficial é todo direcionado para a voçoroca. Além disso, não foi verificado nenhum dispositivo de micro drenagem.

É possível observar em alguns veios identificados no final do escoamento, a existência de carreamento de partículas sólidas, todavia, observa-se o desenvolvimento de vegetação, o que demonstra o processo de estabilização.

A voçoroca 2 possui extensão de 0,69 hectares, encontra-se partes cicatrizada e outros locais com presença de erosões recentes. Foram identificadas duas nascentes no decorrer da mesma, sendo essas as nascentes do córrego do Joaquim que desaguam no Rio do Peixe.

Fazendo uma correlação entre as voçorocas 1 e 2, observa-se que nos dois casos há existência de áreas urbanizadas em seu entorno, porém não identificou melhorias na macro drenagem da região. Nos loteamentos a leste e oeste da extensão, foram implantados dispositivos de micro drenagem, a oeste, as águas pluviais são direcionadas a jusante da voçoroca.

A voçoroca 3 possui 1,37 hectares, a oeste existe um loteamento o qual ainda não foi finalizado, sendo que não foram concluídas as obras de drenagem e pavimentação das vias. Em sua montante está localizada a rodovia MG 341, sendo que essa faz o papel de "divisor de águas". Observou-se que no seu entorno predominam as pastagens, onde existem vários processos erosivos, ocasionados devido ao pisoteio de bovinos. O terreno é bastante irregular, sendo que a drenagem do entorno, deságua no voçorocamento, onde existe uma nascente, contribuindo assim com o avanço das erosões, onde as partículas do solo se desprendem e são carreadas para a jusante.

Para classificação dos solos nos ensaios geotécnicos, foram utilizadas as tabelas HBR (highway research bord), esta classificação é baseada em análises de aspectos físicos do solo, como granulometria, limite de plasticidade, limite de liquidez, índice de plasticidade e índice de grupo. Conforme a metodologia HBR-AASHO, para a classificação dos solos são necessários os ensaios de limite de liquidez, plasticidade e granulometria.

São demonstrados na tabela 2 os resultados dos ensaios e o cálculo do índice de plasticidade.

3.1 Litologia – Análise dos solos

Os resultados das análises físicas das amostras coletadas nos 7 pontos no entorno da área urbana da cidade de São Roque de Minas, encontram-se dispostos na tabela 2.

Tabela 2: Resultados das análises físicas dos solos

Ponto de coleta	LL	LP	IP	Ganulometria	IG	Classificação
01	53,8	34,4	19,4	57,5	10,74	A – 7 / 6 Solos Argilosos
02	50,7	33	17,7	61,4	11,49	A – 7 / 6 Solos Argilosos
03	55,10	37,40	17,70	89,3	7,16	A – 7 / 6 Solos Argilosos
04	51,5	30,5	21	94,8	5,53	A – 7 / 6 Solos Argilosos
05	49,90	49,3	10,43	53,8	10,24	A – 5 Solos Siltosos
06	39,5	25,2	14,1	60,5	6,90	A – 7 / 5 Solos Argilosos
07	62,4	40,7	21,7	52,5	13,86	A – 7 / 6 Solos Argilosos

Nota: LL - sendo a umidade ótima para 25 golpes interpolação no gráfico de limite de liquidez, para 5 amostras.
LP - Limite de plasticidade encontrado pela média aritmética da umidade de 5 amostras
IP – Índice de plasticidade encontrado pela diferença entre o LL e LP
Granulometria – Amostra passante na peneira #200
IG – Índice de Grupo calculado através da fórmula: IG = 0,2 * a + 0,005 * a * c + 0,01 * b * d (HBR / AASHTO
Classificação – Em grupos de acordo com a tabela HBR adotada pela AASHTO

A amostra 5, foi classificada no grupo A – 5, solos siltosos, sendo solos de materiais com elevado LL e altamente elástico. O ponto 5, localiza-se a sudoeste da cidade, sendo um local que não apresenta erosões e não existem voçorocas próximas, de acordo com a análise *in locu* e imagens de satélite. O local encontra-se parcelado para implantação de loteamento, verifica-se que não tem tendências a apresentar erosões ou voçorocas. Diferente dos demais pontos, próximo a esse local não foram formados pastos e sim inseridas lavouras de café. O fato haver pisoteio de bovinos, pode justificar a ausência de erosões.

Dos pontos analisados, 6 deles são solos classificados no grupo A – 7, de acordo com o sistema de classificação HRB, sendo solos tipicamente argilosos, tendo 75% ou mais

passante na peneira #200, contendo também areia e pedregulho. Apresentam alta variação de volume entre o estado úmido e seco, bem como elevado valor de LL, sendo altamente plástico e moldável. São conhecidos como solos coesivos, ou solos finos, se aderem firmemente um ao outro e não podem ser reconhecidos a olho nu. Os espaços de vazios desses solos, são muito pequenos, dessa forma sua estrutura apresenta resistência a penetração de água, sendo pouco permeáveis e com alta compressibilidade.

As características físicas desses solos, em conjunto com o uso e ocupação local, tendem a formar áreas com solos mais compactados, com isso as águas pluviais encontram dificuldades para percolação, desta forma os locais se tornam propícios a erosão, formando inicios de canais de drenagem pluvial, que com o passar dos anos, podem tornar-se mais profundos evoluindo para ravinas ou voçorocas.

O ponto 1 está localizado próxima a voçoroca 1, o 4 está próximo a voçoroca 2 e o 7 próximo a voçoroca 3.

Analisando os índices físicos, apresentados no quadro 1, verifica-se que os pontos 1; 4 e 7 foram os pontos com maior índice de plasticidade, sendo que o solo do ponto 4, teve um resultado de 94,8% de material passante na peneira de malha #200, o que indica um solo extremamente fino. A textura dos solos finos, tendem a ter uma estrutura com poucos índices de vazios, ou seja, as partículas finas se arranjam de maneira que não deixam espaços para a infiltração de água, formando uma estrutura mais compactada.

A compressibilidade dos solos é definida por Maragon (2018), como sendo a diminuição do volume dos solos, sob a ação de cargas aplicadas, é a característica que define a capacidade que o solo tem de se deformar quando submetido a forças externas. Solos compressivos, argilosos, em contrapartida ao resultado encontrado nas análises, solos extremamente finos, tornam-se pouco permeáveis, fato que facilita o escoamento superficial. Levando em consideração que a cidade de São Roque de Minas está inserida em local topograficamente irregular, com altos índices de declividade, favorecem o escoamento rápido, que causa a desagregação das partículas sólidas, contribuindo com o processo erosivo.

Martins (2013), aponta que as voçorocas são o estágio mais avançado da erosão e normalmente são resultados da utilização inadequada dos solos. Uma das características que contribuem para o processo erosivo é a retirada da vegetação, nota-se nas imagens de satélite e também no levantamento de campo, que nesses locais não existem fragmentos florestais. Toda a vegetação foi retirada para formação de pastos, além disso, o tipo de solo, juntamente com as condições de uso, torna os locais susceptíveis a formação de voçorocas.

Nesse estudo foi possível verificar que anos de uso e ocupação dos solos de forma não conservacionista, trouxeram consequências negativas a cidade de São Roque de Minas, a falta dessas práticas voltadas a conservação dos solos, melhoria das condições da rede de drenagem natural e artificial, propiciaram o aumento de erosões e voçorocas. Processos estes que são irreversíveis, tendo como uma das alternativas o controle e estabilização para conter o avanço.

As voçorocas analisadas, demandam controle de engenharia. Sugerem-se medidas corretivas como implantação de terraceamento, bacias de contenção no entorno e revegetação das áreas próximas. Para o controle dos avanços do processos de voçorocamento das áreas, são necessários estudos técnicos onde sejam avaliadas as melhores técnicas e metodologias a serem empregadas no local.

Verificou-se que tentativas como a utilização de resíduos de construção civil, utilizados na voçoroca 1, não foram efetivas, pois como não foram realizadas melhorias nas condições de drenagem local, o escoamento ocasiona o carreamento do material para a jusante da voçoroca.

4. Considerações Finais

Conclui-se a partir da análise dos solos que os pontos onde ocorrem maior índice de plasticidade a incidência de processos de voçorocamento são maiores. Pode-se afirmar que através destas análises, os solos no entorno das voçorocas são mais susceptíveis aos processos erosivos.

Os pontos 2; 3 e 6 possuem uma característica propícia ao processo de erosão, visto que os solos são classificados como argilosos e finos, fato este que o torna mais vulnerável ao

processo de erosão. Do ponto de vista do planejamento urbano essas áreas merecem atenção especial quanto ao uso e ocupação, levando em consideração as redes de drenagem que podem acelerar o processo de erosão, causando assim, o surgimento de novas voçorocas. Como medida de prevenção deveriam ser propostas políticas públicas que visem um planejamento adequado para que o processo de urbanização não gere impactos ambientais.

Considerando todas as análises realizadas, observa-se que o ponto 5 se destaca pela característica do solo, tendo em vista a concentração de material siltoso, um dos fatores que torna este solo menos propenso ao processo erosivo é o uso e ocupação. Nota-se que na região não há incidência de pisoteio de gado, fator esse que colabora para a conservação da área, não existindo assim a compactação dos solos, formação de trilhas e caminhos que contribuem nas formações de redes de drenagem e consequentemente acelerando o processo de formação das erosões.

Neste contexto, os objetivos propostos foram alcançados na medida em que foi possível identificar e classificar os tipos de solos e áreas mais susceptíveis ao processo de erosão e voçoroca.

5 Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6457**. Preparação para ensaios de compactação e caracterização dos solos: elaboração: referências, Rio de Janeiro, 1986, 9 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6459**. Determinação do limite de liquidez: elaboração: referências, Rio de Janeiro, 1984, 6 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7180**. Determinação do limite de plasticidade: elaboração: referências, Rio de Janeiro, 1984, 3 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7217**. Determinação da composição granulométrica: elaboração: referências, Rio de Janeiro, 1987, 3 p.

FLORENZANO, Tereza Gallotti. Sensoriamento remoto para Geomorfologia. **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais. São Paulo: Oficina de Textos**, 2008.

GUERRA, Antonio José Teixeira; JORGE, Maria do Carmo Oliveira. **Geomorfologia do cotidiano – a degradação dos solos.** Revista Geonorte Edição Especial, V.4, N.4, p.116 – 135, 2012.

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatístico. **Brasil**. Disponível em: < https://cidades.ibge.gov.br/brasil/panorama> Acesso em: 23 nov.18.

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatístico. **Cidades IBGE** - sao-roque-de-minas. Disponível em: < https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/sao-roque-de-minas/panorama>Acesso em: 23 nov.18.

IGAM. Instituto de Gestão das Águas de Minas Gerais. Mapoteca: Acesso aos mapas e bases cartográficas. Disponível em: http://www.igam.mg.gov.br/geoprocessamento. Acesso 02 de dezembro de 2018.

MARAGON, M. **Compressibilidade e Adensamento dos solos.** Universidade Federal de Juiz de Forra. Juiz de Fora. 2018

MARTINS, S. V. Recuperação de áreas degradadas. Editora Aprenda Fácil. Viçosa - MG. 2013

MMA; IBAMA. **Plano de Manejo**: Parque Nacional da Serra da Canastra. Brasília: MMA, 2005.

PEREZ FILHO, Archimedes; QUARESMA, Cristiano Capellani. Ação antrópica sobre as escalas temporais dos fenômenos geomorfológicos. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 12, 2012.

PREFEITURA DE SÃO ROQUE DE MINAS. História de São Roque de Minas. Disponível em: http://www.saoroquedeminas.mg.gov.br/cont_pag1.asp?pag=41. Acesso 02 de dezembro 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

ANÁLISE DE ÁREAS DE RISCO E INTERVENÇÕES ESTRUTURAIS NO BAIRRO PARQUE SÃO BERNARDO, SÃO BERNARDO DO CAMPO, SP.

Danielle Blazys Correa [(1)], Kátia Canil [(2)]

[(1)] Aluna de graduação da Engenharia Ambiental e Urbana, Universidade Federal do ABC, danielleblazys@gmail.com

[(2)] Centro de Engenharia, Modelagem e Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal do ABC, katia.canil@ufabc.edu.br

Eixo: Riscos e desastres naturais

Resumo

Os processos físicos que regem o dinamismo da superfície terrestre aparecem em diferentes proporções e escalas, de forma natural ou acentuados por intervenção antrópica. Em muitas das áreas de risco inseridas no ambiente urbano estão contempladas moradias precárias em porções desvalorizadas nas cidades, expostas a movimentos gravitacionais de massa. Assim, esse trabalho propõe-se a identificar agentes deflagradores dos movimentos de massa bem como medidas estruturais para mitigação dos riscos geológicos-geotécnicos que devem ser considerados no gerenciamento das áreas de risco. O trabalho possui como estudo de caso setores de risco do Parque São Bernardo, bairro localizado no município de São Bernardo do Campo, SP. Os setores de risco analisados na área possuem como principais agentes deflagradores a condução de águas superficiais servida de maneira inapropriada e retaludamentos realizados de forma a acentuar a instabilidade das encostas. Dentre as intervenções adotadas pela Prefeitura Municipal, predominam obras de engenharia robustas e que também precisam ser monitoradas. Para superar essa situação, é desejável a aplicação de políticas públicas associadas à gestão dos riscos e ao planejamento territorial.

Palavras chave: áreas de risco, movimentos de massa, obras de estabilidade, São Bernardo do Campo

1. Introdução

Considerando a ocorrência frequente de eventos e acidentes geológico/geotécnicos nas áreas urbanas e periurbanas desprovidas de infraestrutura, saneamento ambiental, serviços de manutenção, etc., ressalta-se a importância de realizar estudos de investigação sobre a dinâmica de movimentos gravitais de massa e processos correlatos, incluindo seus impactos, e alternativas tecnológicas para redução de riscos (NOGUEIRA, F.R. 2007).

Os movimentos gravitacionais de massa são fenômenos geológico-geomofológicos, deflagrados pela ação de agentes, que provocam movimentos do solo e se caracterizam por diferentes tipologias, tais como rastejo, quedas de blocos/rochas, deslizamentos de terra em encostas em profundidade e fluxos superficiais de detritos (MINISTÉRIO DAS CIDADES; IPT, 2007).

Como Brazil e Cunha apud IPT, 2007 afirmaram: “embora a ação da gravidade sobre encostas muito inclinadas seja a principal causa dos deslizamentos de terra, existem outros fatores em ação, tais como, a erosão pelos rios, glaciares, abalos sísmicos, erupções vulcânicas e chuvas fortes”. Maquinaria, o tráfego, explosões e mesmo trovões causam vibrações e também podem acionar a falência de encostas frágeis. Deposição de rochas ou minérios, pilhas de resíduos ou criação de estruturas feitas pelo homem podem também acumular tensões sobre encostas. Quanto à ação da água, agente predominante no território brasileiro que é favorecido pelo clima tropical, destaca-se a chuva como o principal agente deflagrador dos processos de deslizamentos. Outros fatores também se somam a ela, tais como a quantidade e frequência da chuva, a infiltração da água, a topografia (declive mais acentuado ou não), tipo de solo e da quantidade de vegetação existente.

Caso as chuvas sejam frequentes em um terreno já saturado de água, a tendência é que o solo nada mais absorva e com isso, toda a água da chuva que cair, correrá pela superfície. Com isso, porções desagregadas do solo são transportadas para as partes mais baixas dos relevos, ocasionando a mobilização de material e caracterizando o movimento gravitacional

de massa. A presença da cobertura vegetal contribui com a redução do processo erosivo, uma vez que esse elemento protege o solo do impacto da água do escoamento superficial.

Os tipos de solo, dos materiais do embasamento geológico e do relevo do território brasileiro, caracterizam um cenário em várias regiões do país que são suscetíveis à ocorrência de processos geológico-geotécnicos de dinâmica superficial. Além disso, os mesmos são agravados em áreas desprovidas planejamento e infraestrutura urbana, decorrentes do processo de crescimento urbano desordenado no país, e do déficit habitacional registrado há décadas. A publicação do Déficit Habitacional Municipal no Brasil, 2010 (com dados calculados com base no Censo Demográfico brasileiro de 2010), apresenta estimativas do déficit habitacional e da inadequação de domicílios para todos os 5.561 municípios brasileiros, segundo Ministério das Cidades. Alguns dos fatores causais dessa exclusão territorial é a crescente especulação imobiliária e a apropriação da rede privada em áreas de interesse, ausência de políticas destinadas a moradias populares e déficit no planejamento urbano e territorial eficiente e justo, e a incapacidade governamental de evitar a alocação de famílias em áreas ameaçadas (UNISDR, 2012). Com isso, a população de menor renda tende a se instalar nas áreas marginalizadas, desvalorizadas pelo mercado imobiliário; muitas vezes caracterizadas por situações de risco, como em margens de rios, mangues e encostas íngremes desocupadas, sem uma infraestrutura apropriada.

Várias experiências municipais, por meio da elaboração dos Planos Municipais de Redução de Riscos (PMRR) têm mostrado bons resultados ao incorporar intervenções em projetos de urbanização dos assentamentos precários onde o risco se manifesta. Como exemplo, pode-se destacar o mapeamento de risco do município de Jaboatão dos Guararapes, na Região Metropolitana do Recife, projetos da URBEL em Belo Horizonte, o programa Serra do Mar em Caraguatatuba e Favela Bairro no Rio de Janeiro, (BLAZYS e CANIL, 2015). Tais projetos devem receber orientação técnica para que as intervenções sejam realizadas de forma eficiente. Os gestores públicos devem acompanhar atentamente os

projetos de execução das obras para garantir segurança tanto no processo de implantação, bem como o período seguinte que contempla o monitoramento da obra.

Assim, levando-se em conta a pré-disposição topográfica do terreno e o grande número de famílias já alocadas em áreas de risco, busca-se cada vez mais a necessidade de colocar em prática projetos de mitigação e remoção de moradias quando realmente necessário, quanto aos possíveis danos físicos e sociais nesses locais.

Com base nesse contexto, esse projeto de pesquisa teve como objetivo estudar e compreender os processos geológico-geotécnicos (deslizamentos) que afetaram parte da área do bairro Parque São Bernardo, no município de São Bernardo do Campo e quais as alternativas técnicas de intervenção para o controle dos processos com vistas à redução e/ou eliminação dos riscos associados. A seleção de um setor de risco na região do ABC (Parque São Bernardo), objeto de ações do PMRR-SBC (Plano Municipal de Redução de Riscos de São Bernardo do Campo) (ZEMLYA CONSULTORIA, 2009) ocorrido entre 2009 e 2014 para a realização desse projeto, será importante para validar os conhecimentos adquiridos.

2. Materiais e métodos

Para o desenvolvimento da pesquisa foram realizadas as seguintes atividades:

a) Levantamento bibliográfico sobre movimentos de massa e fatores agravantes causadores de tensões de cisalhamento e sistematização dessas informações;

b) Caracterização da área de estudo e identificação de possíveis indicadores de instabilidade por visita de campo, mapas, imagens aéreas e fichas de campo cedidas pela prefeitura de São Bernardo do Campo; e

c) Analisar as medidas estruturais preventivas e/ou emergenciais propostas ou aplicadas pelo PMRR-SBC nos pontos prioritários para intervenção e identificados para mitigação de riscos associados aos movimentos gravitacionais de massa (feições de deslizamentos).

3. Resultados e discussões

A área de estudo corresponde ao bairro Parque São Bernardo situado no norte do Município de São Bernardo do Campo, na Macrozona Urbana Consolidada. De acordo com os aspectos do meio físico situa-se, no limite do Planalto Paulistano e apresenta relevo de morros altos, drenagem densa e embasamento geológico de rochas metamórficas (xistos e filitos), do Complexo Embu. O padrão de ocupação corresponde à de assentamento irregular com moradias precárias (estruturas comprometidas, emprego de materiais de madeira e de alvenaria sem revestimento) (BLAZYS e CANIL, 2015).

No PMRR as classificações de risco podem variar entre risco baixo (R1) a risco muito alto (R4), de acordo com a metodologia do Ministério das Cidades (MCidades, 2007). Dentre os 24 setores demarcados durante o PMRR-SBC, predominavam inicialmente os riscos R3 (19) R4 (4). Foi indicado um caso de Perigo de grau 3, ou seja, onde o evento geodinâmico poderia vir a ocorrer em local que moradias não seriam atingidas. No diagnóstico realizado em 2009, foram observados nesses setores declives acentuados (amplitudes de 150 metros e declividades maiores que 30%), trechos de solo exposto devido a retirada de cobertura vegetal, lançamento de água servida fora de um sistema de coleta, cortes e aterros não compactados realizados pelos população local, acúmulos de lixo e indícios de movimentação de terra (como trincas em paredes e pisos, degraus de abatimento, cicatrizes de deslizamentos pretéritos, estruturas rígidas inclinadas) de acordo com as fichas de campo cedidas pela prefeitura. No total, foram identificadas 242 moradias ameaçadas.

De acordo com a classificação proposta por Augusto Filho, 1992, os movimentos gravitacionais de massa, podem ser classificadas em rastejo, deslizamentos ou escorregamentos, quedas de blocos e corridas e esses são caracterizados pelo tipo e geometria de material mobilizado, pelos planos de deslocamento e velocidade de movimentação. Todos os processos geodinâmicos que poderiam ocorrer nos setores de risco, indicados na avaliação em 2009, correspondiam a deslizamentos. Nos deslizamentos, ainda segundo Augusto Filho, 1992, os materiais se movem com velocidades médias a altas (de metros por hora a metros por

segundo), pequenos a grandes volumes podem ser mobilizados de materiais de constituição e geometria variáveis. No caso dos deslizamentos apontados nos setores de risco estudados, os materiais correspondiam a de solo (19 setores), aterro (14 setores), entulho (7 setores) e vegetação de grande porte (bananeiras) (1 setor). Nesse trabalho, considera-se por aterro as porções de solo lançadas ou movidas de seu local original antropicamente. Processos erosivos foram indicados somente em um setor enquanto tendências de colapso de estruturas foram apontadas em 3 setores. Em cinco setores foi apontado a ação direta de águas superficiais.

Das intervenções estruturais propostas para os setores, predominaram as obras de contenção (9) e regularização das inclinações dos taludes (9). Foram indicadas remoções de moradias em 7 setores, sendo que em 4 deles foram consideradas a reconstrução no próprio local em 3, o reassentamento de famílias. Em 7 setores foram propostas intervenções de urbanização e em 5, ações de limpeza de entulhos e outros resíduos. Outras medidas estruturais incluem retaludamentos com impermeabilização ou aplicação de cobertura vegetal superficial, melhorias nas condições de acessibilidade, obras de drenagem de águas pluviais e de lançamento de águas servidas.

Em 2014, foi realizada uma atualização do diagnóstico de monitoramento do PMRR-SBC (figura 1). Dos 19 setores R3, 9 foram eliminados, 5 transformados em perigo (quatro Pe3 e um Pe2), 4 se mantiveram sem alterações e um, embora tenha recebido remoções, foi reocupado e permaneceu como R3. Dentre os 4 setores R4, ou seja, que deveriam receber prioridade nas intervenções estruturais, três foram convertidos em R3 e um foi eliminado. O Pe3 foi eliminado por meio da remoção do material de entulho acumulado no local e que ameaçava sofrer deslizamento. As intervenções estruturais que ocorreram nos setores que sofreram algum tipo de alteração (20) foram remoções e demolições de moradias (13 setores, sendo em dois deles remoções parciais), 4 setores possuíam moradias ampliadas, 3 deles receberam obras de contenção e dois foram incluídos no projeto de urbanização que contemplava parte do bairro. Em 2 setores onde ocorreram remoções, foram reocupados posteriormente (figuras 2a e 2b).

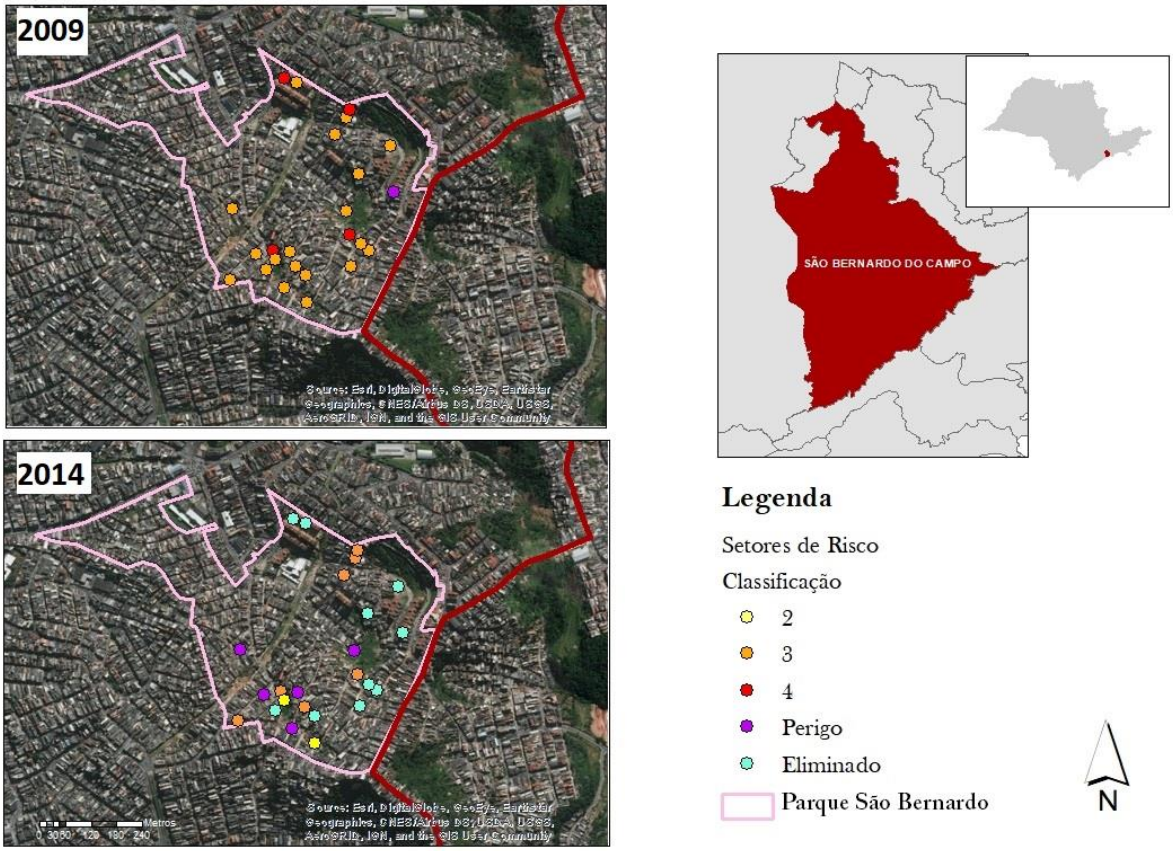


Figura 1 - Classificação dos setores de risco em antes das intervenções (2009) e após as intervenções (2014).

Apesar de ter ocorrido uma redução dos riscos identificados inicialmente na área, em 2014 ainda permaneciam situações de risco e vulnerabilidade no local. Pode-se observar que as intervenções realizadas não corresponderam na totalidade as inicialmente propostas. As obras de contenção ocorreram em menor quantidade enquanto as remoções foram muito superiores. Os documentos acessados não indicaram a realização de retaludamentos, de colocação de vegetação superficial, da melhoria das condições de acessibilidade e de obras de drenagem e esgotamento sanitário, fora dos 3 setores onde ocorreu o projeto de urbanização. Os documentos acessados também não indicam se todas as famílias removidas foram contempladas no conjunto habitacional construído, pertencente ao projeto de urbanização. A

remoção de entulhos e limpeza de resíduos lançados contribuiu na redução de risco de alguns setores.

Figura 2a - Vista frontal do setor 1 antes das intervenções (2009) no Parque São Bernardo, classificado como R4

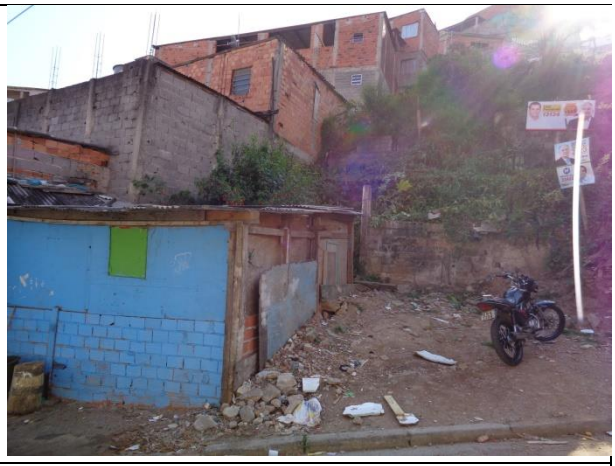


Figura 2b - mesmo setor, após intervenções (2014), onde ocorreu remoção de residências e uma ocupação posterior. Detalhe para o baixo padrão construtivo dos domicílios e o talude de corte

4. Considerações Finais

Apesar dos esforços dedicados na redução dos riscos geodinâmicos no Parque São Bernardo e da importância dos PMRR para o desenvolvimento de projetos de cunho urbanístico em assentamentos precários, o exemplo do trabalho desenvolvido na área de estudo aponta algumas dificuldades a serem superadas na gestão de riscos.

A primeira corresponde à velocidade das transformações que ocorrem nesses territórios, seja pela chegada de novas famílias e moradias, seja pelas intervenções realizadas por quem é morador local, o que consequentemente demanda um constante monitoramento pelo poder público ou pelos responsáveis pela gestão de risco local.

Outra dificuldade incide-se na realização de intervenções que se adequem às peculiaridades e demandas de cada setor demarcado, ainda que essa iniciativa requeira uma leitura do diagnóstico dos setores mais sutil e atenciosa. Possivelmente, em muitos dos casos

nos quais foram realizadas remoções poderiam ser aplicadas intervenções de engenharia, evitando assim o deslocamento involuntário de famílias. Além de tais deslocamento terem potencial de trazerem problemas sociais associados, como a readequação em um novo ambiente de moradia, as intervenções locais por meio de obras possuem custo inferior aos cofres públicos.

Uma área que da engenharia que pode contribuir na temática da mitigação de riscos geodinâmicos, além de conciliar segurança com harmonia ambiental, corresponde à bioengenharia ou engenharia natural, abordagem alternativa à da engenharia tradicional, cujas intervenções possuem vida útil e também requerem monitoramento frequente. Na bioengenharia, contenções e reforços são realizados empregando materiais naturais e de preferência locais, contribuindo também na redução do custo das intervenções. Entretanto, apesar do potencial, a área carece de estudos mais aprofundados para garantir a segurança da comunidade local por meio da redução efetiva dos riscos.

No caso estudado, observa-se que além da condição da pré-disposição física natural do local, marcada por relevo acidentado de morros altos, umidade e precipitação elevadas devido à proximidade com a Serra do Mar, a forma da população ocupar e consequentemente intervir no local pode inferir num maior ou menor grau de vulnerabilidade e consequentemente, de risco. A realização de cortes e aterros, o lançamento de resíduos e entulhos e o favorecimento de infiltrações e caminhos prioritários da água podem ser decisivos na estabilidade das encostas ocupadas.

Por fim, ressalta-se que paralelamente às intervenções estruturais e pontuais nos locais identificados com riscos geodinâmicos, a gestão de risco deve priorizar a prevenção da ocupação em locais ambientalmente frágeis, por meio do planejamento territorial, das políticas públicas de habitação e de acesso à moradia. É fundamental que a participação social, em especial, o envolvimento da população local ocorra durante as etapas da gestão de risco (como por exemplo nas etapas de monitoramento e nas decisões que irão incidir no

território que os mesmos habitam), por meio da construção de saberes compartilhados e no engajamento nas discussões entre os atores da gestão do risco.

Agradecimentos

Os autores agradecem à UFABC (Universidade Federal do ABC) e ao Programa de Iniciação Científica da UFABC (PIC/UFABC) que financiou o projeto de iniciação científica, base para esse artigo, e à Prefeitura de São Bernardo do Campo que vem trabalhando em conjunto com a UFABC.

Referências Bibliográficas

FILHO, A. O. Caracterização geológica-geoténica voltada à estabilização de encostas: uma proposta metodológica. - **Conferência Brasileira Sobre Estabilidade de Encostas**, 1, 1992, Rio de Janeiro

BLAZYS, D.; CANIL, K. **Movimentos gravitacionais de massa e estudo de tipologias de obras de intervenção para controle em áreas de risco**, 2015 - Iniciação Científica - Universidade Federal do ABC, Santo André.

BRASIL, Ministério das Cidades. **Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios.** Instituto de pesquisas tecnológicas – IPT, 2007.

CERRI, L. E. da Silva; NOGUEIRA, F.R.; FILHO, O. Augusto et al. Mapeamento de Risco em Assentamento Precário no Município de São Paulo, 2007. V. 26 – **Geociências,** UNESP, São Paulo.

NOGUEIRA, F. R.; CERRI, L. E. S.; SOUZA, L. A.; CARRIÇO, J. M. **Elaboração do Plano Municipal de Redução de Riscos de São Bernardo do Campo,** SP. 6v. 2010.

UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION. Making cities resilient: report 2012. Geneva, 2012.

ZEMLYA CONSULTORIA. **Relatório final do mapeamento geológico-geotécnico do bairro Parque São Bernardo – 2009**, Belo Horizonte.

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 RISCOS DE DESASTRES AMBIENTAIS NO BAIRRO SABIAGUABA, ÁREA DE EXPANSÃO URBANA DE FORTALEZA - CEARÁ

Liza Santos Oliveira [(a)], José Matheus da Rocha Marques[(b)] Jader de Oliveira Santos[(c)]

[(a)] Laboratório de Geoprocessamento e Cartografia Social - UFC, lizasantosufc@gmail.com

[(b)] Laboratório de Geoprocessamento e Cartografia Social - UFC, matheusgeoufc@gmail.com

[(c)] Prof. Dr. Departamento de Geografia, Laboratório de Geoprocessamento e Cartografia Social - UFC, jader.santos@gmail.com

Eixo: Riscos e desastres naturais

Resumo/

No Brasil, percebe-se uma relação entre os problemas socioambientais e o modelo de urbanização adotado pelo país. Observa-se um complexo cenário de conflitos e riscos ambientais, pois, as limitações dos ambientes de maiores fragilidades, são desconsideradas nesse processo de urbanização. O principal objetivo do trabalho é compreender a produção de riscos de desastres ambientais no bairro Sabiaguaba, situado na porção mais ao leste da cidade de Fortaleza-CE, uma vez que se configura como área de expansão urbana; desvendando a sua susceptibilidade a esses problemas. A metodologia abrange autores que, ao falar da susceptibilidade aos riscos, integram as fragilidades dos ambientes e as vulnerabilidades das sociedades. Conforme os resultados, no bairro Sabiaguaba, as vulnerabilidades da sociedade e as fragilidades do ambiente são determinantes na incidência de riscos socioambientais, necessitando, portanto, de um melhor planejamento e ordenamento do território.

Palavras chave: Fragilidade ambiental; Vulnerabilidade social; Riscos ambientais.

1. Introdução

Fortaleza é um importante centro urbano do Nordeste do Brasil, encontrando-se na porção norte do Estado do Ceará, sendo, ainda, detentora de uma alta densidade demográfica. Em referência ao seu processo de urbanização, observa-se uma configuração desordenada e sem planejamento adequado, o que acarreta vários conflitos e impactos na cidade.

Entretanto, tais problemas não se apresentam de forma homogênea pelo território, tendo maior expressividade nas áreas mais periféricas, de expansão urbana. É importante destacar que essas áreas, geralmente, abrigam uma população mais vulnerável, ou seja, que não tem boa capacidade de resiliência frente às situações de crise.

O recorte espacial do trabalho é o bairro da Sabiaguaba o qual se configura como área de expansão urbana. Porém, não apresenta, ainda, uma grande concentração populacional e resguarda um campo de dunas parcialmente conservado, com ambientes que não foram completamente tomados pela ocupação humana. Tais ambientes apresentam certa instabilidade para a instalação de assentamentos urbanos, sendo importante a realização de estudos referentes as dinâmicas e relações sociedade-natureza na área.

Essa situação de ocupação irregular, mesmo que incipiente, representa um risco tanto ao ambiente natural quanto à população residente na área, principalmente quando esta última apresenta maior vulnerabilidade social e está relacionada a um poder público com baixa capacidade de resposta em atender, adequadamente, aos estados de crise. Nesse contexto, algumas ações como aterramento de corpos hídricos, retirada da cobertura vegetal e aumento da impermeabilização do solo afetam diretamente os processos naturais da área e podem desencadear impactos negativos à população local.

Tento em vista essa situação, o presente trabalho, surge com o intuito de analisar como se dá a produção de desastres ambientais no bairro Sabiaguaba e desvendar o quão susceptível é, o local, a esses problemas. O estudo foi desenvolvido a nível de setor censitário e leva em consideração tanto o grau de vulnerabilidade da população residente no bairro

IBSN: 978-85-7282-778-2

Sabiaguaba quanto a fragilidade do ambiente em que ela se encontra, a fim de analisar e determinar o nível de susceptibilidade aos riscos.

2. Materiais e Métodos

Quando se fala em riscos de desastres, principalmente em meio urbano, têm-se que ter como base estudos e pesquisas os quais compreendem diversas temáticas, pois entre os meios social, econômico e físico existe uma relação, devendo ser utilizada uma análise multidimensonal.

Nesse contexto, ao se estudar temas relacionados à geografia física, em ambiente urbano, é importante se pautar em metodologia que integre as fragilidades do ambiente e as vulnerabilidades da sociedade, no que tange a sua susceptibilidade aos riscos e à crise. Em conformidade com tal acertiva, Souza et al. (2009), Santos e Souza (2014) e Santos (2016), dizem que os ambientes mais frágeis apresentam uma conexão com a geomorfologia da área em que se encontram, assim não podem ser analisados separadamente.

O bairro Sabiaguaba constitui a área de pesquisa do trabalho, localizando-se na porção mais ao leste da cidade de Fortaleza, fazendo fronteira com o oceano Atlântico à nordeste, com os bairros Edson Queiroz, Sapiranga e Lagoa Redonda à oeste e com os municípios de Aquiraz, a sudeste, e Eusébio, à sudoeste (Figura 1).

Além disso, tem grande parte do seu território representado pela Planície Litorânea, encontrando-se entre os estuários dos rios Cocó e Pacoti, porém, a região mais ao centro abrange partes do Tabuleiro Pré-Litorâneo, além de alguns riachos e lagoas presentes na área, com áreas características do sistema Fluviomarinho.

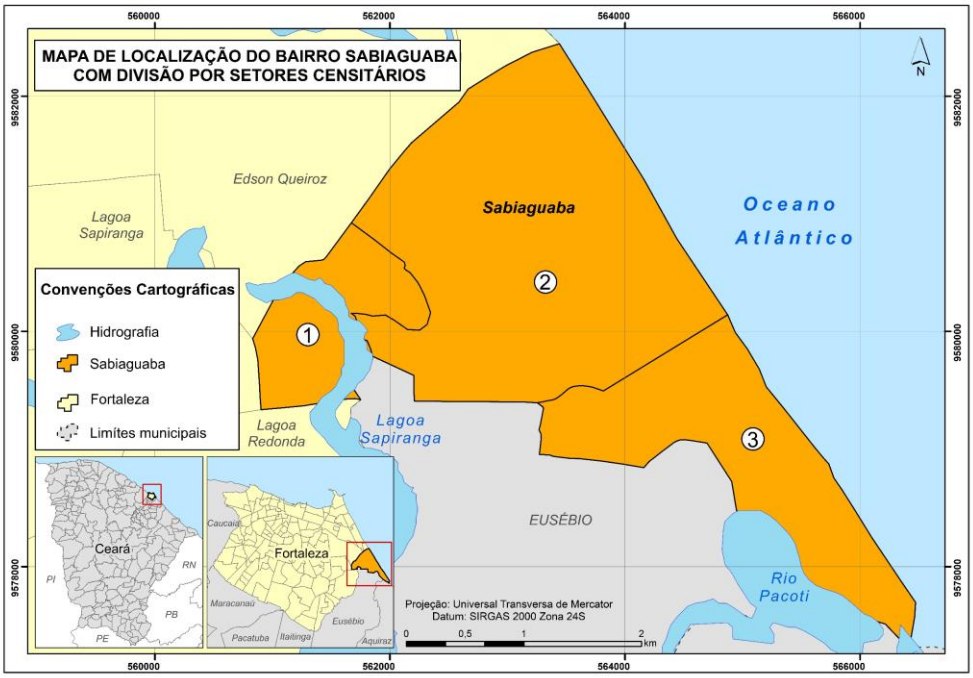


Figura 1 – Mapa de localização do bairro Sabiaguaba com divisão por setores censitários

Na pesquisa, foram realizados procedimentos de campo e laboratório a fim de determinar as áreas mais susceptíveis aos riscos ambientais e à ocorrência de desastres. Sendo importante investigar a fragilidade ambiental da área, levando em conta suas características físicas, ambientais e de uso e ocupação, compartilhando princípios da ecodinâmica e, também, analisar dados referentes à renda, à educação, ao saneamento e à situação social da população, pois tais variáveis fazem parte da determinação da vulnerabilidade social.

Trabalhando a nível de setores censitários (divididos em 1, 2 e 3, de acordo com a Figura 1) e com o uso dos dados do IBGE (2011), do ano de 2010, aplica-se o Índice de Vulnerabilidade Social (IVS), de maneira a representar uma estimativa da realidade social no bairro Sabiaguaba e descobrir como se dá a distribuição da vulnerabilidade na área. Assim, de acordo com as varáveis analisadas, é possível saber quais áreas apresentam um maior IVS e, em decorrência disso, apresentando dificuldades em amenizar os impactos de uma crise.

Como afirma Santos (2015), a capacidade de recomposição de uma sociedade, após a ocorrência de um desastre, é determinada de acordo com o grau de vulnerabilidade que ela expressa, sendo esse um meio de refletir suas relações com o espaço social e suas condições socioeconômicas.

De acordo com Castriotra (2003), a exclusão territorial pode ser gerada a partir da segregação do território, com isso, a ocupação das áreas mais frágeis (principalmente, aquelas de fragilidade emergente forte e muito forte), pela população mais vulnerável, configura-se como um forte reflexo desse cenário. Nesse contexto, a integração e análise das informações dessas duas componentes, fragilidade ambiental e vulnerabilidade social, permite-se chegar ao delineamento das áreas de risco socioambiental, sendo capaz de designar diferentes níveis de disposição aos riscos.

3. Resultados e discussões

O bairro Sabiaguaba apresenta beleza cênica paisagística que se difere como um ambiente de exceção no sítio urbano de Fortaleza. A ocupação urbana rarefeita permite vislumbrar com maior precisão sistemas característicos do ambiente litorâneo, como faixa praial situada ao leste do bairro, terraços marinhos holocênicos, dunas móveis, tabuleiros pré-litorâneos e planície lacustre da lagoa comumente conhecida como Sapiranga na porção oeste.

Os parâmetros metodológicos da análise da fragilidade ambiental urbana, aplicada para o bairro Sabiaguaba, permitiram identificar diferentes níveis de fragilidade dos sistemas ambientais. As categorias de fragilidade encontradas se distinguem em: potenciais, áreas onde a pedogênese prevalece, cujos sistemas ambientais apresentam estabilidade para uso e ocupação da terra, confirmando maior segurança as situações de crise; e emergentes, cuja ação morfogenética predomina e confere instabilidade face a estabilização das ocupações.

Apresentados na figura 2, os resultados iniciais indicam que a categoria de fragilidade potencial é espacializada na porção oeste do bairro com níveis que variam de

muito baixa e média, correspondentes aos tabuleiros pré-litorâneos. Já as unidades de alta e muito alta de fragilidade emergente são encontradas com prevalência na porção leste do território, correspondente à faixa de praia paralela ao mar, terraços marinhos, campo de dunas móveis, depressões com potencial de ocorrência de lagoas interdunares, assim como na porção oeste na planície lacustre da Lagoa da Sapiranga.

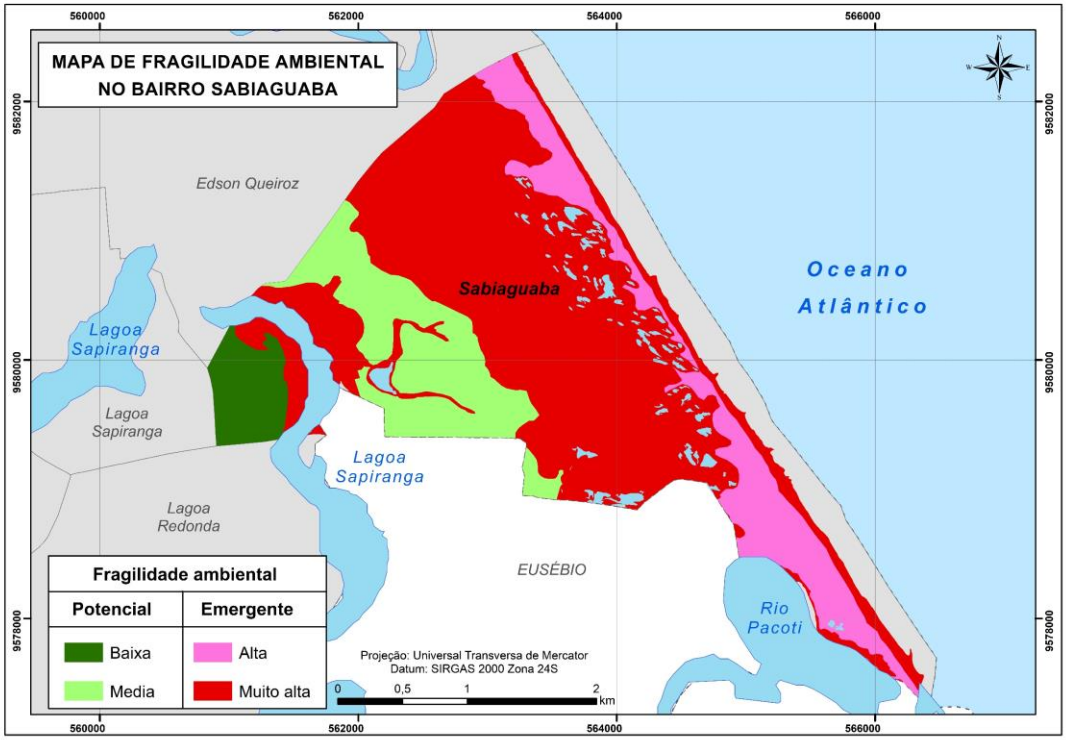


Figura 2 – Mapa de fragilidade ambiental no bairro Sabiaguaba

Embora a ocupação seja rarefeita no bairro Sabiaguaba, os grupos sociais que ocupam as unidades de fragilidade emergente estão mais suscetíveis aos riscos ambientais e sujeitos a sofrerem danos diretos e indiretos mediante a localização inadequada nesses sistemas ambientais que representam intensa ação morfodinâmica.

Nesse ínterim, a ocorrência de impactos hidrometeóricos, provocados pelas ações dos sistemas atmosféricos produtores de chuva nos primeiros meses anuais, repercutem-se na

dinâmica natural desses sistemas ambientais causando transtornos e perturbações no trânsito, nas unidades de fragilidade potencial e nos ambientes mais instáveis produzindo riscos de desastres ambientais nas populações de maior vulnerabilidade social, conforme também analisam Lima, Santos e Zanella (2018) para todo sítio urbano de Fortaleza.

Nesse assunto, a vulnerabilidade das populações, estimada por setores censitários, é espacializada na figura 3. Conforme o tratamento geoestatístico, a vulnerabilidade do bairro apresenta-se em três níveis: baixa, alta e muito alta. Observa-se que a situação de alta vulnerabilidade social, no bairro, é marcada na porção oeste (setor 1), próxima a planície lacustre da Lagoa da Sapiranga e, ao norte (setor 2), próxima a foz do rio Cocó. Na porção sul (setor 3), embora a ocupação seja pouca, apresenta baixa vulnerabilidade.

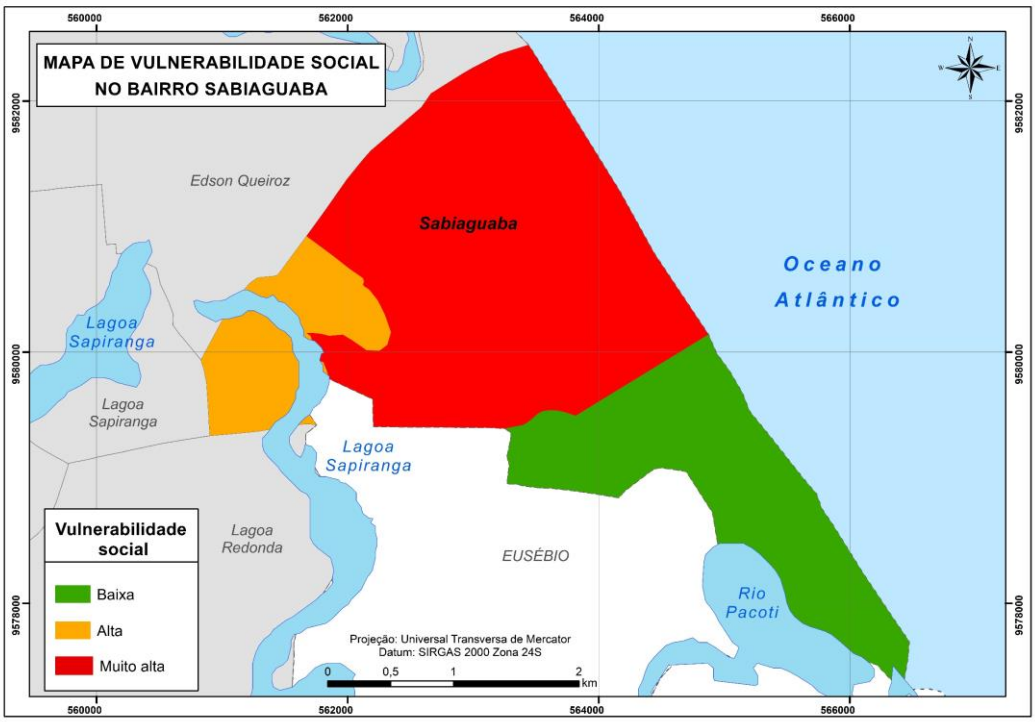


Figura 3 – Mapa de vulnerabilidade social no bairro Sabiaguaba

Nesse ínterim e com base em Cardona (2001), entende-se que a alta vulnerabilidade social é a precariedade e carência na situação socioeconômica e de infraestrutura básica das populações para suportar as situações de crise, havendo dificuldades em amenizar os impactos sentidos, principalmente, pela porção menos favorecida. Santos (2015) corrobora com esse entendimento quando afirma que:

> Ao relacionar a vulnerabilidade com os riscos Veyret e Richemond (2007b) direcionam o entendimento do conceito ao sugerir que ser vulnerável é estar fisicamente exposto a um perigo, apresentando certa fragilidade diante do evento e não ter condições ou os meios para enfrentar a crise, o que significaria a capacidade de um sistema complexo, como uma cidade, se restabelecer após uma situação de crise.

Dessa forma, tem-se que os riscos ambientais estão presentes em todo o território intra-urbano, mas as populações localizadas nos setores censitários que apresentam alta vulnerabilidade possuem menos segurança face a esse tipo de risco. De acordo com Lima (2018), para se ter um melhor entendimento dos riscos, deve-se considerar toda a sua multidimensionalidade e complexidade envolvida em suas temáticas, abrangendo uma série de aspectos. Tendo em vista esse quadro, a avaliação e espacialização dos riscos é realizada conforme a correlação entre a fragilidade ambiental (potencial e emergente) encontradas e a vulnerabilidade das populações do bairro.

Para que houvesse a integração dos dados, atribui-se uma ordem numérica para a formação da matriz de correlação que envolve as unidades de fragilidade e vulnerabilidade, apresentando os indicadores necessários para se entender os riscos ambientais (tabela I). Essa classificação numérica irá indicar maior ou menor predisposição a ocorrências de problemas.

Assim, no que se refere à coluna de fragilidade ambiental, os números de 1 a 5 relacionam-se as categorias de fragilidade potencial (muito baixa a muito alta), enquanto que, as de fragilidade emergente (muito baixa a muito alta), são representadas pelos números de 6

a 10. Já nas colunas referentes ao Índice de Vulnerabilidade Social, atribuiu-se a numeração de 1 a 4 (baixo a muito alto).

Tabela I – Matriz de correlação entre à Fragilidade Ambiental e Vulnerabilidade Social

FRAGILIDADE AMBIENTAL		ÍNDICE DA VULNERABILIDADE SOCIAL			
		Baixo (1)	Médio (2)	Alto (3)	Muito alto (4)
POTENCIAL	Muito baixa (1)	1.1	1.2	1.3	1.4
	Baixa (2)	2.1	2.2	2.3	2.4
	Média (3)	3.1	3.2	3.3	3.4
	Alta (4)	4.1	4.2	4.3	4.4
	Muito alta (5)	5.1	5.2	5.3	5.4
EMERGENTE	Muito baixa (6)	6.1	6.2	6.3	6.4
	Baixa (7)	7.1	7.2	7.3	7.4
	Média (8)	8.1	8.2	8.3	8.4
	Alta (9)	9.1	9.2	9.3	9.4
	Muito alta (10)	10.1	10.2	10.3	10.4

As áreas de risco de desastres ambientais são avaliadas conforme os limites dos três setores censitários presentes no bairro Sabiaguaba. Nos setores cuja fragilidade apresentavam categorias potenciais e emergentes, foi selecionada para representação aquela que predominava no território.

Mediante a correlação das informações, no bairro encontram-se áreas das quais apresentam médio e muito alto riscos de desastres ambientais. Na análise, percebe-se que os ambientes com fragilidade potencial baixa e média (setor 1, conforme a Figura 1) e com uma alta vulnerabilidade social (setor 1), configuram áreas de risco baixo e de menor expressão no bairro (figura 4).

Já os setores em que se encontram nas áreas em que a fragilidade se configurou de modo expressivo como alta ou muito alta (setores 2 e 3) e onde a população tem uma

vulnerabilidade muito alta (setor 2) são classificados com ocorrência muito alta de riscos de desastres ambientais, expressando a formação de áreas de risco (Figura 4). Da mesma forma, na porção sul, mesmo quando há presença de baixa vulnerabilidade social, os riscos de desastres ambientais são caracterizados como muito altos em virtude da alta instabilidade emergente dos campos de dunas, terraços marinhos e faixa de praia.

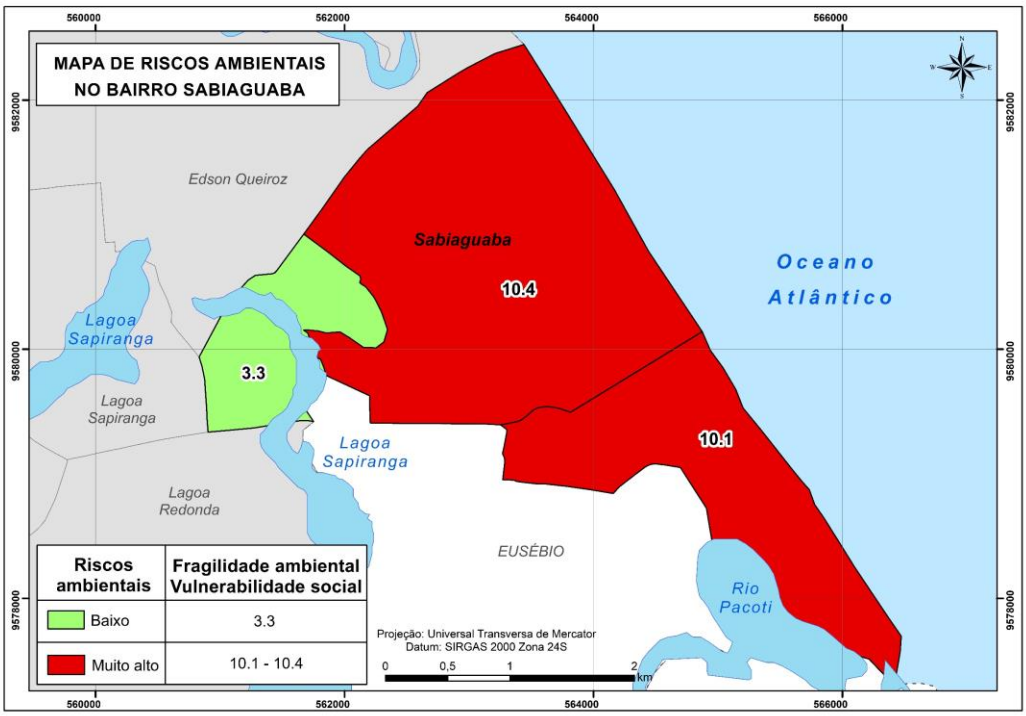


Figura 4 – Mapa de riscos ambientais no bairro Sabiaguaba

Nesse contexto do bairro Sabiaguaba, chega-se a compreensão de que a expansão do sítio urbano no bairro e em áreas periféricas na cidade de Fortaleza pode contribuir para ocorrência de riscos de desastres ambientais nas unidades de fragilidade emergente, cujos ambientes não devem ser destinados para ocupação.

4. Considerações finais

O cenário apresentado na pesquisa, mostra que o uso e ocupação indiscriminados nos ambientes de maior fragilidade, principalmente pelas populações com maior índice de vulnerabilidade, apresenta forte ligação com as áreas consideradas de risco, não podendo, portanto, dissociar a fragilidade ambiental e a vulnerabilidade social para compreensão da suscetibilidade aos riscos ambientais e para dimensionar tal problema de desastres.

Deve-se levar em consideração, portanto, duas condições para ocorrência de um desastre, segundo Santos (2015); uma delas diz respeito a um fenômeno natural que possa causar situações de crise, sendo apontado como um fator de risco e, a outra circunstância, está relacionada ao baixo poder de resiliência, ou seja, à capacidade precária de resposta à crise.

Nesse contexto, percebe-se que a susceptibilidade aos riscos, observada no bairro Sabiaguaba, vai estar ligada ao uso e ocupação pela população mais vulnerável, nas áreas de maior fragilidade, pois, com os resultados, observou-se que, mesmo com uma ocupação incipiente, o bairro apresenta, em algumas partes de seu território, uma maior disposição às situações risco socioambientais, em decorrencia da ocupação irregular nos ambientes de maior fragilidade, principalmente, pela população com maior grau de vulnerabilidade.

5. Referências Bibliográficas

CARDONA, Omar Darío. **Estimación holística del riesgo sísmico utilizando sistemas dinámicos complejos.** Tese (Doutorado - Universidad Politécnica de Cataluña), Barcelona, 2001.

CASTRIOTA, L. B. Urbanização brasileira: redescobertas. In: CASTRIOTA, L. B. (org.). **Urbanização brasileira: redescobertas.** Belo Horizonte: Editora C/Arte, 2003. p. 9-28.

LIMA, João Sérgio Queiroz de; SANTOS, Jader de Oliveira; ZANELLA, Maria Elisa. **Impactos das chuvas na cidade de Fortaleza no triênio 2013, 2014, 2015**. Revista Territorium. v.25, 2018. p.5-22.

SANTOS, Jader de Oliveira. **Relações entre Fragilidade Ambiental e Vulnerabilidade Social na Susceptibilidade aos Riscos.** Revista Mercator, p.75-90, 2015. Doi: http://10.4215/RM2015.1402.0005

SANTOS, Jader de Oliveira. **Fragilidade e riscos socioambientais em Fortaleza-CE**. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2016.

SANTOS, Jader de Oliveira; SOUZA, Marcos J. Nogueira de. **Abordagem Geoambiental aplicada à análise da vulnerabilidade e dos riscos em ambientes urbanos.** Boletim Goiano de Geografia. Goiânia, v 34, n2, p. 215-232, maio/ago. 2014.

SOUZA, Marcos José Nogueira de. *Et al*. **Diagnóstico geoambiental do município de Fortaleza**: subsídios ao macrozoneamento ambiental e à revisão do plano diretor participativo (PDPFor). Fortaleza: PREFEITURA MUNICIPAL DE FORTALEZA, 2009. 172 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 DOS USOS E OCUPAÇÕES DA TERRA SUSCETÍVEIS ÀS INUNDAÇÕES NA BACIA DO RIO CAPIVARI - SP

Fernanda Cristina Carvalho Milani [(a)], Raul Reis Amorim [(b)]

[(a)] Departamento de Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), E-mail: fernandaccmilani@gmail.com.

[(b)] Departamento de Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), E-mail: raulreis@unicamp.br.

Eixo: RISCOS E DESASTRES NATURAIS

Resumo

Este trabalho tem como objetivo identificar e correlacionar as áreas de suscetibilidade e os usos da terra suscetíveis às inundações na bacia do rio Capivari - SP, com base no Modelo HAND de suscetibilidade às inundações. O modelo de suscetibilidade foi gerado a partir da interpolação da área da bacia com curvas de nível, pontos cotados, redes de drenagem, lagos e rios de margens duplas dados em Cartas Topográficas do IBGE. Para o mapeamento de uso e ocupação da terra, foram utilizadas imagens do sensor Landsat-8 OLI, aplicando técnicas de classificação orientada a objetos, com o uso do algoritmo *Support Vector Machine (SVM)* no *software* Envi 5.3. Como resultados, foram obtidos mapeamentos de Suscetibilidade às Inundações, Uso e Ocupação da Terra e Usos Suscetíveis às Inundações, que permitiram a identificação e quantificação de áreas e usos suscetíveis às inundações na bacia do rio Capivari.

Palavras chave: Suscetibilidade, Inundações, Uso da Terra, Rio Capivari.

1. Introdução

As inundações são processos naturais dados pelo extravasamento do rio para fora de sua calha secundária, alcançando a planície de inundação, e que ocorrem a partir de eventos de precipitação mais intensos (MIGUEZ, VERÓL E DI GREGÓRIO, 2017). Assim, considerando que a suscetibilidade corresponde à probabilidade de ocorrência de danos em caso de um evento natural (BRASIL, 2017), podemos entender que as planícies de inundação são áreas suscetíveis, principalmente quando há uso e ocupação deste território pela sociedade.

O estabelecimento da população em planícies de inundação é um processo social intrinsecamente ligado ao desenvolvimento das cidades, sobretudo em países marcados pelo subdesenvolvimento. No Brasil, a urbanização acelerada levou ao crescimento desordenado das cidades, dado principalmente em função de interesses privados e especulativos, gerando duras consequências de ordem socioeconômica e ambiental. Desta forma, o desenvolvimento interno das cidades se dá de maneira desigual, fazendo com que a distribuição espacial da população ocorra em função de seu poder aquisitivo. Isto posto, entendemos que a ocupação de espaços urbanos mais suscetíveis aos fenômenos naturais pela parcela mais pobre da população é um resultado frequente que reflete este processo marcado pelo interesse especulativo das classes dominantes e pela desigualdade (ROBAINA, 2008)

2. Materiais e Métodos

2.1. Área de Estudo

O rio Capivari localiza-se na porção Centro-Leste do Estado de São Paulo e têm sua nascente no município de Jundiaí e sua foz em Tietê, onde desagua na margem direita do rio Tietê Médio Superior, possuindo 180 km de extensão e uma área de 1.570 km². A bacia hidrográfica do rio Capivari faz parte da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos de

número 5 (UGRHI-5) do Estado de São Paulo e, juntamente com as bacias hidrográficas dos rios Piracicaba e Jundiaí, integra a Agência de Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, que dá o apoio técnico e jurídico, e o Comitê de Bacias PCJ (CBH-PCJ), que trabalha para a conservação e recuperação dos recursos hídricos da região (LAHÓZ, 2016).

A área de contribuição da bacia do rio Capivari é composta por vinte municípios, mas nem todos eles são reconhecidos como integrantes da bacia do Capivari pelo CBH-PCJ. Os municípios de Campinas, Capivari, Elias Fausto, Hortolândia, Indaiatuba, Itatiba, Itupeva, Jundiaí, Louveira, Mombuca, Monte Mor, Rafard, Rio das Pedras, Santa Bárbara d'Oeste, Valinhos e Vinhedo fazem parte da bacia do Capivari de acordo com o CBH-PCJ, ao passo que os municípios de Tietê, Sumaré, Saltinho e Porto Feliz não são reconhecidos como integrantes da bacia, apesar de estarem em sua área de contribuição (COBRAPE, 2010). Este trabalho considerou os vinte municípios como integrantes da bacia, independentemente do reconhecimento de sua participação pelo CBH-PCJ.

A Revisão do Plano de Bacias Hidrográficas, exposto pela Agência de Bacias PCJ, aponta que o clima predominante na bacia é do tipo subtropical sem estação seca e com verão quente (Cfa). Na região da cabeceira, onde as altitudes são mais elevadas, o clima é subtropical sem estação seca e com verão ameno (Cfb). De acordo com o Collares (2000, apud DAEE,1998), a pluviosidade média anual na bacia varia entre 1100 mm e 1400 mm. Collares (2000, apud IPT 1981) expõe que a formação geomorfológica da bacia tem o predomínio de morrotes alongados paralelos, espigões e colinas amplas e médias. Na cabeceira também há ocorrência de relevo de morros, uma vez que seu substrato rochoso é composto por rochas do Embasamento Cristalino.

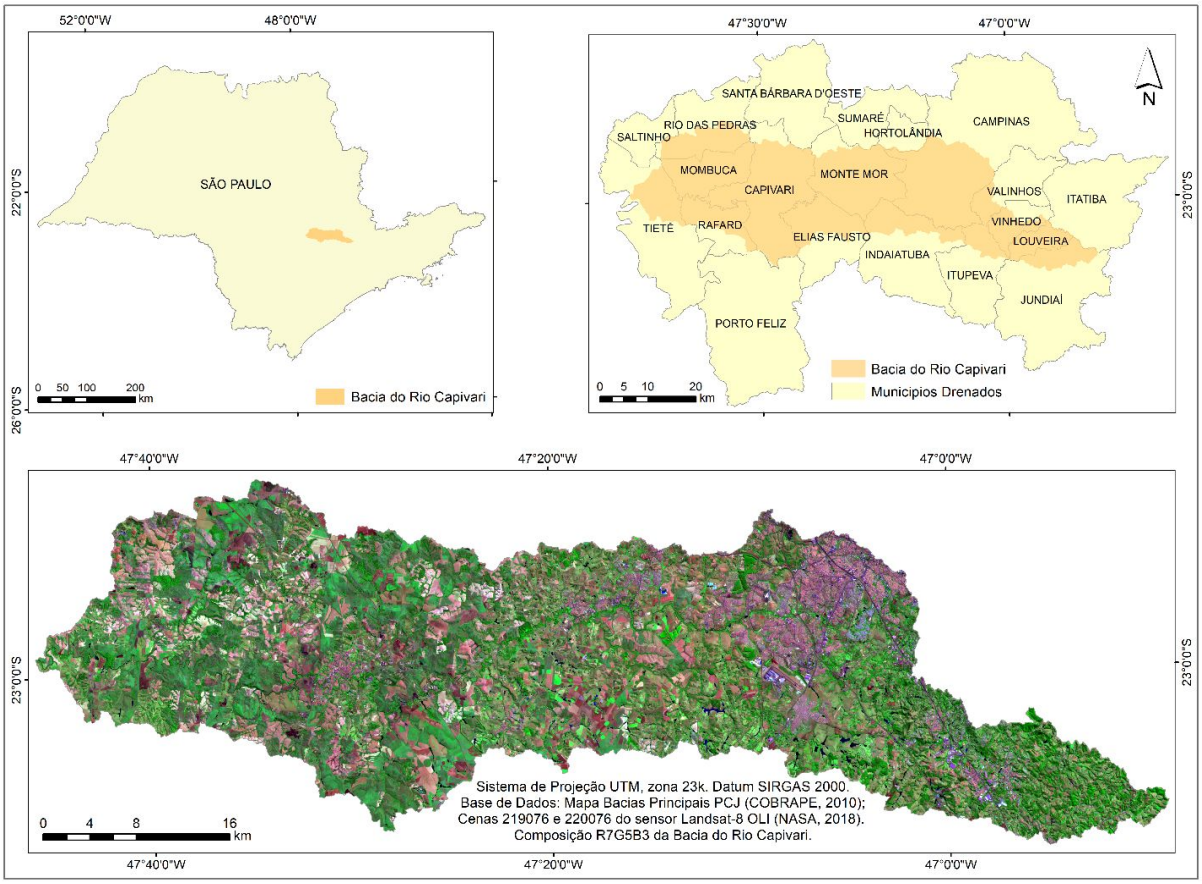


Figura 1 -Área de Estudo

2.2. Procedimentos Metodológicos

O conhecimento da topografia da área é essencial para a compreensão da suscetibilidade às inundações na bacia do rio Capivari. Deste modo, as cartas topográficas Jundiaí, Indaiatuba, Campinas, Americana, Salto, Porto Feliz, Capivari e Laras, de escala 1:50.000, produzidas pelo IBGE/IGC, foram vetorizadas com o intuito de gerar um Modelo Digital de Terreno (MDT). A construção do MDT, feita através da interpolação de curvas de nível, pontos cotados, redes de drenagem, lagos e rios de margens duplas e do limite da área da bacia, permitiu a representação de superfície e serviu de subsídio para a aplicação do

algoritmo HAND (*Height Above the Nearest Drainage*, ou Distância Vertical à Drenagem Mais Próxima) (NOBRE et al., 2011), que define as áreas sujeitas à inundações.

O Modelo HAND extrai uma grade de distância vertical, proveniente do MDT, que refere-se ao desnível, isto é, à distância vertical de cada ponto em relação à drenagem mais próxima. O caminho preferencial da água no terreno até a drenagem mais próxima é definido a partir do fluxo unidirecional considerado pelo algoritmo HAND (NOBRE et al. 2011). Os desníveis relativos aos cursos d'água apresentados pelos mapas gerados através da aplicação do Modelo são bons indicativos da suscetibilidade às inundações em cada ponto da paisagem, apontando a suscetibilidade de ocorrência do fenômeno nos períodos em que há entrada de água em excesso na área e sua fluidez pela superfície. Ademais, por se tratar de um fenômeno natural em drenagens, a área de suscetibilidade se dá na planície de inundação dos rios.

A análise dos usos na bacia do Capivari foi possibilitada a partir das imagens do sensor multiespectral *Operation Land Imager* (OLI), do satélite Landsat-8. As cenas 219/076 e 220/076, adquiridas com processamento prévio de correção atmosférica (reflectância de superfície) e correção geométrica no portal Earth Explorer (USGS, 2018), compreendem a área de estudo. O processamento das imagens no *software* Envi 5.3 permitiu a geração do mapa de classificação de uso e ocupação da terra na bacia do rio Capivari, a partir da aplicação de técnicas de classificação orientada a objeto, com o algoritmo de classificação *Support Vector Machine* (SVM), garantindo maior precisão nos resultados.

Os mapas finais de suscetibilidade às inundações, uso e ocupação da terra e usos suscetíveis às inundações foram gerados no *software* Arcgis 10.6, possibilitando a espacialização dos processos de inundação e compreensão do que eles atingem.

3. Resultados e Discussões

A aplicação do Modelo HAND para a bacia do rio Capivari permitiu o conhecimento de quais áreas e quão suscetíveis às inundações elas são. Ficou claro que as áreas suscetíveis são, principalmente, aquelas próximas ao curso do rio, seguindo o caminho da drenagem e atingindo a planície de inundação.

O mapeamento da suscetibilidade (Figura 2) evidencia que a bacia do Capivari apresenta uma grande área não suscetível, justamente porque tal área extrapola a planície de inundação. Neste sentido, temos que cerca de 66% da bacia não é suscetível às inundações, ao passo que 9% apresenta baixa suscetibilidade, 8% média e 17% alta.

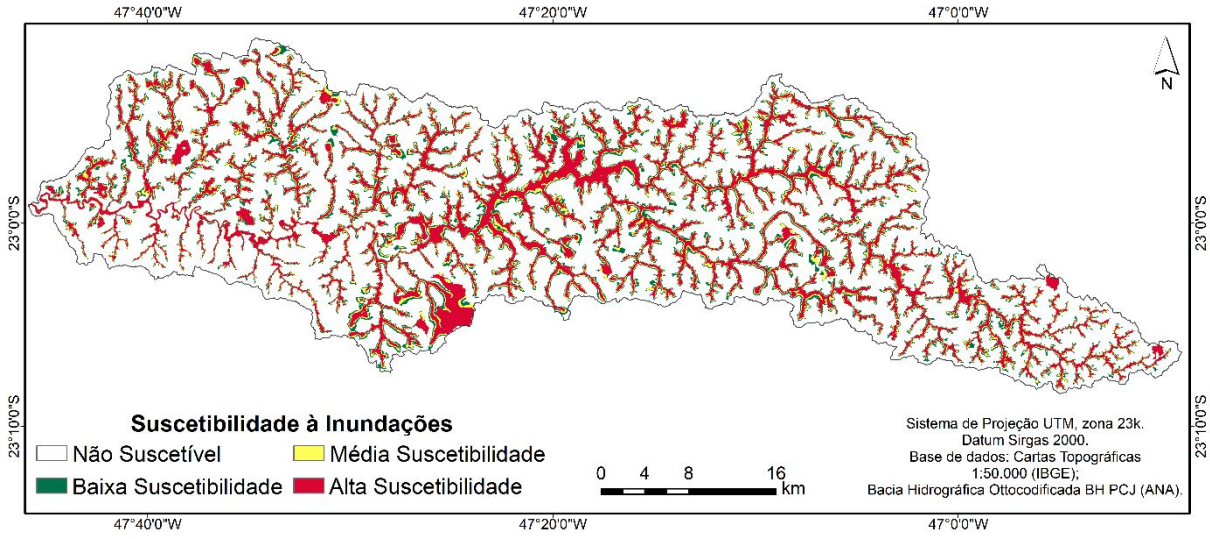


Figura 2 - Mapa de Suscetibilidade às Inundações na Bacia do Rio Capivari.

A existência de mais áreas pertencentes à classe de alta suscetibilidade do que às classes de média e baixa suscetibilidade se dá pela maior recorrência de inundações nessas áreas do que nas demais, que necessitam de eventos de precipitação mais intensos para que sejam atingidas. Por seguir o caminho da drenagem, a área de alta suscetibilidade é circundada pela área de média e, consecutivamente, de baixa suscetibilidade.

O mapeamento de uso e ocupação da terra é exposto na Figura 3, sendo essencial para o conhecimento aprofundado da área de estudo. Através deste mapa, em conjunto com a Tabela 1, nota-se que a agricultura ocupa 27,26% da área total da bacia, sendo o uso mais significativo, seguido pelo solo exposto, muitas vezes em preparo para plantio, que se dá em 20,53% da área, e, em terceiro lugar pela pastagem, envolvendo 19,59% da bacia. A grande expressividade de tais usos, que juntos ocupam mais de dois terços da área total (67,38%), apontam para o caráter predominantemente rural da bacia do rio Capivari.

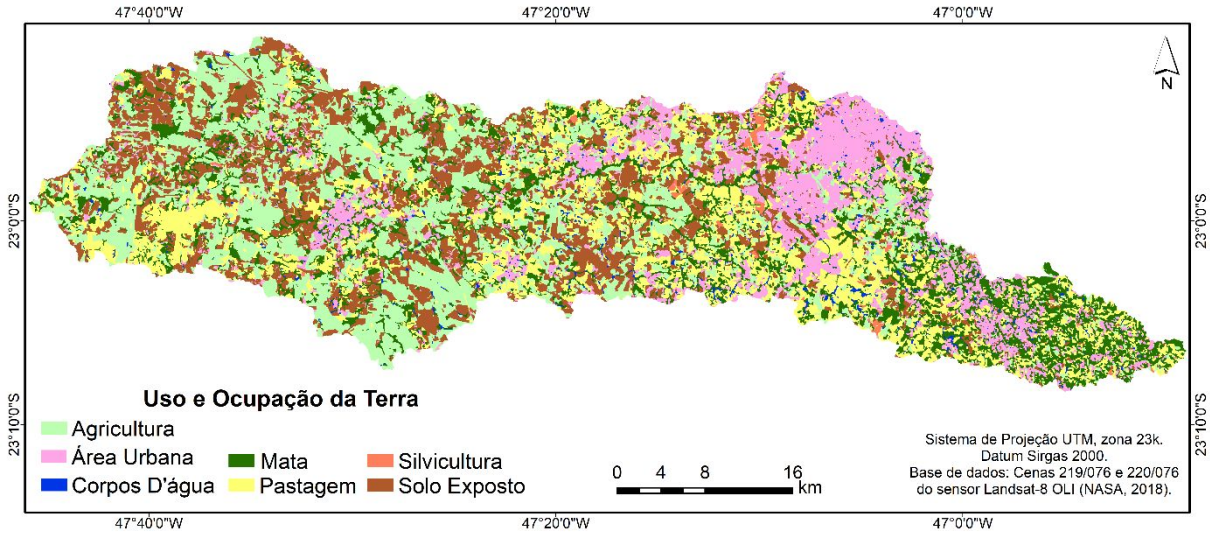


Figura 3 - Mapa de Uso e Ocupação da Terra na Bacia do Rio Capivari.

O quarto maior uso é dado pela classe mata, que concentra-se na porção sudeste da bacia, onde se localiza a nascente do rio Capivari, e corresponde à 16,32% da área. A área urbana apresenta uma mancha expressiva na região nordeste da bacia, tendo sua maior porção concentrada no município de Campinas, e ocupa 14,46% da área total. As duas classes restantes, corpos d'água e silvicultura, envolvem pequenas áreas, correspondendo a 1,30% e 0,52% da área total da bacia do rio Capivari, respectivamente.

Tabela 1 - Suscetibilidade às Inundações na Bacia do Rio Capivari

Uso e Ocupação das Terras	Suscetibilidade às Inundações na Bacia do Rio Capivari				Área Total dos Usos na Bacia	
	Usos Não Suscetíveis		Usos Suscetíveis			
	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%
Agricultura	28.235	17,98	14.585	9,29	42.820	27,26
Área Urbana	16.017	10,20	6.699	4,27	22.716	14,46
Corpos D'água	712	0,45	1.336	0,85	2.048	1,30
Mata	13.005	8,28	12.631	8,04	25.636	16,32
Pastagem	20.803	13,25	9.962	6,34	30.765	19,59
Silvicultura	676	0,43	147	0,09	823	0,52
Solo Exposto	24.413	15,54	7.836	4,99	32.250	20,53
Total	103.863	66,13	53.196	33,87	157.059	100,00

A análise da Tabela 1 também permite a quantificação das áreas suscetíveis ou não para cada classe de uso. Desta forma, é notável que, com excessão da classe corpos d'água, todos as classes possuem mais áreas não suscetíveis do que suscetíveis às inundações. Isto se dá porque, como já apontado, as inundações ocorrem nas planícies de inundação e seguem o curso do rio. Considerando que 66% da área total da bacia não é suscetível, é natural que existam mais áreas não suscetíveis às inundações em todas as outras classes.

A Figura 4 é resultado do cruzamento do mapeamento da suscetibilidade às inundações com o mapeamento de uso e ocupação da terra na bacia do rio Capivari. Sua análise permite identificar a distribuição das classes de uso ao longo da área suscetível às inundações. A Tabela 2 ainda permite aprofundarmos esta análise, levando a compreensão de como os usos são distribuídos nas classes de suscetibilidade (alta, média e baixa).

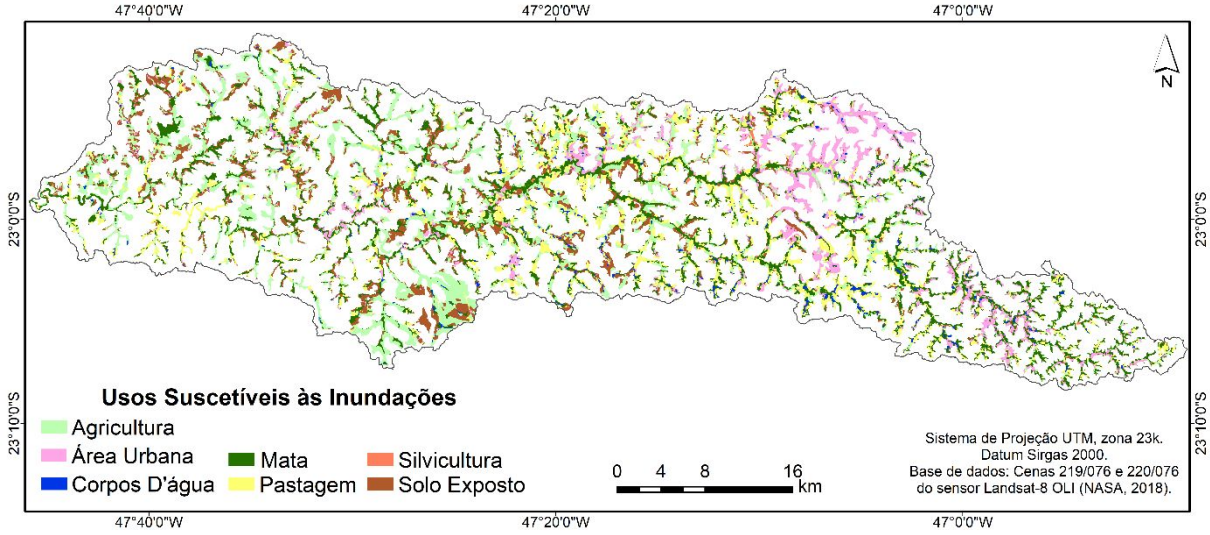


Figura 4 - Mapa de Usos Suscetíveis às Inundações na Bacia do Rio Capivari.

Assim, vemos que 50,68% da área dos usos suscetíveis encontram-se na classe de alta suscetibilidade, ao passo que 22,7% apresentam média suscetibilidade e 26,62% baixa suscetibilidade. É importante ressaltar que, apesar da classe de mata não ser a mais expressiva em relação à área total da bacia, ela é a que apresenta maior área em situação de alta suscetibilidade, o que pode ser associado com a presença de matas ciliares no entorno do rio, ou seja, na planície de inundação.

Tabela 2 - Classes de Suscetibilidade às Inundações na Bacia do Rio Capivari

Uso e Ocupação das Terras	Classes de Suscetibilidade às Inundações						Total de Áreas Suscetíveis	
	Alta		Média		Baixa			
	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%
Agricultura	7.511	14,12	3.294	6,19	3.781	7,11	14.585	27,42
Área Urbana	2.834	5,33	1.690	3,18	2.175	4,09	6.699	12,59
Corpos D'água	905	1,70	233	0,44	198	0,37	1.336	2,51
Mata	7.886	14,82	2.366	4,45	2.379	4,47	12.631	23,74
Pastagem	4.631	8,71	2.393	4,50	2.938	5,52	9.962	18,73
Silvicultura	55	0,10	35	0,07	56	0,11	147	0,28
Solo Exposto	3.140	5,90	2.064	3,88	2.632	4,95	7.836	14,73
Total	26.962	50,68	12.076	22,70	14.158	26,62	53.196	100,00

A partir dos resultados supracitados, conseguimos assimilar que os processos de inundações atingem e afetam, de maneira direta ou indireta, a população que reside na bacia do rio Capivari (MIGUEZ, VERÓL E DI GREGÓRIO, 2017). Neste sentido, conhecer os locais suscetíveis e os usos ali presentes é imprescindível para que medidas de preparação, prevenção, mitigação, resposta e recuperação às inundações sejam pensadas e adotadas, principalmente nas áreas de produção agropecuária e de habitação, uma vez que elas são muito expressivas e concentram as atividades econômicas e as infraestruturas de serviços básicos essenciais à população, como saúde, educação e mobilidade.

4. Considerações Finais

O desenvolvimento da metodologia proposta no estudo apresentou boa qualidade para a identificação e correlação entre a suscetibilidade e os usos da terra, gerando resultados satisfatórios à pesquisa. Entretanto, ficou evidente que o uso de imagens de média resolução espectral foi um fator limitante, mas que pode ser repensado, de forma a permitir o pleno desenvolvimento do estudo e uma análise mais acurada dos usos da área e, consequentemente, da forma que a população é atingida pelos processos de inundação.

Contudo, a identificação dos usos e ocupações da terra e das áreas suscetíveis às inundações, apresentadas pelos mapas resultantes deste trabalho é de grande valia para reconhecimento da dinâmica, das adversidades e dos problemas dos habitantes das cidades que integram a área de estudo. A população residente da bacia do Capivari, que se encontra em umas das regiões mais importantes do país, ainda é vítima de grandes desigualdades e sofre com as consequências de fenômenos naturais, como as inundações. Neste sentido, é crucial que os estudos sobre a bacia sejam ampliados, possibilitando seu maior entendimento, a fim de que sejam usados como respaldo para a aplicação de políticas públicas em prol da população e do meio ambiente.

5. Agradecimentos

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo pelo financiamento do Projeto de Pesquisa. Processo nº. 2018/09401-1.

6. Referências Bibliográficas

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil. Departamento de Prevenção e Preparação. Glossário de proteção e defesa civil / Ministério da Integração Nacional, Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil, Departamento de Prevenção e Preparação. - Brasília : Ministério da Integração Nacional, 2017.

COBRAPE - Cia. Brasileira de Projetos e Empreendimentos. Plano das bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí 2010 a 2020: com propostas de atualização dos corpos d'água e programa para efetivação do enquadramento dos corpos d'água até o ano de 2035: Relatório Final. [s.l.], 2010.

COLLARES, E. G. Avaliação de alterações em redes de drenagem de microbacias como subsídio ao zoneamento geoambiental de bacias hidrográficas: aplicação na bacia hidrográfica do Rio Capivari-SP. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo, 2000.

DAEE/UNESP - Departamento de Águas e Energia Elétrica/ Universidade Estadual Paulista. Mapa geológico do Estado de São Paulo: Folhas Campinas e São Paulo, escala 1:250000. Rio Claro. 1982.

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo: escala 1:1000000. São Paulo. 2v. (IPT monografias 6), 1981.

LAHÓZ, F. C. C. Malucos pela água. Realização: AEAP – Associação dos Engenheiros e Arquitetos de Piracicaba. Apoio: Consórcio Intermunicipal das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí. Piracicaba, SP, vol. 2, 2016.

MIGUEZ, M.; VERÓL, A.; DI GREGORIO, L. T. Gestão de Riscos e Desastres Hidrológicos. [S.l.]: Elsevier Brasil, 2017.

NOBRE, A. D. et al. Height above the nearest drainage–a hydrologically relevant new terrain model. Journal of Hydrology, Elsevier, v. 404, n. 1-2, p.13–29, 2011.

ROBAINA, L. E. de S. Espaço urbano: relação com os acidentes e desastres naturais no Brasil. *Ciência e Natura*, v. 30, n. 2, p. 93–105, 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 ESPACIAL ATRAVÉS DO NDVI APÓS ROMPIMENTO DA BARRAGEM DA MINA CÓRREGO DO FEIJÃO EM BRUMADINHO – MG

Juarez Antonio da Silva Junior [(a)]

[(a)] Departamento de Engenharia Cartográfica e Agrimensura, Universidade Federal de Pernambuco, juarez.ufpe@gmail.com

Eixo: Riscos de Desastres Naturais

Resumo

O uso de dados e geoprocessamento no ambiente SIG são esseciais no mapeamento de desastres naturais com rejeitos de mineração para as analises de gestão espacial e a obtenção de conclusões e provas importantes, combinando de dados no ambiente GIS. Dentre as formas de mapeamento , está o uso de índices de vegetação com destaque para o Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI).A partir disso, este trabalho tem como base o uso do NDVI para a análise da espacialização e a devastação causada pelo rompimento da Barragem 1 da Mina Córrego do Feijão – MG com uso de imagens do Satélite Sentinel 2A e dados geomorfológicos do Satélite ALOS PALSAR. A metodologia utilizada neste trabalho demonstrou a aplicabilidade de imagens orbitais para o diagnoticos de impactos causados por desatres ambientais, destacando o uso do NDVI quando comparadas a imagem anterior e posterior ao acidente , se apresentando de forma eficiente e de fácil compreensão.

Palavras chave: NDVI, Brumadinho-MG, Sensoriamento Remoto, Barragem.

1. Introdução

Um acidente ambiental de grandes proporções que ganhou grande visibilidade foi o rompimento da Barragem da Mina Córrego do Feijão no município de Brumadinho - MG em 25 de janeiro de 2019, que ocasionou uma enxurrada de lama e

rejeitos de mineração. A Defesa Civil de Brumadinho divulgou que o rompimento resultou em um acidente de grandes proporções, considerado como um desastre humanitário e ambiental, com 186 mortos e mais de 122 desaparecidos, gerando uma calamidade pública.

A catástrofe provocou destruição, pessoas desabrigadas e desalojadas, milhares de pessoas sem água e gerou ainda graves danos ambientais e socioeconômicos a toda parte central Bacia do Rio Paraopeba. Nesta perspectiva a cartografia e o sensoriamento remoto tem um papel importante na prevenção e analise de risco ambientas, que pode ser representado uma mancha que revela sua posição em relação a uma área suscetível ou afetada que podem ser severos e impactá-lo.

O vigor da vegetação, ou a falta dela, pode ser um bom indicativo das áreas impactadas pelo acidente. Dentre os vários índices de vegetação, o NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) pode ser utilizados para demonstrar o comportamento da vegetação, é capaz de ser analisado por valores obtidos em diferentes datas, que permitem avaliar a variação da área verde em certo período de tempo Outra técnica relevante é o uso de Modelos Digitais de Elevação (MDE),com a finalidade de verificar as características geomorfológicas da região relacionando-a com a proporção da catástrofe. Este dado possui grande importância em um mapeamento prévio de possíveis danos causados no rompimento de uma barragem, visto que torna capaz traçar o sentindo do escoamento superficial, de modo a permitir simular no caso de um possível rompimento as regiões que serão atingidas, sendo de grande importância em sua fase de instalação.

Diante isso, este trabalho se propõe analisar a espacialidade do acidente de modo que a metodologia aqui aplicada, unida a outras ferramentas e dados orbitais, possa auxiliar no processo de delimitação das áreas impactadas.

1.2. Local de estudo

Brumadinho é um município brasileiro no estado de Minas Gerais, Região Sudeste do país. Mostrado na figura 01, está localizado na Região Metropolitana de Belo Horizonte e segundo o IBGE sua população estimada em 2018 era de 39 520 habitantes. O município pertencente a Bacia do Rio Paraopeba, em 2019, ficou conhecido pelo rompimento de uma barragem em Brumadinho da empresa Vale S.A. O rompimento da barragem de Brumadinho, em 25 de janeiro de 2019, resultou em um dos maiores desastres com rejeitos de mineração no Brasil.

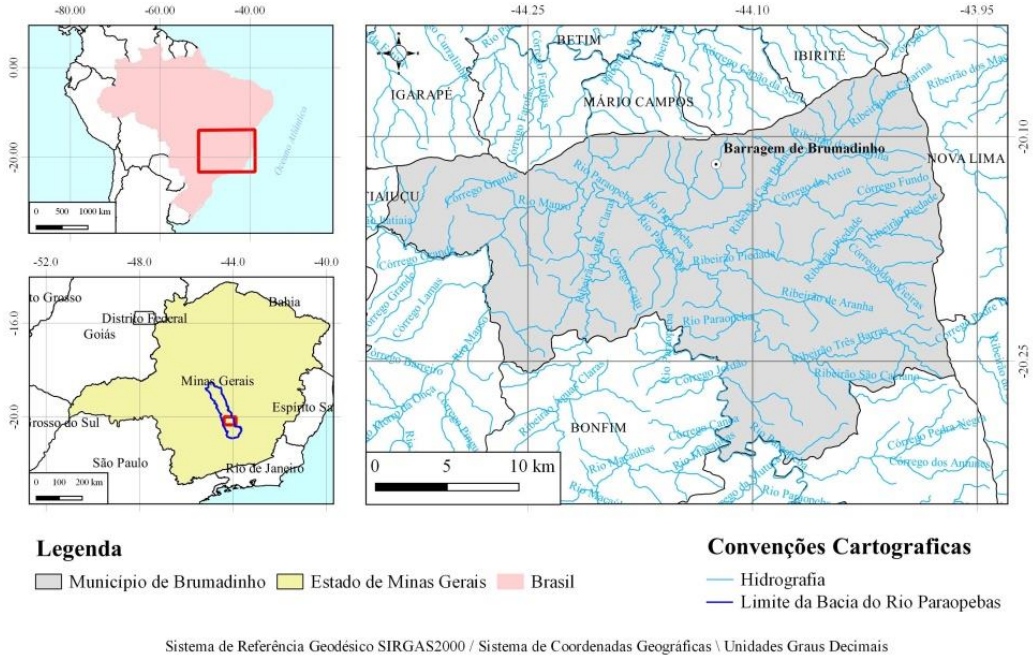


Figura 01 – Localização do Municipio de Brumadinho-MG.Fonte: Autor,2019

2.Materias e Metodos

Para este trabalho foi utilizada duas cenas da correspondente ao comprimento de onda central 842nm e 665nm do Satélite Sentinel-2A adquirida pelo sensor Multi Spectral Instrument (MSI). Este produto foi obtido gratuitamente pelo endereço eletrônico https://earthexplorer.usgs.gov.O dado que foi empregado, possui nível 1C de processamento, que conta com a imagem geometricamente corrigida

(ortoretificada), valores de reflectância no topo da atmosfera (TOA) e resolução espacial de 10 metros.Esta conversão leva em consideração o espectro solar extraterrestre equivalente a direção solar de entrada definida pelo seu ângulo zenital para cada pixel da imagem e a calibração absoluta do instrumento MSI.

As imagens são datadas 15/08/2018 e 02/02/2019 ambas correspondentes antes e após o rompimento da barragem respectivamente.Foram utilizados para a analise geomorfologica da area de estudo foram duas cenas do Modelo Digital de Elevação (MDE) do Satélite ALOS. Este satélite é um projeto conjunto entre a Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA) e a Japan Resources Observation System Organization (JAROS). Dentre seus vários sensores para este estudo foi utilizado o instrumento Phased Arrayed type L-Band SAR (PALSAR) com resolução de 12,5 m (JAXA, 2008).

Após esta análise complementar das características morfológicas da região em estudo, partiu-se para a análise temporal do Índice de vegetação Normalizado, de modo a evidenciar a espacialidade do acidente no subdistrito a partir da distribuição da vegetação utilizando o software QGIS 2.14. Rouse et al. (1974) desenvolveram Índice de Vegetação normalizado (NDVI). Esta aplicação é realizada em cada pixel, respectivamente nas bandas dos canais vermelho e infravermelho próximo, resultando num valor final com valor entre -1 e 1. A fórmula e como segue a equação 1:

$$NDVI = \frac{\rho IVP - \rho VERM}{\rho IVP + \rho VERM} \qquad \text{Eq. (1)}$$

Quanto mais próximo de 1, maior é a atividade vegetativa no local representado pelo pixel. Valores negativos ou próximos de 0 indicam áreas de água, edificações, solo exposto, onde há pouca ou nenhuma atividade clorofiliana.

3.Resultados

Na Figura 2 é possível observar, através da composição das bandas 4\5\6 das imagens do Satélite Sentinel 2,os mapas antes e depois da região atingida pelo rompimento da Barragem Mina Córrego do Feijão em Brumadinho-MG.

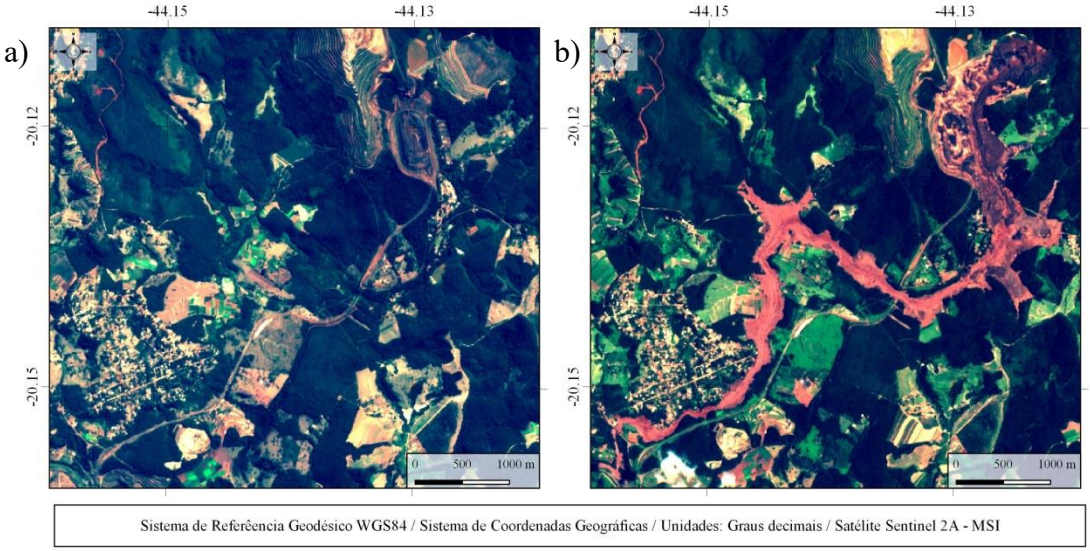


Figura 02 – Composição RGB 4\5\6 a) antes e b) depois do rompimento da Barragem.Fonte: Autor,2019.

Através desta metodologia foi gerado mapas de NDVI, mostrado na figura 03, contemplando espacialmente toda área atingida pelo rejeitos da Barragem Mina Córrego do Feijão, para as datas de 26/09/2018 e 02/02/2019 correspondentes á antes e após o desastre.

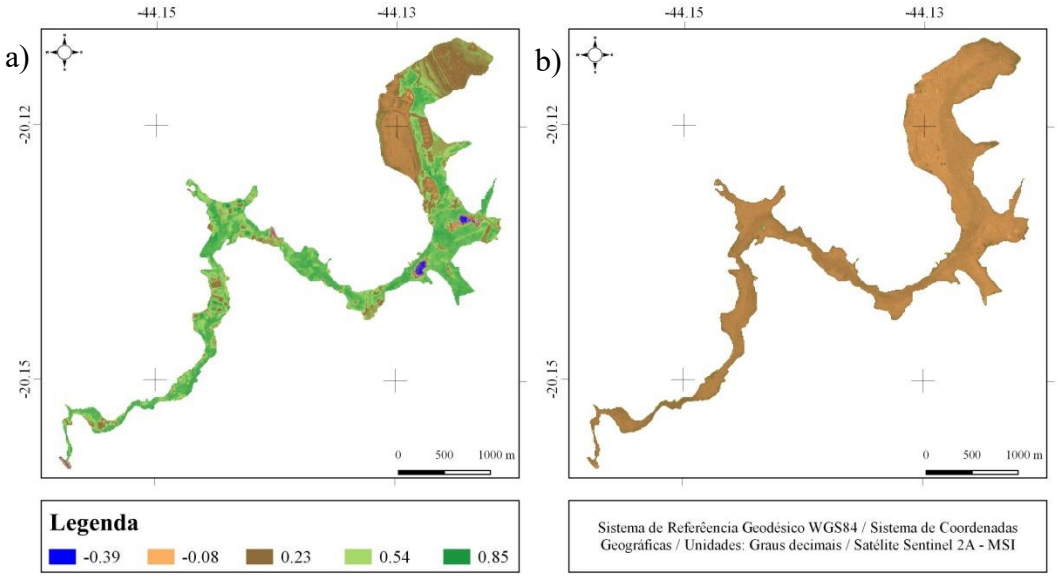


Figura 03 – a) NDVI antes e b) NDVI depois do rompimento da Barragem Corrego do Feijão.Fonte: Satelite Sentinel 2A

Para melhor analise das imagens e espacialização da tragédia foi feito um recorte nas imagens correspondentes a região atingida pelos rejeitos da lama. As imagens do NDVI de 15 de agosto 2018 mostra um valor de médio de 0.48 e desvio padrão de 0.24, enquanto o NDVI de 1 de fevereiro de 2019 apresentou um valor médio de 0.11 e desvio padrão de 0.06. O NDVI anterior ao rompimento da barragem mostrou um maior valor de média devido a área estava ocupada por vegetação natural e maior valor de desvio padrão por conter uma variedade de valores pixels referentes a vários componentes principais como solo exposto, vegetação natural ,pequenas áreas urbanas e água.

Já o NDVI de posterior ao rompimento da barragem apresentou menor valor médio de NDVI devido a área está completamente coberta por sedimentos em suspensão e lama, e menor valor desvio padrão ocasionado a ausência de

variabilidade de valores de NDVI, já que a área que era ocupado por vegetação arbórea, logo após a tragédia, ficou coberto por rejeitos da barragem.

Na figura 04 é possível observar que rejeitos da barragem seguiu minuciosamente as características geomorfológicas da região. Na parte superior, próxima a barragem, a figura 04 mostra uma significante curvatura do caminho dos rejeitos da barragem em direção a curva de nível de 800 m. Isso acontece devido o a direção do fluxo ser formada entre duas elevações, uma delas, é pelo talvegue alongado representado pela curva de maior altitude (1000 m) até a curva de menor altitude (850 m). Logo após, a lama seguiu o fluxo ordenado pela curva de nível de 800 metros até chegar a curva de nível mais baixa de 750 m no leito do Rio Paraopeba. Para melhor exemplificar foi implementado um modelo tridimensional mostrado na figura 4 b).

a) b)

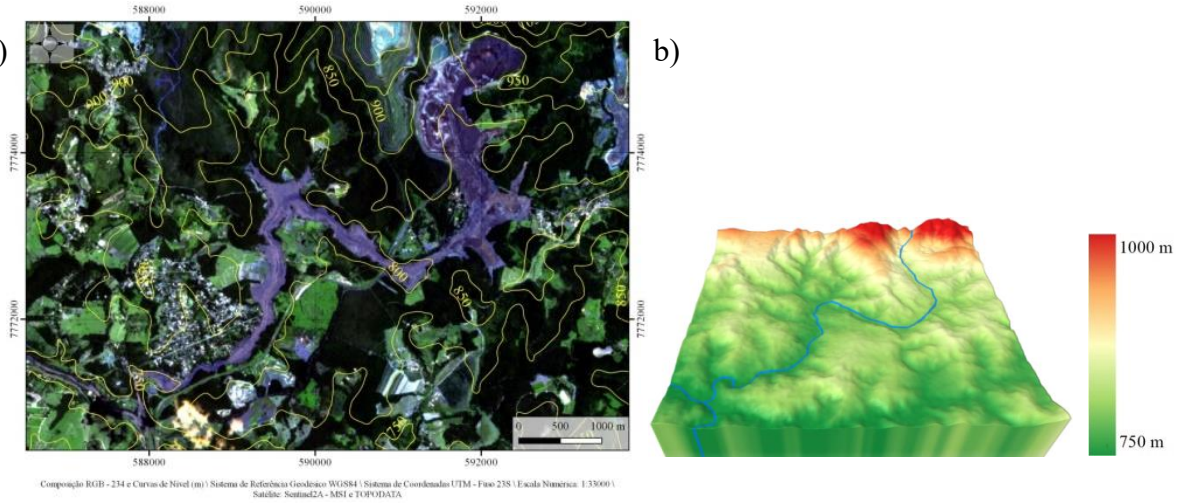


Figura 04 – Curvas de Nivel com equidistancia de 50 m e Composição RGB 6\5\4 do trecho atigindo pelos Barragem Corrego do Feijão.

A figura 05 mostra um modelo tridimensional de uma parte da Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba. Percebe-se na figura 05 que os rejeitos do rompimento da barragem no rio Paraopeba segue rio abaixo da bacia hidrográfica do Rio

Paraopeba como mostra a figura 05 e passou pelos municípios de Betim, Brumadinho, Curvelo, Esmeraldas, Felixlândia, Florestal, Fortuna de Minas, Igarapé, Juatuba, Maravilhas, Mário Campos, Morada Nova de Minas, Papagaios, Paraopeba, Pequi, Pompéu, São Joaquim de Bicas e São José da Varginha até chegar no munícipio de Pará de Minas até a data do presente estudo. Segundo analise da Fundação SOS Mata Atlântica o trecho do rio atingido pela lama, está morto a 40 km de distância do ponto de rompimento da Barragem 1 da Mina Córrego do Feijão com baixos níveis de oxigenação.

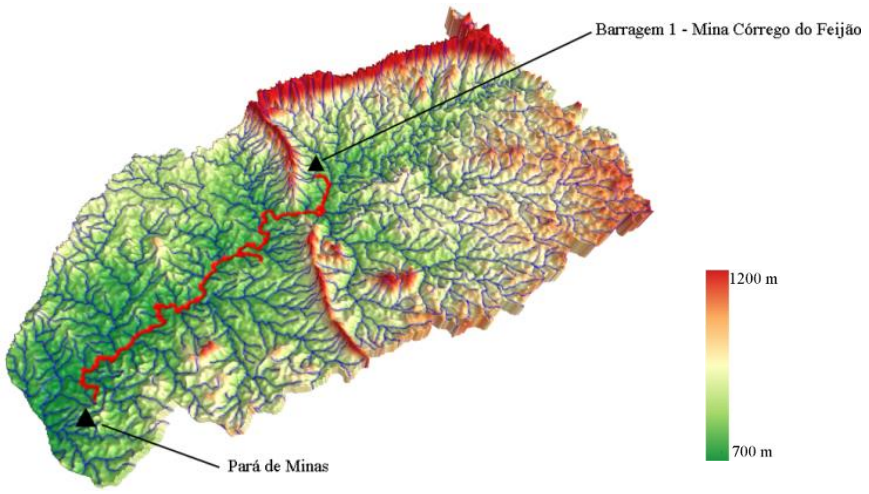


Figura 05 – Modelo 3D com exagero vertical de parte da bacia Hidrografica do Rio Paraopebas.
Fonte: Autor,2019.

Observando o mapa de NDVI antes da tragédia é possível observar valores de pixels negativos referentes ao curso d'água do Rio Paraopeba, tais valores coerentes para este índice. Após a tragédia houve aparecimento de valores de pixels positivos do NDVI no curso do rio. Essa mudança de valores foi devido a contaminação causadas pelos rejeitos da barragem em contato com rio que resultou na mudança de valores de NDVI.O Rio Paraopeba é naturalmente turvo, principalmente em fevereiro devido ao aumento das precipitações, porém após o acidente o rio ficou com quase 100 vezes a mais da concentração de turbidez indicado pela legislação para água de rios e

mananciais. As figura 07 a) e b) mostram o NDVI e c) e d) uma composição colorida que mostram visualmente a mudança na coloração do Rio Paraopeba antes e após o contato com os rejeitos da barragem

.

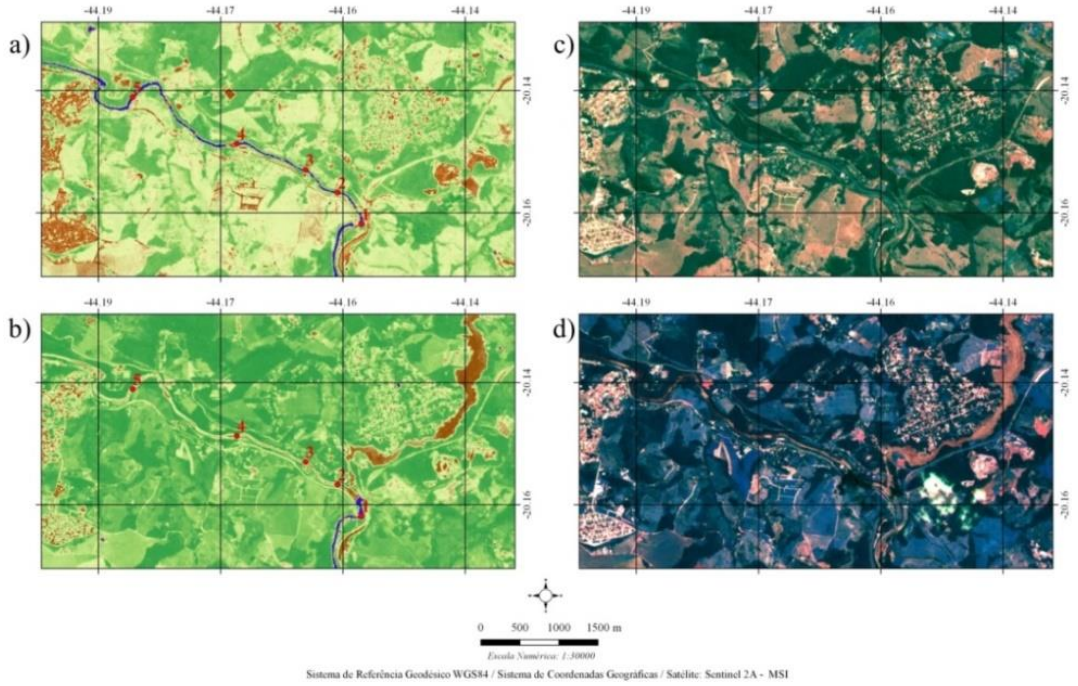


Figura 06 – a) NDVI em parte do Rio Paraopeba antes e b) depois do contato com os rejeitos do rompimento da barragem. c) Composição RGB 6\4\5 em parte do Rio Paraopeba antes e d) depois do contato com os rejeitos do rompimento da barragem.

Foi escolhidos 5 pontos aleatórios para leitura de pixels na água antes e depois da tragédia enumerados de 1 á 5 da imagem do NDVI correspondentes ao Rio Paraopeba. Na tabela 1 mostra os alvos no rio antes da tragédia apresenta valores negativos coerente com o valor para corpos hídricos para o NDVI. Após o contato da água com os rejeitos, os alvos apresentaram valores positivos, devido a alta turbidez do rio que alterou o valores dos pixels para este índice. No ponto 1 que não foi afetado

pelos rejeitos da barragem por isso apresentou valores negativos e próximos antes e depois, mostrando a característica da água não contaminada para este índice.

Pontos (valor de NDVI)	NDVI (da água antes do rompimento da barragem)	NDVI (da água depois do rompimento da barragem)
1	-0.32	-0.35
2	-0.30	0.13
3	-0.28	0.17
4	-0.35	0.10
5	-0.31	0.24

Tabela 01 – Amostras aleatorias de leitura de pixels do NDVI antes e após o rompimento da barragem.

5. Conclusão

Os dados extraídos das imagens do NDVI e os dados altimétricos na tragédia do Córrego do Feijão integrados aos SIG possibilitou a geração de documentos cartográficos importantes para análise da influência da distribuição da ocupação do solo e a geomorfologia da região para espacialização da tragédia. Mesmo o NDVI não ser um índice indicado para analise da água, foi eficiente para identificação de mudança da qualidade da água do Rio apresentando bastante discrepância entre os valores de NDVI antes e depois.

Assim, o mapeamento temático de uma região através com a utilização de SIG's se torna uma ferramenta importante na criação de bases para ações e estudos posteriores. Apresentaram com eficiência as áreas possivelmente impactadas, além de demonstrar de forma visual bastante compreensível para a sociedade, seja gestor, cientista ou a população em geral. O usuário conseguirá entender facilmente as informações demostradas graças ao uso de dados orbitais empregadas na metodologia.

6. Referências Bibliográficas

DIARIO OFICIAL. **Prefeitura de Brumadinho**. Disponível: https://portal.brumadinho.mg.gov.br/diario-oficial/ .Publicado em: 06/02/2019. Acessado: 07/02/2019.

ESA **Sentinel online. Level-1C Algorithm**.Disponivel em: https://sentinel.esa.int/web/sentinel/technical-guides/sentinel-2-msi/level-1c/algorithm. Acessado 10/01/2019.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLANTICA. **Fundação SOS Mata Atlântica realiza expedição no Rio Paraopeba**. Disponível em: https://www.sosma.org.br/107781/fundacao-sos-mata-atlantica-realiza-expedicao-rio-paraopeba/ . Acessado em 07/02/2019.

IBAMA. **Rompimento de barragem da Vale em Brumadinho-MG destruiu 26984 hectares**. Disponível http://www.ibama.gov.br/noticias/730-2019/1881-rompimento-de-barragem-da-vale-em-brumadinho-mg-destruiu-269-84-hectares. Publicado em: 30 de Janeiro de 2019. Acessado em 07/02/2019.

IBGE Cidades. Município de Brumadinho, Minas Gerais. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/brumadinho/panorama. Acessado 05/02/2019

INSTITUTO PRÍSTINO: ATLAS DIGITAL GEOAMBIENTAL . Sistema WebGis de livre acesso ao banco de dados ambiental. Disponível em: < https://institutopristino.org.br/atlas/>.Acesso em: 05/02/2019

JAXA. Japan Aerospace Exploration Agency. About ALOS – PALSAR. Disponível em https://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/en/about/palsar.htm. Acessado 05 de Fevereiro de 2019.

QGIS Development Team, [2019]. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. http://qgis.osgeo.org.

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 ESPAÇO-TEMPORAL DOS INCÊNDIOS EM NOVA FRIBURGO/RJ: subsídios ao estudo da suscetibilidade de terreno frente aos deslizamentos

Letícia Bolsas Mendonça[1], Leonardo Esteves de Freitas[2], Ana Luiza Coelho Netto[3]

[1] Estudante de Graduação em Geografia-UFRJ; Bolsista de Iniciação Científica (CNPq/INCT-REAGEO), leticiabufrj@gmail.com

[b] Biólogo, Msc e Dr. em Geografia-UFRJ; Pós-Doutorando/CNPq e Pesquisador do GEOHECO/Departamento de Geografia-UFRJ, leonardofreitas73@gmail.com

[c] Professora Titular, Pesquisadora 1A-CNPq, Coordenadora do GEOHECO/Laboratório de Geo-Hidroecologia e Gestão de Riscos/Departamento de Geografia-UFRJ, ananetto@acd.ufrj.br

Eixo: Riscos e desastres naturais

Resumo/

Impactos provocados pelo fogo na vegetação e no solo promovem alterações na estabilidade das encostas capazes de aumentar a suscetibilidade do terreno frente aos deslizamentos. Em uma área de 54 Km² do município de Nova Friburgo, 56,4% das cicatrizes de deslizamento, referente ao desastre socioambiental em Janeiro de 2011, ocorreram em encostas com cobertura vegetal degradada, indicando um comportamento hidráulico e mecânico dos solos que favorece a ocorrência de deslizamentos em comparação à solos de florestas conservadas. Assim, o objetivo deste trabalho é analisar a espacialidade e temporalidade dos incêndios e as condições meteorológicas antecedentes. Nesse município, foram levantados a ocorrência de 1.427 atendimentos de combate a incêndios entre 2014 e 2017. A frequência dos incêndios demonstrou forte correlação com meses com precipitação abaixo de 100 mm. Dentre o número de dias secos antecedentes aos incêndios em diferentes coberturas vegetais, a vegetação secundária em estágio médio/avançado apresentou a menor mediana.

Palavras chave: fogo, estiagem, degradação da vegetação

1. Introdução

O fogo é um importante agente de degradação e pode alterar o comportamento mecânico e hidráulico dos solos. Pode causar impactos diretos, como a combustão da vegetação, queima das copas, morte das raízes, redução da matéria orgânica e indiretos, como a compactação do solo, aumento do escoamento superficial e diminuição dos macroagregados (THOMAZ, 2018). Todavia, a magnitude dos impactos é condicionada por um complexo de fatores, tais como as propriedades do combustível (FERNANDES e REGO, 2010), precipitação, temperatura do ar, vento, declividade e espécie vegetal. Dessa forma, ao provocar alterações na estabilidade das encostas, o fogo é capaz de aumentar a suscetibilidade do terreno frente aos deslizamentos.

O desastre socioambiental na Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro em 2011 foi provocado por chuvas extremas que deflagaram milhares de deslizamentos e inundações. Em uma área de 421 Km², contendo grande parte do município de Nova Friburgo, foram mapeadas 3.622 cicatrizes de deslizamento (COELHO NETTO et al., 2013). Na bacia do Córrego D'Antas (54 Km²), Coutinho (2015) mapeou 367 cicatrizes de deslizamentos, as quais 56,4% ocorreram em encostas com cobertura florestal degradada, 15,2% em gramíneas e 12% em vegetação arbustiva. Informações locais apontam que a degradação florestal resulta da recorrência de incêndios, o que justifica conhecer a extensão espacial da cobertura vegetal, a recorrência temporal dos incêndios e as condições meteorológicas antecedentes para apoiar ações voltadas à gestão de riscos à desastres associados aos incêndios e degradação vegetal, os quais, por sua vez, favorecem a ocorrência de deslizamentos.

2. Materiais e Métodos

As informações sobre os eventos de incêndio no município de Nova Friburgo foram coletadas no 6º Grupamento de Bombeiros Militar para os anos de 2014 a 2017. A localização dos incêndios foi realizada com base nos endereços informados nos cadernos de ocorrência do corpo de bombeiros e plotados visualmente através da plataforma Google Earth Pro. Em

ISBN: 978-85-7282-778-2

seguida, os pontos georreferenciados foram sobrepostos ao *shape* de cobertura vegetal e uso da terra do Instituto Estadual do Ambiente (INEA) de 1:25000 (2015) no *software* ArcGis 10.1.

Os dados sobre o regime de distribuição da chuva foram obtidos em 17 pluviômetros do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN) distribuídos pelo município de Nova Friburgo. Além disso, em razão de algumas lacunas nos dados pluviométricos do CEMADEN, também foram adquiridos os registros de duas estações da Agência Nacional das Águas (ANA).

3. Resultados e Discussões

O levantamento das ocorrências foi de 1.427 atendimentos ao combate de incêndios entre 2014 a 2017. A maior frequência de incêndios ocorreu nos meses com pluviosidade abaixo de 100 mm (Figura 1A). A relação entre o número de dias secos antecedentes aos incêndios e as classes de uso do solo e cobertura vegetal, vista através do *diagrama de caixa* para 2015, indicou os seguintes valores medianos: 15 para áreas urbanas, 13 para reflorestamento, 23.5 para vegetação secundária em estágio inicial, 10 para vegetação secundária em estágio médio/avançado e 12 para campo/pastagem (Figura 1B).

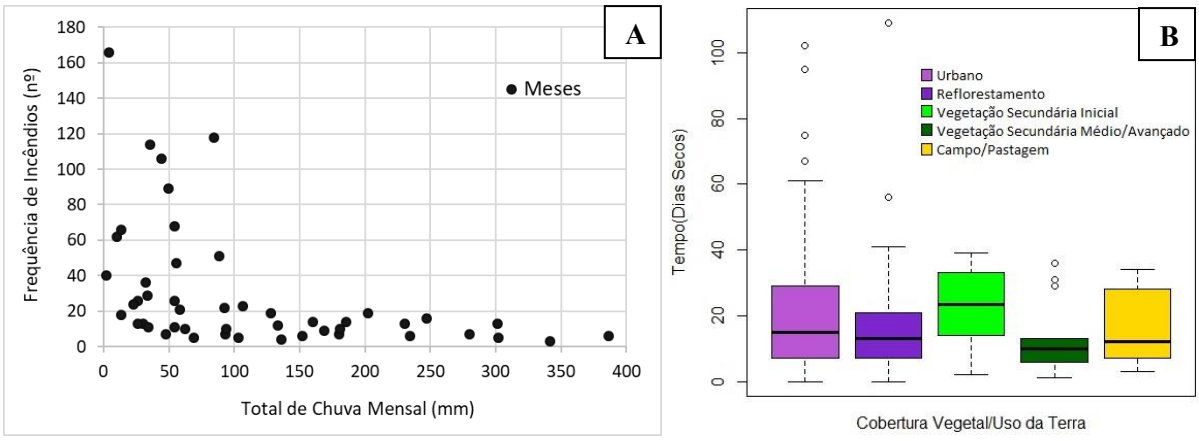


Figura 1 – A - Correlação entre a chuva acumulada mensal e a frequência de incêndios entre 2014 e 2017. Os dados de chuva foram obtidos a partir da média de três estações. B - Relação entre o número de dias secos antecedentes aos incêndios e as classes de uso do solo e cobertura vegetal para 2015.

ISBN: 978-85-7282-778-2

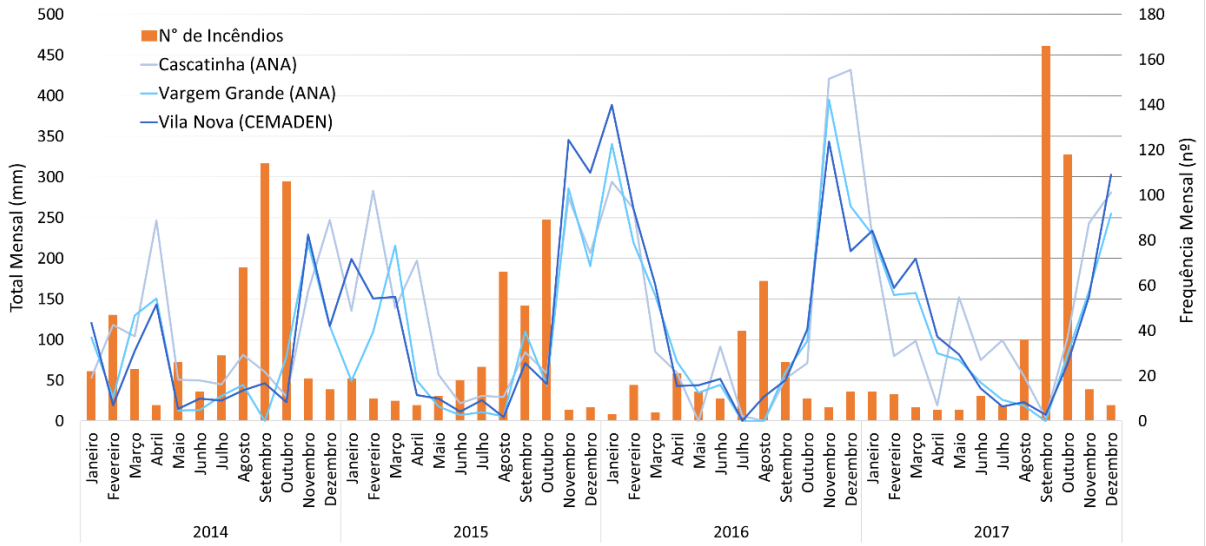


Figura 2 – Histogramas de frequência de incêndios e distribuição da chuva mensal das estações Cascatinha (ANA), Vargem Grande (ANA) e Vila Nova (Cemaden) no período entre 2014 e 2017.

Além disso, através desse levantamento também foi possível observar o comportamento cíclico da frequência dos incêndios e o regime de chuva mensal no período amostral (Figura 2). Nesse sentido, a precipitação afeta as condições de umidade do material combustível que, por sua vez, influência na combustão do material, definindo a inflamabilidade da área. No município de Nova Friburgo observou-se nos anos de 2015 e 2016 que 43,6% dos incêndios ocorreram em áreas urbanas, 23,9% em reflorestamento, adjacentes àquelas, 14,1% em vegetação secundária em estágio inicial, 9,8% em vegetação secundária em estágio médio/avançado e 8,6% em campo/pastagem. Essas ocorrências foram concentradas nos distritos de Nova Friburgo e Conselheiro Paulino.

4. Considerações Finais

A concentração de incêndios em áreas urbanas alimenta suposições frente às ações clandestinas e descuido da população. No entanto, não é possível afirmar que os incêndios somente ocorrem próximos às aglomerações urbanas, visto que a prática de queimadas é realizada também junto às práticas de pousio pelos agricultores tradicionais nas áreas rurais do

ISBN: 978-85-7282-778-2

município (INEA, 2014). Nesse contexto, a responsabilidade do combate aos incêndios pode estar distribuída entre outros órgãos pelo município, como a brigada de incêndio do Parque Estadual dos Três Picos e a Área de Proteção Ambiental de Macaé de Cima. Tendo em vista a expansão da análise deste trabalho, a coleta desses dados em outras fontes é um desdobramento importante para avaliar a espacialidade dos registros de incêndio no município.

5. Agradecimentos

Os autores agradecem ao 6º Grupamento de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro pela concessão dos dados; ao CNPQ e FAPERJ pelo suporte financeiro e ao INCT-REAGEO pela concessão da bolsa de Iniciação Científica.

6. Referências Bibliográficas

COELHO NETTO, A. L.; SATO, A. M.; AVELAR, A. S.; VIANNA, G. G.; ARAÚJO, I. S.; FERREIRA, D. L. C.; LIMA, P. H., SILVA, A. P. A., SILVA, R. P. January 2011: the extreme landslide disaster in Brazil. The Second World Landslide Forum, 2011, Rome. 6 p.

COUTINHO, B. H. Indicadores Geo-Hidroecológicos de suscetibilidade das encostas frente a erosão e movimentos de massa em região montanhosa tropical úmida: suporte metodológico para mapeamento de riscos em diferentes escalas de análise espacial. Relatório Técnico do 2º ano Pós-Doutorado PDJ/CNPq, 2015. 157 p.

FERNANDES, P.; REGO, F. Combustíveis e Combustão em Ambiente Florestal. In: MOREIRA, F.; CATRY, F. X.; SILVA, J. S.; REGO, F. Ecologia do Fogo e Gestão de Áreas Ardidas. 2010. cap. 1, p. 13-20.

INEA. Plano de Manejo – Área de Proteção Ambiental Estadual de Macaé de Cima. Análise da UC (Módulo 3). Rio de Janeiro, 2014. 315 p.

THOMAZ, E. L. Dynamics of aggregate stability in slash-and-burn system: Relaxation time, decay, and resilience. Soil & Tillage Research, 2018. 5 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

ASPECTOS LEGAIS TOCANTES À SEGURANÇA DE BARRAGENS DE REJEITO DE MINÉRIO: REFLEXÕES SOBRE O CONTEXTO BRASILEIRO E DO ESTADO DE MINAS GERAIS

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
[(b)] Departamento de Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais, romeiro.camila@gmail.com
[(b)] Departamento de Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais, mendes.ias@gmail.com
[(b)]Departamento de Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais, antonio.magalhaes.ufmg@gmail.com

Eixo: Riscos e desastres naturais

Resumo/

No Brasil os barramentos são amplamente utilizados para contenção de rejeitos da atividade minerária. Segundo relatório da Agência Nacional de Mineração (2017), existem 839 barragens de rejeito no país, das quais 44% localizam-se em Minas Gerais. Apesar das vantagens econômicas, estas barragens são permeadas por riscos relacionados à estabilidade. Devido a estes riscos, existem parâmetros que regulam as barragens no país, estabelecidos através da Política Nacional de Segurança de Barragens e do Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB). Assim, o presente trabalho tem como objetivo apresentar as atuais estruturas do SNISB e dos aspectos legais de segurança de barragens do estado de Minas gerais, discutindo suas potencialidades e limitações. Pôde-se verificar que apesar dos atuais avanços existem falhas na aplicação dos aparatos legais, relacionadas principalmente com a ineficiência dos órgãos responsáveis pela fiscalização. Este aspecto se reflete na ocorrência histórica de desastres, que geram severos impactos socioambientais.

Palavras chave: Barragens, mineração, impactos ambientais.

1. Introdução

A exploração mineral pode ser considerada como um dos setores básicos da economia nacional, representando cerca de 9% do PIB brasileiro (ANA, 2006). Especificamente no estado de Minas Gerais a mineração constitui um dos setores econômicos mais significativos, fato que remonta ao início da exploração aurífera no Brasil em meados do séc. XVII

(SOBREIRA, 2014). No entanto, apesar de sua clara importância econômica, sabe-se que a atividade minerária gera impactos ambientais significativos.

Além de impactos diretos, outros fatores relacionados à atividade devem ser destacados quando se trata de implicações sobre a dinâmica ambiental ambiental, como é o caso da construção de barramentos para a contenção de resíduos líquidos e sólidos oriundos do beneficiamento do minério.

A atividade minerária, de maneira geral, é compreendida por um conjunto de processos de lavra, concentração e transformação do minério para múltiplas finalidades (D'AGOSTINO, 2008). Nesse sentido, um empreendimento pode gerar, a partir da exploração e beneficiamento do minério, quantidades variáveis de rejeito, os quais podem ou não ser dispostos em barragens (ANA, 2006). Outras formas para deposição de rejeitos oriundos da atividade minerária podem ser em pasta, *dry stacking*, pilhas, cavas exauridas de mina e em minas subterrâneas (ESPÓSITO & ÁVILA, 2008).

Segundo Alves (2015) a utilização de barragens para contenção de rejeitos de minério decorre, de maneira geral, de sua viabilidade econômica, estando presentes em larga escala no Brasil e no mundo. Segundo o último relatório do Cadastro Nacional de Barragens (Database 12/2016), apresentado pela Agência Nacional de Mineração (ANM, 2017), há oitocentas e trinta e nove barragens de rejeito de minério no país. Deste número, cerca de 44% localizam-se em Minas Gerais (Figura 1). Frente a esse quantitativo ressalta-se que, apesar do extenso território do estado, a distribuição dessas barragens se dá de forma concentrada, em decorrência da existência de províncias minerais para exploração.

Apesar das vantagens ligadas ao seu custo-benefício, as barragens são permeadas por uma série de riscos relacionados à estabilidade, sendo significativos os registros históricos envolvendo rompimentos e o desencadeamento de severos impactos ambientais (Costa *et al.*, 2016). Devido a estes riscos, existem parâmetros legais que regulam as barragens de rejeito de minério no Brasil, estabelecidos através da Política Nacional de Segurança de Barragens

(PNSB) e do Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB). A aplicação destes sistemas legais, no entanto, apresenta lacunas significativas, que abrem margem para a ocorrência, periodicamente, de desastres ambientais vultosos. Como exemplos recentes pode-se citar o rompimento da barragem de Fundão no município de Mariana (MG), de responsabilidade da empresa mineradora Samarco S.A., que no ano de 2015 levou 19 pessoas a óbito e gerou impactos ambientais severos; e o desastre envolvendo a barragem de rejeitos da Mina do Córrego do Feijão em 2019, pertencente à empresa Vale S.A, que rompeu-se em Brumadinho (MG) e até o presente momento levou 134 pessoas à óbito, restando ainda 199 desaparecidos

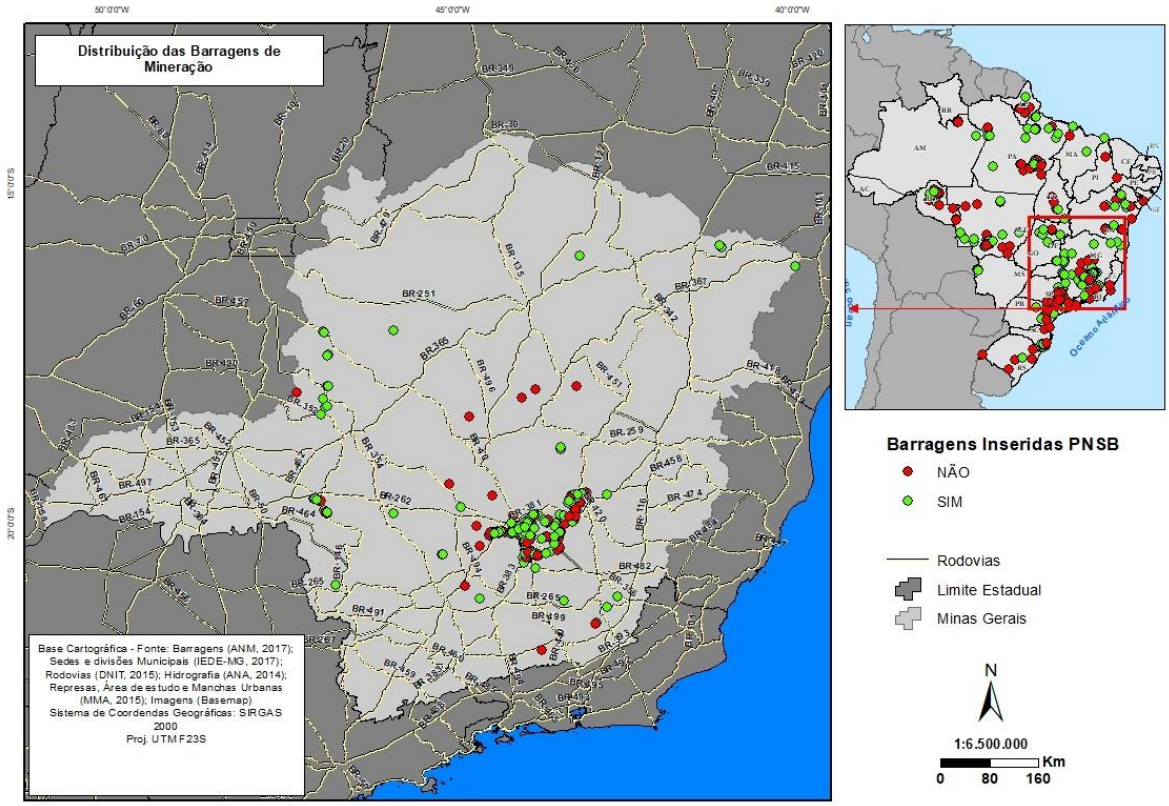


Figura 1 – Espacialização das barragens de rejeito de minério em Minas Gerais e no Brasil e sua inserção na PNSB.

Diante do contexto apresentado, vê-se como necessária a realização de estudos que abordem os aspectos e instrumentos legais tocantes à segurança de barragens de rejeitos, fomentando reflexões acerca das implicações e riscos inerentes à instalação e manutenção destes tipos de empreendimentos. Neste sentido, o presente trabalho tem como objetivo apresentar as atuais estruturas do Sistema Nacional de Segurança de Barragens e dos instrumentos legais de segurança de barragens do estado de Minas gerais, discutindo suas potencialidades e limitações.

2. Procedimentos metodológicos

Este trabalho teve por base pressupostos técnicos, teóricos e conceituais, estabelecidos a partir das discussões que permeiam os aspectos legais e espaciais sobre barragens de rejeito de minério.

Buscando alcançar os objetivos estabelecidos, o trabalho baseou-se em uma revisão bibliográfica acerca da conjuntura legal de segurança de barragens de rejeito, bem como em dados quantitativos relativos ao tema, dando enfoque e contextualizando a legislação federal e do estado de Minas Gerais.

3. A segurança de barragens nas esferas federal e estadual (MG)

Considerando que a construção de barramentos para a retenção de rejeitos de minério envolve riscos, sobretudo associados aos parâmetros geotécnicos relativos à estabilidade da estrutura da barragem (D'AGOSTINO, 2008), foi publicada a Lei Federal n.º 12.334 de 20 de setembro de 2010 (BRASIL, 2010), que estabelece a PNSB e o SNISB.

Até o ano de 2017 ficava a cargo do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), no âmbito de suas atribuições, fiscalizar a pesquisa e a lavra para o aproveitamento mineral, bem como as estruturas decorrentes destas atividades. Cabia ao DNPM também a competência para fiscalizar barragens destinadas à contenção de rejeitos de mineração, bem como publicar normativas no sentido de regulamentar os instrumentos previstos na PNSB. 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 é criada a Agência Nacional de Mineração (ANM), que passa a ter, em grande parte, as atribuições antes destinadas ao DNPM.

Vale destacar que antes da Lei Federal nº 12.334 de 2010, que estabeleceu a PNSB, havia um arcabouço legal amplo e disperso acerca da regulamentação de barragens de rejeito de minério no Brasil (D'AGOSTINO, 2008; TONINDANDEL, 2011). Este histórico remonta à Constituição de 1937, passando pelo Código da Mineração de 1967 e a Constituição Federal de 1988.

A PNSB apresenta, como instrumentos previstos, 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). O sistema de classificação de barragens por CRI e por DPA segue os critérios estabelecidos pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), através da Resolução n.º 143, de 10 de julho de 2012 (CNRH, 2012).

Para efeitos da PNSB, entende-se como DPA qualquer ocorrência relacionada a rompimento, vazamento, infiltração no solo ou mau funcionamento de uma barragem, podendo ser graduado de acordo com as perdas de vidas humanas e impactos sociais, econômicos e ambientais. Já para a CRI, as barragens são classificadas de acordo com os seus próprios aspectos, englobando as características técnicas, estado de conservação e seu respectivo PSB.

A elaboração do PSB, por sua vez, é de obrigação do empreendedor, tendo o objetivo de auxiliar na gestão da segurança da barragem. O conteúdo mínimo, a periodicidade de atualização, a qualificação dos responsáveis técnicos e o nível de detalhamento do PSB são definidos pela Portaria do DNPM n.º 70.389, de 17 de maio de 2017 (DNPM, 2017). Esta Portaria também criou o Cadastro Nacional de Barragens de Mineração (CNBM), sob responsabilidade do DNPM, diferindo do SNISB proposto na Lei n.º 12.334 de 2010, o qual é de responsabilidade da ANA e abrange outros tipos de barramentos.

Vale ressaltar que deve estar destacado no PSB a CRI, o DPA e a declaração de condição de estabilidade, além de licenças ambientais, outorgas e demais requerimentos legais necessários para o funcionamento da barragem. A presença do DPA é de extrema importância para o PSB, pois interfere na temporalidade do monitoramento de segurança da barragem. Deste modo, o empreendedor fica responsável também pela categorização do CRI e do DPA.

Todas as barragens classificadas com DPA alto deverão 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), que deverá conter procedimentos preventivos e corretivos a serem adotados em situações de emergência. Tais procedimentos deverão considerar diversos cenários em que possa ocorrer o rompimento (ex: chuvas extremas) e a possível mancha de inundação gerada. Não obstante, se o órgão fiscalizador julgar necessário, pode solicitar a elaboração de um PAEBM de um empreendimento que não possui DPA alto.

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. Isto significa que quanto maior a sua classe, maior é a necessidade de planos mais abrangentes e revisões mais frequentes.

Além de todo arcabouço legal referido em âmbito federal, o governo do estado de Minas Gerais também publica, através da Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM), o Inventário de Barragens do Estado de Minas Gerais. Este documento faz parte do Programa de Gestão de Barragens de Rejeitos e Resíduos, que visa reduzir o risco de danos ambientais caso ocorra algum colapso nessas estruturas, seguindo as diretrizes das Deliberações Normativas do COPAM n.º 62, n.º 87, n.º 124 e n.º 217 (COPAM, 2002; 2005; 2008; 2017).

A classificação adotada pela FEAM segue critérios próprios definidos nas deliberações citadas, considerando principalmente o potencial poluidor/degradador da atividade. Cada barragem pode ser classificada em três categorias: classe I – pequeno, classe

II - médio e classe III - grande. Ademais, sua fiscalização é complementar à realizada pela ANM, que é a autarquia federal (vinculada ao Ministério de Minas e Energia) responsável legalmente pela fiscalização do PSB e pela revisão periódica de segurança de todas as barragens de mineração no país (WANDERLEY, *et al*. 2016).

Diante deste contexto, as principais críticas ao arcabouço legal que tange a segurança de barragens de rejeito de minério decorre da permissividade/incapacidade dos órgãos gestores (ANM e a FEAM) em fiscalizar as barragens e da falta de exigência em se cumprir os instrumentos estabelecidos na PNSB.

Nesse sentido, Wanderley, *et al*. (2016) apontam para a reincidência de barragens com grande potencial poluidor/degradador (classe III), seguindo a classificação da FEAM, sem a declaração de estabilidade garantida. Os referidos autores ainda destacam que algumas barragens no contexto do Quadrilátero Ferrífero (domínio geológico-geomorfológico do estado de Minas Gerais com maior concentração da exploração de recursos minerais) permanecem com a estabilidade não garantida por até quatro anos seguidos, evidenciando lacunas na fiscalização de barragens por parte da FEAM e do próprio DNPM (que ainda existia à época).

Outras críticas pertinentes se baseiam na elaboração do PAEBM, que fica a cargo do empreendedor. Segundo Sampaio (2016), a confiança que a legislação deposita na boa fé do empreendedor ou em seu temor acerca das penalidades que possa sofrer com o descumprimento de normas, lhe credita total autonomia para a elaboração do PAEBM. Contudo, Sampaio (2016, *op. Cit*) ressalta que este posicionamento "pode cobrar um alto preço em perdas humanas, ambientais e econômicas".

Casos recentes de barragens que foram declaradas como estáveis e vieram a romper evidenciam esta situação. Wanderley *et al.* (2016), tomando como base o Inventário de Barragens do Estado de Minas Gerais, destacam a barragem da Herculano Mineração, localizada no município de Itabirito (Alto Rio das Velhas), que apresentou a declaração de

estabilidade garantida no ano de 2013 e se rompeu no ano seguinte vitimando três pessoas. O mesmo ocorreu com a barragem de Fundão, localizada em Mariana (Alto Rio Doce), que apresentou a declaração de estabilidade para os anos de 2014 e 2015, sendo a última quatro meses antes do rompimento que vitimou dezenove pessoas.

De acordo com o Relatório de Segurança de Barragens referente ao ano de 2016 (ANA, 2017), que abrange todo tipo de barramento previsto na PNSB, somente 336 PAEs foram implementados. Entretanto, sua elaboração era obrigatória para as 2.053 barragens com DPA alto existentes em todo o território nacional à época, de acordo com a PNSB. Segundo Wanderley *et al*. (2016), o baixo número de barragens com PAEs evidencia a incapacidade dos órgãos fiscalizadores em garantir que as empresas cumpram as normas de segurança obrigatórias previstas nos instrumentos da Lei Federal n.º 12.334 de 2010.

4. Considerações finais

A legislação tocante à atividade minerária no Brasil apresenta-se historicamente de maneira ampla e dispersa, com uma contínua elaboração e revisão dos aparatos normativos que regem a atividade. Quando se refere às barragens, o estabelecimento de uma política destinada à sua gestão e segurança é recente, 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.

Apesar dos avanços alcançados, no entanto, evidenciam-se significativas lacunas na aplicação dos aparatos legais supracitados, relacionadas principalmente com a baixa eficiência na fiscalização dos órgãos responsáveis, que tornam-se incapazes de garantir que as empresas cumpram as normas de segurança obrigatórias previstas nos instrumentos da Lei Federal n.º 12.334 de 2010. Este aspecto, por sua vez, reflete-se na ocorrência histórica de desastres

envolvendo o colapso destes empreendimentos, que geram transtornos socioambientais muitas vezes irreparáveis, envolvendo mortes e a degradação de sistemas ambientais.

5. Referências Bibliográficas

ALVES, H. O. *Estudo comparativo de duas técnicas de lavra em barragem de rejeito sob o ponto de vista geotécnico.* Dissertação (mestrado) Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia. Belo Horizonte: 2015. 153f.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. *A Gestão dos Recursos Hídricos e a Mineração.* Brasília: 2006. p. 334.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. *Relatório de Segurança de Barragens 2016*. Brasília: 2017. p. 235.

ANM - Agência Nacional de Mineração *Cadastro Nacional de Barragens de Mineração - Database dezembro de 2016.* Brasília: 2017. p.10.

BRASIL. *Lei n.º 12.334, de 20 de setembro de 2010*. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/ lei/l12334.htm>. 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.

D'AGOSTINO, L. F. *Praias de Barragens de Rejeitos de Mineração: Características e Análise da Sedimentação*. 2008. Tese (Doutorado em Engenharia Mineral) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

ESPÓSITO, T. J.; ÁVILA, J. P. *Programa de Implementação de Procedimentos de Gestão e Segurança das Barragens de Rejeitos*. Curso Para Gerentes/Engenheiros de Operação. Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. 2008.

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.

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.

TONIDANDEL, R. P. *Aspectos Legais e Ambientais do Fechamento de Mina no Estado de Minas Gerais*. 2011. Dissertação (Mestrado em Geologia Econômica Aplicada) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

CNRH - CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. *Resolução n.º 143, de 10 de julho de 2012*. Disponível em: <http://www.cnrh.gov.br/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=1635>. Acesso em: 15 mai. 2018.

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.

COPAM – CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL. *Deliberação Normativa COPAM n.º 62, de 17 de dezembro de 2002*. Disponível em: < http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=5008>. Acesso em: 15 mai. 2018.

COPAM – CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL. *Deliberação Normativa COPAM n.º 87, de 17 de junho de 2005*. Disponível em: < http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=8251>. Acesso em: 15 mai. 2018.

COPAM – CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL. *Deliberação Normativa COPAM n.º 124, de 09 de outubro de 2008*.. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=8572>. Acesso em: 15 mai. 2018.

COPAM – CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL. *Deliberação Normativa COPAM n.º 217, de 06 de dezembro de 2017*. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=45558>. Acesso em: 15 mai. 2018.

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.

SAMPAIO, J. A. L. As deficiências do plano de ação emergencial das barragens no Brasil. As deficiências do plano de ação emergencial das barragens no Brasil. *Revista Brasileira de Direito*, v. 12, n. 2, p. 7-17, 2016.

COLLISCHONN, W.; TUCCI, C. E. M. *Análise do rompimento hipotético da barragem de Ernestina*. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. 2. Porto Alegre: 1997. Disponível em: 10.21168/rbrh.v2n2.p191-206. Acesso em: 09 jun. 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

Aedes Aegypti e seus impactos em bairros de Manaus

Erick Mendes Da Silva [(a)], Reinaldo Corrêa Costa[(b)]

[(a)] Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia - INPA, hankmeendes@gmail.com

[(b)]Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia - INPA, rei@inpa.gov.br

Eixo: Riscos e Desastres Naturais

Resumo

A pesquisa analisa os impactos do *Aedes Aegypti* nos bairros de Manaus com a influência do clima urbano. O objetivo da pesquisa é analisar os riscos e impactos que o *Aedes Aegypti* causa nos bairros mais vulneráveis ao mosquito. O estudo foi embasado em bibliografias especializadas sobre o tema e trabalho de campo. Identificou-se que a população mais vulnerável ao desenvolvimento do vetor, são as que sofrem com as desigualdades sócio espaciais que se traduzem em precárias condições de moradia, acesso à água, esgoto e informação, em geral, elementos desprezados no cotidiano do combate as doenças transmitidas pelo vetor.

Palavras chave: *Aedes Aegypti,* Manaus, Riscos, Clima

1. Introdução:

A urbanização, industrialização e o crescimento da pobreza em Manaus, além das condições climáticas, alteram as condições de saúde ambiental, o que aumenta o número de ocorrências de doenças causadas pelo mosquito *Aedes Aegypti.* Essas mudanças alteram profundamente as condições socioambientais. Desmatamento, emissão de gases poluentes, ocupação de áreas de risco e irregulares, uso inadequado do solo contribuíram para uma deterioração de saúde ambiental regional.O crescimento acelerado da pobreza, expansão de

áreas ocupadas inadequadamente e sem infraestrutura produz um aumento pela demanda de serviços básicos como os de saneamento (rede de água, esgoto, coleta seletiva, limpeza urbana), o que a administração pública não tem condições de suprir, são alguns dos problemas que ocorrem na região de Manaus. Todas essas alterações ocorridas fizeram com que o espaço natural passasse a ser modificado para um ambiente profudamete modificado com o passar dos anos. Nesse sentido deve haver uma abordagem do problema que trabalhe com as conexões e interações nos processos.

> *A ausência de um enfoque sistêmico que apresente o dengue em suas diversas dimensões (biológica, ecológica, mudanças climáticas globais, modelo de desenvolvimento econômico com exclusão social) limita a participação social ao aspecto individual pouco transformador (SANTOS; AUGUSTO,2005, p. 124).*

Os bairros que se localizam nas Zonas Leste e Norte de Manaus têm os maiores números de ocupações irregulares e ainda sofrem com a falta de infraestrutura, e nesses bairros é que se notificam mais as doenças trasmitidas pelo *Aedes aegypti*. Está pesquisa tem como objetivo identificar e análisar os impactos do *Aedes Aegypti* nos bairros de Manaus. Como vai afetar o modo de vida das pessoas que vivem nos bairros com maiores índices de dengue, zika e chikungunya, doenças trasmitidas pelo mosquito *Aedes Aegypti.*

2. Materias e Métodos

2.1 Área de estudo

Este trabalho tem como unidade espacial de análise os 63 bairros da cidade de Manaus.. Em 2017 foram identificados os bairros com maiores índices de doenças causadas pelo mosquito, como, Alvorada, Cidade Nova, Compensa, Planalto, e Jorge Teixeira, sendo estes oriundos principalmente de ocupações irregulares.

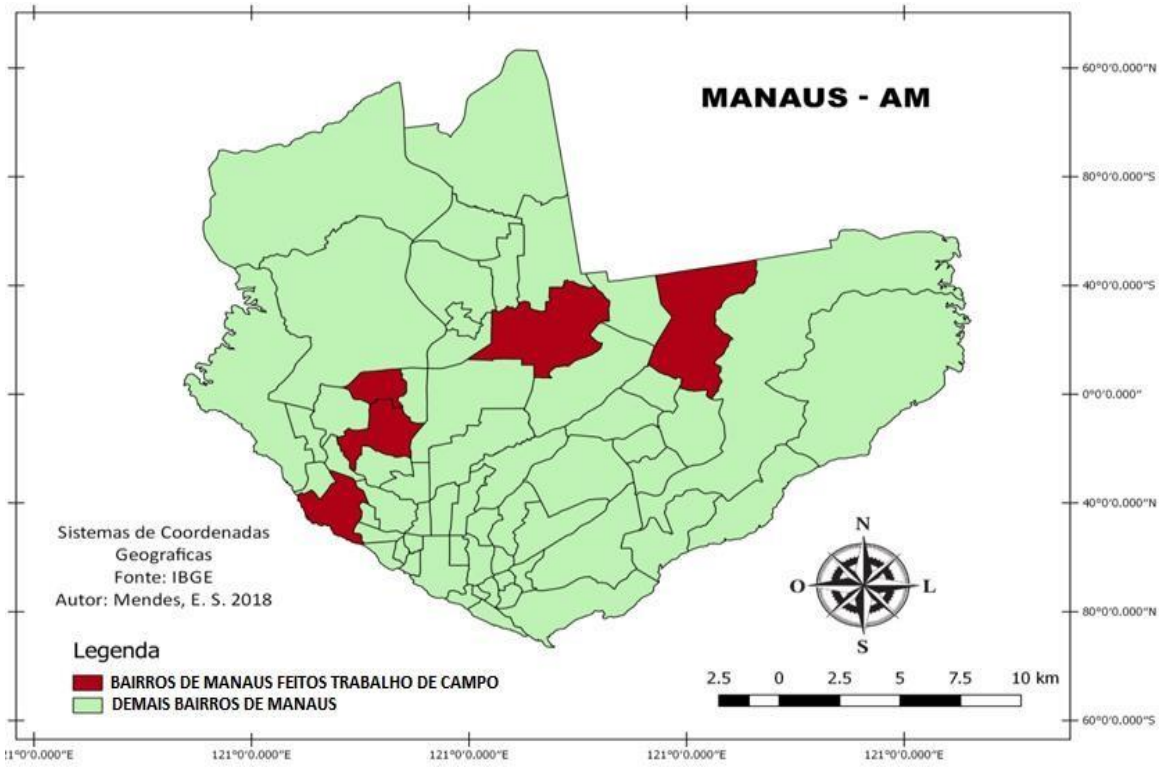


Figura 1: Mapa de Manaus identificando os bairros que foram estudados nessa pesquisa.
Elaboração, MENDES E. S (2019)

2.3 Procedimetos Teóricos Metódologicos

A medodologia adotada para eleboração da pesquisa se pautou em levantamentos bibliográficos tanto de aporte teórico quanto de relatórios técnicos de instituições, assim como trabalhos de campo para identificar e analisar as áreas mais impactadas.

Para as analises foi utilizado o SAU (Sistema ambiental urbano) que propõe a relação entre a sociedade e a natureza no ambiente, deMendonça (2004), o sistema constitui-se de "Análises relativas às interações entre a natureza e a sociedade, considerando principalmente a diversidade escalar da manifestação de problemas ambientais advindos dessa interação nas cidades". MENDONÇA (2004).

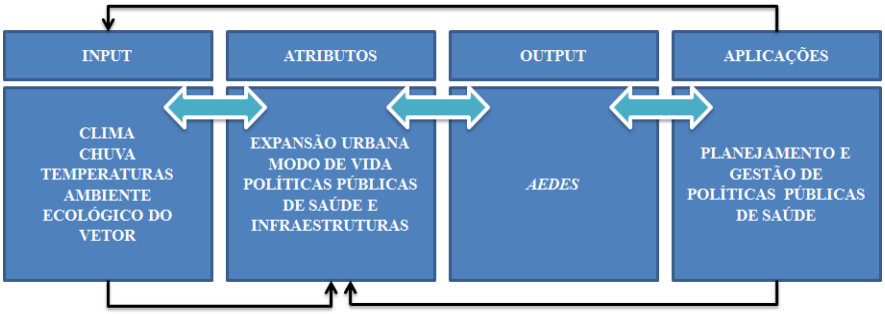


Figura 2: Sistema Ambiental Urbano (SAU).
Adaptado de Mendonça, F.A. (2004), organização Mendes E.S (2018).

3. Resultados e discursões

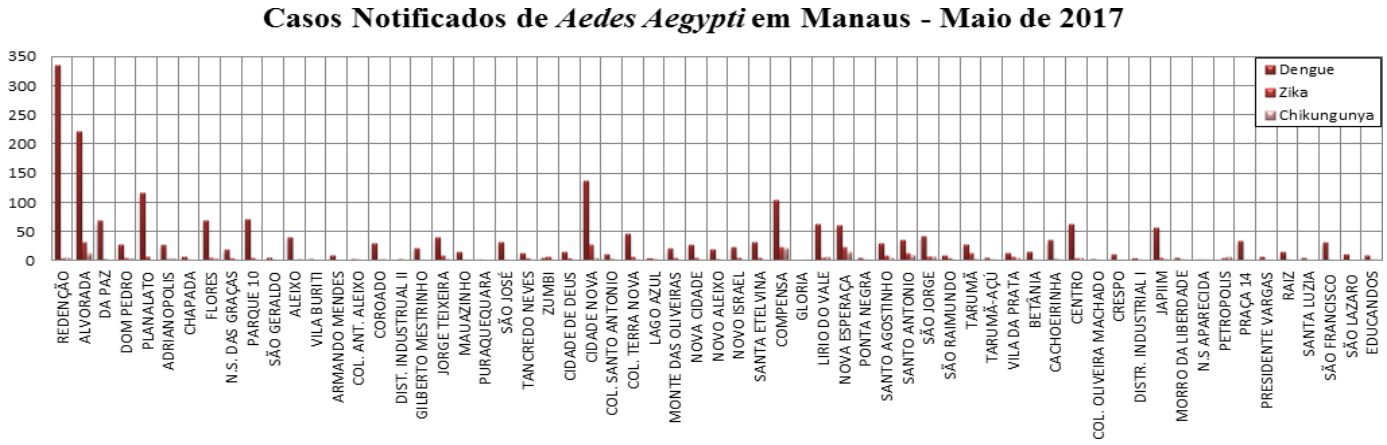


Gráfico 1: Gráfico com casos notificados de Aedes Aegypti em Manaus – Maio de 2017
Organização Mendes, E.S (2018).

As questões sociais estão diretamente ligadas aos impactos ocasionados pelo vetor *Aedes Aegypti*. Soma-se a isso, a falta de saneamento básico, falta de infraestrutura e na falta de políticas públicas eficientes. É notável a precariedade que os dois bairros mostram em relação ao saneamento básico, consequentemente o próprio comportamento humano em associação ao espaço ocupado, assim fazendo as doenças uma manifestação no indivíduo, ainda que sua espacialização seja sócioespacial; a situação de saúde é uma manifestação espacial. Os riscos dentro de um espaço são resultado de uma de diferentes processos, de

situações históricas, ambientais, econômicas, políticas, sociais, entre tantas outras que instauram bases propícias para a reprodução das condições ideais para o *Aedes aegypti*.

Existe uma associação entre a transmissão das doenças, alta densidade demográfica e habitacional, urbanização inadequada e a pobreza. Isso porque as moradias inadequadas oferecem condições ideais para a reprodução vetorial nos quintais e dentro das casas, onde há presença de recipientes utilizados como reservatórios para fins decorativos ou ainda devido a negligência com resíduos sólidos.

Figura 3: Imagens (a) e (b) ocupação irregular localizada no bairro da Cidade Nova.
Imagens (c) e (d) descartes irregulares no bairro do Jorge Teixeira. Mendes. E.S. (2018)

Os bairros com o constante crescimento de ocupações irregulares, como a que foi analisado no trabalho de campo no ano de 2018 figura (a e b), tem um grande índice de ocupações irregulares. Estudado em 2018, o bairro como o Jorge Teixeira, as ruas nem sempre recebem a coleta seletiva de lixo, assim fazendo com que os moradores dessas áreas descartem irregularmente dejetos como pneus de automóveis, geladeiras, TV, dentre outros.

Assim formando criadouros para o desenvolvimento do mosquito e deixando a população de tais áreas mais vulneráveis para a transmissão de doenças.

4. Considerações finais

A ploriferção do vetor *Aedes Aegypti*, ocorre por meio do acúmulo inadequado de água em qualquer superfície transfomando-se em seu criadouro. É preciso analisar que essas doenças que o vetor transmite, são doenças com múltiplos impactos (sociais, biológicos, econômicos,entre outros), há também as variáveis ambientais como a temperatura, pluviosidade,que são o ambiente natural de potencializar uma doença de espacialidade socioecnômica.

3. Referências Bibliográficas

ALEIXO, Natacha C. R; SANT'ANNA NETO, João Lima. Percepção e riscos: abordagem socioambiental do processo saíde-doença. In: Mercator, Fortaleza, v. 10. n.22, p. 191-208, mai./ago.2011.
ALMEIDA, R. B.; BELEZA, M. C.; COSTA, R. C. 2017. Dengue e Região Metropolitana de Manaus. Riscos, fragilidades & problemas ambientais urbanos em Manaus, p. 61-84. Editora INPA, 2017.
ARAUJO, M. R. Características Socioeconômicas e Ambientais dos Casos de Dengue Na Zona Urbana De Manaus. Fundação Oswaldo. Cruz -Instituto Leônidas E Maria Deane. UFAM/ILMD -FIOCRUZ-Amazônia/UFPA, 2013.
CARMO, R. L. JOHANSEN, I. C. DAGNINO, R. S. CAPARROZ, M. B,Dengue e Chikungunya: estudos da relação entre população, ambiente e saúde / Roberto Luiz do Carmo (Org.) et al. – Campinas, SP: Núcleo de Estudos de População "Elza Berquó" / Unicamp, 2015
COSTA, R. C.; BELEZA, M. C. Clima Urbano e a Dengue. 2017. Riscos, fragilidades & problemas ambientais urbanos em Manaus, p. 31-44. Editora INPA, 2017.
BARCELLOS, F.C E OLIVEIRA, S.M.M.C. Novas Fontes de Dados sobre Risco Ambiental e Vulnerabilidade Ambiental.
COSTA, Reinaldo Corrêa; CASSIANO, Karla Regina Mendes & CRUS, Denise Rodrigues, Áreas de risco em Manaus- Inventário preliminar. Observatório de La Economia Latino-americana, 2009.
DEMO, Pedro , Metodologia Cientifica em: www.ibge.gov.br. Acesso em: 05/01/2014
MENDONÇA, F. Aquecimento global e saúde: Uma perspectiva geográfica- Notas introdutórias. Revista Terra Livre, n.20, AGB-DN,2003.
COSTA, R.C. 2017. Ambientes reativos, impactos e fragilidades: e a geognose da pesquisa. Riscos, fragilidades & problemas ambientais urbanos em Manaus, p. 7-11. Editora INPA, 2017.
MENDONÇA, F. Clima, tropicalidade e saúde: Uma perspectiva a partir do aquecimento global. Revista Brasileira de Climatologia, V.1, 2005, pg. 97-110.
MENDONÇA, F. Riscos, vulnerabilidade e abordagem socioambiental urbana; uma reflexão a partir da RMC e de Curitiba. Desenvolvimento e Meio Ambiente, n. 10, p. 139-148, jul/dez 2004. Editora UFPR 39.
MONTEIRO, C.A.F. Teoria do clima urbano, São Paulo: IGEO/USP, 1976.
MONTEIRO, C.A.F. Notas Metodológicas sobre s Metropolização e a Metrópole Paulista. In: CARLOS, A.F.A, OLIVEIRA, A.U. (orgs.) São Paulo, Contexto. 2006.

OPAS. Organização Pan-Americana de la Salud. Sistemas de informação geográfica em Saúde: Conceitos básicos , Brasília; OPAS, 2010.
PEREIRA, F.O. A problemática ambiental urbana: uma avaliação da relação entre o padrão de ocupação e o potencial de degradação ambiental , em trechos da área de borda marítima de degradação. UFBA. Dissertação de Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana, 2009.
SANTOS, S. L. dos; AUGUSTO, L. G. da S. Modelos de controle de dengue, pontos e contrapontos. In: AUGUSTO, L. G. da S.; CARNEIRO, R. M.; MARTINS, P. H. (Orgs.). Abordagem ecossistêmica em saúde – ensaios para o controle do dengue. Recife: Editora UFPE, 2005. p. 115-136.
SEMSA – Secretaria Municipal de Saúde. Casos de dengue. Disponível em: http://semsa.manaus.am.gov.br/ Acessado em: 15/05/2013.

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

ANÁLISE MULTICRITÉRIO E ÁLGEBRA DE MAPAS NA IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS DE PERIGO A ESCORREGAMENTOS NA CIDADE DO RECIFE (PE)

John Kennedy Ribeiro de Santana [(1)], Dinah Dantas Silva [(2)], Emanuelle Cristine Batista da Silva [(3)], Fabrizio de Luis Rosito Listo [(4)]

[(1)] Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Geografia (UFPE), Email: santanajohn87@gmail.com,

[(2)] Discente do Departamento de Ciências Geográficas (UFPE), Email: dinah.dantass@gmail.com.

[(3)] Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Geografia (UFPE), Email: emanuellecbs@gmail.com.

[(3)] Docente do Departamento de Ciências Geográficas (UFPE), Email: fabriziolisto@gmail.com.

Eixo: 8. Risco e desastres naturais

Resumo

A expansão populacional da cidade do Recife corroborou para o surgimento de áreas de perigo a escorregamentos por meio da ocupação de áreas impróprias. Dessa forma, as análises multicritérios em ambiente SIG (Sistema de Informação Geográfica), associados a álgebra de mapas, permitem a integração de diversas variáveis e fatores condicionantes destes processos. O objetivo dessa pesquisa é avaliar as áreas de maior perigo a escorregamentos na cidade de Recife a partir da análise multicritério. Foram utilizadas variáveis geológicas, pedológicas, geomorfológicas, de declividade, de curvatura e de uso da terra para a geração da carta de perigo a escorregamentos, validada a partir da sobreposição das ocorrências de escorregamentos. Os principais resultados mostraram que, embora a classe de perigo muito alta apresentou uma frequência de somente 4% do município, a mesma concentrou 63% do total de escorregamentos, demonstrando que houve sucesso na previsão realizada.

Palavras chave: Perigo, Sistemas de Informação Geográfica, Análise Multicritério.

1. Introdução

Os escorregamentos são processos naturais da dinâmica da superfície terrestre que envolvem a movimentação de solo, rocha ou vegetação ao longo de uma encosta, tendo como força matriz a gravidade, mas sempre impulsionados por agente internos e externos. São considerados como agentes importantes na dinâmica do relevo, como também, resultantes das ações de desequilíbrio dos sistemas naturais, podendo causar perdas econômicas e sociais (CROZIER, 1986; SELBY, 1993; BIGARELLA *et al.,* 2003; GUERRA e MARÇAL, 2006).

O conceito de perigo ou *hazard* deve ser entendido com a possibilidade de um fenômeno, natural ou induzido, causar consequências negativas para uma comunidade ou um grupo social (WHITE, 1973; MONTEIRO, 1991; UNDRO, 1982; VEYRET, 2003). A análise do perigo deve levar em consideração tantos os parâmetros naturais, como declividade, precipitação, geomorfologia, entre outros, como também, elementos antrópicos e suas influências. Na avaliação do perigo a escorregamentos, Tominaga *et al.* (2008) consideraram a suscetibilidade natural do terreno e as características de uso e ocupação da terra como indicadores potenciais.

Do ponto de vista geológico e geomorfológico, as encostas da Região Metropolitana do Recife (RMR) apresentam uma grande instabilidade potencial, manifestada pela ocorrência de processos erosivos e por escorregamentos sobre as coberturas sedimentares miocênicas da Formação Barreiras, potencializadas pelas áreas antropizadas (ALHEIREOS, 1998; ARAI, 2006). Nesse contexto, o município do Recife vem sofrendo, anualmente, com a ocorrência de escorregamentos, causando muitos problemas sociais e econômicos. Entre os anos de 2013 e 2018, a Defesa Civil do Recife registrou quase 1000 ocorrências de escorregamentos.

Devido à grande complexidade desses eventos, as análises multicritérios, associadas a técnicas de álgebra de mapas, realizadas em ambiente SIG (Sistema de Informações

Geográficas), representam um importante método na integração dos diversos fatores condicionantes. Esses procedimentos se baseiam em dados quantitativos e qualitativos espacializados em uma base cartográfica na forma de mapas temáticos. Assim, os elementos pedológicos, geomorfológicos, morfológicos e de uso da terra, são combinados e comparados entre si com o intuito de se localizar as áreas de maior probabilidade de ocorrência dos processos. Desta forma, o objetivo desse trabalho é avaliar as áreas de maior perigo a escorregamentos na cidade de Recife a partir da análise multicritério.

2. Caracterização da Área de Estudo

O município do Recife (Figura 1) possui uma população estimada de 1 milhão e 600 mil habitantes e área de 218km², apresentando uma grande densidade populacional, em torno de 7 mil habitantes por km² (IBGE, 2010). Embora ainda existam locais não ocupados, a cidade apresenta um grande inchaço urbano, com moradias em áreas sujeitas tanto as inundações e alagamentos nas áreas de planície, como também, a escorregamentos nas áreas dos tabuleiros costeiros e nos relevos mais colinosos. Em relação às áreas mais declivosas, a maior parte é ocupada por populações de baixa renda.

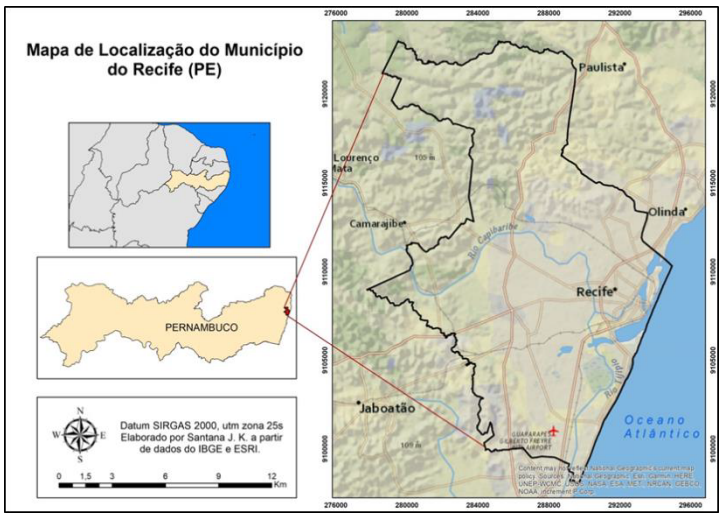


Figura 1: Mapa de localização do município do Recife (área de estudo).

Geomorfologicamente, as áreas mais íngremes do município, onde ocorrem os processos de escorregamentos, são representadas pelos Tabuleiros Costeiros, colinas e morros (CPRM, 2013). O primeiro pertence ao domínio morfoestrutural do Planalto Sedimentar Litorâneo, caracterizada por processos de dissecação em direção à costa, que permitiu a formação de morros sinuosos e de colinas arredondadas com altitudes que variam de 40 m e 80 m e encostas com declividade elevada, sendo encontrado, em maior parte, na porção norte da cidade (ALHEIROS, 1998; FONSÊCA, 2016). Tais feições são formadas por sedimentos miocênicos da Formação Barreiras, cujos sedimentos são característicos de deposição fluvial, apresentando camadas mais arenosas na base e arenosas e argilosas intercaladas nos topos resultantes de depósitos por enxurradas (leques aluviais) (ALHEIROS, 1998).

O domínio das colinas e dos morros é um conjunto de formas mais elevadas formadas por rochas cristalinas, cujas cotas são acima dos 30m, restringindo-se a uma pequena área a sudoeste no município do Recife (PFALTZGRAFF, 2007; CPRM, 2013). A região apresenta, em geral, solos bastantes inteperizados e profundos. As áreas de morros apresentam solos dos tipos Argissolos Amarelos e Vermelhos e Latossolos Amarelos. O primeiro apresenta perfis bem diferenciados, profundos, ácidos, bem drenados, com evidências de erosão laminar ligeira ou moderada, tendo nas áreas declivosas a ocorrência de ravinas e de voçorocas, sendo esse tipo de solo o mais influente na ocorrência de escorregamentos na cidade (LEVANTAMENTO EXPLORATORIO RECONHECIMENTO DE SOLOS NO ESTADO DE PERNAMBUCO, 1975). Nas áreas de planícies, estão presentes os Gleissolos, os Solos de Mangue e os Neossolos (EMBRAPA, 2013).

O clima da área configura-se por ser quente e úmido, com precipitação média anual que ultrapassa isoietas de 2000mm. Os meses de Maio, Junho e Julho apresentam os índices de precipitação mais elevados, nos quais ocorrem os maiores episódios de escorregamentos (INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA, 2016). Nesse sentido, os altos índices pluviométricos, muitas vezes um dos responsáveis pela instabilização das encostas da área,

são condicionados pelos sistemas atmosféricos *La Niña*; pelas ZCITs (Zona de Convergência Intertropical), pelas VCANs (Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis) e pelas DOLs (Distúrbios Ondulatórios de Leste) ou simplesmente Ondas de Leste, sob influência dos ventos alísios, provocando precipitações intensas na região costeira do litoral do Nordeste, onde se localiza a área de estudo (OLIVEIRA *et al.,* 2001).

3. Materiais e Métodos

3.1 Elaboração dos mapas temáticos

Visando a análise do perigo a escorregamentos por meio da abordagem multicritério, foram utilizadas 6 variáveis: pedologia, geomorfologia, geologia, declividade, forma das encostas e uso da terra; todos elaborados em ambiente SIG.

A elaboração dos mapas de declividade e de curvatura tiveram como base um Modelo Digital do Terreno (MDT) elaborado a partir da obtenção de curvas de nível com equidistância de 1m e rede de drenagem, adquiridos no ESIG Recife (Informações Geográficas do Recife). Com o MDT finalizado, foi gerada a carta de declividade e o mapa de formas das encostas (curvatura) (Figura 2) por meio do grupo de ferramentas *Raster Surface (software ArcGIS 10.3)*. O mapa de declividade foi classificado em quadro intervalos, adaptados da Lei Lehman (Lei Federal n. 6.766/79) e o de curvatura foi dividido em três classes: côncavas, convexas e retilíneas.

Os parâmetros geomorfológicos (Figura 2) e geológicos (Figura 3) foram adquiridos a partir da compilação de dados da CPRM (Serviço Geológico Brasileiro) e o mapa pedológico (Figura 3) foi adaptado a partir de dados da EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). Por fim, o mapa de uso da terra (Figura 3) foi elaborado a partir da interpretação de imagens de satélites disponíveis no *softwar*e *Google Earth Pr*o, classificado em 6 classes: vegetação, campo antrópico (vegetação espaça já desmatada), solo exposto, áreas urbanas consolidadas, áreas urbanas em consolidação (assentamentos precários) e áreas

de planície (locais inseridos na planície fluviomarinha do município onde não ocorrem processos de escorregamentos).

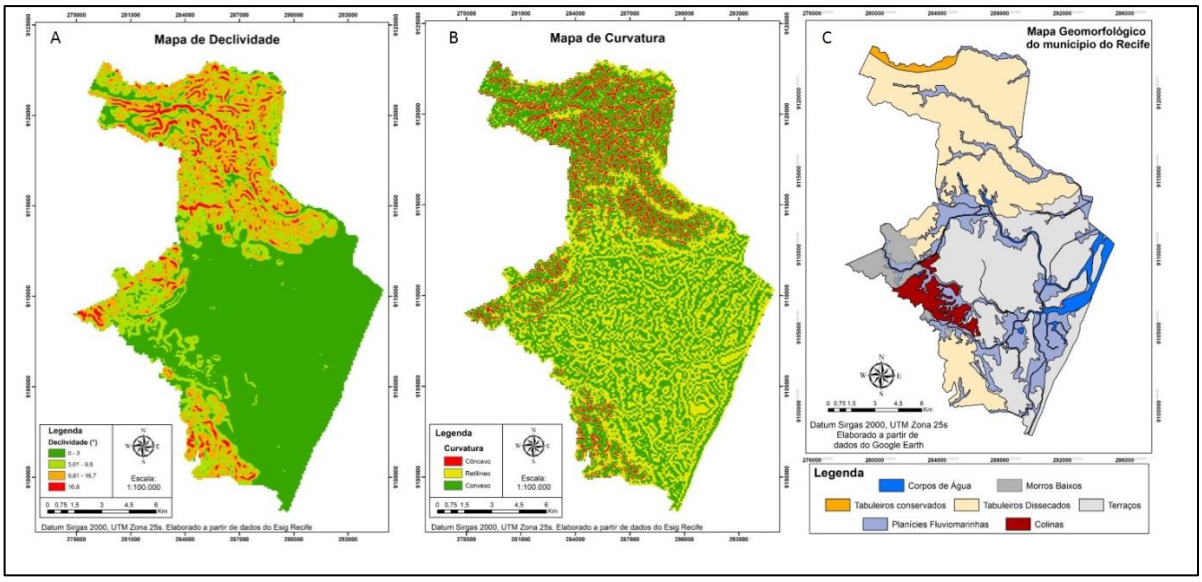


Figura 2: Variáveis utilizadas na análise multicritério: A) Mapa de declividade; B) Mapa de curvatura e C) Mapa geomorfológico. Fontes: (A e B): Autores; (C): modificado de CPRM.

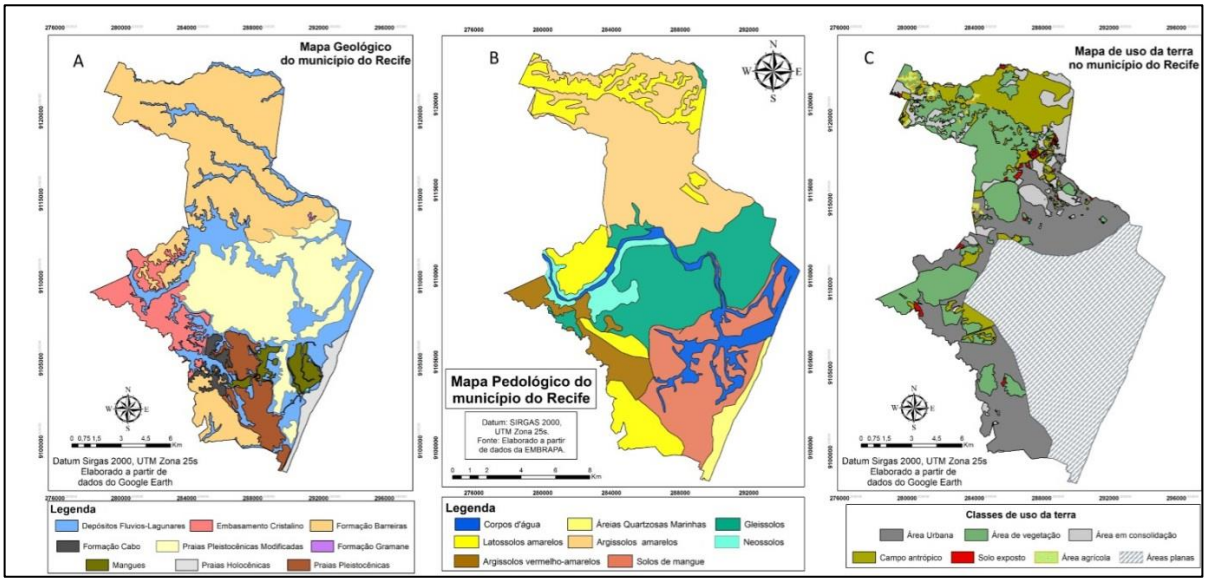


Figura 3: Variáveis utilizadas na análise multicritério: A) Mapa geológico; B) Mapa pedológico e C) Mapa de uso da terra. Fontes: (A): modificado de CPRM; (B) modificado de EMBRAPA e (C): Autores.

3.2 Estabelecimentos dos pesos e Carta de perigo

Nas técnicas de análise multicritério, é essencial o estabelecido de dois conjuntos de pesos: o primeiro corresponde aos pesos das variáveis, que variam de 0 a 1, tendo o somatório dos pesos sempre o valor 1 (ex. geologia 0.2 + declividade 0.3 + uso da terra 0.2 + pedologia 0.2 + curvatura 0.1 = 1). Assim, quanto maior for o peso de determinada variável, mais elevada será a sua influência na ocorrência dos processos. O segundo grupo se caracteriza pelos pesos das classes inseridas em cada variável (ex. fator declividade: de 0° e 3° peso 1, de 3° e 9,6° peso 3 e de 9,6° e 16° peso 7), sendo que neste momento, a soma dos pesos não necessariamente deve atingir um valor máximo.

Com relação ao primeiro conjunto de pesos supracitados (peso das variáveis), estes foram definidos de acordo com o Quadro 1. Conforme Alheiros (1998), Rocha e Schuler (2015) e Santana e Listo (2018) a ocupação antrópica possui uma grande influência na

ocorrência de escorregamentos na cidade do Recife, apresentando, portanto, o maior peso, assim como o parâmetro declividade (Quadro 1).

Quadro 1: Tabela de pesos das variáveis

FATOR	PESO
Geologia	0,15
Pedologia	0,15
Curvatura	0,15
Geomorfologia	0,15
Declividade	0,20
Uso da terra	0,20

Para o estabelecimento dos pesos das classes (segundo conjunto mencionado), estes foram definidos de acordo com as pesquisas de Pfaltzgraff (2007), Torres (2014), Menezes (2015) e Rocha e Schuler (2016), que utilizaram análises multicritérios no estudo de suscetibilidade, perigo ou risco na Região Metropolitana do Recife (Quadro 2). O grau de influência variou de 0 (nula) e 9 (muito alto) na potencialização do perigo a escorregamentos para Recife (Quadro 2).

Por meio da equação 1 foi elaborada a carta de perigo a escorregamentos, utilizando a ferramenta *Raster Calculator (ArcGIS 10.3)*.

P= Curv*0,15+ Decl*0,20+ Geom*0,15+Geol*0,15+Pedo*0,15+Uso+0,20 (Equação 1)

Onde: *P representa o perigo, Curv = fato curvatura, Decl = fator declividade, Geom = fator geomorfologia, Geol = fator geologia, Pedo = fator pedologia e Uso = fator do uso da terra.*

Quadro 2: Legenda e Tabelas (respectivamente: Declividade, Geomorfologia, Uso da terra, Curvatura, Pedologia e Geologia) utilizadas no estabelecimento dos pesos das classes temáticas a partir de sua influência na deflagração do perigo a escorregamentos.

Nula	Baixa	Baixa/Média	Média	Alta	Muito Alta
0	1	3	5	7	9

Declividade	Pesos estabelecido
0-3°	0 (Nula)
3°-9,8°	3 (Média/Baixa)
9,8°-16,7°	7(Alta)
>16,8°	9(Muito Alta)

Curvatura	Pesos estabelecidos
Convexa	3 (Baixa/Média)
Retilínea	5 (Média)
Côncavas	9 (Muito Alta)

Geomorfologia	Pesos estabelecidos
Corpos d'água	0 (Nula)
Planícies Fluviomarinhas	0 (Nula)
Terraços Fluviais	1 (Baixa)
Morros	5 (Média)
Colinas	7 (Alta)
Tabuleiros dissecados	9 (Muito Alta)
Tabuleiro conservados	9 (Muito Alta)

Pedologia	Pesos estabelecidos
Neossolos Quartzarênicos	0 (Nula)
Gleissolos	1 (Baixa)
Solos de mangue	1(Baixa)
Neossolos Flúvicos	1 (Baixa)
Latossolos amarelos	7 (Alta)
Argissolos amarelos	9 (Muito Alta)
Argissolos vermelhos	9 (Muito Alta)

Uso da terra	Pesos estabelecidos
Áreas nas planícies	0 (Nula)
Vegetação	1(Baixa)
Vegetação secundária	3(Baixa/Média)
Agricultura	5(Média)
Solo exposto	7(Alta)
Área urbana (consolidada)	7(Alta)
Área urbana em consolidação	9(Muito Alta)

Geologia	Peso estabelecido
Praias Holocênicas	0
Praias Pleistocênicas	0
Mangues	0
Depósitos aluviais	1
Formação Gramame	1
Formação Cabo	5
Embasamento Cristalino	9
Formação Barreiras	9

3.3 Validação dos resultados

Para a validação dos resultados, foram utilizados dados de ocorrências de escorregamentos obtidos na CPRM (Serviço Geológico Brasileiro) e na Defesa Civil do Recife, totalizando um total de 54 pontos de ocorrências distribuídos pelo município. Essas informações foram georreferenciadas e sobrepostas ao mapa de perigo para o cálculo do índice Concentração de Escorregamentos (CE): razão entre o número de células das classes de perigo e os pontos de escorregamentos. Em outras palavras, tal índice demonstrou as classes mais atingidas pelos escorregamentos, por meio da sobreposição da carta de perigo e das ocorrências dos processos.

ISBN: 978-85-7282-778-2

4. Resultados

4.1 Carta de perigo e validação

Os resultados da carta de perigo (Figura 3) indicaram 5 classes: sem perigo (áreas de planície) com 45% do total do município, perigo baixo com 15%, médio com 20%, alto com 16% e muito alto com 4% do total do município de Recife. As áreas de maior perigo (muito alto) foram observadas com maior frequência a nordeste e, pontualmente, a sul e a oeste do município. A área nordeste do Recife está inserida nos Tabuleiros Costeiros sendo composta por argissolos e latossolos, apresentando encostas com declividades elevadas e formas variadas que foram alteradas pela intensa realização de cortes e de aterros para a ocupação urbana, apresentando, portanto, um elevado perigo a escorregamentos. Destaca-se que as áreas de baixo perigo, localizam-se, em geral, nas áreas de planícies, onde não é comum a ocorrência de escorregamentos.

Embora a classe de perigo muito alta apresentou uma frequência de somente 4% do município, esta concentrou, com relação ao índice CE, 63% do total de escorregamentos, demonstrando que houve sucesso na previsão realizada (Figura 4). Destaca-se também o fato de que as áreas sem perigo, apesar de totalizarem 45% de Recife, não apresentaram nenhuma ocorrência de escorregamentos (CE de 0%); indicando, da mesma forma, que o método ora utilizado preveu corretamente as áreas de maior e de menor perigo para a cidade (Figura 4).

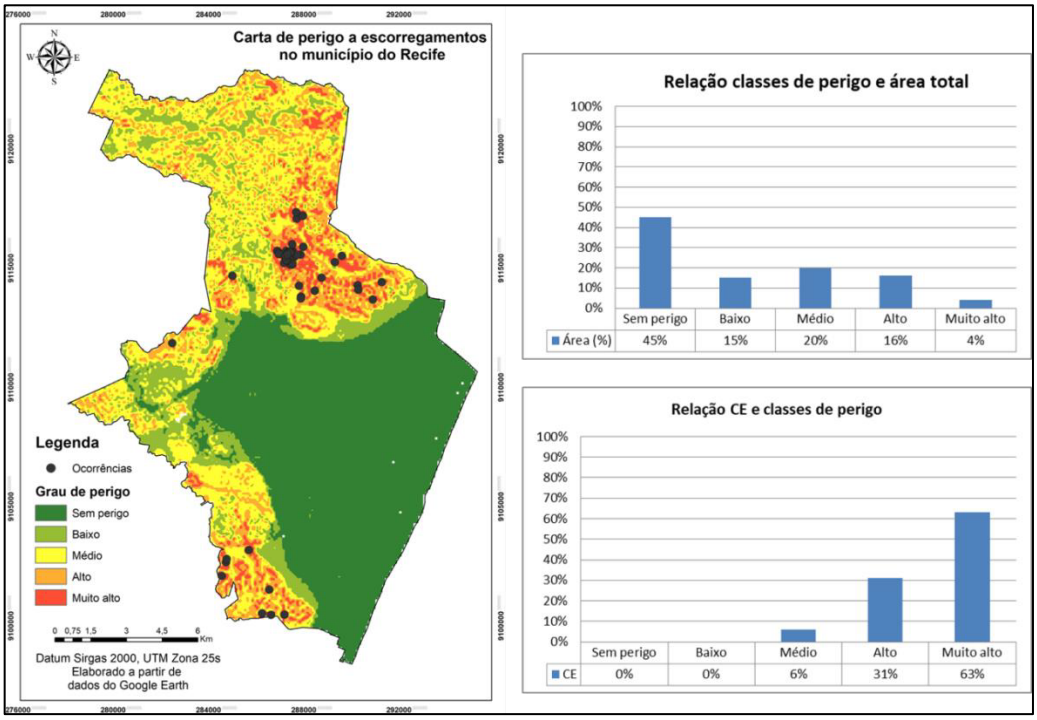


Figura 4: Carta de perigo a escorregamentos e ocorrências dos processos; Relação classes de perigo e área total do município (Frequência de Distribuição) e Relação CE (Concentração de Escorregamentos) e classes de perigo. Fonte: Autores.

5. Conclusões

Os resultados da pesquisa foram satisfatórios na identificação das áreas de perigo a escorregamentos na cidade do Recife. Os locais de perigo alto e muito alto, indicados na carta, coincidiram com as ocorrências de escorregamentos registrados pela Defesa Civil, da mesma forma que as regiões sem perigo e de perigo baixo não apresentaram registros de ocorrências.

Além disso, os locais de perigo muito alto apresentaram apenas 4% da área total do município, mas possuíram uma CE de 63%; indicando uma previsão adequada. Dessa forma, os resultados obtidos neste trabalho poderão ser utilizados pelo poder público para o melhor planejamento urbano da cidade, especialmente nas áreas ainda pouco ocupadas.

5. Referências

ARAI, M. A. Grande Elevação Eustática do Mioceno e Sua Influência na Origem do Grupo Barreiras. **Revista do Instituto de Geociências** –USP, v.6, n. 2, p. 1-6, 2006.

ALHEIROS, M.M. **Risco de escorregamentos na Região Metropolitana do Recife.** Tese(Doutorado) – Geologia Sedimentar, UFBA, Salvador – BA, p. 129, 1998.

BIGARELLA, J. J.; BECKER, R. D.; SANTOS, G. F. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. v. 1, Florianópolis: Ed. UFSC, 2003.

CPRM, Serviço Geológico Brasileiro, 2013. Base de dados disponível em: http://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Geologia-de-Engenharia-e-Riscos-Geologicos/Cartas-de-Suscetibilidade-a-Movimentos-Gravitacionais-de-Massa-e-Inundacoes-3507.html#pernambuco.

CROZIER, M. J. **Landslides: causes, consequences and envoronment**. New Zeland. Capítulo 2. Classification of slope movements. p.02- 31, 1986.

EMBRAPA. **Zoneamento Agroecológico do Estado de Pernambuco**. Embrapa Solos UEP Recife; Governo do Estado de Pernambuco - Secretaria de Produção Rural e Reforma Agrária, Recife. (Embrapa Solos. Documentos, 35). 2001.

FONSÊCA, D. N.; CORRÊIA, A. C.; SILVA, A. C. Compartimentação Geomorfológica da Região Metropolitana do Recife (RMR) a Partir da Análise Morfoestrutural. **Revista GEO UFRJ**, p. 201-219, 2016.

GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. S. **Geomorfologia Ambiental**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2006.

MENEZES JÚNIOR, E. M. **Análise Geomorfológica da Suscetibilidade a Deslizamentos na Folha Paulista (1:25.000) – RMR. 2015**. 157 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2015.

OLIVEIRA, G.C.S.; JUNIOR, J.P.S.; NÓBREGA, R.S; GIRÃO, O. Uma Abordagem da Geografia do Clima Sobre os Eventos Extremos de Precipitação em Recife-PE. **Revista Brasileira de Geografia Física.** v.02, p.238-251, 2011.

PFALTZGRAFF, A. S. **Mapa de Suscetibilidade a Deslizamentos na Região Metropolitana do Recife**. Tese (Doutorado), Programa de Pós-Graduação Em Geologia, UFPE, 2007.

ROCHA, A. P.; SCHULER, C. A. B. Avaliação Espaço Temporal da Suscetibilidade a Movimentos de Massa, Áreas de Risco nas Microrregiões do Jordão e Ibura, Recife-PE. **Revista Brasileira de Cartografia**, Uberlândia, v. 9, n. 68, p.1747-1770, jun. 2016.

SELBY, M. J. **Hillslope: Materials and Processes**. New York. Publisher: Oxford University Press. USA. p.480, 1993.

TOMINAGA, L. K.; SORTORO, J; AMARAL, R.(org.). **Desastres Naturais: Conhecer Para Prevenir**. Instituto Geológico, São Paulo, ed. 1, 2009.

TORRES, F. S. M. **Carta de Suscetibilidade a Movimentos de Massa e Erosão do Município de Ipojuca-PE**. 2014. 106 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2014.

UNDRO, 1982. **Natural Disasters and Vulnerability Analysis**. Office of the United Nations Disaster Relief Coordinator. Geneva, Switzerland.

White, G.F., 1973. **Natural Hazards Research**. In: Chorley, R.J. (Ed.), Directions in Geography, Methuen, London.

YVERTTE V. **Os riscos: O homem como agressor e vítima do meio ambiente**. Editora contexto, 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 FRAGILIDADE AMBIENTAL URBANA ASSOCIADA AOS RISCOS AMBIENTAIS NO BAIRRO BOM JARDIM DA CIDADE DE FORTALEZA-CEARÁ-BRASIL

José Matheus da Rocha Marques [(a)], João Sérgio Queiroz de Lima [(b)], Jader de Oliveira Santos [(c)]

[(a)] Departamento de Geografia, Universidade Federal do Ceará, matheusgeoufc@gmail.com

[(b)] Departamento de Geografia, Universidade Federal do Ceará, joaosergio1980@gmail.com

[(c)] Departamento de Geografia, Universidade Federal do Ceará, jader.santos@gmail.com

Eixo: Riscos e desastres naturais

Resumo

Trata-se de investigar as potencialidades e fragilidades dos sistemas ambientais perante as intervenções no ambiente urbano no bairro Bom Jardim da cidade de Fortaleza, capital do estado do Ceará, Brasil, através da análise da fragilidade ambiental urbana. Questiona-se como a metodologia de investigação se aplica ao estudo dos riscos ambientais e de que modo pode contribuir para a compreensão dos desastres no sítio urbano. São utilizados dados secundários e procedimentos técnicos operacionais para produção de dados primários e produtos cartográficos para espacialização das zonas de fragilidade do bairro. Os resultados indicam que os riscos ambientais se estabelecem onde existe predominância de zonas de fragilidade emergente. Nesse ínterim, a análise da fragilidade ambiental urbana se torna útil para identificação das áreas instáveis para ocupação urbana, permitindo compreender que o contexto ambiental urbano em pauta necessita de medidas de ordenamento territorial.

Palavras chave: ameaças naturais, fragilidade ambiental urbana, riscos ambientais, áreas de risco.

1. Introdução

As interferências das atividades humanas que não consideraram os limites de uso dos sistemas ambientais, sobretudo nos espaços urbanos, provocaram problemas de cunho ambiental que são sentidos no mundo contemporâneo. Nesse assunto, os riscos emergentes e desastres ambientais assumem destaque nos países em desenvolvimento enquanto grandes problemas ambientais urbanos perante o crescimento das cidades.

Conforme Santos (2008) e Penna e Ferreira (2014), esse crescimento urbano no Brasil ocorreu sobretudo na metade da década de 1950 aos dias de hoje e produziram sítios urbanos com diversidade de problemas sociais, mas também ambientais quando associados a existência de grupos sociais vulnerabilizados que ocuparam ambientes de elevada instabilidade, como encostas de dunas, topos de morros residuais, planícies fluviais e áreas de inundação sazonal.

A localização inadequada e a carência socioeconômica desses grupos sociais se condensam na forma de impactos e riscos ambientais para explicar a evidência das chamadas "áreas de risco", cuja problemática ambiental urbana aparece de modo premente quando há existência de eventos naturais potencialmente danosos nas principais cidades brasileiras.

Nesse ínterim, de acordo com o Atlas Nacional de Desastres Naturais (UFSC/CEPED, 2013), eventos naturais são verificados com grande número de ocorrências nesses centros urbanos e se configuram como ameaças naturais quando possuem potencial de causar desastres ambientais.

Tal contexto problemático é válido para o entendimento da situação na cidade de Fortaleza, capital do estado do Ceará, situada na porção setentrional do Nordeste brasileiro, com status de quinta maior metrópole da região do país. Nessa cidade, enfatizam-se as inundações enquanto episódios naturais de maiores frequências que afetam de modo perturbador e danoso a população de modo geral, mas fortemente as instaladas nos ambientes de maior fragilidade ambiental e mais vulnerabilizadas socialmente face aos efeitos adversos das ameaças naturais.

Desse modo, o bairro Bom Jardim, situado na porção sudoeste da cidade de Fortaleza (figura I), se destaca enquanto unidade espacial de análise neste estudo em função de ser intensamente ocupado por populações sujeitas as inundações das planícies do rio Maranguapinho ao leste, segundo maior curso fluvial da cidade, e do Canal do Bom Jardim ao oeste do bairro.

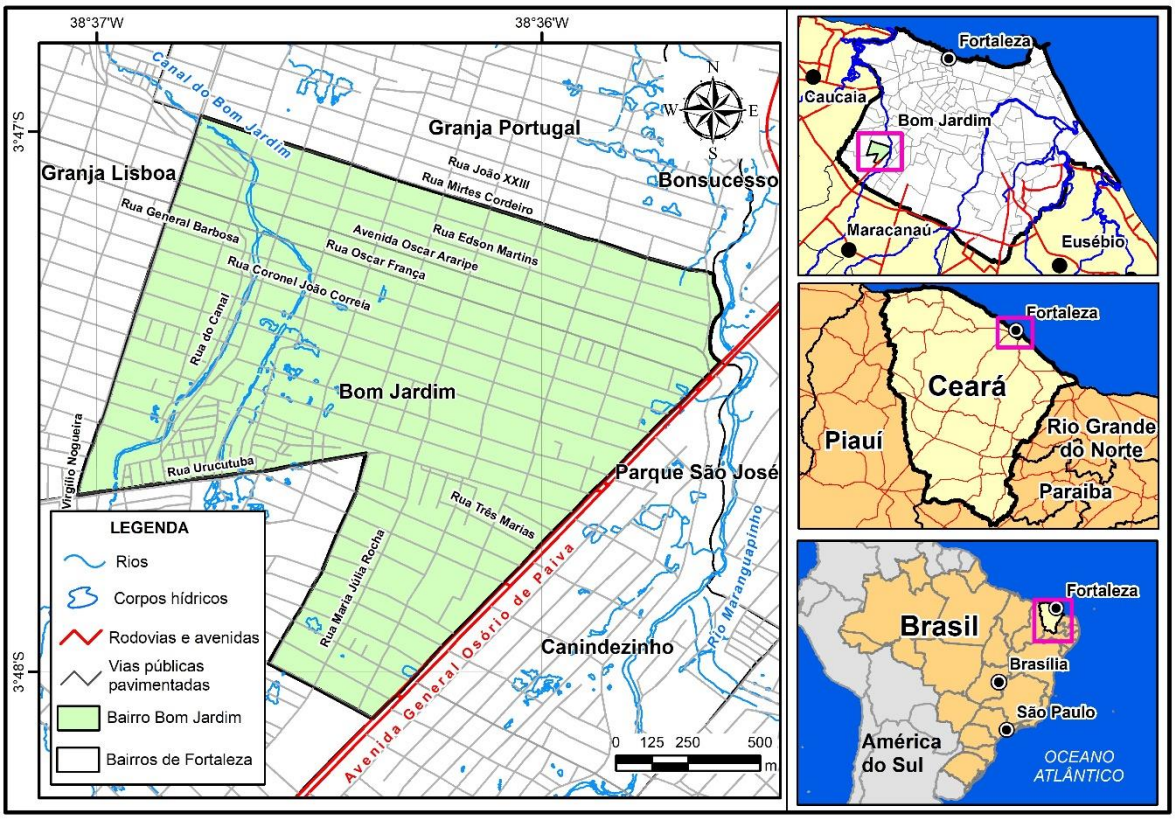


Figura I – Localização do bairro Bom Jardim na cidade de Fortaleza, Ceará, Brasil.

Nesse assunto, o presente estudo objetiva compreender a espacialização das potencialidades e limitações do relevo perante o nível de urbanização do bairro Bom Jardim utilizando como amparo metodológico para tal avaliação a análise da fragilidade ambiental urbana.

Nos períodos de precipitações pluviais, a ocorrência de riscos emergentes provocados pelos impactos das chuvas nos territórios com precariedade urbana se intensifica, permitindo estabelecer questões de como zonear a dimensão espacial das inundações no bairro? E como a fragilidade ambiental urbana pode ser útil ao entendimento dos riscos ambientais?

Ross (1994, 1995, 2006) destaca o uso da investigação da fragilidade ambiental para ambientes rurais e agrários. Zanella et al. (2013) utilizam a vulnerabilidade socioambiental para investigação dos riscos ambientais no ambiente urbano. Este estudo dá preferência a análise da fragilidade ambiental urbana, proposta metodológica de Santos e Ross (2012), na medida em que permite investigar zonas que foram fortemente alteradas ou não pelas atividades humanas, sendo útil sua aplicação no ambiente urbano.

2. Materiais e métodos

No ramo da geografia física, uma metodologia que busca investigar as potencialidades e limitações dos sistemas ambientais no ambiente urbano se torna necessário para estabelecer bases para o ordenamento territorial. Da mesma forma, Lima (2018) assegura que o conhecimento do relevo é revelante para o espacialização da manifestação das ameaças naturais e ordenamento adequado do território.

Nesse assunto, a análise da fragilidade ambiental é uma proposta de investigação cujo objetivo é apontar, de forma prática, as potencialidades e fragilidades dos ambientes naturais frente ao uso e ocupação da terra, realizados pelas atividades humanas, como expressa Ross (1994, 1995).

As unidades de fragilidade potencial são correspondentes aos ambientes estáveis e que foram menos afetadas em sua estrutura e funcionamento pelas atividades humanas. Embora sejam conhecidas como “estáveis”, apresentam instabilidade potencial, em virtude das suas condições ambientais.

Já as unidades de fragilidade emergente representam os ambientes fortemente instáveis, na medida em que essas também se configuram nos ambientes onde as transformações antropogênicas modificaram intensamente o meio natural.

Para avaliação dos ambientes estáveis e instáveis, a operacionalização dessa metodologia busca definir as unidades de fragilidade potencial e emergente, apontado os diferentes níveis de fragilidade dos ambientes naturais, sobretudo os modificados pelos processos antropogênicos. Dessa forma, ocorre a classificação da área estudada em até cinco níveis hierárquicos, dependentes de um conjunto de fatores que determinam a capacidade de resiliência do ambiente (quadro I).

Quadro I - Classificação das unidades de fragilidade

UNIDADES DE FRAGILIDADE	**CLASSIFICAÇÃO DOS NÍVEIS DE INTENSIDADE DA FRAGILIDADE**	
	QUALITATIVA	NUMÉRICA
POTENCIAL	Muito baixa	1
	Baixa	2
	Média	3
	Alta	4
	Muito alta	5
EMERGENTE	Muito baixa	1
	Baixa	2
	Média	3
	Alta	4
	Muito alta	5

Fonte - adaptado de Ross (1994).

Santos e Ross (2012) adaptaram a proposta da análise da fragilidade ambiental para ambientes urbanos, adequando a proposta para áreas com diferentes níveis de urbanização que possuem, de certa forma, elevado nível de alteração do meio físico natural, devido à forte interferência das atividades antropogênicas, no que se refere a ocupação e uso da terra.

Os níveis de fragilidade ambiental urbana adotam os critérios de relevo, solos e níveis de urbanização seguindo ordem hierárquica quanto a capacidade de estabilidade do ambiente urbano no meio físico natural (quadro II). Considera-se que um ambiente que apresenta bom

qualidade na cobertura vegetal e estabilidade para uso de atividades humanas possui maior condições de suporte a ação direta de eventos naturais.

Quadro II - Graus de fragilidade ambiental quanto ao nível de urbanização.

GRAUS DE FRAGILIDADE	NÍVEIS DE URBANIZAÇÃO
1. Muito baixa	Ambientes estáveis com baixa declividade, situadas em porções mais elevadas com média urbanização, favoráveis condições de vegetação e com excelentes medidas estruturais para controle de escoamento superficial.
2. Baixa	Ambientes estáveis com boas condições de urbanização, baixa declividade, presença de ações para controle de cheias, nas vias de escoamento e circulação urbana, nos lotes e nas construções.
3. Média	Áreas urbanizadas com declividade praticamente nula e predominantemente impermeável com problemas de drenagem e constantes alagamentos e inundações.
4. Alta	Áreas de inundações sazonais, planícies lacustres, áreas abrigadas das planícies fluviais e flúvio-marinhas, Áreas urbanizadas ou semi-urbanizadas com precariedade nas habitações e na infraestrutura para eventos pluviométricos de média/baixa intensidade.
5. Muito alta	Áreas críticas que deveriam ser destinadas à manutenção de suas funcionalidades sistêmicas naturais. Áreas naturalmente suscetíveis a inundações, corpos hídricos, planícies de inundação, ambientes com vertentes de alto declive e suscetíveis a movimentos de massa. Ambientes com ausência de infraestrutura e total precariedade das habitações.

Fonte - Santos e Ross (2012).

Por outro lado, aonde não há suporte de vegetação, exista precariedade na incorporação na rede de drenagem e sejam naturalmente submetidos a inundações sazonais, existe deficiência no meio urbano com consequência de maior suscetibilidade de ameaças naturais, configurando maior fragilidade e limitação ao uso urbano.

Nesse contexto, a correlação dos elementos naturais e sociais como relevo, solos e urbanização estabelece uma classificação de fragilidade potencial e emergente, cujos números representam um determinado peso, indicando menos suscetíveis para mais suscetível à fragilidade potencial ou emergente perante o nível de urbanização.

Na classificação muito baixa e baixa de fragilidade, melhor é a infraestrutura urbana e menor degradação ambiental do sítio, cuja morfodinâmica é predominante nos sistemas ambientais, configurando potencialidade para ocupação e menor risco. O grau de fragilidade média reflete a transição entre os ambientes de baixa e alta fragilidade, cujas características

correspondem a serem ambientes suscetíveis a inundações ou alagamentos e que foram inadequadamente incorporados a rede de drenagem.

As classes alta e muito alta de fragilidade englobam as áreas que possuem o caráter de promoverem maiores impactos e riscos emergentes nos períodos de ocorrências de eventos naturais, visto que são áreas com precariedade urbanística em termos de infraestrutura urbana básica, além de representarem os ambientes de maior instabilidade, como as planícies fluviais, lacustres flúvio-marinhas, áreas de inundações sazonais e áreas de alta declividade. Essas representam maior interesse ao estudo dos riscos ambientais, visto que a instabilidade morfogenética das áreas as confere como unidades de fragilidade emergente.

Nos procedimentos operacionais, utilizam-se técnicas relacionados a atividades em campo; coleta de dados secundários; uso dos sistemas ambientais e declividade do município de Fortaleza, georreferenciados na projeção plana-cartesiada Universal Transversa de Mercator, com datum SIRGAS 2000, produzidos por Souza et al. (2009) e Santos (2016); geoprocessamento dos dados destinados a produção cartográfica para representação da fragilidade final no meio urbano.

3. Resultados e discussão

O bairro Bom Jardim na cidade de Fortaleza possui área territorial de 2,4 km² e limita-se ao norte com os bairros Granja Portugal, ao Nordeste com o Bonsucesso, ao oeste com o Granja Lisboa, ao leste com os bairros Canindezinho e Parque São José e ao Sul com o bairro Siqueira.

Para avaliação da fragilidade ambiental do bairro, a declividade aparece na figura 3 distribuída no território. As menores cotas altimétricas são constatadas entre 5 até 10 metros distribuídas nas planícies fluviais do rio Maranguapinho e Canal do Bom Jardim.

A figura III exibe os sistemas ambientais encontrados para área de estudo. Na porção central da área de estudo, encontram-se os tabuleiros pré-litorâneos, unidades que não apresentam fortes limitações para uso e ocupação urbana; na porção oeste existem área de

inundação sazonal, as planícies lacustre e fluviais do Canal do Bom Jardim e na parte leste há a planície fluvial do rio Maranguapinho, cuja ação morfodinâmica é atuante.

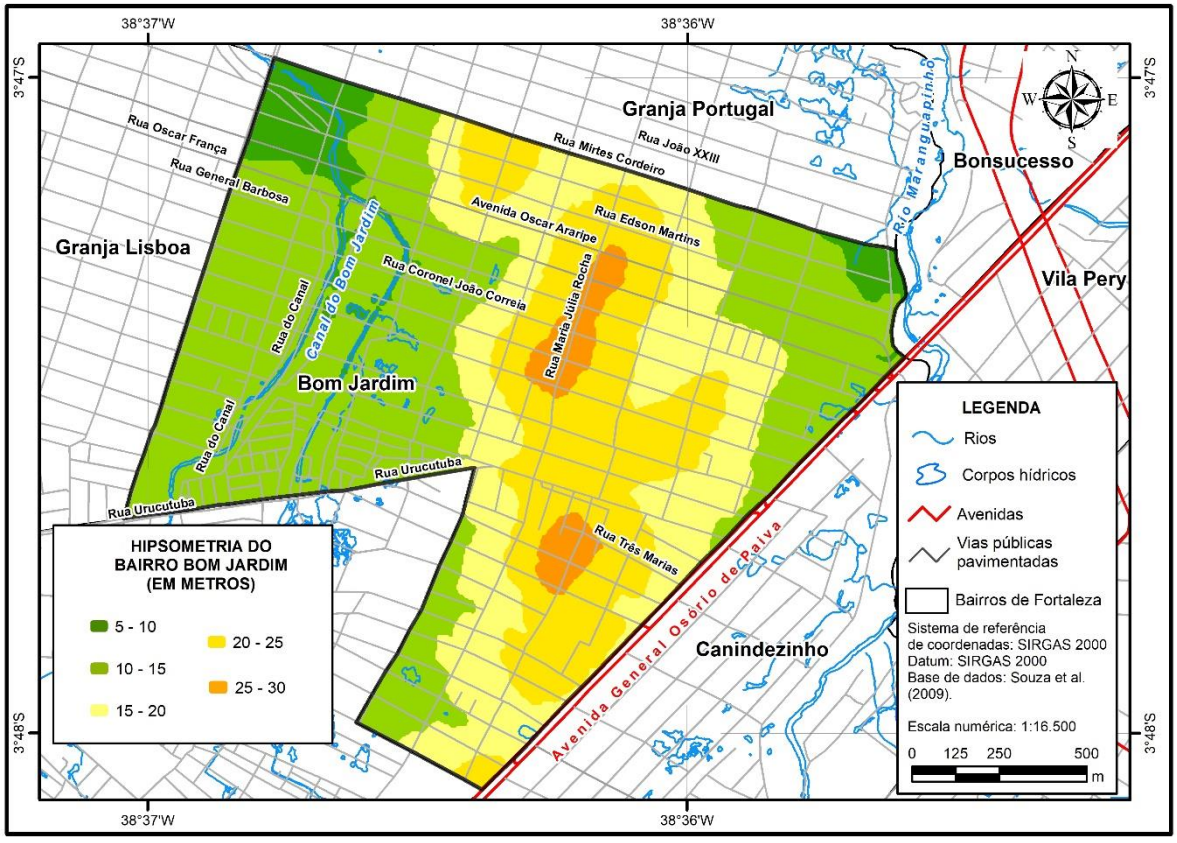


Figura II - Declividade do bairro Bom Jardim da cidade de Fortaleza.

Fonte - com base em Souza et al. (2009).

Do total de 2,4 km² do território do bairro, os tabuleiros constituem 1,55 km² e ocupam 64% de toda a área intra-urbana. Juntas, as planícies fluviais, lacustre e área de inundação sazonal completam o restante 0,84km², totalizando 36%.

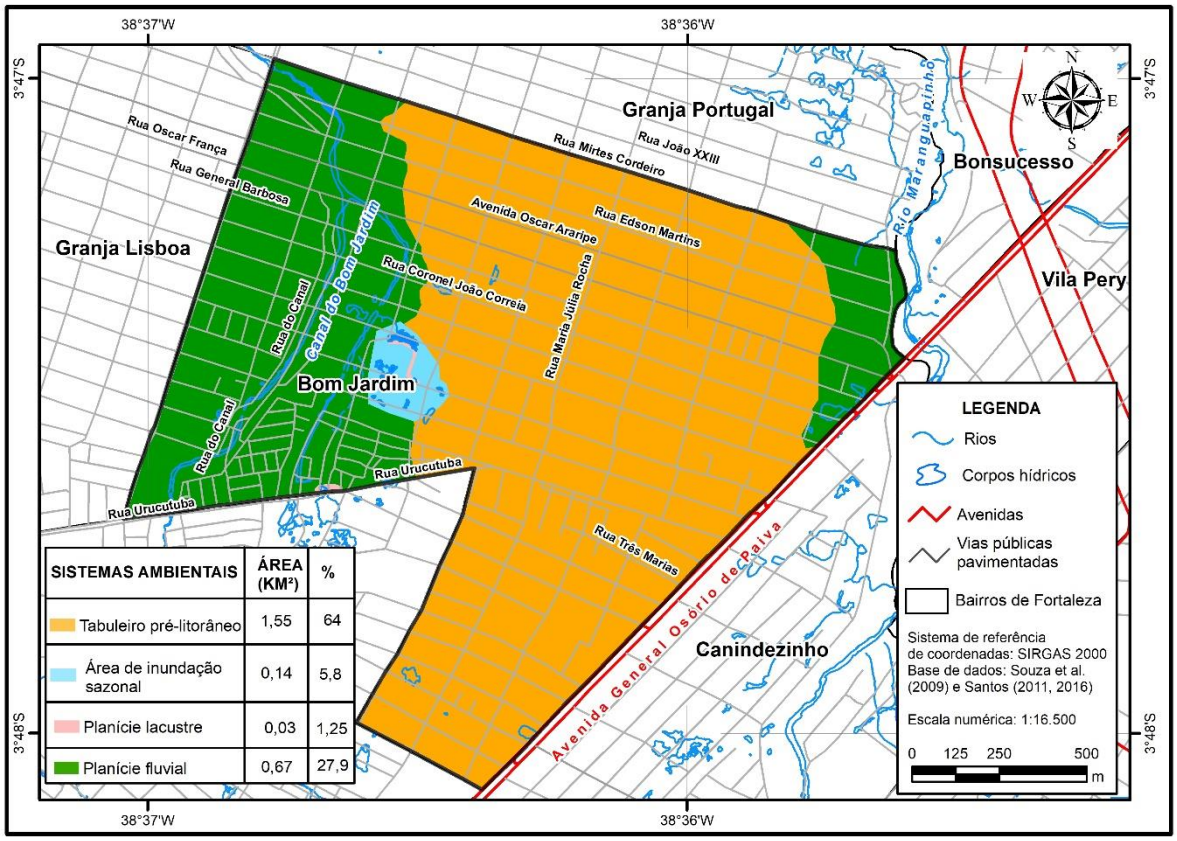


Figura III - Sistemas ambientais do bairro Bom Jardim da cidade de Fortaleza.

Fonte - com base em Souza et al. (2009) e Santos (2016).

Não obstante do entendimento do relevo, no bairro Bom Jardim os eventos naturais, como as inundações, derivam-se fundamentalmente do comportamento dos sistemas ambientais com a ação climática. Nesse sentido, Ferreira e Mello (2005) e Lima, Santos e Zanella (2018) afirmam que os principais sistemas hidroclimáticos atuantes na cidade de Fortaleza e no Nordeste brasileiro são a Zona de Convergência Intertropical, Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis, os Processos Convectivos de Mesoescala e as Linhas de Instabilidade. Ao todo, produzem em média 1.200mm de chuva concentrados nos meses de janeiro a maio.

Nesse assunto, a fragilidade ambiental urbana aparece como indicadora das potencialidades e limitações do bairro Bom Jardim ao passo em que permite dimensionar a

espacialização dos eventos de inundações no território. Evidenciada na figura IV, o zoneamento utilizado seguiu a base metodológica estabelecida por Santos e Ross (2012).

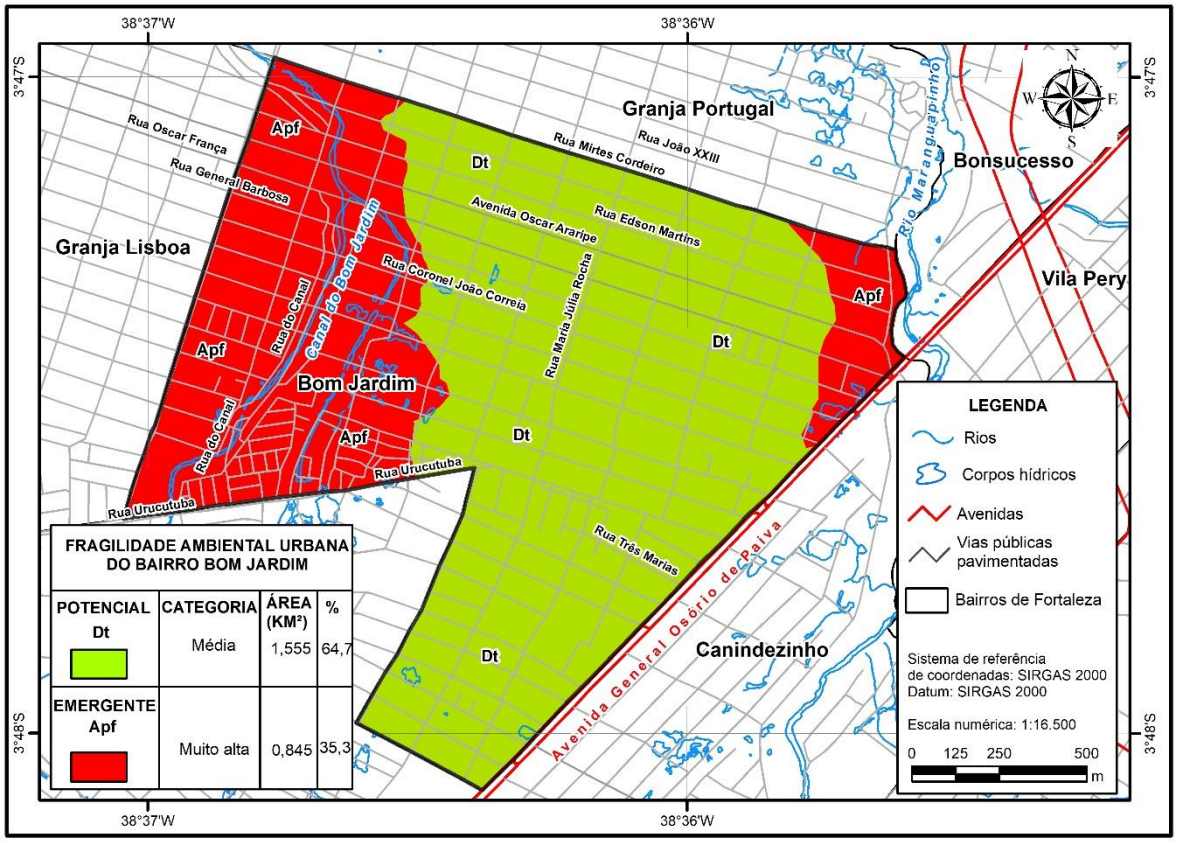


Figura IV - Fragilidade ambiental urbana do bairro Bom Jardim da cidade de Fortaleza.

A fragilidade potencial abrange maior expressividade com 1,555 km², sendo 64,7% de todo o território. A fragilidade emergente possui área de menor expressão, com 0,845 km², compondo 35,3% do território. Com base nos critérios da metodologia físico-geográfica aplicada, não se encontra outros níveis de fragilidade perante a interferência da urbanização do bairro.

A unidade potencial média encontrada corresponde ao sistema do tabuleiro pré-litorâneo, enquanto que a emergente obedece a funcionalidade natural das planícies fluviais do rio Maranguapinho e do Canal do Bom Jardim, lacustre e as áreas de inundação sazonal. Nesse assunto, a característica pedogenética das superfícies tabuliformes explica sua "estabilidade"

face a urbanização. Por outro lado, a ação morfogenética atuante e os processos de degradação ambiental configuram maior instabilidade ao uso e ocupação da terra atual, sendo classificada como emergente.

Nos ambientes mais instáveis no bairro Bom Jardim, por serem espaços naturais destinados a inundações fluviais, lacustres e sazonais, as ocupações conferem dificuldade na estabilização e segurança no ambiente urbano, configurando um espaço altamente suscetível a ocorrência de ameaças naturais no bairro. Santos (2015) e Lima (2018) corroboram com esse entendimento.

Se a morfodinâmica promove instabilidade e é mais atuante na planície fluvial, os riscos nessa unidade são mais sentidos, mais presentes e, portanto, são maiores. Com a existência de populações vulneráveis socialmente, localizadas em um ambiente de elevada intensidade morfodinâmica, esses riscos possuem caráter emergente.

4. Considerações finais

O estudo analítico do relevo no ambiente urbano contribui decisivamente para questões relacionadas ao planejamento ambiental e ordenamento do território. Nesse ínterim, a análise da fragilidade ambiental urbana aplicada ao bairro Bom Jardim permitiu reconhecer os ambientes estáveis, que não apresentam limitações para ocupação e uso urbano e as áreas instáveis que não devem ser destinadas para ocupação.

Tal análise se aplica ao conhecimento da expressão espacial dos riscos ambientais quando permite avaliar a dimensão espacial das ameaças naturais que impactam de modo adverso as populações vulneráveis localizadas nas margens das planícies fluviais e na área de inundação sazonal. Dessa forma, o zoneamento da fragilidade ambiental emergente preconiza maior interesse ao conhecimento e identificação dos riscos de desastres ambientais no território.

O contexto em pauta representa um meio para analisar o problema fortemente presente de riscos de desastres ambientais na cidade de Fortaleza, da mesma forma que contribui para o entendimento do fenômeno das áreas de risco ambiental no bairro Bom Jardim.

5. Referências Bibliográficas

FERREIRA, Antônio Geraldo; MELLO, Namir Giovanni da Silva. Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a região nordeste do Brasil e a influência dos oceanos pacífico e atlântico no clima da região. **Revista Brasileira de Climatologia,** v.1, p. 15-27, 2005.

Lima, João Sérgio Queiroz de. **Desastres ambientais nos assentamentos precários da cidade de Fortaleza-Ceará-Brasil:** riscos derivados da integração entre vulnerabilidade social e ameaças naturais. 222p. Tese (doutorado em Geografia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

PENNA, Nelba Azevedo; FERREIRA, Ignez Barbosa. Desigualdades socioespaciais e áreas de vulnerabilidades nas cidades. **Mercator**, Fortaleza, v. 13, n. 3, p. 25-36, dez. 2014.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. Análise empírica da fragilidade empírica dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo. v.8, p.63-74, 1994.

_____. Análises e sínteses na abordagem geográfica da pesquisa para o planejamento ambiental. **Revista do Departamento de Geografia** São Paulo, v.9, p.65-75, 1995.

_____. Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento ambiental. São Paulo: Oficina de textos, 2006.

SANTOS, Jader de Oliveira; ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. Fragilidade ambiental urbana. **Revista da ANPEGE**, v.8, n.10, p.127-144, ago./dez. 2012.

_____. **Fragilidade e riscos socioambientais em Fortaleza-CE**. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2016. 188 p.

SANTOS, Milton. **A urbanização brasileira**. 5ª edição. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2008, 176p.

SOUZA, Marcos José Nogueira de; NETO, José Meneleu; SANTOS, Jader de Oliveira; GONDIM, Marcelo Saraiva. **Diagnóstico geoambiental do município de Fortaleza**: subsídios ao macrozoneamento ambiental e à revisão do plano diretor participativo (PDPFor). Fortaleza: Prefeitura Municipal de Fortaleza, 2009. 172p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. Centro Universitário de Pesquisa e Estudos sobre Desastres (CEPED). **Atlas brasileiro de desastres naturais: 1991 a 2012**. 2ª. edição. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina. 2013. 126p.

ZANELLA, Maria Elisa; OLÍMPIO, João Luís; COSTA, Maria Clélia Lustosa; DANTAS, Eustógio Wanderley Correia. Vulnerabilidade socioambiental do baixo curso da bacia hidrográfica do rio Cocó, Fortaleza-CE. Sociedade e Natureza, Uberlândia, v.25, n.2, p. 317-332, 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

ANÁLISE DE PERIGO A MOVIMENTOS DE MASSA NA VILA IPIRANGA - NITERÓI/RJ

Karolina Gameiro Cota Dias [(a)], Lucas Rodrigues Dias [(b)], Yuri Sisino dos S. Felipe [(c)], Rafael Andrade Bastos [(d)], Rodrigo Galvão da Silva [(e)]

[(a)] Departamento de Geografia/IGEO, UFF, Email: karolina_dias@id.uff.br
[(b)] Departamento de Geografia/IGEO, UFF, Email: lucasrd@id.uff.br
[(c)] Departamento de Geografia/IGEO, UFF, Email: yurisisino@id.uff.br
[(d)] Departamento de Geografia/IGEO, UFF, Email: rafandrad94@gmail.com
[(e)] Departamento de Geografia/IGEO, UFF, Email: contargs@hotmail.com

Eixo: Riscos e desastres naturais

Resumo

O estudo e análise dos desastres naturais têm se mostrado fundamental para o planejamento urbano-ambiental, visto que a intensificação destes episódios tem acompanhado diretamente o crescimento urbano em todo o globo. Em Niterói, município localizado na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, desde um episódio trágico ocorrido em 06/04/2010, que culminou no reconhecimento nacional do Morro do Bumba, a ocorrência destes eventos tem se mantido apesar da intensificação dos esforços do município no monitoramento e mapeamento de áreas de risco geológico. Este artigo objetiva analisar o perigo a movimentos de massa na localidade Vila Ipiranga, Zona Norte de Niterói, identificando a suscetibilidade natural da área, associada à intervenções antrópicas, utilizando metodologia compilada pela Defesa Civil municipal. O trabalho propiciou a percepção do risco na Vila Ipiranga quanto à possibilidade de ocorrência de movimentos de massa e áreas com a população mais vulnerável.

Palavras chave: Desastres Naturais, Suscetibilidade, Mapeamento de Risco

1. Introdução

A intensificação dos desastres naturais tem acompanhado o crescimento urbano em âmbito mundial, e isso pode ser visto de forma clara nas regiões metropolitanas brasileiras. Esta intensificação ressalta a importância do conhecimento físico e social do território com vistas ao melhor planejamento urbano e minimização de riscos.

A discussão da questão socioambiental em ambientes urbanos tem proposto a análise do processo de expansão e ocupação de espaços interiores, no qual as cidades se dividem em ambientes heterogêneos, relacionados à pobreza e à riqueza, os quais se diferem em inúmeros aspectos. Nesta discussão, a necessidade de moradia tem ocasionado ocupações irregulares em áreas inundáveis e encostas, as quais, associadas aos problemas de saneamento relacionados à despejo e coleta de resíduos, têm contribuído para a diminuição da qualidade e aumento do risco de vida dos habitantes (JACOBI, 2006).

Em diferentes panoramas é possível observar um maior esforço político na implementação de medidas que visem o conhecimento do território e suas vulnerabilidades, além de investimentos em infraestrutura e capacitação da Defesa Civil no âmbito de município, estado e país.

No município de Niterói, localizado na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, a ocorrência de um episódio trágico em abril de 2010, que culminou no reconhecimento em nível nacional do Morro do Bumba, levou a intensificação de esforços do município para melhor conhecer seu território e na implementação de sistemas de monitoramento para alerta e alarme, além da realização de mapeamentos de áreas de risco, através da Secretaria Municipal de Defesa Civil (SMDCNit).

Neste contexto, o objetivo deste trabalho consiste em analisar o perigo a movimentos de massa na localidade Vila Ipiranga (Figura 1), situada na Zona Norte de Niterói, através da

identificação da suscetibilidade natural da área, associada à intervenções antrópicas em uma área de aglomerado subnormal, utilizando metodologia da SMDCNit.

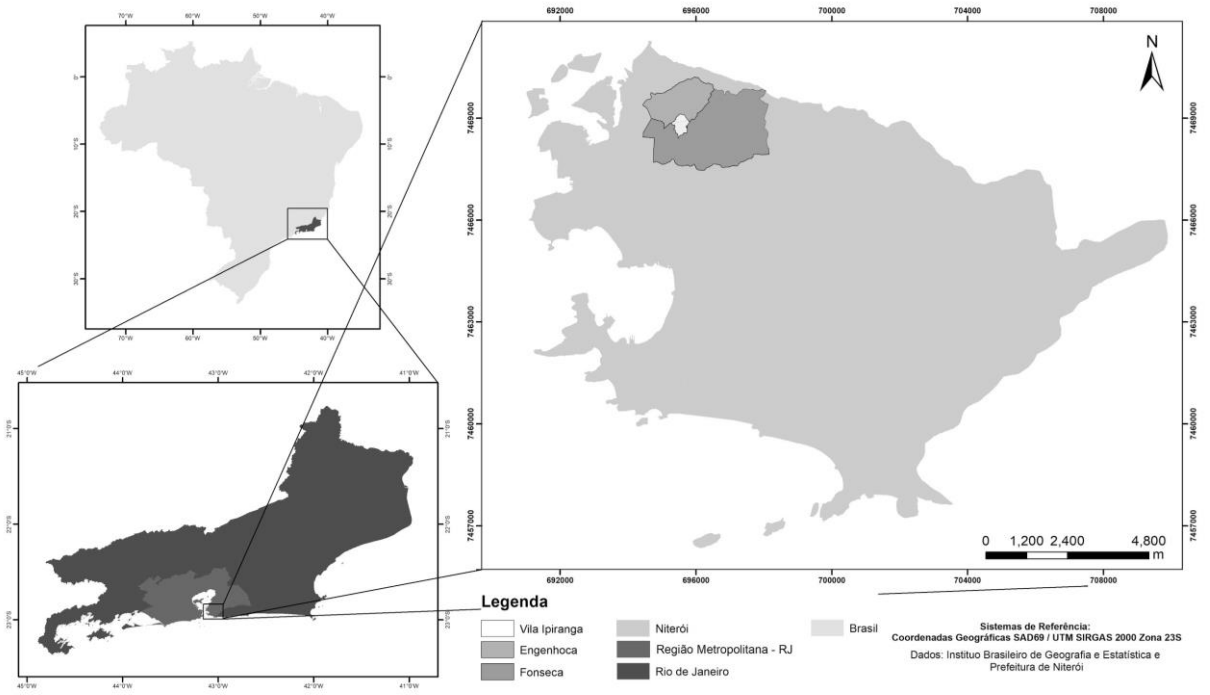


Figura 1 - Mapa de Localização da área de estudo. Elaborado pelos autores.

2. Materiais e Métodos

O trabalho foi desenvolvido através de três etapas: a coleta e compilação de dados; a análise e o processamento das informações; e o desenvolvimento e avaliação dos resultados.

A coleta e compilação de dados consistiram na pesquisa e leitura de bibliografias referentes ao assunto e obtenção de dados a serem utilizados na realização do mapeamento. Tais dados correspondem a arquivos matriciais e vetoriais, como as ortofotos, modelos digitais de elevação e curvas de nível, provenientes do Levantamento Aerofotogramétrico e Perfilamento a Laser do município de Niterói do ano de 2014, obtidos através do site do Sistema

de Gestão da Geoinformação, da Prefeitura de Niterói (http://www.sigeo.niteroi.rj.gov.br/); e dados vetoriais de unidades de relevo e Biblioteca de Padrões de Relevo (DANTAS, 2016), obtidas junto ao site da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM).

Os dados foram analisados e processados para a produção de tabelas e quadros, confeccionados através dos programas Microsoft Word e Excel 2007. As cartas temáticas foram geradas em ambiente SIG, com a utilização dos softwares ArcGIS 10.5 e QGIS 2.18 visando identificar relações, padrões e aplicações destes no estudo.

Na confecção da Carta de Perigo a movimentos de massa na Vila Ipiranga foi utilizada metodologia compilada pela SMDCNit (CERQUEDA et al., 2018), que se baseou no método descrito no livro Prevenção de Riscos de Deslizamentos em Encostas: Guia para elaboração de Políticas Municipais, publicado pelo Ministério das Cidades (CERRI, 2006) e em diversificada bibliografia. Este procedimento foi realizado através de etapas em escritório, com a confecção e interpretação de cartas de declividade (Figura 2), topográficas e de unidades de relevo; e em campo. As análises foram realizadas seguindo majoritariamente as definições propostas pela SMDCNit, salvo alguns casos.

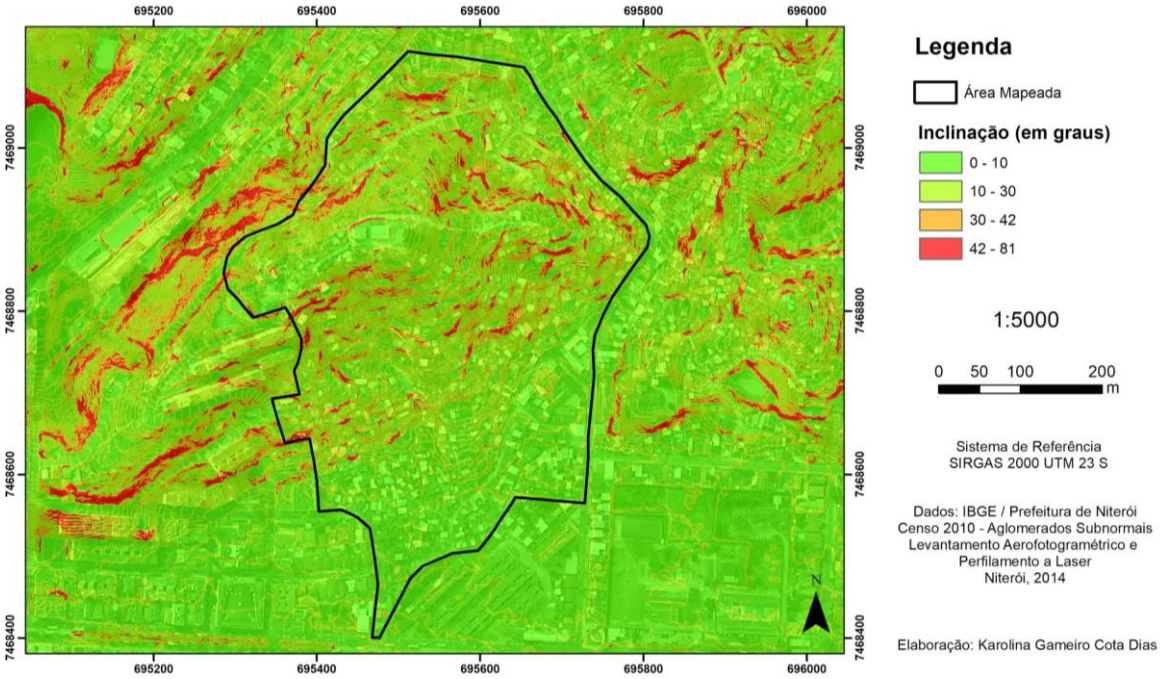


Figura 2 - Carta de Declividade - Vila Ipiranga, Niterói / RJ

Através da Carta de Declividade, por exemplo, foram identificados locais com inclinação superior a 30 graus como áreas com maior suscetibilidade a deslizamentos e queda/rolamento de blocos, estando estas localizadas majoritariamente na região centro-norte da área mapeada.

As incursões a campo foram realizadas nos dias 25 de abril, 12 de maio e 16 de maio de 2018. Durante estes dias foram feitas análises através de:

- Caminhamento, que consiste em transitar as ruas e travessas da área a ser mapeada, identificando fatores naturais e antrópicos que caracterizam áreas com maior ou menor possibilidade de ocorrência de movimentos de massa, e atributos dos diferentes tipos de uso e ocupação do solo na área.
- Pontos de visada (Figura 3), que são locais propícios à observação das características mais abrangentes da área e seu entorno, podendo ser observados

os mesmos atributos citados no caminhamento, porém em maior escala. Esta ação propicia a realização de registros fotográficos, obtenção de localização por coordenadas (utilizando o Sistema de Referência SIRGAS 2000), e sistematização de características identificáveis na área, com a utilização de fichas de campo.

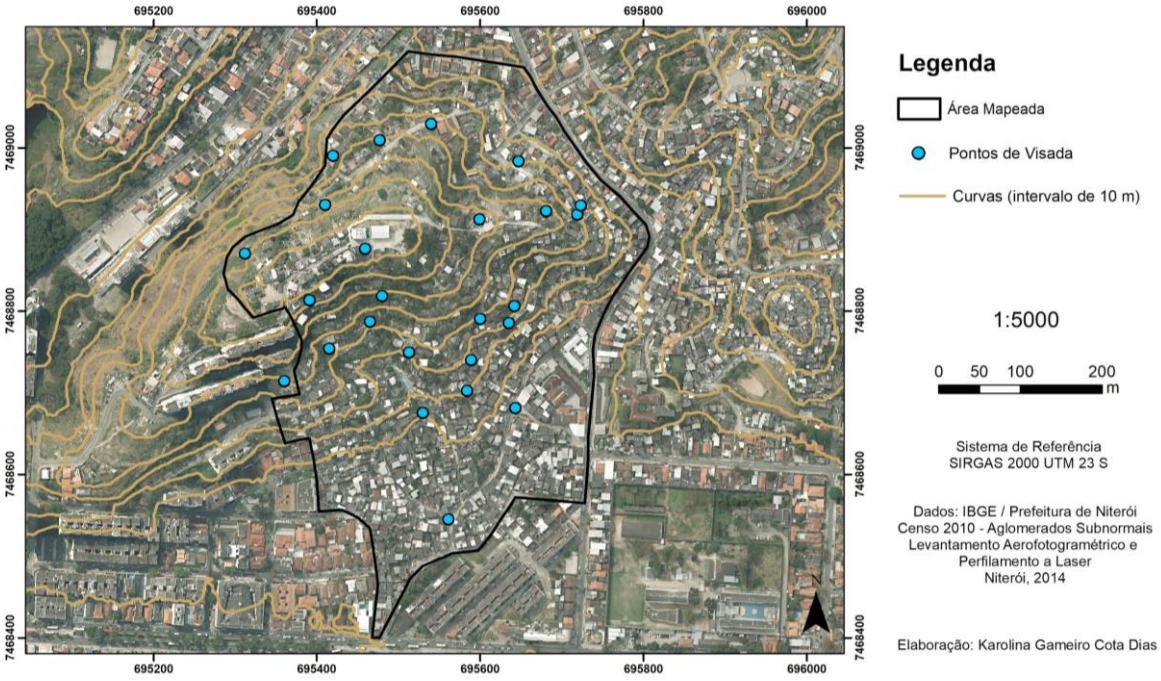


Figura 3 – Carta Topográfica e Pontos de Visada – Vila Ipiranga, Niterói / RJ

Por se tratar de um ambiente em que características naturais são muitas vezes camufladas por processos antrópicos, este método de mapeamento utiliza atributos majoritariamente qualitativos, de forma que a classificação do perigo se dá através da avaliação de fatores naturais - geologia/geomorfologia da área, inclinação e composição do terreno, distribuição das drenagens; e intervenções antrópicas, como por exemplo a realização de cortes e aterros, despejo inadequado de resíduos sólidos e líquidos e impermeabilização do solo através de pavimentação.

A partir da observação destes fatores em 25 pontos de visada, foram consideradas áreas com parâmetros semelhantes para a compartimentação da Vila Ipiranga em zonas de Alto, Intermediário e Baixo Perigo a Movimentos de Massa, conforme classificação utilizada pela SMDCNit exposta no Quadro 1.

Quadro 1 – Classes e hierarquia de perigo a movimentos de massa. Fonte: SMDCNit (adaptado).

CLASSES DE PERIGO	CARACTERÍSTICAS
Zonas de Alto Perigo a Movimentos de Massa	Correspondem a áreas que apresentam um dos seguintes atributos ou a associação de alguns destes: taludes de elevada inclinação (superior a 30 graus); composição favorável a ocorrência de movimentos de massa, como solos transportados (tálus/colúvio), aterro, zona de concentração de blocos; existência de drenagens; baixa razão entre distância e altura moradia x talude; realização de cortes e aterros próximos às moradias; disposição irregular de lixo e águas servidas; e cobertura vegetal inexistente ou inapropriada
Zonas de Intermediário Perigo a Movimentos de Massa	São relacionadas às áreas em que é possível identificar um ou mais dos atributos citados anteriormente, no entanto ocorrem em quantidade e/ou intensidade menor às situações de Alto Perigo.
Zonas de Baixo Perigo a Movimentos de Massa	Estão relacionadas às áreas com menor inclinação do terreno; que receberam medidas estruturais (como obras de drenagem e contenção, impermeabilização do solo etc.) e resultaram na estabilização de pontos anteriormente suscetíveis aos movimentos de massa.

É importante destacar que as características aqui citadas como favoráveis à ocorrência de deslizamentos e queda/rolamento de blocos, ou contribuintes para a estabilidade do local referem-se estritamente aos movimentos de massa, de forma que alguns destes atributos podem possuir o efeito contrário em relação a outros processos, como por exemplo a

impermeabilização, que intensifica o escoamento superficial, além de episódios de inundações e alagamentos.

Associando informações obtidas nas cartas de unidades de relevo e de declividade às características identificadas através das fichas de campo, foram traçadas áreas com características semelhantes em referência à pavimentação, composição de solo, razão entre imóvel e talude, lançamento de águas servidas etc. Tais fatores influenciam diretamente na probabilidade de ocorrência de deslizamentos e quedas/rolamentos de blocos, e se mostram essenciais na confecção da Carta de Perigo a Movimentos de Massa (Figura 4).

3. Resultados e discussões

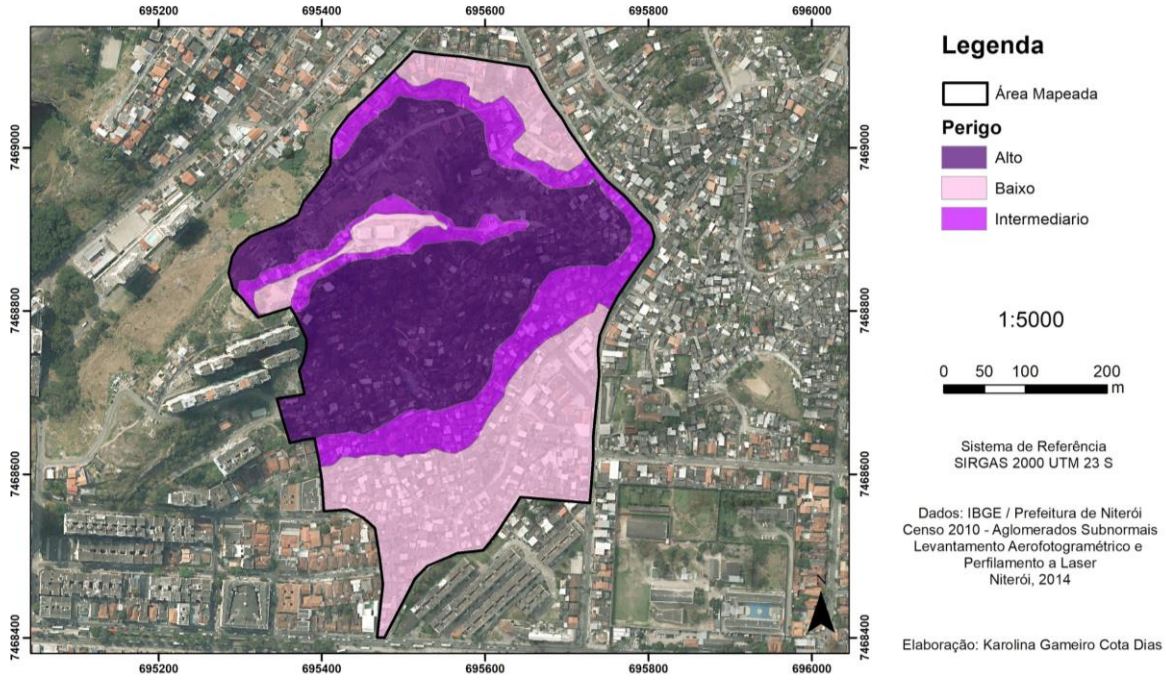


Figura 4: Carta de Perigo a Movimentos de Massa – Vila Ipiranga, Niterói / RJ

Na figura 4 é possível identificar Zonas de Baixo Perigo a Movimentos de Massa nas áreas norte, sul e centro-norte da carta, principalmente associadas à menor inclinação do terreno

(áreas rebaixadas a sul e norte ou platô em interflúvio na área central), impermeabilização do solo através de pavimentação e existência de sistema de drenagem superficial.

Localizadas predominantemente ao centro e leste da carta, as Zonas de Intermediário Perigo de Movimentos de Massa, se caracterizam pelo aumento da inclinação, irregularidade de sistema de drenagem superficial, existência de taludes de corte e/ou aterro próximos aos imóveis, descarte irregular de resíduos etc. Estas áreas tendem a se tornar mais instáveis no caso de intensificação dos processos citados acima, podendo se tornar uma Zona de Alto Perigo.

Na área central e centro-norte da carta pode-se identificar uma grande Zona de Alto Perigo a Movimentos de Massa. Isto se deve pela composição coluvionar do terreno, linhas de drenagem, alta declividade e intenso processo de ocupação. Nestas áreas é possível observar elevada inclinação, cicatrizes e material mobilizado de escorregamentos e queda/rolamento de blocos pretéritos, lixo disposto diretamente sobre o solo, trincas no terreno, e a realização de intervenções antrópicas nos taludes.

4. Considerações finais

A realização deste trabalho propiciou a percepção do perigo na Vila Ipiranga quanto à possibilidade de ocorrência de eventos de movimento de massa e a identificação de áreas com a população mais vulnerável a estes eventos.

Durante a etapa de coleta e compilação de dados foi constatada a escassez de material histórico sobre a consolidação da ocupação na área de estudo e sobre aglomerados subnormais, principalmente no município de Niterói.

Tendo em vista a pluralidade temporal dos dados utilizados neste trabalho, ressalta-se a importância da realização e disponibilização de estudos que abranjam estas variáveis com maior frequência, visto que o processo de urbanização e modificação do território, ambiental e socialmente, tem sido intenso nas últimas décadas (GOMES et al., 2003), e as condições

identificadas na área durante a realização deste trabalho estão sujeitas à possível mudança quanto a classificação do perigo e risco atribuídos.

Esta análise demonstra também a importância de ações preventivas que visem a correlação entre precipitação e escorregamentos, cujas ações têm ocorrido no município de Niterói nos últimos anos.

Através da Carta de Perigo a Movimentos de Massa na Vila Ipiranga - Niterói foi possível identificar áreas que possuem questões prioritárias para a melhoria das condições de vida destes habitantes, principalmente no que tange à realização de medidas estruturais e não estruturais para a diminuição do perigo a deslizamentos e quedas e rolamento de blocos, principais movimentos de massa que ocorrem no local. Políticas referentes à educação socioambiental também são essenciais na área, tendo em vista a observação de diversos pontos de despejo irregular de lixo e esgoto.

Agradecimentos

À Secretaria Municipal de Defesa Civil de Niterói, pelo fornecimento de dados que tornaram possível a realização deste trabalho.

Referências Bibliográficas

CERRI, L. E. S. **Mapeamento de Riscos nos Municípios**. In: BRASIL. CARVALHO, C. S. e GALVÃO, T. (orgs.). Prevenção de Riscos de Deslizamentos em Encostas: Guia para Elaboração de Políticas Municipais. Brasília: Ministério das Cidades; Cities Alliance, 2006, p. 46-55.

CERQUEDA, M. L. A.; MAIA, L. E. M. S.; ALVES, A. P. R.; PEREZ, A.; DIAS, K. G. C.; ALMEIDA, Q.V.; CHAGAS, I. V. S.; MELLO, L. O. F.; BARBOSA, W. M.; OLIVEIRA, E. A. **Apresentação do método utilizado pela Defesa Civil de Niterói/RJ no mapeamento de**

áreas de risco de movimentos gravitacionais de massa no município. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 49, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Geologia, 2018.

DANTAS, M. E. **Biblioteca de padrões de relevo: carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundação**. 2016.

GOMES, R. C. C., SILVA, A. B., SILVA, V. P. **Política habitacional e urbanização no Brasil**. Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2003, vol. VII, núm. 146(083). . Acesso em 12 de fevereiro de 2018.

JACOBI, P. **Dilemas socioambientais na gestão metropolitana: do risco à busca da sustentabilidade urbana**. Política & Trabalho, João Pessoa: UFPB, Mestrado em Ciências Sociais, n.25, 2006, p.115-134

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 Comportamento Hidrológico em área de escorregamentos na vertente do bairro Venda da Cruz, São Gonçalo - RJ

Wellinghton Marins Coutinho Firmino [(a)], Ana Valéria Freire Allemão Bertolino [(b)], Luiz Carlos Bertolino [(c)], Bruno Lopes Costa [(d)]

[(a)] Departamento de Geografia/Faculdade de Formação de Professores, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, wellinghtoncoutinho@gmail.com
[(b)] Departamento de Geografia/Faculdade de Formação de Professores, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, anabertolino@uol.com.br
[(c)] Departamento de Geografia/Faculdade de Formação de Professores, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, lcbertolino@uol.com.br
[(d)] Departamento de Geografia/Faculdade, Universidade Federal Fluminense, brunolopescosta@gmail.com

Eixo: Riscos e desastres naturais

Resumo

Os movimentos de massa são fenômenos contínuos e que ocorrem de forma natural, e tem sido foco em muitos estudos recentes. O estudo foi desenvolvido no município de São Gonçalo (RJ) no bairro de Venda Cruz. Foram utilizados dados obtidos no INPE, além de blocos de matriz granular e piezômetro para avaliar o comportamento hidrológico da encosta. E constatamos que a partir dos dados do INPE e os obtidos através do GMS e piezômetro, os períodos de maior ocorrência de incêndios são os períodos de maior dificuldade de infiltração de água no solo em nossa área de estudo.

Palavras chave: Geomorfologia, Pedologia, Movimentos de Massa, Incêndios

1. Introdução

Movimentos de massa, ou movimentos coletivos de solo e de rochas, tem sido objeto de amplos estudos nas mais diversas latitudes, não apenas por sua importância como agentes atuantes na evolução das formas de relevo, mas também em função de suas implicações práticas e de sua importância do ponto de vista econômico. Segundo Sidle (1985), além de contribuir para o conhecimento da evolução das formas de relevo, o estudo detalhado dessas feições e suas transformações podem contribuir para minimizar os danos causados à sociedade.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Fernandes (1996) destaca que os deslizamentos são fenômenos naturais contínuos assim como os processos de intemperismo e erosão, mas que tem seu destaque principalmente quando existe a presença antrópica.

Apesar do movimento de massa ser um fenômeno natural, muitas vezes, tem acelerado seu processo de desencadeamento por intervenção antrópica. Referente a esta, pode-se citar inúmeros modos desta intervenção, mas agora podem ser explicitadas as ocupações irregulares de encostas, retirada da vegetação através da queima, manejo incorreto do solo, incêndios, entre outros.

Os movimentos de massa podem ser caracterizados de quatro formas: corridas (flows), escorregamentos (slides), queda de blocos (rock falls) e rastejamentos (creep), aqui queremos destacar os escorregamentos que são movimentos rápidos e de curta duração, possuem um plano de ruptura bem definido, onde é possível fazer a distinção entre o material deslizado e o não movimentado. Os planos de ruptura são subdivididos entre rotacionais e translacionais.

Os movimentos rotacionais possuem uma superfície de ruptura curva, côncava para cima, no qual se dá um movimento rotacional da massa do solo. Esses movimentos são favorecidos na existência de solos espessos e homogêneos.

Os movimentos translacionais possuem uma superfície de ruptura planar que acompanham as descontinuidades mecânicas e/ou hidrológicas no interior do material, são geralmente compridos e rasos, onde o plano de ruptura encontra-se em geral em profundidades que variam entre 0,5 e 5m (FERNANDES, 1996).

Segundo Ferreira *et al.* (2010) *apud* Nogueira (2014), as alterações no solo causadas pelo fogo são complexas, visto que uma gama de mecanismos que interagem entre si. Essas transformações podem ocorrer de forma direta, originadas pela ação do calor sobre o componente orgânico, ou de forma indireta, tendo origem pela eliminação da cobertura vegetal do solo. Em ambos os casos ocorre o aumento da vulnerabilidade desses ambientes ao processo hidro-erosivo (NOGUEIRA, 2015).

ISBN: 978-85-7282-778-2

Os impactos negativos do fogo abaixo da superfície estão relacionados com a quebra das estruturas do solo, ocasionando a redução da umidade e o desenvolvimento de repelência à água, assim como mudanças nos fluxos de ciclagem de nutrientes, perda do quantitativa do material vegetal que se deposita no solo resultante dos componentes senescentes do dossel arbóreo e alteração da biota do solo (NAERY *et al.*, 1999).

Os incêndios acarretam diversas transformações no solo, consumindo a matéria orgânica e abrindo fendas pela contração dos minerais ao se resfriarem, acelerando o processo de lixiviação e hidroerosão (MATAIX-SOLERA e GUERRERO, 2007). Outra característica negativa para o geossistema associada aos incêndios é a hidrofobicidade gerada a partir do selamento dos poros do solo (CERDÀ *et al*., 2012). A estabilidade estrutural do solo é a resistência do mesmo a forças externas desreguladoras, como por exemplo, as gotas da chuva. A redução da estabilidade dos agregados pode afetar o processo de infiltração, vedação, formação de crosta, retenção da água, escoamento e erosão do solo (THOMAZ, 2017).

Os movimentos de massa em geral são normalmente associados a chuva, como é comumente divulgados em noticiários após um evento, mas existem fatores que podem contribuir, assim facilitando essas movimentações, como citado anteriormente os incêndios acarretam diversos impactos negativos para o solo, e entre eles a repelência à água, que podem ocasionar dificuldades na infiltrabilidade, fazendo com que a água deixe o solo ou se acumule em baixas profundidades, gerando com isso indícios para futuros escorregamentos.

2. Área de Estudo

A área de estudo (figuras 1 e 2) encontra-se no bairro de Venda da Cruz no município de São Gonçalo localizado na região metropolitana do estado do Rio de Janeiro, que por sua vez está na região sudestes do Brasil. O município apesar de ser o 66º maior em área, é atualmente o segundo mais populoso do estado com população estimada de 1.077.687 habitantes (IBGE, 2018).

ISBN: 978-85-7282-778-2

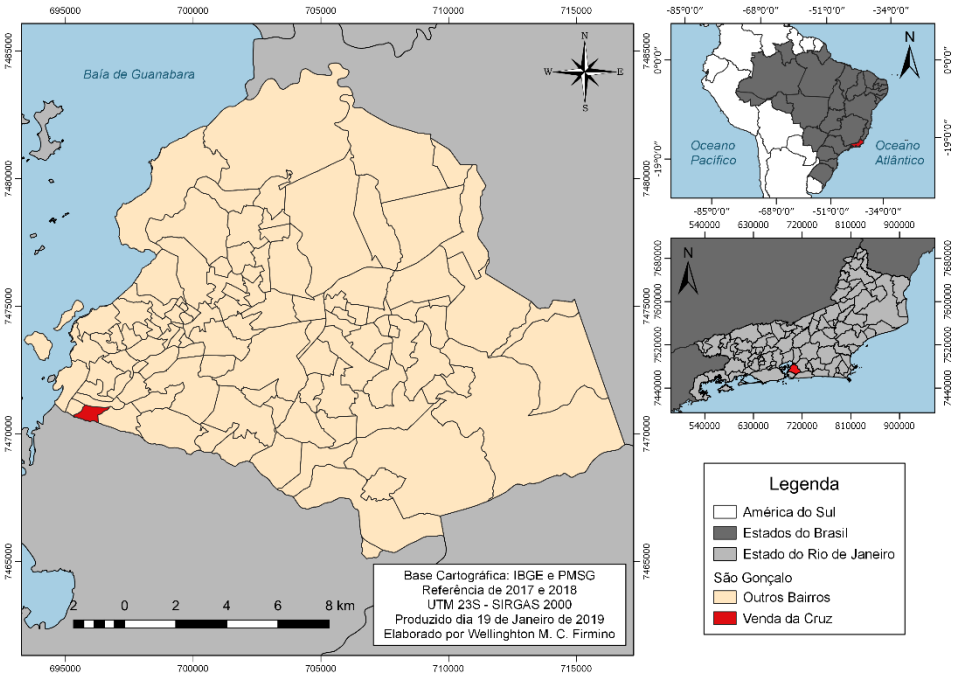


Figura 1 – Mapa de Localização da Área de Estudo.

Figura 2 – Encosta de análise no bairro Venda da Cruz - SG

ISBN: 978-85-7282-778-2

São Gonçalo apresenta, segundo a classificação de Koppen, um clima predominantemente tropical com estação úmida e seca (Aw), sendo a temperatura mensal média superior a 18ºC e média pluviométrica mensal inferior a 60 mm (BERTOLINO *et al.*, 2007).

Figura 4 – Escorregamentos rasos na área de estudo. Fonte: LOPES, 2016.

De acordo com Costa (inédito) essas imagens configuram os dois escorregamentos encontrados na área de estudo: 1) representa um escorregamento mais antigo bem delimitado e processo de recuperação e 2) representa um escorregamento mais recente, também em fase de recuperação.

3. Materiais e Métodos

A partir de dados do INPE (Programa Queimadas) foi feito um levantamento de focos de fogo em vegetação do município de São Gonçalo. Foram contabilizados 499 focos distribuídos no período de 2001 a 2018. Os dados foram tratados para serem usados na técnica de Kernel (softwares ArcGIS). Essa técnica calcula a densidade de casos de incêndio em uma determinada área.

Para entender o comportamento hidrológico da encosta analisada foram utilizados dados de chuva da região disponibilizados pela Estação Climatológica da UERJ/FFP que se encontra num raio de 3 km da área de estudo (Google Earth Pro).

ISBN: 978-85-7282-778-2

Com o intuito de avaliar o comportamento hidrológico foram instalados sensores que medem os potenciais matriciais da água no solo (GMS´S) (SHOCK, 1998 e 2003) em 5 profundidades distintas (15, 20, 40, 70 e 90 cm).

Para o monitoramento do lençol freático foi instalado um piezômetro na base da encosta. Este instrumento foi instalado com auxílio de um trado mecânico que perfurou o solo até uma profundidade de 8 metros. O monitoramento foi realizado diariamente com a intenção de monitorar a variação no nível do lençol freático.

Os dados relacionados a GMS e Piezômetro foram aferidos diariamente entre os meses de junho a dezembro de 2017, por volta das 8 horas da manhã. Enquanto os dados da estação climatológica da FFP/UERJ são aferidos diariamente às 9 horas, com exceção do período do horário de verão, onde passa a ser medido às 10 horas da manhã.

4. Resultados e Discussões

A partir de dados coletados na plataforma do INPE (Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais) foram contabilizados no período de 2001 a 2018, no município de São Gonçalo um total de 499 focos de incêndio distribuídos.

No período de 2017 pode-se observar (figura 3), que existe uma maior concentração de incêndios no município de São Gonçalo nos meses de fevereiro, setembro e outubro.

ISBN: 978-85-7282-778-2

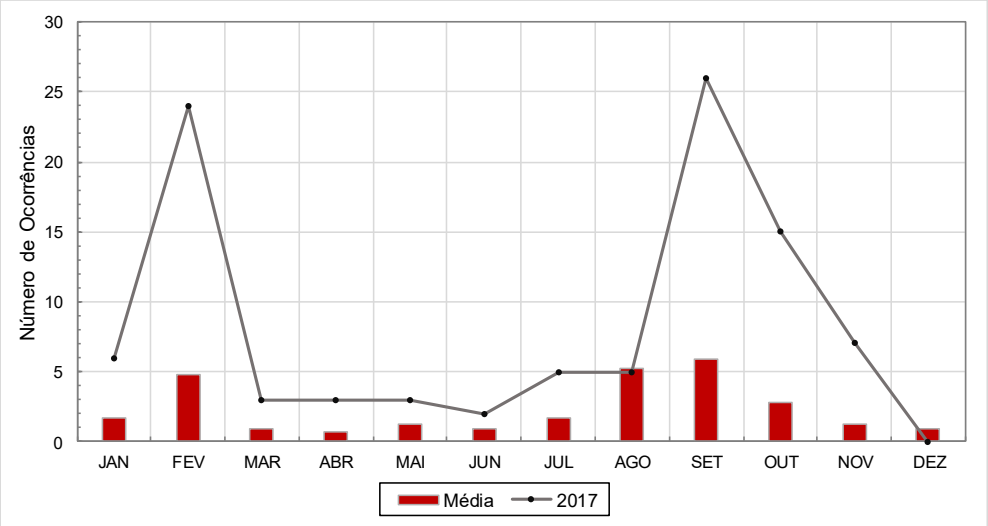


Figura 3 – Ocorrências de Incêndios em São Gonçalo. Fonte: INPE, 2018.

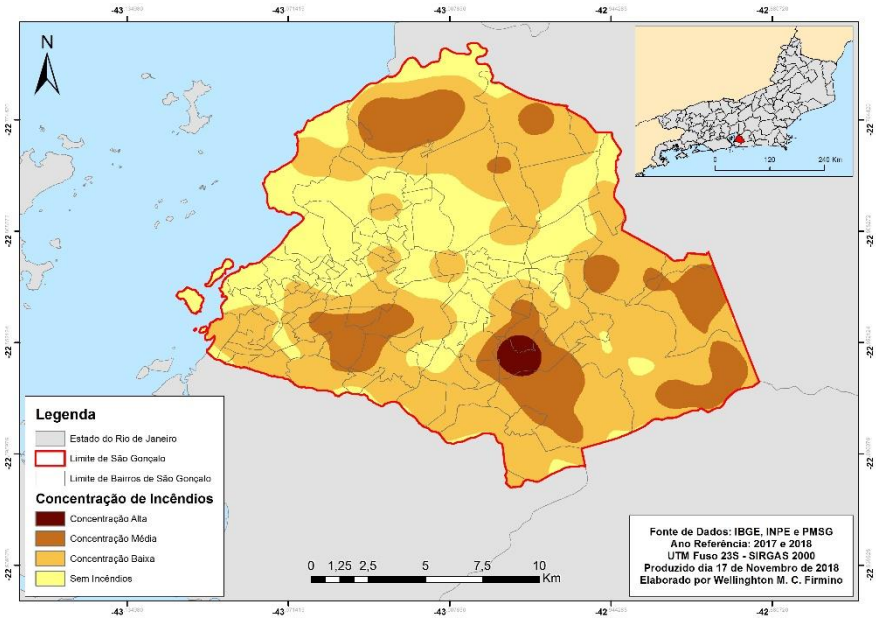


Figura 4 – Mapa de densidade de incêndios no município de São Gonçalo.

A partir do histórico de focos de incêndios no município de São Gonçalo foram definidas 4 classes: 1) áreas sem incêndios, 2) áreas com concentração baixa, 3) áreas com

ISBN: 978-85-7282-778-2

concentração média e 4) áreas com concentração alta de incêndios. Os dados demonstram que a área de estudo está em uma zona de concentração baixa, mas que sofre com incêndios anualmente (figura 4).

Tabela I – Chuvas no período de 2017 e média anual de chuvas no mesmo período. Fonte: LABGEO/FFP, 2018.

Ano	Meses							Total
	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	
2017	159,6	48,3	47,9	2	52,1	94,8	57,7	462,4
Média	56,4	47,2	24,7	47,9	62,6	120,5	116,1	475,3

No período analisado observamos que os meses de novembro e dezembro se apresentam como os meses mais chuvosos, e agosto o mês com menos chuvas. No ano de 2017 observou-se valores diferentes sendo os meses mais chuvosos, junho e novembro, já setembro foi o mês menos chuvoso.

Tabela III – Médias dos potencias matriciais nas profundidades de 15, 20, 40, 70 e 90 cm no período de junho a dezembro de 2017.

Profundidade	Meses						
	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
15 cm	-20,3	-17,7	-32,1	-25,2	-28,2	-70,6	-75,2
20 cm	-20,6	-20,9	-28,4	-23,5	-28,3	-186,3	-170,1
40 cm	-21,3	-21,6	-29,8	-23,7	-28,0	-176,5	-174,7
70 cm	-23,4	-27,5	-39,4	-46,8	-36,4	-194,2	-197,8
90 cm	-27,0	-29,0	-56,5	-66,1	-38,8	-190,2	-196,4

Em relação aos potenciais matriciais, observa-se que nos meses de junho e julho todas as profundidades mantiveram-se estáveis (-20 a -30 kPa). No mês de agosto, setembro e outubro, as profundidades subsuperficiais variaram de -36 a -66 kPa, demonstrando um maior ressecamento do solo. A partir de novembro, com o período das chuvas, verifica-se potenciais matriciais mais altos somente na profundidade de 15 cm, oscilando entre -70 e -76 kPa, o que demonstra um maior teor de umidade nesta profundidade. Enquanto que nas profundidades de

ISBN: 978-85-7282-778-2

20, 40, 70 e 90 cm os potenciais matriciais apresentam um comportamento similar, com médias entre -170 e -199 kPa, ou seja, o solo apresenta-se mais seco.

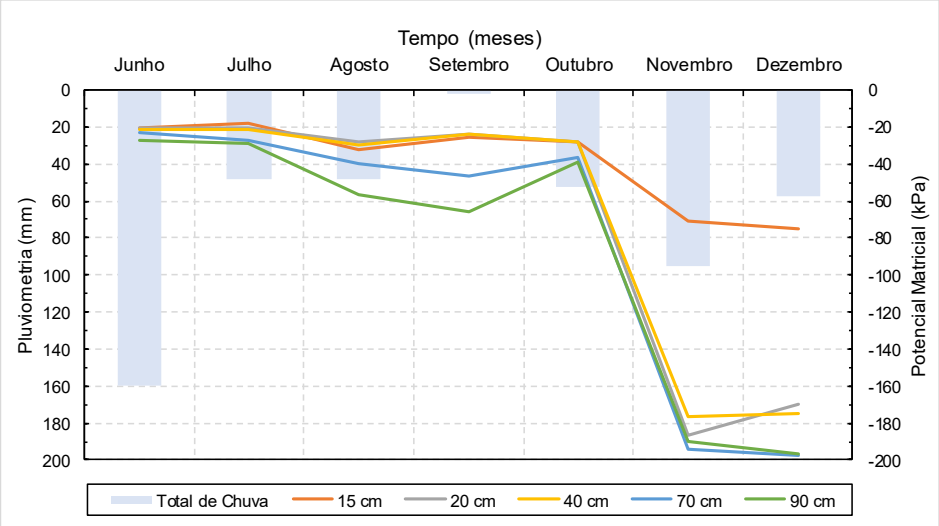


Figura 5 – Dados de potenciais matriciais por profundidade (kPa) e chuva (mm) na área de estudo.

A figura 6 é uma representação da altura do lençol freático através dos dados de piezometria. Os valores demonstram que durante o período monitorado o nível da altura de água na base da encosta variou entre 3,71 m a 1,98 m. Nota-se que nos dias 01 de outubro (2,7 m), 01 de novembro (2,7 m) e 01 de dezembro (1,98 m) houveram rebaixamento do nível de água.

É interessante notar que no período de junho até o final de setembro o lençol freático manteve-se a 3.71 m da superfície. A partir de outubro é possível notar o aumento do nível de água, com o valor mínimo alcançando a 1,93 m.

ISBN: 978-85-7282-778-2

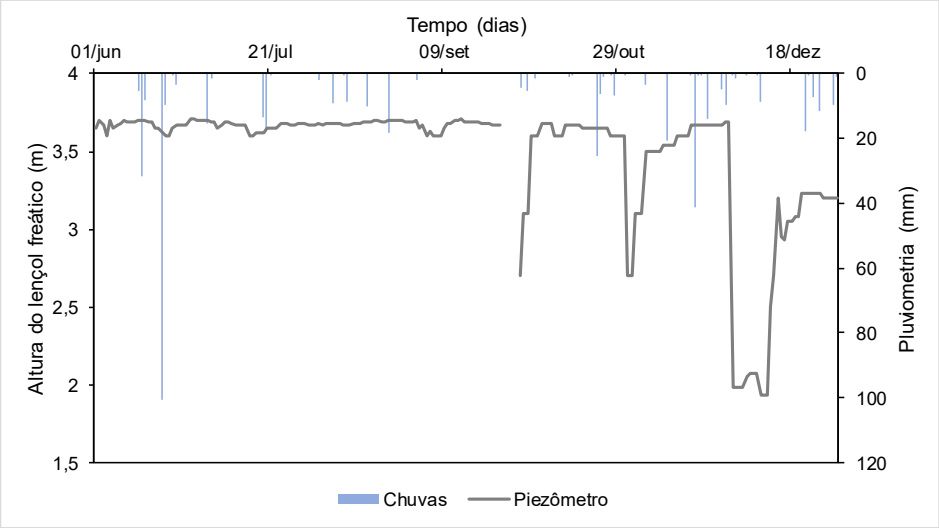


Figura 6 – Dados de piezometria por profundidade (m) e chuva (mm) na área de estudo

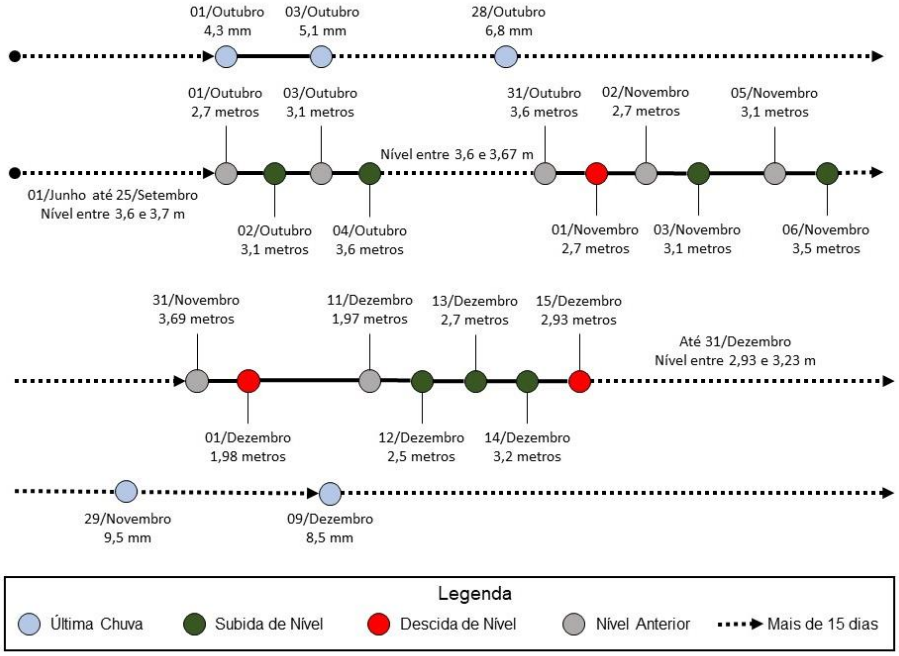


Figura 7 – Fluxograma com os principais períodos de variação do lençol freático

A figura 7 representa um fluxograma onde foram registrados os períodos com as maiores variações do lençol freático. O lençol freático se encontra em nível estável entre 3,6 e

ISBN: 978-85-7282-778-2

3,7 metros, não sendo ultrapassado o valor de 3,7 metros e esses valores se mantém do 01 de junho até o dia 25 de setembro. Em outubro verifica-se variações no nível do lençol, onde no dia 01 de outubro foi registrado a altura de 2,7 metros passando para 3,1 metros no dia 02 de outubro, e no dia 03 para o dia 04 de outubro variando de 3,1 para 3,5 metros, uma variação positiva de 0,4 e 0,5 metros.

Esse padrão de recarga sofre uma variação a partir de novembro, onde o dia 01 o lençol teve uma perda de 0,9 metros em seu nível, mesmo com uma chuva registrada no dia 28 de outubro, entretanto nos dias seguintes o nível variou positivamente subindo para 3,1 metros e em seguida para 3,5 metros, o mesmo se repete no mês seguinte, onde o nível varia negativamente no dia 01 de dezembro, possuindo 1,93 metros e sofrendo uma perda de 1,71 metros em seu nível, apesar de uma chuva registrada no dia 29 de novembro, um fato diferente do mês anterior é que o lençol não sofreu recarga nos dias seguintes, somente após 11 dias e depois uma nova chuva no dia 09 de dezembro.

Com essas informações notamos que o lençol freático se mantém estável quando atinge valores entre 3,6 e 3,7 metros e sofre recargas quando o seu nível se encontra abaixo do indicado anteriormente e após chuvas fracas, e em no máximo 6 dias após. Contudo notamos variações negativas drásticas e que afetaram o lençol entre 0,9 metros a 1,71 metros, nos meses de setembro, novembro e dezembro.

5. Considerações Finais

Os dados de bloco de matriz granular instalados na área de estudo mostram que a água consegue infiltrar menos no solo em profundidades superiores a 15 cm. A partir das análises do piezômetro, nota-se que nos meses de setembro, novembro e dezembro o lençol freático sofre perdas no seu nível, e esta perda pode também ser associado a dificuldade de infiltração da água em profundidas maiores a 15 cm, inclusive este nível não conseguindo recuperar sua variação média que se deu entre os meses de junho a setembro com variações entre 3,6 e 3,7 m, onde mesmo com períodos de grandes chuvas o lençol não sofreu variações.

ISBN: 978-85-7282-778-2

6. Referências Bibliográficas

BERTOLINO, A. V. F. *et al*. **Análise da dinâmica climatológica no município de São Gonçalo: Triênio 2004-2007**. Revista Tamoios, ano IV, nº 2, 2007. 16 p. ISSN 1980-4490.

BRASIL, Ministério da Saúde. **Introdução à Estatística Espacial para a Saúde Pública**. Fundação Oswaldo Cruz, 2007. 120 p.

CERDÀ, G. **Long-term erosional responses after fire in the Central Spanish Pyrenees**. Water and sediment yeld, Catena, 2005. 59-80 p.

MATAIX-SOLERA, J. *et al.* **Water repellency under diferente plant species in a calcareous forest soil in a semiarid Mediterranean environment**. John Wiley & Sons Ltd, 2007. 2300-2309 p.

SIDLE, R.C., PEARCE A.J. & O'LOUGHLIN, C.L. **Natural factors affecting slope stability. In: Americam Geophysical Union (ed.). Hillslope stability and land use**. Washington, 1985. 31-72 p.

NEARY, D. G. *et al.* **Fire effects on belowground sustainability: a review and synthesis.** Forest Ecol. Manag. 122. 1999. 51-71 p.

THOMAZ, E. L. **Fire changes the larger aggregate size classes in slash-and-burn agricultural systems**. Elsevier. 2017. 210-2017 p.

FERNANDES, N. F.; AMARAL, C. P. **Movimentos de Massa: uma Abordagem Geológico-Geomorfológica**. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (org.): **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 1996. 123-186 p.

IBGE. **Estimativas de população para 1º de julho de 2018**. Disponível em: < https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html >. Acesso em 27 dez. 2018.

SHOCK, C.C., BRNUM, J.M., SEDDIGH, M. **Calibration of watermark soil moisture sensors for irrigation management**. Int. Irrig. Show, San Diego, CA, USA. 1998. 139-146 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 ESTATÍSTICA DAS PRECIPITAÇÕES DO MUNICÍPIO DE PIRACURUCA (PI): SUBSÍDIOS AO ESTUDO DAS SECAS E DAS INUNDAÇÕES

Francílio de Amorim dos Santos [(a)], Lúcia Maria Mendes Silveira [(b)], Maria Lúcia Brito da Cruz [(c)]

[(a)] *Campus* Piripiri, Instituto Federal do Piauí, E-mail: francilio.amorim@ifpi.edu.br

[(b)] LABGEO, Universidade Estadual do Ceará, E-mail: lucia.mendes@uece.br

[(c)] LABGEO, Universidade Estadual do Ceará, E-mail: mlbcruz@gmail.com

Eixo: 9 - Riscos e desastres naturais

Resumo

A pesquisa buscou analisar a pluviometria a partir do *Lamb Rainfall Departure Index* (*LRDI*) e do teste de tendência de Mann-Kendall, como subsídios ao estudo das secas e das inundações no município de Piracuruca, norte do estado do Piauí. Os Coeficientes de determinação e Correlação de Pearson indicaram correlação forte e positiva entre os postos pluviométricos. Enquanto o *LRDI* sugere que: 2008 e 2009 foram os anos mais chuvosos, tendo influência de *La niña* moderado e fraco, respectivamente, e dipolo negativo nos dois anos, justificando o decretado de SE em 2009; os anos de 2012, 2015 e 2016 foram considerados os mais secos, tendo ocorrido em 2012 fase positiva do dipolo e em 2015 e 2016 ocorreram *El niño* forte e fase positiva do dipolo, tendo sido decretado SE em 2012 e 2015. O teste de teste de Mann-Kendall sugere que a série histórica não apresentou tendência significativa.

Palavras chave: Semiárido, Precipitação, Desastres Naturais, Índice.

1. Introdução

O Nordeste do Brasil (NEB) é uma área de distinta heterogeneidade ambiental. Posto que apresente paisagens úmidas e secas, relevo de elevada altitude em detrimentos de áreas em processo de aplainamento, solos bem desenvolvidos e aqueles ainda em processo de constituição, que suplantam o desenvolvimento de uma vegetação cujo porte varia em matas de grande porte a caatingas, cerrado e áreas de transição.

Dentre os elementos destacados, sublinham-se as precipitações como componente ambiental desse estudo, particularmente a região semiárida onde se insere o município objeto em estudo. Essa é uma região cuja maior extensão apresenta irregular distribuição das chuvas, tanto temporal quanto espacial. Fato que resulta em concentrações mensais e interanuais de pluviometria, gerando desastres de natureza hidroclimática, particularmente secas e inundações. A primeira está relacionada à ausência ou redução dos totais pluviométricos, enquanto a segunda diz respeito ao concentrado volume de chuvas em curto período de tempo, causando transbordamento dos rios.

Desse modo, torna-se relevante o desenvolvimento de estudos para a análise das precipitações, tendo em vista sua importância para o desenvolvimento econômico. Mas que no estudo é tomada como fator desencadeador de desastres naturais. Esses estão ligados a fenômenos naturais perigosos e determinados condicionantes socioeconômicos e físicos vulneráveis (MASKREY, 1993). Desse modo, a população via de regra devido ao processo de segregação sócio-espacial acentuam a probabilidade de serem atingidas por fenômenos que se constituirão desastres, particularmente por localizarem-se em áreas de eminente risco.

Nesse contexto, gera-se a possibilidades para elaboração de estratégias voltadas à minimização dos riscos e, como tal, das consequências associadas às secas e as inundações, particularmente da população piracuruquense. Nesse contexto, o estudo propos-se a analisar a pluviometria a partir do *Lamb Rainfall Departure Index* (*LRDI*) e do teste de tendência de Mann-Kendall, como subsídios ao estudo das secas e das inundações no município de Piracuruca, norte do estado do Piauí.

2. Materias e métodos

2.1 Localização da área em estudo

A pesquisa teve como recorte espacial o município de Piracuruca, que possui 2.369,5 km^2 e população estimada, em 2016, de 28.242 habitantes e densidade demográfica de 11,9 hab./km^2 (IBGE, 2017a). Piracuruca localiza-se Território do Desenvolvimento dos Cocais e sua sede municipal situa-se às Coordenadas Geográficas 03º55'41"S e 41º42'33"O, estando cerca de 196 km de distancia de Teresina, capital do Piauí (AGUIAR; GOMES, 2004). O município possui os seguintes limites municipais: ao norte Cocal e Caraúbas do Piauí; ao sul Brasileira, Batalha e São João da Fronteira; a oeste Batalha, São José do Divino e Caraúbas do Piauí; e a leste Cocal dos Alves e São João da Fronteira (Figura 1).

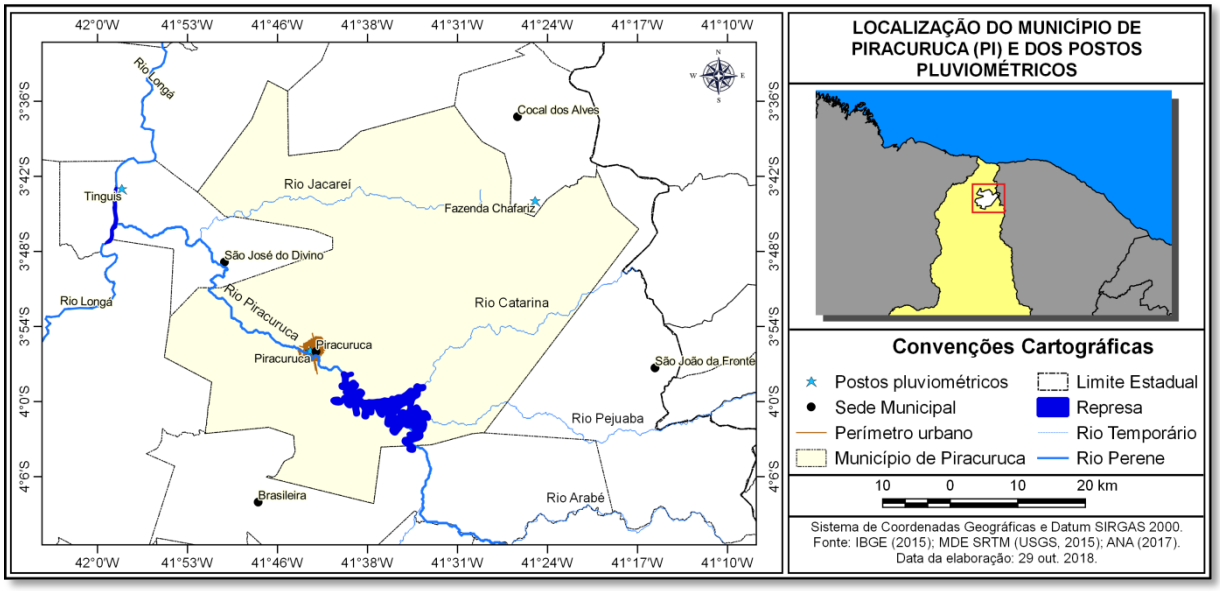


Figura 1 – Localização do município de Piracuruca, norte do estado do Piauí, e dos postos pluviométricos utilizados no estudo.

Fonte: IBGE (2015); MDE *SRTM* (USGS, 2015); ANA (2017).

2.2. Procedimentos metodológicos

Inicialmente, adquiriram-se dados de precipitações de postos pluviométricos junto ao Sistema de Informações Hidrológicas (HidroWEB), da Agência Nacional de Águas (ANA, 2017). Foram selecionados 3 postos com dados para o período de 2003 a 2016, sendo 1 posto inserido no interior do município de Piracuruca e os outros 2 em municípios do entorno, sendo um no Cocal e o outro em São José do Divino (Figura 1). A análise iniciou pelo ano de 2003 pelo fato de coincidir com as informações disponibilizadas no banco de dados sobre os municípios com Portaria de Reconhecimento de Estado de Calamidade Pública e Situação de Emergência, da Secretaria Nacional de Defesa Civil (SEDEC, 2017).

Posteriormente, os dados foram organizados, de forma a permitir o uso do *software* BioEstat, versão 5.0, para estimativa da correlação dos postos do interior e do entorno da área em estudo, por meio do Coeficiente de Determinação (R^2) e o Coeficiente de Correlação de Pearson (r). Aos dados foi aplicado o teste estatístico não-paramétrico de Mann-Kendall, no *software* livre *Past*. Os mesmos dados tornaram possível a execução do *Lamb Rainfall Departure Index* (*LRDI*), a partir da Equação 1, conforme sugere a proposta metodológica de Lamb *et al*. (1986), para conhecimento dos anos secos e chuvosos da série histórica.

$$LRDI = \frac{1}{t_j} * \sum_{i=1}^{t_j} \frac{N_{i,j} - \bar{N}_i}{S_i} \qquad [1]$$

Onde:

$N_{i,j} = precipitação\ no\ ano\ j\ do\ posto\ i;$

$N_i = precipitação\ média\ anual\ do\ posto\ i;$

$S_i = desvio\ padrão\ da\ precipitação\ anual\ do\ posto\ i;$

$t_j = número\ de\ postos\ com\ precipitação\ no\ ano\ j.$

Ressalta-se que para melhor análise do *LRDI* foram delimitadas 6 classes, a partir da proposta original de Freitas (2004), para definir os anos secos e chuvosos, a saber: Extremamente Seco - ES (-1,5 a -1,0); Muito seco - MS (-1,0 a -0,5); Seco - S (-0,5 a 0,0); Úmido - U (0,0 a 0,5); Muito Úmido - UM (0,5 a 1,0); Extremamente Úmido - EU (1,0 a 1,5). Associou-se, também, ao estudo dados dos fenômenos oceânicos *El-Niño* Oscilação Sul (ENOS) e das fases negativas e positivas do dipolo do Atlântico, respectivamente, extraídos do *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) e do *Institut de Recherche pour le Développement* (IRD/FUNCEME).

3. Resultados e Discussão

Inicialmente, salienta-se que os Coeficientes de determinação (R^2) e Correlação de Pearson (r) apresentaram, respectivamente, os valores de 0.8481 e 0.9206. Desse modo, podendo-se inferir que esses mostraram que existe uma correlação forte e positiva entre os postos (Figura 2). Ressalta-se que por meio do R^2 infere-se que o posto do interior é representado em 84,81% pela variação dos postos do entorno.

Por meio da Figura 3 observa-se a distribuição média anual das precipitações para o município de Piracuruca, no período de 2003 a 2016, cuja média histórica foi de 1.152,5 mm. Na série analisada destaca-se o ano de 2008 como o mais chuvoso, cuja média foi de 1675.9 mm ao longo do ano, ao passo que 2012 configura-se como o mais seco da série pesquisada, onde a precipitação foi de 790,2 mm anuais, típico de regiões semiáridas. Ressalta-se, ainda, que de 2010 a 2016 as precipitações podem ser considerados abaixo da média histórica. Essa oscilação entre anos anômalos positivos e/ou negativamente pode ser considerado normal e faz parte da dinâmica climática do município estudado e também do semiárido nordestino.

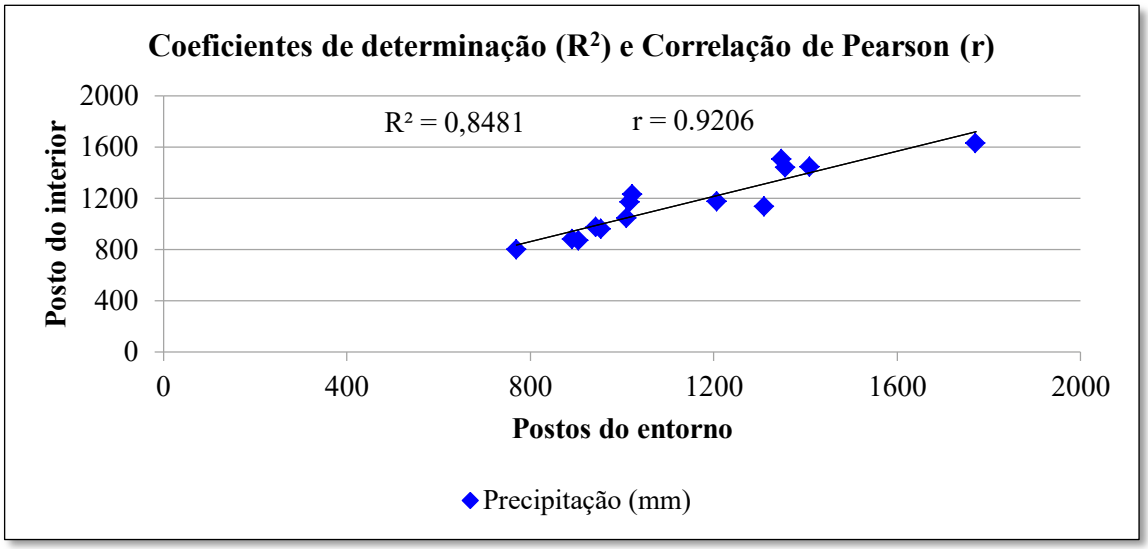


Figura 2 - Coeficientes de determinação e Correlação de Pearson dos postos pluviométricos utilizados no estudo.

Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

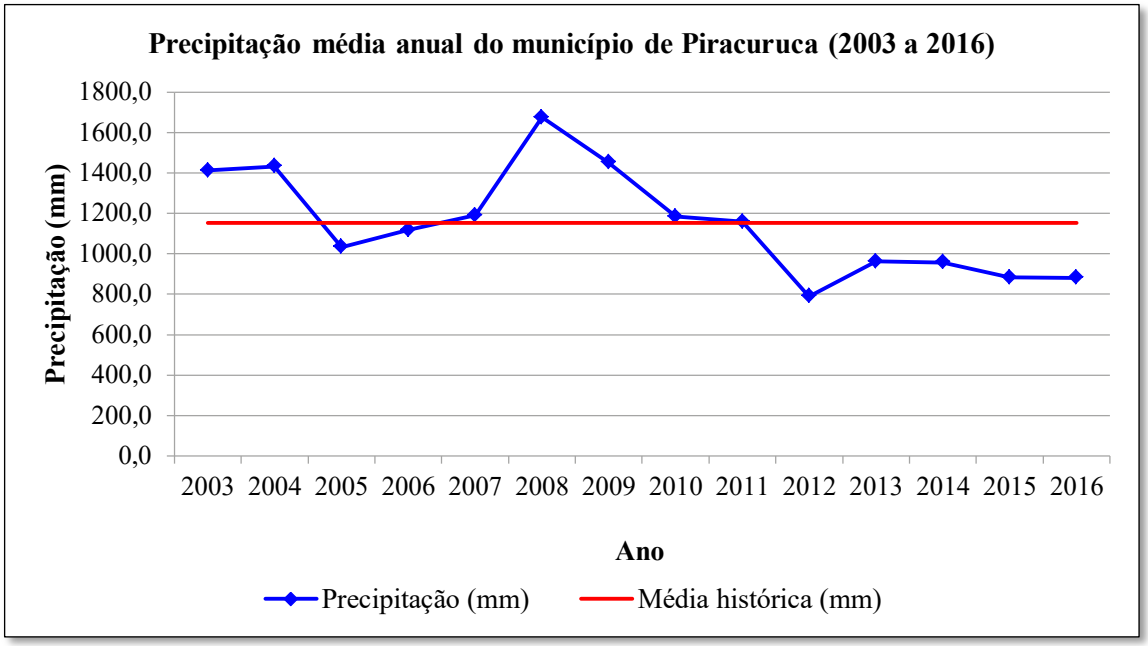


Figura 3 - Precipitação média anual para o município de Piracuruca, considerando o período de 2003 a 2016.

Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

O emprego do *LRDI* para análise dos anos secos e chuvosos permite inferir que, na série histórica analisada (2003 a 2016), os anos considerados como de maior anomalia positiva foram 2008 e 2009, respectivamente, com 0,6 e 0,4 (Figura 4). Nesses dois anos houve ocorrência simultânea de fenômenos *La niña*, moderado em 2008 e fraco em 2009 (NOOA, 2017), e dipolo negativo nos dois anos, que é favorável à ocorrência de chuvas (IRD/FUNCEME, 2018). Esses elementos contribuíram para seu a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) descesse a sua posição mais meridional, promovendo grande e concentra volume pluviométrico no setor norte do Nordeste do Brasil. Embora os dois anos tenham sido considerados anômalos positivamente, apenas em 2009 foi decretada Situação de Emergência no município de Piracuruca (SEDEC, 2017), fato devido ao transbordamento das águas do rio de mesmo, que provocou inundações em diversos locais da cidade (Figura 5).

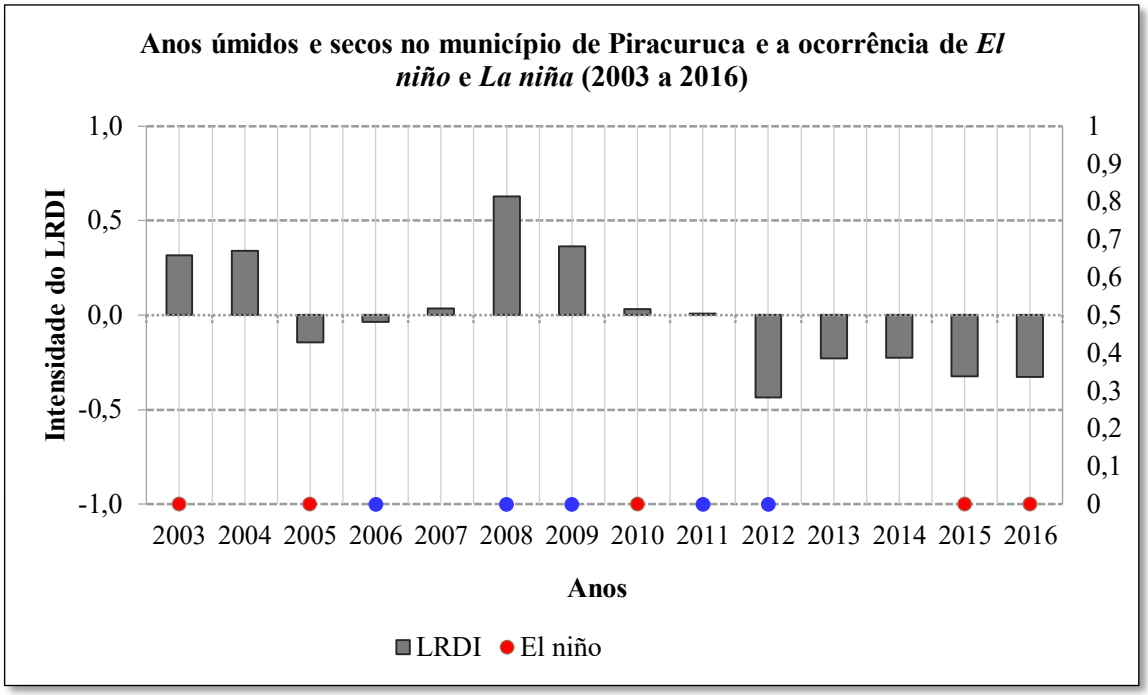


Figura 4 - Anos úmidos e secos extremos para o município de Piracuruca e a ocorrência de *El niño* e *La niña*, considerando os anos de 2003 a 2016.

Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Figura 5 - Áreas inundadas no município de Piracuruca no ano de 2009. Em A: Centro histórico; em B: vista da rodoviária municipal para a Av. Aurélio Brito.

Fonte: Márcio Trindade (2009).

Enfatiza-se que a população de baixa renda, baixa escolaridade e com moradias inadequadas, tanto estrutural quanto espacialmente próximas às margens do rio Piracuruca, constituíram aquela cujas consequências advindas da inundação, em 2009, foram mais intensas. Posto que os elementos socioeconômicos citados integrassem condições que configuraram condição de alta vulnerabilidade a essa população.

Por seu turno, os anos de 2012, 2015 e 2016 foram considerados os mais secos da série histórica, cujo *LRDI* para os respectivos anos foi: -0,4, -0,3 e -0,3. Em 2012 o responsável pelos baixos níveis pluviométricos foi a fase positiva do dipolo do Atlântico, que é desfavorável à ocorrência de chuvas (IRD/FUNCEME, 2018), fato que gerou decretação de Situação de Emergência (SEDEC, 2017). Por sua vez, em 2015 e 2016 ocorreram conjuntamente dois fenômenos *El niños* de intensidade forte, que associados a fases positivas do dipolo resultaram em decretação de Situação de Emergência em 2015 (SEDEC, 2015).

Desse modo, evidencia-se que o município estudado exibe suscetibilidade à ocorrência de desastres naturais, seca e inundação, pois está particularmente ligada às oscilações das cotas do rio Piracuruca. Fato esse corroborado por meio da análise da distribuição interanual

da precipitação e emprego do *LRDI*, elementos que justificaram a decretação de Situação de Emergência em vários anos, tanto para estiagens quando para inundações.

A Tabela 1 fornece os p-valores para o teste de Mann-Kendall, que indicou, de modo geral, que a série histórica não apresentou tendência significativa, pois o p-valor resultou em 0.4990. Contudo, ao analisar-se separadamente, observa-se que fevereiro e março apresentaram tendência decrescente significativa, ou seja, tendência à redução dos níveis de chuvas, com destaque para o mês de março, considerado o mais chuvoso historicamente.

Tabela 1 – Teste de Mann-Kendall aplicado à série anual de médias precipitações do município de Piracuruca, período de 2003 a 2016.

Mês	*n*	Teste de Mann-Kendall (Pvalor)
Jan.	14	0.91281
Fev.	14	0.011793*
Mar.	14	0.048745*
Abr.	14	0.32442
Mai.	14	0.2073
Jun.	14	0.74256
Jul.	14	0.74256
Ago.	14	0.077695
Set.	14	0.95436
Out.	14	0.73927
Nov.	14	0.78313
Dez.	14	0.44342
Anual	**168**	**0.49900525**

*Pvalor ≤ 0,05 (ou 5%) é considerado significativo.

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

4. Considerações finais

As técnicas empregadas na pesquisa, particularmente o *LRDI* e o teste de Mann-Kendall, foram essenciais para delimitação dos anos anômalos e conhecimento da tendência da série histórica de precipitação, respectivamente. Logo, constata-se que o município de Piracuruca é periodicamente atingido por eventos pluviométricos extremos, fruto da

associação da dinâmica climática e ocupações inadequadas na bacia do rio Piracuruca, particularmente no que concerne às inundações.

O estudo propiciou, ainda, corroborar a associação existente entre a ZCIT e os fenômenos oceânicos ENOS e as fases negativas e positivas do dipolo do Atlântico. Posto que ao longo da série histórica foram responsáveis pela ocorrência de anos secos e/ou chuvosos, que resultaram em secas e/ou inundações e, como tal, decretação de Situação de Emergência no município pesquisado.

Evidencia-se, dessa forma, a demanda por investimentos no que diz respeito a melhorias em infraestrutura, com vistas ao atendimento da população de baixa renda e de baixos níveis educacionais, como medida para redução de sua condição de vulnerável. Desse modo, será possível aumentar o seu potencial de resiliência quando da ocorrência de desastres, notadamente as secas e inundações. Deve-se atentar para a importância da necessidade de conhecer os sistemas ambientais e suas limitações, como princípio elementar para redução dos riscos as secas e as inundações.

5. Referências bibliográficas

AGUIAR, R.B.; GOMES, J.R.C. (Org.). **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, estado do Piauí**: diagnóstico do município de Castelo do Piauí. – Fortaleza: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2004.

ANA - Agência Nacional de Águas. Hidro Web - Sistema de Informações Hidrológicas. **Séries históricas – 2003 a 2016**. Disponível em <http://hidroweb.ana.gov.br/>. Acesso em: 25 jun. 2017.

FREITAS, M.A.S. A Previsão de Secas e a Gestão Hidroenergética: O Caso da Bacia do Rio Parnaíba no Nordeste do Brasil. In: Seminário Internacional sobre Represas y Operación de Embalses, Puerto Iguazú - Argentina, **Anais…** Puerto Iguazú: CACIER, 2004, v.1, p.1-12.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**: Piracuruca. 2017. Disponível em <www.cidades.ibge.gov.br>. Acesso em: 22 mar. 2017a.

_____. **Malha municipal digital do Brasil**: situação em 2015. Rio de Janeiro: IBGE, 2014. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/malhas_digitais/>. Acesso em: 28 mar. 2017b.

INSTITUT DE RECHERCHE POUR LE DÉVELOPPEMENT (IRD); FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS – FUNCEME. **Dipolo do TSM do Atlântico Tropical (PIRATA e Servain)**. Disponível: <www.funceme.br/produtos/manual/oceanografia/Campos_TSM/Dados/Dipolo/dipole_servain.gif>. Acesso em: 08 fev. 2018.

LAMB, P.J.; PEPPLER, R.A.; HASTENRATH, S. Interannual Variability in the Atlantic. **Nature**, n.322, p.238-240. July 1986.

MASKREY, A. **Los desastres no son naturales**. Red de estudios sociales en prevención de desastres en América Latina. 1993.

NOAA - National Oceanic and Atmospheric Administration. Climate Prediction Center. **Historical El Nino / La Nina episodes (2003-2016)**. Disponível em <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml>. Acesso em: 10 out. 2016.

OLIVEIRA, J.G.B.; SALES, M.C.L. Usuais*:* programas para uso em análise ambiental. **Revista Equador (UFPI)**, v.5, n.2, p.36-60, Janeiro/Junho, 2016.

SEDEC - Secretaria Nacional de Defesa Civil. **Série histórica - 2003 a 2016**. Banco de dados sobre os municípios com Portaria de Reconhecimento de Estado de Calamidade Pública e Situação de Emergência. Disponível em <http://www.mi.gov.br/web/guest/reconhecimentos-realizados>. Acesso em: 11 fev. 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

AÇÕES DE ENFRENTAMENTO A MOVIMENTOS DE MASSA: UM ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE SALVADOR/BAHIA

Juliet Oliveira Santana [(a)], Erika do Carmo Cerqueira[(b)]

[(a)] Licenciada em Geografia, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal da Bahia, juliety.ols@hotmail.com
[(b)] Geógrafa, Profª do Departamento de Geografia, Universidade Federal da Bahia, erika.cerqueira@ufba.br

Eixo: Riscos e desastres naturais

Resumo

Com base em estudos já realizados sobre movimentos de massa na cidade de Salvador/Ba, este trabalho busca demonstrar a distribuição espacial das ocorrências de deslizamento de terra e desabamento de imóveis, compreendida entre os anos de 2013 a 2016 como parte dos resultados de uma pesquisa em andamento desde 2015. Neste momento, pretende-se apresentar as ações de resiliência que vem sendo desenvolvidas em um recorte espacial denominado de Área de Concentração (AC), localizado no centro geográfico da cidade, compreendendo dez bairros que registraram nos últimos anos, os maiores números de eventos. Aqui serão aprentadas as ações de enfrentamento, bem como, a caracterização dessas ações, além de discutir as questões socioambientais envolvidas no recorte espacial escolhido como área de estudo.

Palavras chave: movimentos de massa, resiliência, Salvador/Ba

1. Introdução

O ano de 2015 foi marcado por um grande número de registros de ocorrência de deslizamento de terra e desabamento de imóveis na cidade de Salvador por consequência de um grande volume de precipitação entre os meses de abril a julho, que corresponde à época chuvosa no nordeste brasileiro. No mês de maio choveu 77,5% a mais que a média prevista para todo o mês, o que levou a prefeitura a decretar Situação de Emergência (Dec. nº 25.982, de 28 de abril de 2015) por 180 dias nas localidades mais atingidas (SALVADOR, 2017b, p. 1).

Foram inúmeras ocorrências de alagamentos e movimentos de massa, mas destacaram-se alguns graves deslizamentos/desmoronamentos com 19 vítimas fatais e 11 feridos, além de várias ocorrências de socorro e retirada da população de áreas de risco. Essa situação fez com que a Defesa Civil de Salvador (CODESAL), entre os anos de 2016 a 2018, priorizasse algumas localidades para receber ações preventivas por parte do poder público municipal.

Assim, este artigo tem como objetivo principal apresentar a distribuição espacial das ocorrências de deslizamento de terra e desabamento de imóveis, compreendida entre os anos de 2013 a 2016, bem como as ações de resiliência que vem sendo desenvolvidas em um recorte espacial, aqui denominado de Área de Concentração (AC), localizado no centro geográfico da cidade e que compreende dez bairros que registraram nos últimos anos, os maiores números de eventos (Figura1).

Entrentanto, é necessário ressaltar que estes resultados fazem parte de uma pesquisa maior que vem sendo desenvolvida no Laboratório de Cartografia do Departamento de Geografia da Universidade Federal da Bahia, desde 2015, e que tem por objetivo o levantamento de dados e a análise de ocorrências de situação de risco na cidade de Salvador. Ao longo destes anos, este projeto ramificou-se e passou a analisar questões inter-relacionadas, como os aspectos físicos e socioeconômicos das três Áreas de Concentração (AC), além de estudar a vulnerabilidade socioambiental e as ações de enfrentamento, ou também denominadas de resiliência. Logo, este artigo é um aprofundamento e atualização dos trabalhos de Santana e Cerqueira (2015, 2017a, 2017b).

ISBN: 978-85-7282-778-2

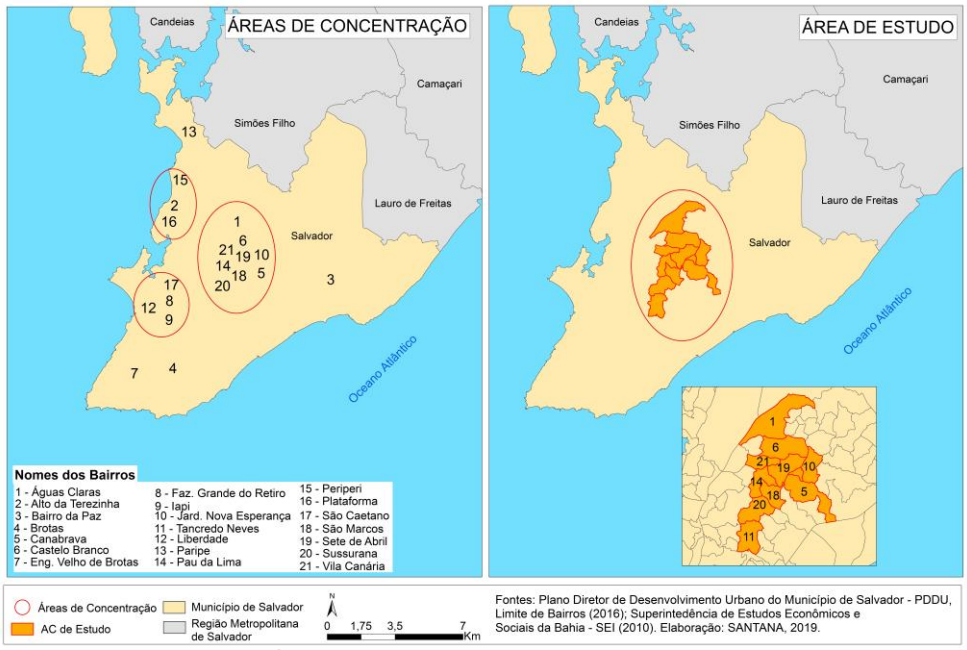


Figura 1 – Localização das três Áreas de Concentração (AC) de ocorrência de movimentos de massa em Salvador e o detalhe da AC em estudo.

2. Materiais e Métodos

Como o arcabouço epistemológico relacionado a este tema é bastante volumoso considera-se importante, em primeiro lugar, realizar uma breve fundamentação conceitual de alguns termos considerados relevantes para este trabalho.

1° Etapa: fundamentação teórica

Os movimentos de massa registrados na cidade de Salvador tem sido objeto de estudo para diversas áreas do conhecimento há muito tempo, haja vista tais ocorrências fazem parte da vida dos citadinos desde a fundação da cidade. De acordo com Gonçalves (1992, p. 75) o primeiro escorregamento de terra que se tem notícia em Salvador ocorreu em 1551, dois anos após a sua fundação.

A depender da magnitude, os deslizamentos podem causar grandes prejuízos ambientais, financeiros e perdas de vida humana, principalmente quando se trata de uma população socioeconomicamente vulnerável. A falta de orientação para construção adequada, os cortes nos aterros, a ausência de um sistema de drenagem eficaz, o lançamento de esgotos,

água servida e lixo diretamente na vertente, são fatores que contribuem para a instabilidade das encostas, resultando em trágicos acidentes.

Com a cidade de Salvador não foi diferente, tais ocorrências foram se potencializando a medida que a ocupação urbana foi se tornando mais intensa, aliando-se a fatores físicos ao qual está submetida, a exemplo, o clima tropical quente com elevados índices pluviométricos, a geomorfologia formada por espigões e colinas separadas por vales profundos e encostas íngremes, solos predominantemente do tipo Latossolos Vermelho-Amarelo que apresenta um espesso manto de intemperismo, além do intenso processo de remoção da vegetação remanescente de floresta ombrófila densa (Peixoto 1968, Menezes et al. 1978, Gonçalves 1992).

Destarte, ao tratar dos deslizamentos de terra também conhecido como movimentos de massa faz-se necessário primeiramente entender as suas características, intensidades e abrangências. Nunes (2015, p.23) descreve que estes acontecem quando a tensão de cisalhamento é excedida, de modo que material intemperizado, ou não, é conduzido abaixo, envolvendo massa de solo e, eventualmente, material rochoso, podendo ser secos ou úmidos, englobando quedas de blocos, deslizamentos, rastejos, avalanches e subsidência. Os desabamentos de imóvel em geral acontecem como consequências das ocorrências de deslizamentos de terra.

Estes dois tipos de ocorrência – deslizamento e desabamento – se enquadram teoricamente e institucionalmente na abordagem do risco. Brasil (2006, p. 29) define risco como "a probabilidade de ocorrência de algum dano a uma população (pessoas ou bens materiais). É uma condição potencial de ocorrência de um acidente" e a Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (BRASIL, 2017, p. 24) considera que o "[r]isco de desastre é o potencial de ocorrência de ameaça de desastre em um cenário socioeconômico e ambiental vulnerável".

ISBN: 978-85-7282-778-2

Nesse sentido, Mendonça (2010, p.156) afirma que, "diretamente associada aos riscos está à vulnerabilidade [...] também atrelada a uma série de contingências sociais, políticas, econômicas, culturais, tecnológicas, etc.". Segundo Brasil (2017, p. 22) a vulnerabilidade é a exposição socioeconômica ou ambiental diante de uma ameaça natural, tecnológica ou de origem antrópica, e estas condições preexistentes fazem com que os elementos expostos sejam mais ou menos propensos a ser afetados.

Por fim, é natural que uma comunidade quando afetada ou exposta a algum tipo de risco, procure elaborar medidas, adotar ações e parcerias entre si ou mesmo com agentes externos, na tentativa de superar ou se reestabelecer dos danos sofridos, podendo chamar esse conjunto de ações de resiliência. A United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNISDR) define resiliência como "a capacidade de um sistema, comunidade ou sociedade exposta a perigos de resistir, absorver, acomodar, adaptar-se, transformar e recuperar dos efeitos de um perigo" (UNISDR, 2009, p. 28, tradução nossa).

2.1 2° Etapa: coleta e tratamento dos dados

Neste artigo temos três principais produtos cartográficos: i) mapa hipsométrico com a espacialização dos pontos de ocorrência de deslizamento e desabamento; ii) mapa de declividade também com a distribuição das mesmas ocorrências e iii) mapa com as ações de resiliência desenvolvidas na AC de estudo.

Os dados sobre as ocorrências de desabamento e deslizamento foram disponibilizados pela CODESAL, e compreendem o período de janeiro de 2013 a julho de 2016. Foram georreferenciadas manualmente 265 ocorrências a partir de suas respectivas informações locacionais, utilizando-se o software ArcGis 10.2.2, na escala de 1:2.000 aproximadamente.

Utilizando técnicas de geoprocessamento num Sistema de Informações Geográficas (SIG), gerou-se a Rede Triangular Irregular em formato vetorial, mais conhecida como Triangular Irregular Network (TIN) a partir de curvas de nível com equidistância de 5 metros

fornecidas pela Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia. A partir dessa TIN foi gerado o mapa de declividade, utilizando a proposta de definição dos intervalos de classe proposta por Ross (1994), haja vista a aderência com a escala urbana.

Os dados sobre as ações de resiliência foram obtidos principalmente através do site da CODESAL, especificamente nos links de notícias (SALVADOR, 2017a), no período de dezembro de 2015 a outubro de 2017 e dos relatórios de "Operação Chuva" dos anos de 2016 e 2017 (SALVADOR, 2017b). As notícias foram analisadas no intuito de identificar uma informação sobre seu local de ocorrência, que pudesse ser georreferenciado, o que foi feito manualmente sobre a malha de logradouros da base cartográfica.

É importante ressaltar que os 15 pontos de ações de resiliência identificados na área de estudo foram agrupados nas seguntes classes: campanha de conscientização, capacitação e/ou certificação de lideranças comunitárias, mobilização e/ou formação do Núcleo Comunitário de Proteção e Defesa Civil (NUPDEC), obras de contenção de encostas, realização de simulado noturno e cobertura de encosta com geomanta.

Por fim, utilizou-se os dados do Censo Demográfico do IBGE (2010), agregado por setor censitário, para uma análise quantitativa preliminar sobre o total da população e o respectivo perfil econômico.

3. Resultados e Discussões

Sobre os mapas de hipsometria e declividade (Figura 2) estão espacializadas as concentrações de eventos de deslizamentos de terra e desabamento de imóvel registrados na AC de estudo. Quando analisamos as características físicas dos bairros de Castelo Branco, Pau da Lima, São Marcos, Sussuarana e Tancredo Neves constatamos que estes destacam-se entre os demais, apresentando maior número de registro de ocorrências.

No que se refere ao aspecto hipsométrico, os bairros supracitados, variam de 75 a 105 metros de altitude, como é caso de Castelo Branco que apresenta as maiores cotas dentre os bairros com maior ocorrência. Além disso, é possível perceber a presença marcante de

topos tabulares e vales separados por taludes que apresentam percentual de declividade >12% sendo classificado na literatura como uma declividade de média a forte. Sabe-se que quanto mais acentuada a declividade, maior a probabilidade de ocorrência de deslizamentos, principalmente quando associada à ocupação e pluviosidade, características intrínsecas da AC em estudo.

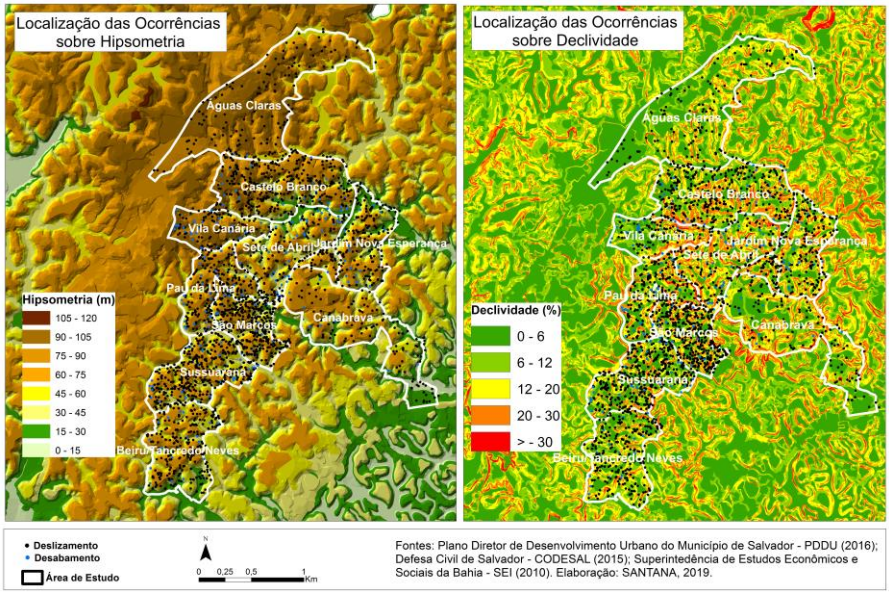


Figura 2 – Localização das ocorrências sobre os mapas de hipsometria e de declividade.

Ao analisar essas duas espacialidades e com base em documentos, notícias e estudos de relatórios técnicos, percebeu-se que os aspectos físicos/morfológicos inerentes à cidade de Salvador contribuem de maneira significativa para a ocorrência de eventos de deslizamentos, justificados por fatores que ocorrem em escalas geográficas diferentes, desde a questão do clima até o processo de ocupação e urbanização das áreas.

O risco de movimentos de massa está relacionado à vulnerabilidade a qual está exposta a população residente, entendendo que a necessidade de moradia leva as populações socioeconomicamente vulneráveis a ocupar áreas impróprias e/ou sem infraestrutura urbana,

ISBN: 978-85-7282-778-2

potencializando tais riscos. Por isso, é relevante citar seu perfil econômico, o qual está representado na Figura 3.

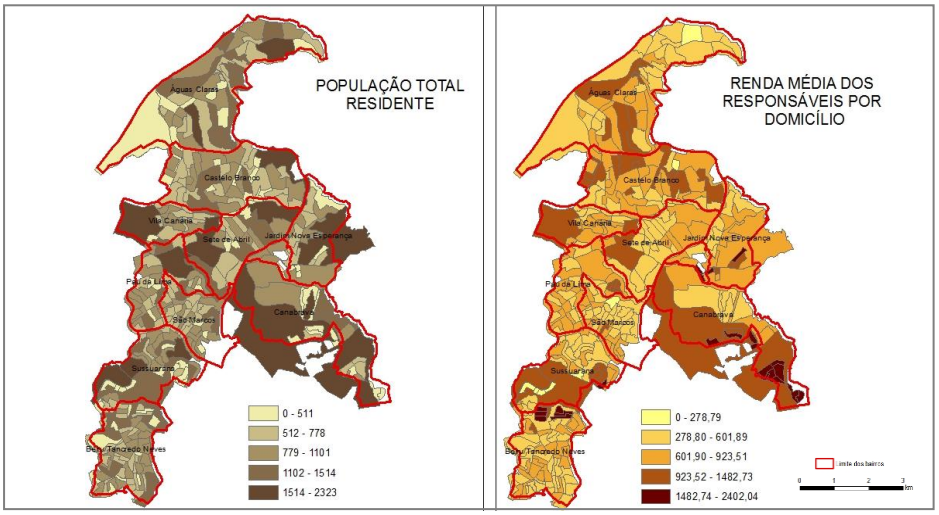


Figura 3 - População Total Residente e Renda Média por Domicílio
Fonte: PMS (2016); IBGE (2010).

Segundo IBGE (2010), a população total residente é de aproximadamente 265 mil pessoas, distribuídas entre os 10 bairros de estudo. Percebe-se que a grande parte dos setores censitários que recobre a área de estudo possui uma renda média mensal de até um salário mínimo por chefe de família, com algumas exceções para os setores que apresentam renda de até R$ 2400,00 reais, mas estes, em sua maioria, não estão nos bairros com os maiores número de ocorrências, pelo contrário, onde temos o maior número de ocorrências temos também um grande número de pessoas residente e com baixo capital financeiro, (Castelo Branco, Pau da Lima, São Marcos, Sussuarana e Tancredo Neves), tornando-as ainda mais vulneráveis.

Já o bairro de Águas Claras, apesar de também apresentar uma população de baixa renda, não possui tantos registros de ocorrência de movimentos de massa quando comparado aos demais, haja vista: i) a configuração morfológica do relevo, sendo à oeste os topos tabulares e à leste uma ocupação urbana em áreas com menor declividade (figura 2 e 3); e ii)

o fato de se tratar de uma área ocupada principalmente por um complexo de galpões industriais.

Diante dos impactos causados em esfera social, ambiental e econômica, o poder público municipal por meio da CODESAL inicia em 2015 um trabalho de intervenção, com duas linhas de ação (SALVADOR, 2017b):

- ✓ Prevenção, mitigação e preparação: como monitoramento de áreas de risco, vistorias, orientação técnica, colocação de lona plástica, aplicação de geomantas, capacitação de lideranças comunitárias, intervenções urbanísticas e manutenção do sistema de sirenes para alerta e alarme.
- ✓ Resposta e recuperação: ações de socorro que envolvem atividades de logística, assistência social, atendimento às famílias desabrigadas, colocação de lona plástica, recuperação de áreas atingidas e reabilitação dos serviços essenciais.

Nesse sentido, buscou-se ações de resiliência, mas não somente ações de provimento de infraestrutura, como também de conscientização e mobilização popular, diante de sua importância como formas de preparação, prevenção e enfrentamento dos problemas por parte das comunidades envolvidas. A Figura 4 espacializa as ações deste tipo desenvolvida pela Defesa Civil.

ISBN: 978-85-7282-778-2

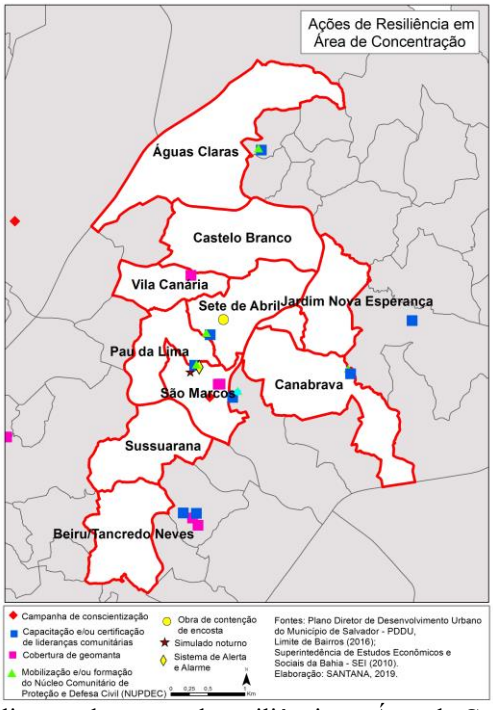


Figura 4 – Localização das ações de resiliência na Área de Concetração (AC) em estudo.

Dentre elas, destaca-se as campanhas de conscientização, simulados noturnos e capacitação e/ou certificação de lideranças comunitárias, que tem como propósito a comunicação, conscientização e educação de comunidades inseridas em áreas de risco, além de desenvolver também cartilhas, folders e algumas ações de mobilização para a redução das ocorrências de desastres e suas consequências. Outra ação importante é a formação de Núcleos Comunitários de Proteção e Defesa Civil (NUPDEC), cujos membros são reconhecidos e inseridos no Sistema Municipal de Proteção e Defesa Civil (SMPDC) como agentes fundamentais no desenvolvimento das ações de prevenção de desastres. Esses núcleos têm como objetivo melhorar a percepção dos fatores de risco, informando e capacitando a população.

Além destas são realizadas ações de provimento de infraestrutura como a implantação de equipamentos de sirenes, que ajudam no sistema de alerta e alarme, as coberturas de Geomantas, sistemas de revestimento de solos para evitar processos erosivos, e

contenção de encostas, especificamente realizadas pelo Governo do Estado em parceria com o Ministério da Integração ou o Ministério das Cidades.

4. Considerações finais

A problématica que envolve os movimentos de massa considerando os impactos causados em toda sua esfera de abrangência, não é um fato novo para cidades brasileiras, tão pouco para Salvador, no entanto, a diferença se dá na forma como eles são tratados em esfera governamental e também social. A implantação de ações de resiliência é um primeiro passo na mitigação dos impactos sofridos em virtude dos eventos ocorridos. Aliado a estas ações, é importate também conhecer e entender o comportamento dos fatores físicos das áreas de ocorrência, além de estabelecer parceria com as comunidades, pois são as comunidades as maiores afetadas e também são elas que entendem como as articulações locais podem ser melhor utilizadas em caso de ocorrências de eventos. Por fim, sabe-se que é necessário uma análises da eficiência e da eficácia das ações de enfrentamento, estas análises serão objeto de estudo de artigos futuros, já que a pesquisa ainda encontra-se em andamento. Por outro lado, acredita-se que a implantação dessas ações já significam um avanço na tentativa de alcançarmos cidades cada vez mais resilientes e mais preparadas para lidar com eventos como estes de desizamento e desabamento.

5. Referências Bibliográficas

BRASIL. Ministério das Cidades/Cities Alliance. **Prevenção de Riscos de Deslizamentos em Encostas**: Guia para Elaboração de Políticas Municipais / Celso Santos Carvalho e Thiago Galvão, organizadores – Brasília: Ministério das Cidades; Cities Alliance, 2006, 113 p.

BRASIL. Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil. Departamento de Prevenção e Preparação.Módulo de formação: **noções básicas em proteção e defesa civil e em gestão de riscos: livro base**. Departamento de Minimização de Desastres, Brasília, 2017, 98 p.

GONÇALVES, Neide Maria Santos. **Impactos pluviais e desorganização do espaço urbano em Salvador (Ba)**. 1992. 269 f. Tese (Doutorado)-Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 1992.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=6&uf=00>. Acesso em 07 fev. 2017.

MENDONÇA, Francisco. Riscos, vulnerabilidades socioambientais urbanos: a contingência climática. **Mercator**, Ceará, v. 9, número especial 1, p. 153-163, dez. 2010.

MENEZES, M. S. de S. *et al*. **Problemas de estabilidade das encostas da cidade do Salvador.** CONFEA/CREA-BA, Salvador, 1978. 85p.

NUNES, L. H. **Urbanização de Desastres Naturais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

PEIXOTO, Célia Simões. **Os fatores físicos condicionantes dos problemas da cidade do Salvador**. 1968. 213 f. Tese (Livre Docência da cadeira de Geografia Física)-Faculdade de Filosofia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 1968.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SALVADOR (PMS). **Lei n. 9.069 de 2016**. Dispõe sobre o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano do Município de Salvador – PDDU. Salvador: Secretaria de Desenvolvimento e Urbanismo, 2016. Disponível em: < http://www.sucom.ba.gov.br>. Acesso em: 15 set. 2016.

ROSS, J. L. S. **Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados.** Revista do Departamento de Gegrafia, n. 8, São Paulo : FFLCH/USP, 1994.

SANTANA, J. O; CERQUEIRA, E. do C. **Identificação das áreas de riscos ambientais no município de Salvador/BA.** CONFERENCIA DE LA TIERRA – Paisajes, Suelos y Biodiversidad:Desafíos para un buen vivir; Santiago – Chile, 2015.

_____ **Movimentos de massa em Salvador:** uma contribuição preliminar. XVII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada e I Congresso Nacional de Geografia Física, 2017a, São Paulo: Universidade Estadual de Campinas, 2017.

Estudo das ocorrências de movimentos de massa em uma área de concentração da cidade de Salvador- Ba com base na hipsometria e declividade local.VIII Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto, 2017b, Salvador: Universidade Federal da Bahia, 2017.

SALVADOR. Defesa Civil (CODESAL). **Notícias**. Disponível em: <http://www.codesal.salvador.ba.gov.br/index.php/noticias>. Acesso em: 01 out. 2017a.

SALVADOR. Defesa Civil (CODESAL). **Operação chuva: anos de 2015, 2016, 2017**. Salvador: CODESAL, 2017b. Disponível em: <http://www.codesal.salvador.ba.gov.br>. Acesso em: 01 out. 2017.

UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION. **Terminology on disaster risk reduction**. Geneva: UNISDR, 2009. Disponível em: <http://www.unisdr.org/eng/library/lib-terminology-eng.htm>. Acesso em: 27 fev. 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 GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

Letícia Espíndola Moussa[(a)], Cristiane Nunes Francisco[(b)], Filipe Brito da Rosa[(b)], Karolina Gameiro Cota Dias[(c)]

(a) Departamento de Geografia, Universidade Federal Fluminense. lemoussa@id.uff.br
(b) Programa de Pós-graduação em Engenharia de Biossistemas, Universidade Federal Fluminense. cristianenf@id.uff.br
(c) Departamento de Geografia, Universidade Federal Fluminense. karolina_dias@id.uff.br

Ação Humana e a Ocorrência de Deslizamentos no Município de São Gonçalo

Eixo: Riscos e Desastres Naturais

Resumo

Nos últimos anos a ocorrência de desastres naturais tem se intensificado e está relacionada, na maioria dos casos, ao crescimento urbano. A atuação humana nas encostas é um fator agravante de movimentos de massa, somados a chuvas e condições geomorfológicas. O objetivo do estudo, assim, é investigar os deslizamentos no município de São Gonçalo e a relação da ação humana nesses eventos. Através dos boletins de ocorrência da Secretaria Municipal da Defesa Civil de São Gonçalo, foram mapeados 109 atendimentos da Defesa Civil, sendo a maioria próximos a locais com interferência antrópica. Por outro lado, os dados censitários de 2010 mostraram que a maior parte dos atendimentos ocorreram em setores com predominância de coleta de esgoto por rede geral. Os resultados demonstraram que pode haver uma relação entre as interferências humanas na encosta e os deslizamentos, no entanto não foram conclusivos em relação à influência do tipo de esgotamento sanitário. Desta forma, recomenda-se um estudo detalhado sobre a relação entre o tipo de coleta de esgoto e a ocorrência de deslizamentos.

Palavras chave: deslizamento; ação humana; movimentos de massa

Introdução

As recentes alterações no meio ambiente provocadas pela ação humana, principalmente em terrenos declivosos, estabelecem situações de risco em grandes áreas do sudeste e sul do Brasil (Mendes et al., 2018). O estado do Rio de Janeiro, por ser constituído por um relevo acidentado, apresenta um elevado índice de movimentos de massa, acarretando problemas de ordens físicas, econômicas e sociais. Dessa forma, os deslizamentos se destacam nos episódios relacionados a desastres naturais no estado do Rio de Janeiro, e tais processos estão relacionados a fatores condicionantes como o índice pluviométrico, morfologia do relevo, tipos de solo e embasamento rochoso, vegetação e ação antrópica (FERNANDES e AMARAL, 1996).

A ação humana é um desses fatores que tem aumentado os riscos de deslizamento, por meio de ocupações irregulares nas encostas, desmatamento, manejo do solo de forma errônea, despejo irregular de águas servidas, dentre outros (Mendes et al., 2018).

Desta forma, o objetivo do estudo é investigar os deslizamentos em áreas urbanas e a relação da ação humana nesses eventos. O estudo foi realizado no município de São Gonçalo, localizado na Região Metropolitana de Rio de Janeiro, com área total de 248,4 km², correspondendo ao segundo mais populoso município do estado do Rio de Janeiro (IBGE, 2010).

Figura 1 – Área de Estudo – Município de São Gonçalo.

Materiais e Métodos

Para alcançar o objetivo desse trabalho, ou seja, relacionar os deslizamento à ação humana, foram utilizados dados da Defesa Civil de São Gonçalo e do Censo Demográfico de 2010. O censo é uma fonte ampla de informações com série temporal sobre as condições de vida da população brasileira, possibilitando, entre outras, a espacialização e monitoramento de diversas informações socioambientais.

Através da leitura dos Boletins de Ocorrência da Defesa Civil, referentes a chamados atendidos em 2016, foi feita a tabulação dos dados, considerando ocorrências com interferência antrópica direta as que, além da ocupação da encosta ou sopé, possuem cortes irregulares no terreno e desmatamento, alterando a dinâmica do relevo ocupado. Foram consideradas como ocorrências sem interferência antrópica direta aquelas onde, na descrição da ocupação no Boletim, há o texto "sem alteração significativa no entorno".

A partir do mapeamento dos setores censitários de 2010 foi feita, também, a análise espacial do esgotamento sanitário nos pontos com ocorrência de deslizamentos, fator indutor de deslizamentos. Os vazamentos no solo, seja por tubulações, caixas d'água, ou infiltração de esgotos domésticos e fossas negras tornam o solo mais úmido e suscetível a movimentos (Mendes et al., 2018).

O setores censitários foram divididos de acordo com os tipos de esgotamento sanitário, presentes no Censo Demográfico de 2010, em duas classes: Esgotamento sanitário regular e Esgotamento sanitáro irregular. O Esgotamento sanitário regular corresponde a maioria de domicílios dos setores ligados a rede geral, ou seja, acima de 50% dos domicílios dos setores censitários possuem canalização das águas servidas a um sistema de coleta, seja de esgoto ou pluvial, que conduz a um desaguadouro geral da área. Por outro lado, o Esgotamento sanitário irregular corresponde a maioria de domícilios dos setores ligados aos demais tipos de esgotamento, ou seja, acima de 50% dos domicílios dos setores censitários com canalização das águas servidas ligadas a fossas, valas e outros tipos.

Resultados e discussões

Foram mapeadas 109 ocorrências de deslizamentos de 2016 (Figura 2), dentre elas, 80 sofreram interferência direta humana no terreno, principalmente, cortes irregulares no terreno,

correspondendo a 74%, e a remoção da vegetação, com 26%. Em relação ao esgotamento sanitário, verificou-se que 27% dos registros da Defesa Civil estão localizados em setores censitários com predominância de domicílios com canalização das águas servidas ligadas a fossas, valas e outros tipos, enquanto este valor para o total de domcílios de São Gonçalo é de 32%.

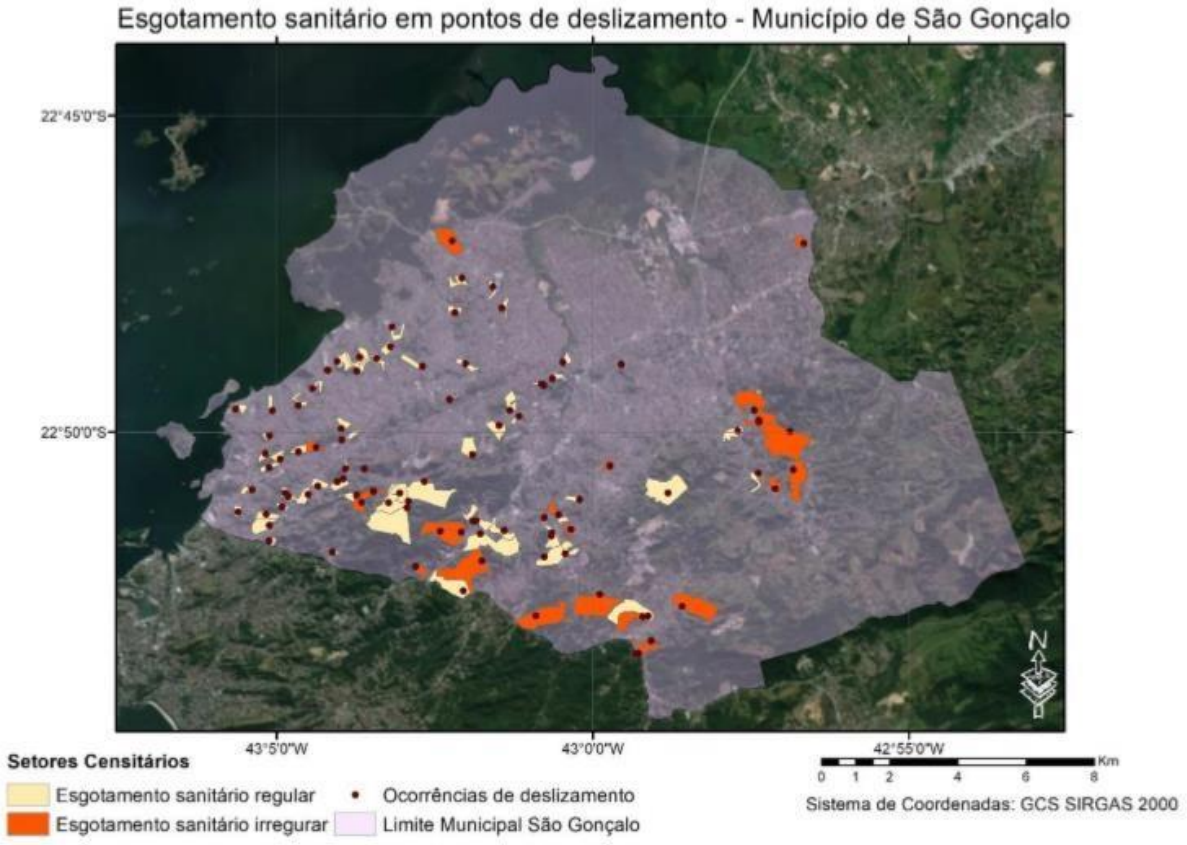


Figura 2 – Tipo de esgotamento sanitário nas ocorrências de deslizamento atendidas em 2016, Município de São Gonçalo, RJ.

Mendes et al (2018) afirmam que, para além dos fatores físicos, os deslizamentos são principalmente desencadeados pela ação humana, e que a probabilidade de deslizamentos de terra associados à chuva nas encostas cobertas com vegetação natural é muito baixa. Por outro lado, somando a essas encostas os fatores antropogênicos, como vazamentos e infiltrações no solo, cortes verticais e sobrecarga, cria-se um cenário mais suscetível ao deslizamento.

Conclusão

As análises dos dados demonstraram a possível relação entre as interferências humanas nas encostas e os deslizamentos, pois a maior parte dos atendimentos da Defesa Civil foram realizados em locais próximos a cortes de terreno e remoção da vegetação. Por outro lado, os dados de esgotamento sanitário não foram conclusivos, pois a ocorrência de deslizamentos predominou em setores com domicílios ligados a rede geral, no entanto, como este tipo de esgotamento é factível a extravassamentos, também provoca o encharcamento do solo. Desta forma, recomenda-se um estudo detalhado sobre a relação entre o tipo de coleta de esgoto e a ocorrência de deslizamentos. Estes estudos possibilitam o conhecimento do território, vital para gestão e planejamento urbano. São imprescindíveis, também, políticas de educação ambiental para que a população desenvolva percepção do risco, compreenda as interferências que causa na paisagem e as possíveis soluções mitigadoras.

Referências Bibliográficas

CEPED, UFSC. **Atlas brasileiro de desastres naturais 1991 a 2012.** Volume Rio de Janeiro. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013, 120 p.

FERNANDES N. F. e AMARAL, C. **Movimentos de massa: uma abordagem geológicogeomorfológica.** In: GUERRA E CUNHA (Eds), Geomorfologia e Meio Ambiente. Rio de Janeiro, PP. 123-194. 1996.

IBGE. **Censo Demográfico 2010.** Disponível em: < https://downloads.ibge.gov.br/downloads_estatisticas.htm>. Acesso em 30 de Janeiro de 2019.

MENDES, R. M et al..: **Understanding shallow landslides in Campos do Jordão municipality – Brazil: disentangling the anthropic effects from natural causes in the disaster of 2000**. Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 2018, v. 18, p. 15-30. Disponível em: <https://doi.org/10.5194/nhess-18-15-2018>. Acesso em 02 de fevereiro 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

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DE ÁREAS SUSCETÍVEIS ÀS INUNDAÇÕES NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JUQUIÁ

Allan Eduardo Cano[(a)], Raul Reis Amorim[(b)]

[((a)] Departamento de Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), E-mail: allaneduardocano@gmail.com

[(b)] Departamento de Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), E-mail: raulreis@unicamp.br

Eixo: Riscos e desastres naturais

Resumo

O objetivo deste trabalho é caracterizar a área da bacia hidrográfica do rio Juquiá, localizada a sudoeste do estado de São Paulo, no Vale do Ribeira, quanto à aspectos relativos ao relevo, sendo eles: feições de relevo, altimetria, declividade e hierarquia de drenagem. Essa caracterização é feita a fim de oferecer subsídios à análise dos resultados obtidos com o mapa de suscetibilidade à inundação confeccionado a partir do modelo HAND. Os dados e arquivos vetoriais para a confecção dos mapas referentes à realidade topográfica e geomorfológica da área e para o mapa de suscetibilidade à inundação foram obtidos através do Sistema de Informações Geográficas do Comitê de Bacia Hidrográfica do Ribeira do Iguape e Litoral Sul (SIG-RB). Entende-se que a suscetibilidade estabelecida pode ir de encontro à realidade das inundações, visto a confluência dos fatores altimétricos, de declividade e de feições de relevo que o mapa de suscetibilidade conglomera.

Palavras chave: Bacia hidrográfica, Inundação, Suscetibilidade

1. Introdução

Amavales (2013) evidencia que inundações são recorrentes no Vale do Ribeira e, consequentemente, na bacia hidrográfica do rio Juquiá, área de análise deste trabalho, uma vez que esta bacia pode ser entendida também como sub-bacia do rio Ribeira de Iguape. Cano e Amorim (2017b) apontam os prejuízos causados por essas inundações na área de estudo, em especial no município de Juquiá, a partir de documentos AVADAN, os quais evidenciam prejuízos mais de 30 milhões de reais em um único evento.

As inundações são concebidas e analisadas na perspectiva da bacia hidrográfica visto a operacionalidade desse recorte espacial, o qual possibilita estudos qualitativos e quantitativos da água como recurso e também sobre a dinâmica do seu fluxo na bacia, estando este último diretamente associado à movimentação de sedimentos e nutrientes de montante à jusante (PIRES, SANTOS E DEL PRETTE, 2002).

Dessa forma, entende-se que bacia hidrográfica é a área da superfície terrestre limitada pelos divisores de água, que capta água da precipitação e a drena por escoamento superficial em um sistema de vertentes e uma rede de drenagem de cursos de água, confluindo até um ponto comum, seu exutório (ou desembocadura), podendo ser em outro rio ou no oceano (MACHADO e TORRES, 2012; GRANELL-PEREZ, 2004; PIRES, SANTOS e DEL PRETTE, 2002; CHRISTOFOLETTI, 1980; STEVAUX e LATRUBESSE, 2017).

Inundação, segundo Carvalho, Macedo e Ogura (2007), é definida pelo extravasamento das bordas do curso d'água para as áreas marginais ou planícies de inundação. É um evento natural, assim como as enchentes, e respeita determinada periodicidade nos cursos d'água (AMARAL e RIBEIRO, 2009).

Elorza (2008) aponta que as inundações se apresentam como um dos riscos naturais mais destrutivos para as sociedades, sendo passíveis de atingirem tantos países industrializados quanto países em desenvolvimento. Os condicionantes dos processos de inundação e enchentes são listados por Amaral e Ribeiro (2009), os quais são eles: formas de relevo; característica da drenagem da bacia hidrográfica; intensidade, quantidade, distribuição e frequência das chuvas, características do solo e o teor de umidade; presença ou ausência da cobertura vegetal. Desse

modo, o objetivo do trabalho é caracterizar a bacia hidrográfica do rio Juquiá quanto à feições de relevo, altimetria, declividade e hierarquia de drenagem a fim de consolidar subsídios para análise dos resultados obtidos com o mapa de suscetibilidade à inundação confeccionado a partir do modelo HAND, o qual delimita as áreas suscetíveis à inundação no território dessa bacia, situada no sudoeste do estado de São Paulo.

2. Materiais e métodos

2.1. Área de estudo

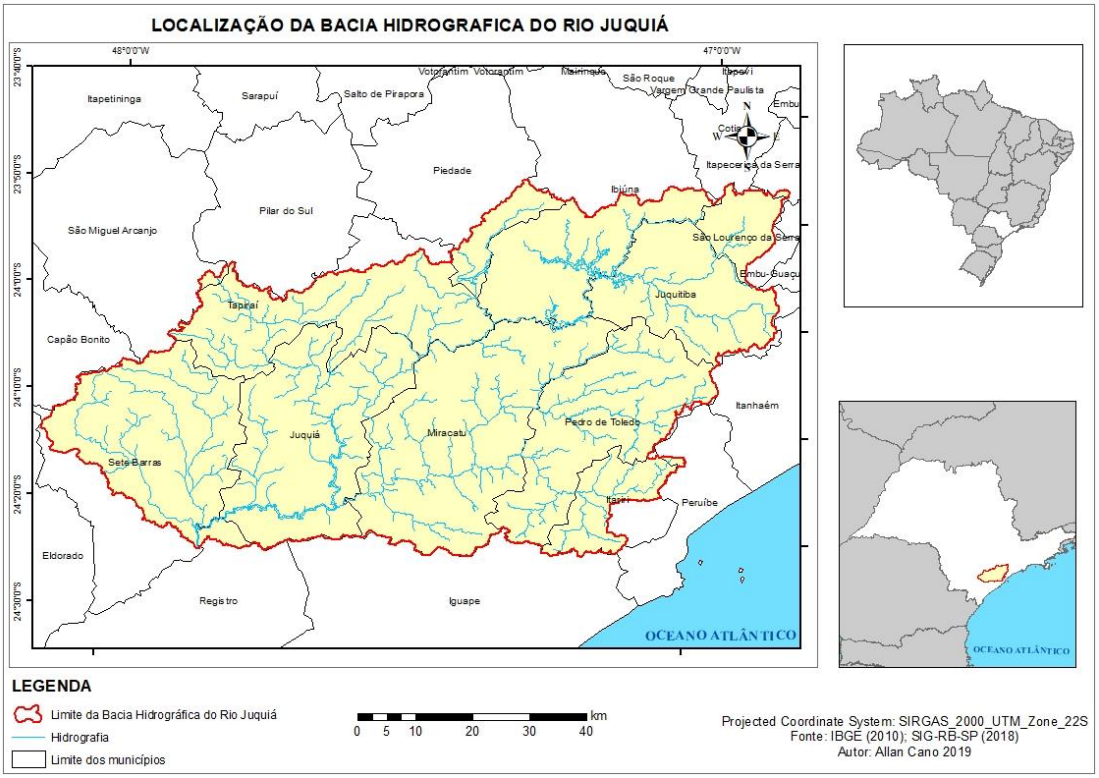


Figura 1 – Localização da área de estudo: bacia hidrográfica do rio Juquiá.
Fonte: Confecção própria a partir da base de dados SIG-RB.

A bacia hidrográfica do rio Juquiá se caracteriza como uma sub-bacia da bacia hidrográfica do rio Ribeira de Iguape, a qual está localizada na porção sudoeste do estado de São Paulo (incluindo a área do litoral sul), e região norte do estado do Paraná.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Segundo Cano e Amorim (2018), a bacia hidrográfica do rio Juquiá apresenta 5.325,83 km², e seu perímetro, 492,93 km. De acordo com o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (ESTADO DE SÃO PAULO, 2017), a bacia do rio Ribeira de Iguape possui, em solo paulista, área de 17.068 km².

Assim, a bacia do rio Juquiá cobre 31,21% da área da bacia do Rio Ribeira no estado de São Paulo. Na área de estudo encontram-se 14 municípios, dos quais, 10 deles possuem quantidade significante de área dentro do perímetro da bacia do rio Juquiá; sendo eles: Ibiúna, Sete Barras, Tapiraí, Juquiá, Miracatu, Juquitiba, Itariri, Pedro de Toledo, Piedade e São Lourenço da Serra, conforme pode ser visto na figura 1.

2.2. Procedimentos metodológicos

A escala adotada para os mapas de feições de relevo, declividade, altimetria e hierarquia de drenagem é a de 1:50.000 visto que os dados disponíveis no SIG-RB para a confecção desses mapas apresentados seguiam tal escala. Primeiramente, selecionou-se os arquivos vetoriais da base continua topográfica disponível no SIG-RB. A base de dados contínua é composta de curvas de nível, com equidistância de 20 metros, pontos cotados, rede hidrográfica e corpos hídricos. Nessa base de dados obteve-se os mapas: feições de relevo e de pluviosidade. O primeiro foi confeccionado a partir do Mapa Geomorfológico do Estado de são Paulo (IPT, 1981) e do Mapa Geomorfológico da CETEC FUNDAÇÃO PAULISTA DE TECNOLOGIA E EDUCAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO LINS-SP (1996), e o segundo a partir do Atlas Pluviométrico do Brasil confeccionado pela CPRM, disponibilizado em seu sítio na web. Os mapas de altimetria e declividade foram gerados, a partir do processamento no software *ArcGIS 10.6.,* das curvas de nível e pontos cotados encontrados no SIG-RB.

De posse da base de dados do SIG-RB, foi possível gerar o Modelo Digital de Terreno (MDT), utilizando o software *ArcGIS 10.6* no modulo *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 "limite da bacia hidrográfica".

Na sequência, foi necessário preencher as pequenas imperfeições do MDT e remover todas as depressões presentes no arquivo *raster*. Para tal utilizou-se o comando *Fill (Preencher)*, no módulo *ArcToolBox,* na ferramenta *Hidrology*. De posse do MDT, converteu-se o arquivo para um formato em 8 *bits*, compatível com o software *TerraViewHidro 4.2.2,* com a ferramenta *Hydrological Tools.* Neste software foram definidas as áreas sujeitas às inundações a partir da adoção do algoritmo HAND (***H**eight **A**bove the **N**earest **D**rainage*, ou Altura Acima da Drenagem mais próxima). O Modelo *HAND* gera mapas de proximidades topográficas ou desníveis relativos a cursos d'água. Estes desníveis relativos indicam a suscetibilidade às inundações de cada ponto na paisagem, mostrando como a topografia da bacia hidrográfica pode se comportar em períodos com maior entrada de água em excesso fluindo na superfície.

Para a criação do Modelo HAND, é necessário o processamento do MDT e elaboração de três produtos: a Direção de Fluxo, a área de contribuição e a extração da rede de drenagem. Para determinar no modelo HAND aplicado às áreas suscetíveis às inundações, é necessário na ferramenta Editar Legenda do *TerraViewHidro 4.2.2,* indicar 3 fatias e atribuir como valor mínimo 0 e valor máximo 10. Desta forma, o software determinará como classes de suscetibilidade Alta (0 a 3,30); Média (3,31 a 6,60) e Baixa (6,61 a 10,0).

3. Resultados e discussões

3.1. Caracterização de aspectos geomorfológicos

A bacia hidrográfica do rio Juquiá se situa sobre o compartimento geomorfológico da Serra do Mar e da Mantiqueira, que se alonga do norte do estado de Santa Catarina até o estado do Rio de Janeiro. A atual formação da Serra do Mar se caracteriza a partir da evolução da Falha de Santos e abatimentos do planalto durante evento tectônico iniciado no Paleoceno (ALMEIDA E CARNEIRO, 1998).

ISBN: 978-85-7282-778-2

A bacia hidrográfica do rio Juquiá se encontra em duas unidades morfoestruturais: Cinturão Orogênico do Atlântico e nos Depósitos Sedimentares Quaternários. A gênese do Cinturão Atlântico está relacionada a ciclos de dobramentos e metamorfismos regionais, falhas e diversas intrusões. Ciclos de erosão intercalaram com movimentos orogênicos do pré-Cambriano, e movimentos epirogenéticos pós-cretáceo fizeram reativar antigos falhamentos, produzindo escarpas como a da Serra da Mantiqueira. No planalto Atlântico as áreas de processos orogênicos antigos, em sua maioria, são de rochas metamórficas e intrusivas que asseguram o relevo. Nesses locais é possível observar elevada densidade de drenagem, vales profundos e topos convexos. As variações regionais de ordem litológica diferenciam as unidades do próximo táxon (ROSS e MOROZ, 2011).

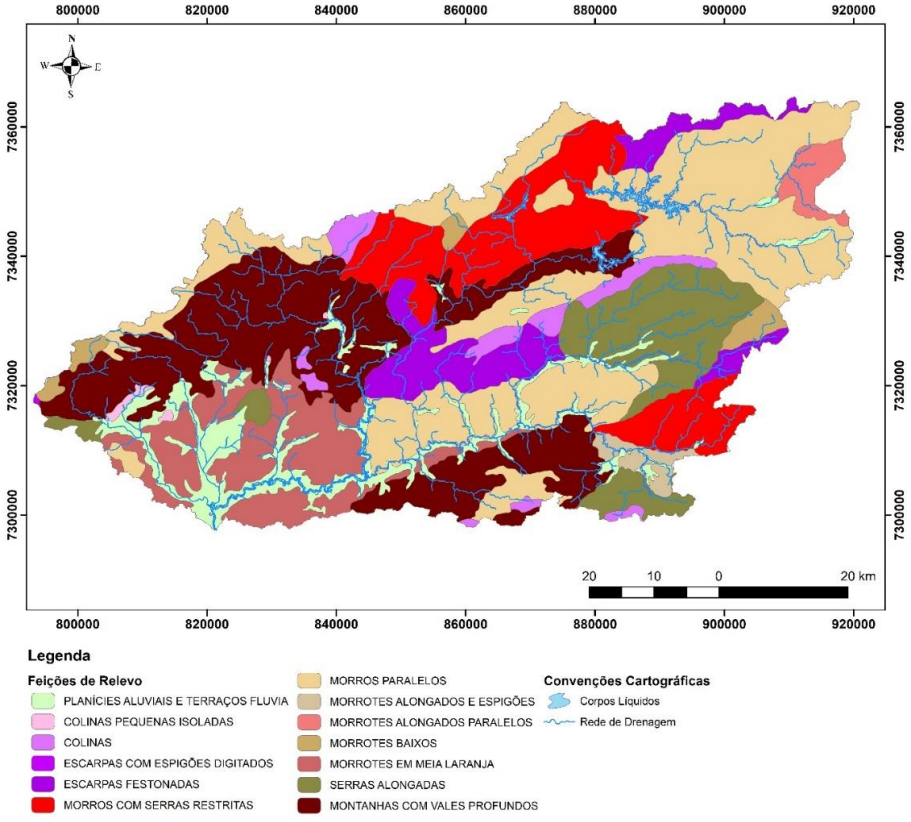


Figura 2 – Mapa de feições de relevo da Bacia Hidrográfica do Rio Juquiá

Fonte: SIG-RB

ISBN: 978-85-7282-778-2

Ao comparar a Figura 2 com a Figura 3, verifica-se que a bacia hidrográfica do Rio Juquiá apresenta grandes desníveis altimétricos, variando de 4 a 1380 metros. Estas zonas de maior altitude, coincidem com as montanhas com vales profundos e as zonas de escarpas, definindo assim os divisores de águas. Também se identifica na área em estudo, altitudes inferiores a 25 metros, coincidentes com as planícies aluviais e os terraços fluviais. Tais áreas preferencialmente inundáveis, pois coincidem com as planícies de inundação.

Predomina na Bacia Hidrográfica do Rio Juquiá, declividades entre 5 e 12%, atingindo cerca de 45% da área em estudo. Nas áreas de fundo de vale predominam classes de declividade inferiores a 2%, correspondem a 20% da área da bacia hidrográfica. Este trabalho dará destaque para estas áreas, pois conforme Young *apud* Oliveira (2006), as áreas com declividades inferiores a 2% são propensas às inundações (Figura 4).

A partir dos dados das isoietas de precipitação, representados na figura 5, é possível observar que os maiores volumes de chuva atingem áreas próximas ao exutório, em Juquiá, e no limite sudeste da bacia. Os menores índices de precipitação ocorrem numa área localizada próximo a Miracatu. Entretanto, apesar de possuir uma diferenciação grande entre essas áreas, de cerca de 800 mm, os volumes de precipitação da bacia, na média, são altos, uma vez que os menores valores do mapa indicam volumes de 1500 mm ao ano.

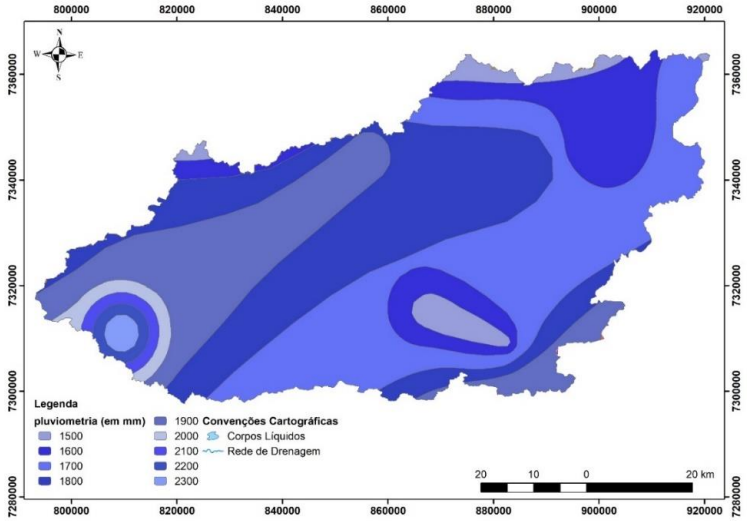


Fig te:
SIG-RB

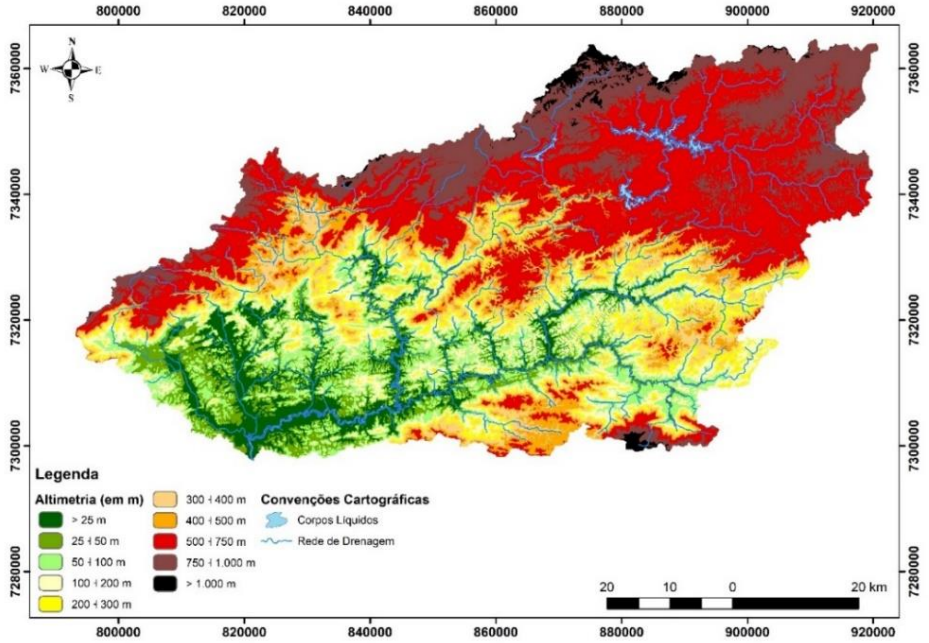


Figura 3 – Mapa altimétrico da Bacia Hidrográfica do Rio Juquiá.
Fonte: Confecção própria a partir da base dados SIG-RB.

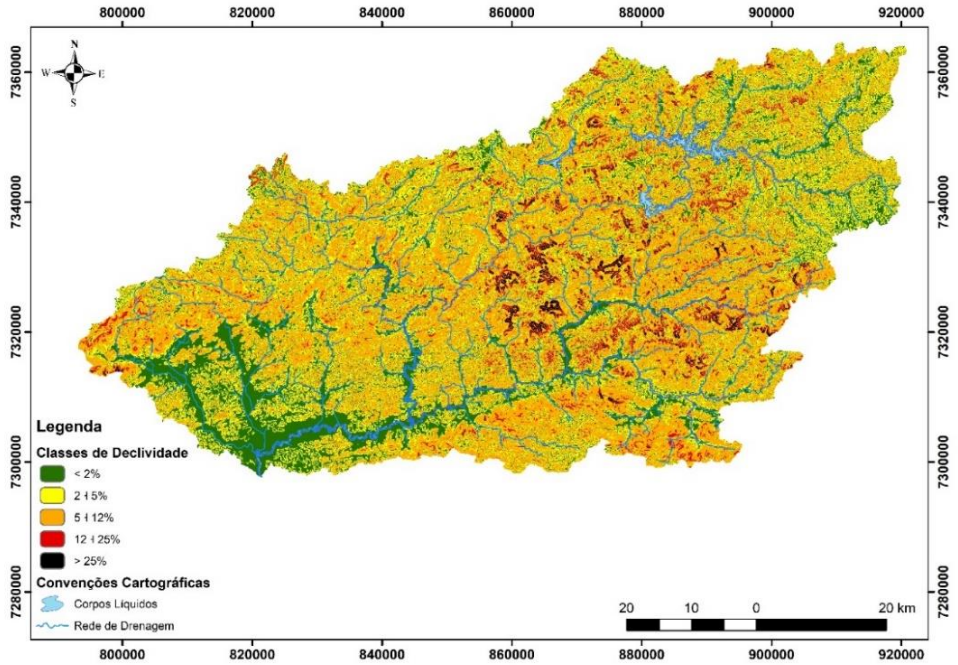


Figura 4 – Mapa de declividade da Bacia Hidrográfica do Rio Juquiá.
Fonte: Confecção própria a partir da base dados SIG-RB.

ISBN: 978-85-7282-778-2

A espacialização das áreas suscetíveis a inundação na Bacia Hidrográfica do Rio Juquiá (Figura 6 e Tabela I), permite observar as regiões da bacia mais propensas a esse evento. O primeiro aspecto que chama atenção ao visualizar esse mapa são as manchas de alta suscetibilidade, em vermelho, próximas a desembocadura, nos municípios de Sete Barras e Juquiá. Outros locais onde são vistas áreas com suscetibilidade alta de forma mais expressiva são em porções próximas aos divisores de água, em áreas dos municípios de Juquitiba e São Lourenço da Serra. Além delas, há uma mancha evidente no município de Tapiraí, também próximo aos divisores de água. As áreas com suscetibilidade média aparecem adjacentes às áreas de alta suscetibilidade. As áreas de baixa suscetibilidade não são expressivas tais como as áreas de alta suscetibilidade, exceto em localidades a leste do município de Juquitiba, bem próximo aos divisores de água.

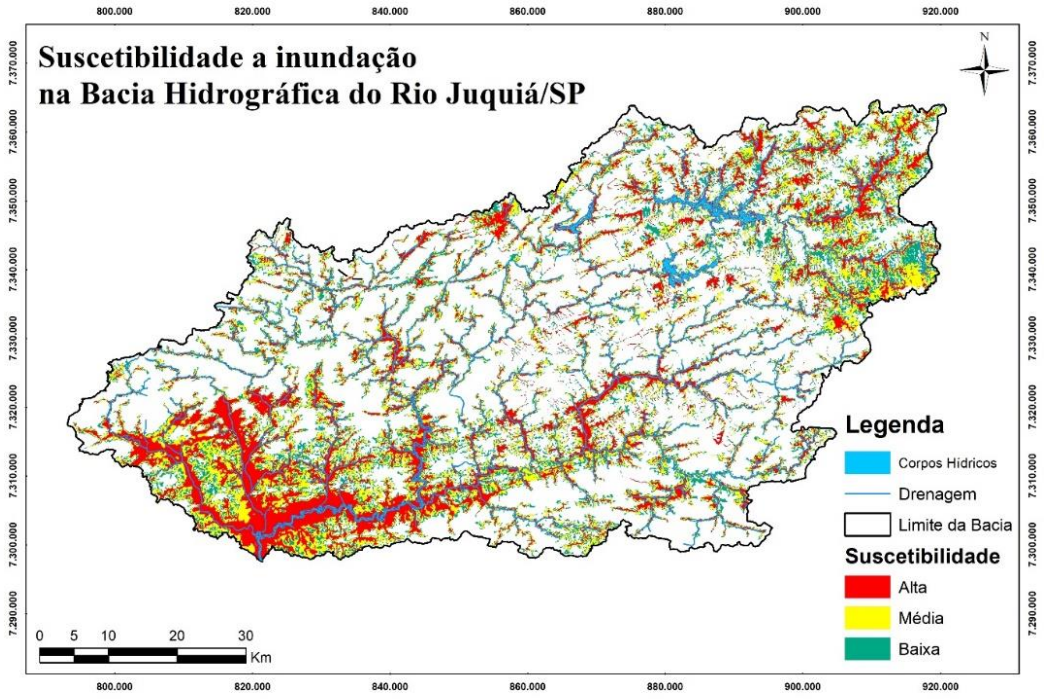


Figura 6 – Mapa de áreas suscetíveis à inundação na Bacia Hidrográfica do Rio Juquiá.

Fonte: Confecção própria a partir da base de dados SIG-RB

ISBN: 978-85-7282-778-2

Tabela I - Quantidade e relação de áreas suscetíveis à inundação na Bacia Hidrográfica do Rio Juquiá

Suscetibilidade	Área (km²)	% da área suscetível	% da área total da bacia
Alta	887,81	40,40	16,67
Média	702,49	31,97	13,19
Baixa	607,32	27,63	11,40
Total	2.197,62	100	41,26

Fonte: Mapa de suscetibilidade à inundação na Bacia Hidrográfica do rio Juquiá.

Relacionando o mapa de suscetibilidade com a hierarquia de drenagem percebe-se que as áreas de alta suscetibilidade próximas ao exutório, em Juquiá e Sete Barras, e nos divisores de água, em Juquitiba e São Lourenço da Serra, convergem com os cursos de água de maior hierarquia. Isso ocorre possivelmente pela acumulação da água recebida de canais de ordens inferiores. Nos canais de ordens maiores a vazão tende a ser maior justamente pelas condições de acumulo de água já mencionadas. Stevaux e Latrubesse (2017) apresentam que, ao relacionar a vazão média anual com a largura da planície aluvial, rios maiores contêm planícies aluviais maiores, ao passo que rios meandrantes aparecem em seguida, possuindo também grandes planícies, devido a migração lateral que seus canais realizam; e, posteriormente, rios com baixa vazão, assim como aqueles com padrão de canais entrelaçados, possuem planícies de inundação menores, ou, nas palavras dos autores op. cit. (p. 221) “mais estreitas”. Assim, as planícies de rios de ordem maiores tendem a ser mais extensas, condição a qual é atrativa à ocupação humana para diversas atividades.

Outro aspecto que vai de encontro à relação estabelecida entre a ordem dos canais e o tamanho de suas planícies pode ser observado pelo mapa de declividade (figura 4). As áreas com declinações menores (de até 2%) também convergem com os canais de ordens maiores. Tais áreas de baixa inclinação se constituem pelas planícies de inundação dos rios.

O mapa de feições de relevo (figura 2), concorda com as relações estabelecidas entre áreas suscetíveis à inundação, hierarquia de drenagem, declividade e uso, ao coincidir a feição de planícies aluviais com as áreas suscetíveis em Itariri, Pedro de Toledo, Miracatu, Juquiá e Sete Barras.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Cano e Amorim (2017a) e Cano e Amorim (2017b) constatam a ocorrência de inundações nessas áreas entre os anos de 2005 e 2015 em estudos que as analisam nos municípios de Miracatu e Juquiá, evidenciando suas consequências para a população.

A bacia hidrográfica do rio Juquiá possui 5.325,83 km² de área, dos quais, 2.197,62 km² são áreas suscetíveis a inundação, segundo o mapa de suscetibilidade elaborado para este trabalho, com dados sintetizados na tabela 2. Esse valor é expressivo por se tratar de 41,25% do total da área da bacia. É relevante observar, que em relação a área suscetível, a proporção de áreas com alta suscetibilidade é de 40,4%.

4. Considerações finais

De acordo com as relações estabelecidas neste trabalho, a partir dos mapas dos aspectos geomorfológicos da bacia hidrográfica do rio Juquiá, entende-se que a suscetibilidade estabelecida pode ir de encontro à realidade das inundações, visto a confluência dos fatores altimétricos, de declividade e de feições de relevo que o mapa de suscetibilidade conglomera.

É preciso chamar a atenção, entretanto, de que a definição de suscetibilidade à inundação de uma área não corresponde ao fato de que esses locais serão inundados, mas sim delimita áreas onde é provável que inundações ocorram. Esse mapeamento é interessante para direcionar as ações de ordem estruturais e não estruturais e também de controle e mitigação de danos causados pelas inundações. Outro aspecto importante de mencionar é que o mapa de suscetibilidade foi gerado com o modelo HAND a partir de MDT que utilizou curvas de nível com equidistância de 20m. Isso é relevante pois os desníveis considerados para a delimitação de áreas suscetíveis podem ser de 20m ou maiores, como em alguns locais com baixa suscetibilidade.

Por isso, os parâmetros de declividade, hierarquia de drenagem e feições de relevo são subsídios relevantes para o entendimento do mapa de suscetibilidade visto as relações coerentes que puderam ser estabelecidas a fim de ratificar a sua acurácia.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Agradecimentos

Agradecemos a CAPES uma vez que o presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), processo nº. 2018/09401-1 pelo auxílio à pesquisa.

Referências bibliográficas

ALMEIDA, F.F.M de, CARNEIRO C.D.R. **Origem e evolução da Serra do Mar.** Revista Brasileira de Geociências, São Paulo, 28(2): 135-150, 1998. vol 28. Junho de 1998.

AMARAL, R.; RIBEIRO, R. R. Inundação e enchentes. In: TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. (orgs.). **Desastres naturais: conhecer para prevenir.** São Paulo: Instituto Geológico, 2009. 39-52p.

CANO, A. E.; AMORIM, R. R. Análise das Inundações em Miracatu-SP a partir de dados de estações fluviométricas e da Defesa Civil do Município. **XVII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada e I Congresso Nacional de Geografia Física**. 28 de Junho à 02 de julho de 2017. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2017a.

CANO, A. E.; AMORIM, R. R.. Análise das Inundações no Município de Juquiá-SP entre 2005 e 2015 através de dados pluviométricos, fluviométricos e da Defesa Civil Do Município. **XXII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos.** 26 de novembro e 1 de dezembro de 2017. Florianópolis-SC, 2017b.

CANO, A. E.; AMORIM, R. R. Análise das inundações a jusante das barragens presentes no rio Juquiá a partir de dados fluviométricos, pluviométricos e da defesa civil. **XII Simpósio Nacional de Geomorfologia**. 27 a 30 de maio de 2018. Crato-CE.

CARVALHO, C. S.; MACEDO, E. S.; OGURA, A. (org.) **Mapeamento de riscos em encostas e margem de rios.** Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnologicas – IPT, 2007.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Blucher, 1980.

CETEC FUNDAÇÃO PAULISTA DE TECNOLOGIA E EDUCAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO LINS - SP - Mapa Geomorfológico - escala 1:250.000 - Macrozoneamento do Vale do Ribeira (SMA/1996)

CPRM. SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Atlas Pluviométrico do Brasil com as isoietas médias mensais de 1977 a 2006, escala de 1:2.500.000**. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/Hidrologia/Mapas-e-Publicacoes/Atlas-Pluviometrico-do-Brasil-1351.html> Acessado em 07 de dezembro de 2018.

ELORZA, M. G. **Geomorfología**. Madrid: Pearson Educación, S. A., 2008. 920p. ISBN: 978-84-8322-389-5.

ESTADO DE SÃO PAULO. Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo. Disponível em: <http://www.sigrh.sp.gov.br/cbhrb/apresentacao> Acessado em janeiro de 2017.

GRANELL-PEREZ, M. D. C. **Trabalhando geografia com as cartas topográficas.** Editora Unijuí: Ijuí, 2004.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo**. Séries Monografias nº 6, 2 Vol., São Paulo, IPT, 126p. 1981.

MACHADO, P. J. O.; TORRES, F. T. P. **Introdução à hidrogeografia**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

PIRES, J. S. R.; SANTOS J. E..; DEL PRETTE, M. E. A Utilização do Conceito de Bacia Hidrográfica para a Conservação dos Recursos Naturais. In: SCHIAVETTI, A..; CARNARGO, A. F. M. **Conceitos de bacias hidrográficas : teorias e aplicações**. Ilhéus, Ba: Editus, 2002. 293p.

ROSS, J., MOROZ, I. Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo. In: **Revista Do Departamento De Geografia**, *10*, 41-58. 2011. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/53703> Acessado em 10-12-2018.

STEVAUX, José Cândido.; LATRUBESSE, Eduardo Manuel. **Geomorfologia fluvial**. São Paulo:

Oficina de Textos, 2017. 336p. (Coleção geografia; v. 3, organização Francisco de Assis Mendonça)

ISBN: 978-85-7975-075-5.

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

DESASTRES SOCIONATURAIS ASSOCIADOS À SECA NO MUNICÍPIO DE SOBRAL (CE), NO PERÍODO DE 2003 A 2016

Yara Batista Gomes[(a)], Jander Barbosa Monteiro [(b)]

[(a)]Curso de Geografia, Centro de Ciências Humanas (CCH), Universidade Estadual Vale do Acaraú - UVA, bolsista PIBIC/CNPq, yarabatista70@outlook.com
[(b)]Curso de Geografia, Centro de Ciências Humanas (CCH), Universidade Estadual Vale do Acaraú - UVA, Prof. Dr. Orientador, jander_bm@hotmail.com

Eixo: Riscos e desastres naturais

Resumo

Diversos prejuízos materiais e humanos já foram contabilizados nas últimas décadas em virtude de desastres socionaturais associados à seca no semiárido nordestino, caracterizado por possuir chuvas escassas e irregulares, elevadas temperaturas, insolação e evaporação. A pesquisa buscou identificar a ocorrência de desastres socionaturais associados à seca no município de Sobral, o qual insere-se no semiárido, no período de 2003-2016, a partir de uma metodologia adotada no banco de dados *Emergency Events Database* – EM-DAT, administrado pela Universidade de Louvain - Bélgica. Em quase todos os anos da série histórica em análise foi identificada alguma situação de desastre, de acordo com os decretos de situação de emergência e número de atingidos disponibilizados pela Defesa Civil Municipal, o que evidencia a importância de adoção de estratégias e medidas preventivas com o intuito de conviver com os desastres e dar respostas positivas frente à tais eventos.

Palavras chave: Desastres Socionaturais; Semiárido nordestino; Seca.

1. Introdução

O semiárido nordestino possui uma irregularidade pluviométrica, elevadas temperaturas e altos percentuais de insolação e evaporação, contribuindo para prolongados períodos de estiagem. O que já pode apresentar-se como uma fragilidade do ponto de vista físico-natural, geralmente é agravado pela ação antrópica, através do manejo inadequado dos recursos hídricos e do solo.

Essas práticas normalmente estão associadas à falta de informações claras e objetivas a respeito da genêse, dos efeitos diretos e indiretos e das medidas de convivência com os desastres socionaturais mais recorrentes na região do nordeste brasileiro (estiagem e seca). Tais informações são essenciais para o entendimento e desenvolvimento de uma cultura de risco de desastres, contribuindo sobretudo para que as comunidades que estão em situação de vulnerabilidade socioambiental possam dar respostas positivas, principalmente com o apoio do poder público, quando da ocorrência de uma desastre socionatural.

No presente trabalho buscou-se identificar a ocorrência de desastres socionaturais associados à seca no município de Sobral, situado na região noroeste do Estado do Ceará. Para melhor compreender a ocorrência desses eventos e em virtude das informações disponibilizadas pela Defesa Civil do Estado do Ceará, adotou-se a série histórica de 2003 a 2016, com destaque para o período 2013-2016, onde foi possível identificar anos com secas recorrentes.

Identificar a ocorrência e possíveis impactos provenientes de desastres socionaturais apresenta-se como um passo importante no desenvolvimento de estratégias futuras adotadas pelas comunidades e poder público, além de subsidiar outros estudos e análises que possam contribuir para a discussão e adoção de medidas preventivas e convivência com tais desastres.

2. Materiais e Métodos

Inicialmente foram realizadas revisões bibliográficas pertinentes a temática, apoiando-se nas concepções teóricas de Romero e Maskrey (1993); Girão, Rabelo e Zanella (2018); Monteiro (2016) e Cruz (2003). Utilizou-se a metodologia presente no banco de dados *Emergency Events Database - EM-DAT* para catalogação de desastres naturais, em virtude da necessidade de identificar o evento de forma mais objetiva, pois ainda que o desastre socionatural seja compreendido como a correlação entre fenômenos naturais perigosos e determinadas condições socioeconômicas e físicas vulneráveis (ROMERO; MASKREY,

1993), tal concepção teórica não permite a identificação do evento como desastre de forma objetiva. Assim, dois critérios do EM-DAT foram considerados (100 ou mais pessoas afetadas e decreto de estado de emergência) para identificar possíveis situações de desastre no município. Optou-se pela terminologia desastre socionatural com o intuito de "desnaturalizar" o desastre, uma vez que a mesma inclui valores humanos, políticos, econômicos e da natureza em uma única terminologia.

Para a identificação das Situações de Emergência (SE) no período 2003-2016, foram realizadas consultas em *sites* especializados (Defesa Civil do Ceará e do Ministério da Integração Nacional). Os dados obtidos foram tabulados e organizados de acordo com o ano e o tipo de desastre ocorrido no período de 2003-2016. Também realizou-se visita *in loco* na Defesa Cívil Municipal, onde foi possível identificar as localidades (distritos) que geralmente apresentam maior necessidade de assistência.

Atráves da análise das informações contidas no Formulário de Informações do Desastre - FIDE, disponíveis na plataforma do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres - S2ID obteve-se um maior detalhamento de informações a respeito dos efeitos das secas consecutivas dos anos 2013-2016[1], sobretudo os danos humanos a partir do número de afetados e os prejuízos econômicos ocasionados pelo desastre seca no município.

3. Resultados e Discussões

De acordo com a metodologia adotada, observa-se situações de desastre associadas à seca (estiagem e seca são compreendidas pela Defesa Civil como sendo, o atraso do início da quadra chuvosa, para uma determinada região e uma estiagem prolongada, respectivamente) na maioria dos anos analisados. Apenas os anos de 2004, 2006, 2008, 2009 e 2011 não apresentaram número de atingidos e registros de situação de emergência associados à seca. O

[1] Os últimos anos da série apresentaram informações mais aprofundadas nos formulários.

destaque maior fica para os últimos anos da série em análise (a partir de 2012), quando foram identificados secas recorrentes.

De acordo com informações da Defesa Civil municípal, de modo geral, todo o município sofre com os efeitos provenientes de estiagens e secas periódicas. Porém, oito apresentam maior necessidade de assistência (Figura 1), especialmente no abastecimento de água potável, perfurações de poços, tratamento de água, etc.

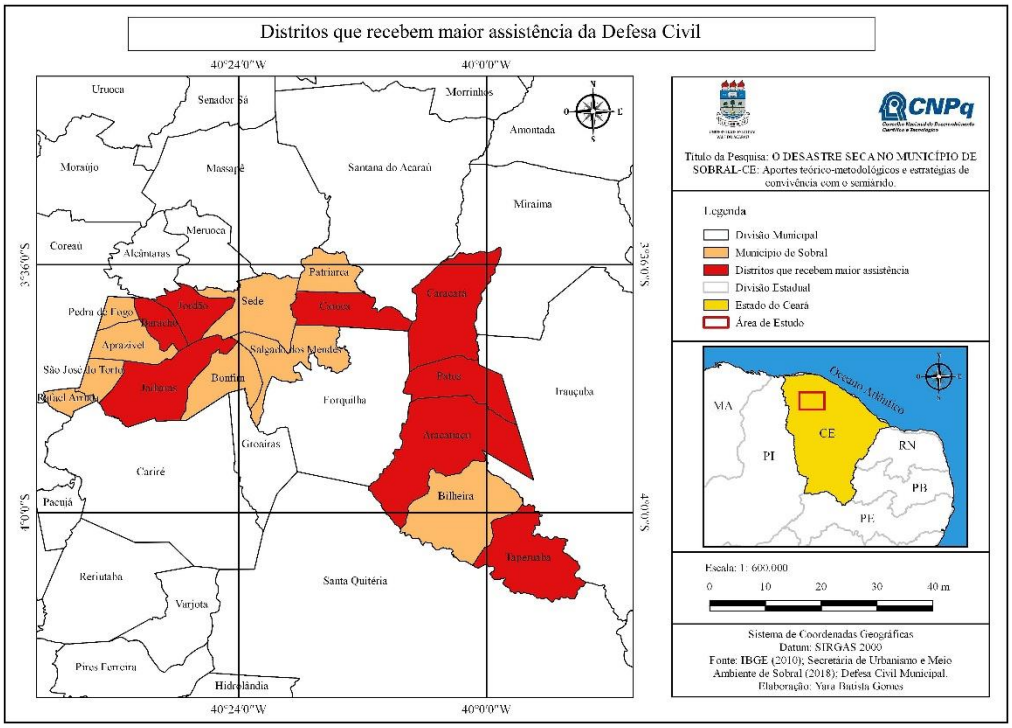


Figura 1 - Distritos que recebem maior assistência da Defesa Civil
Fonte: Defesa Civil Municipal. Elaboração: GOMES (2018)

No que se refere aos prejuízos econômicos públicos, o ano de 2016 foi caracterizado como o mais crítico, sobretudo no segundo semestre do ano. No ano de 2003, houve decreto de situação de emergência, o que já caracteriza desastre natural, de acordo com a metodologia adotada. Em 2005, além da situação de emergência, mais de 19 mil pessoas foram atingidas. Em 2007 foram cerca de 6 mil atingidos e, mais uma vez, foi decretada situação de

emergência. No ano de 2012, foram mais de 21 mil afetados, enquanto que em 2013 foram 30 mil. No ano de 2015 foram identificados pela Defesa Civil 40 mil afetados, assim como no ano de 2016, o que também caracteriza uma situação de desastre.

4. Considerações Finais

Os impactos socioeconômicos provenientes da seca no município de Sobral são bastante elevados. Diante dessa realidade, ainda é necessário uma melhor identificação/mapeamento das comunidades que potencialmente apresentam maior fragilidade socioambiental. Essas informações, juntamente com aquelas relacionadas à previsão de anos secos e chuvosos a partir da análise das condições oceânicas e atmosféricas (a influência do El Niño e das temperaturas do Oceano Atlântico podem ser importantes preditores), participação da comunidade em parceria com o poder público, investimento em pesquisas, entre outros, possibilitam um maior auxílio na elaboração de novas estratégias direcionadas à convivência com o desastre. Porém, ainda existem muitas barreiras que devem ser superadas para que as comunidades (com o suporte do poder público) possam dar respostas positivas frente aos recorrentes efeitos de estiagens e secas no município sobralense.

5. Referências Bibliográficas

CRUZ, José da. **Ecología social de los desastres**. Montevideo: Coscoroba, 2003. Cap. 2

GIRÃO, Ítalo Renan Ferreira; RABELO, Davi Rodrigues; ZANELLA, Maria Elisa. Análise teórica dos conceitos: Riscos Socioambientais, Vulnerabilidade e Suscetibilidade. **Revista de Geociências do Nordeste**, Rio Grande do Norte, v. 4, n., p.72-83, 10 maio 2018.

MONTEIRO, Jander Barbosa. **Desastres naturais no Estado do Ceará**: uma análise de episódios pluviométricos extremos. 2016. 255f. Tese (Doutorado em Geografia) - Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016. Cap. 3

ROMERO, Gilberto; MASKREY, Andrew. Como entender los desastres naturales. **Predes**, 1993, n.1, 5 p.

Agradecimentos: Ao CNPq, pelo auxílio financeiro e a gerência da Defesa Civil de Sobral.

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 TEMPORAL DOS DESASTRES NATURAIS NA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BANABUIÚ/ CE

Debora Ribeiro dos Santos [(a)], João Luís Sampaio Olímpio [(b)]

[(a)] Bolsista: Discente do Curso de Licenciatura em Geografia – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – Campus Quixadá e-mail: ribeiro.d.ifce@gmail.com.

[(b)] Orientador: Professor do Curso de Licenciatura em Geografia – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – Campus Quixadá, e-mail: joao.olimpio@ifce.edu.br.

Eixo: Riscos e desastres naturais

Resumo/

O Nordeste é a região brasileira mais vulnerável as mudanças climáticas. Nos últimos anos vem ocorrendo a intensificação dos prejuízos causados por esse fenômeno devido ao mau planejamento urbano. O objetivo desse trabalho é analisar a intensidade do risco de desastres naturais relacionados à dinâmica climática dos municípios que integram a Sub Bacia do Banabuiú. Na análise foram considerados aqueles desastres oficialmente reconhecidos por decretos de Estado de Calamidade Pública – ECP e/ou Situação de Emergência –SE entre os anos de 2003 a 2016. As informações sobre as ocorrências dos desastres foram levantadas na página do *site* do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil. Conclui-se que essa região é mais frequentemente afetada por eventos climáticos associados ao déficit hídrico. Sugere-se que sejam tomadas as devidas providências pelos órgãos governamentais locais no processo de plano de gestão de risco.

Palavras chave: Vulnerabilidade, mudanças climáticas, risco

1. Introdução

O Nordeste é a região brasileira mais vulnerável as mudanças climáticas. A existência de um clima semiárido, na maior parte da região, aumenta a vulnerabilidade socioambiental da população. (MARENGO, 2008). A questão da vulnerabilidade é complexa, existem várias concepções distintas para a noção de vulnerabilidade, o que há de comum em todas essas concepções é que elas descrevem uma situação de fragilidade, em relação a um determinado perigo (ou conjunto de perigos), como no caso das mudanças climáticas. Desse modo, várias áreas do conhecimento passaram a adotar o termo perigo para se referir não só a dinâmica

climática e as mudanças naturais, mais também a interferência das atividades antrópicas (MARTINS, FERREIRA, 2012).

A Bacia Hidrográfica do Rio Banabuiú possui importantes afluentes no sertão central cearense devido sua grande extensão territorial na região, o elevado crescimento da população, produz intensas alterações paisagísticas e promove o avanço acelerado em direção aos recursos naturais que se traduz numa excessiva interferência antrópica. Assim, contribui para o seu desequilíbrio e deterioração ambiental aumentando assim índices maiores de vulnerabilidade na região. (CEARÁ 2009). Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho é analisar a distribuição temporal dos desastres naturais na Sub-Bacia do Rio Banabuiú, baseado em notificações (ocorrências) da Secretaria de Defesa Civil do Estado, e contribuir para a elaboração de estratégias de conservação, formulação e implantação de políticas públicas capazes proporcionar uma melhor adaptação a esse ambiente.

É no semiárido cearense que se encontra a Sub-bacia do rio Banabuiú a qual, compreende, essencialmente, os sertões centrais do Ceará mais fortemente submetidos aos rigores da semiaridez. Ocupa uma área de 19.810 km² apresenta-se como principal tributário do rio Jaguaribe, drena 15 (quinze) municípios. (CEARÁ, 2009) (Figura I). O clima da região encontra-se imerso no sertão semiárido do Ceará.

Segundo Zanella (2014, p.128), "apresenta elevadas taxas de insolação, elevadas temperaturas e baixas amplitudes térmicas. Os totais pluviométricos são baixos e apresentam alta variabilidade no tempo e no espaço. "

2. Materiais e Métodos

A primeira etapa consistiu no levantamento bibliográfico, posteriormente foi feito consultas de séries históricas da Secretaria Nacional de Defesa Civil dos anos de 2003 a 2016, dados adquiridos pelo *site* do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres, com base nos dados foi possível estabelecer tais relações, estas informações foram apresentadas em quadros gerados pelo *Microsoft Office Excel*.

3. Resultados e Discussões

Os quadros abaixo apresentam dados de série histórica da Secretaria Nacional de Defesa Civil, dos municípios que decretaram Situação de Emergência (SE) e/ou Estado de Calamidade Pública ocasionados por inundações e seca, realizados entre 2003 a 2016.

Quadro I- Reconhecimentos de Situação de Emergência (SE) e Estado de Calamidade Pública (ECP) realizados entre 2003 a 2016 referente a inundações.

Ministério da Integração Nacional Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil Reconhecimentos de Situação de Emergência (SE) e Estado de Calamidade Pública realizados entre 2003 a 2016 ANOS														
MUNICÍPIOS	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
	INU	INU	INU	INU	INU	INU	INU	INU	INU	INU	INU	INU	INU	INU
ITATIRA		■				■								
BANABUIÚ							■							
PEDRA BRANCA		■					■							
QUIXERAMOBIM		■				■	■							
SENADOR POMPEU							■							
BOA VIAGEM							■							
IBICUITINGA							■							
QUIXADÁ		■					■							
LIMOEIRO DO NORTE		■					■							
MILHÃ		■					■							
MONSENHOR TABOSA							■							
MADALENA		■												
MOMBAÇA						■								
PIQUET CARNEIRO		■					■							
MORADA NOVA		■					■							

Fonte: baseado em dados do Sistema Integrado de Informação sobre Desastres, 2003-2016.

Quadro II - Reconhecimentos de Situação de Emergência (SE) e Estado de Calamidade Pública (ECP) realizados entre 2003 a 2016 referente a secas.

Ministério da Integração Nacional Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil Reconhecimentos de Situação de Emergência (SE) e Estado de Calamidade Pública realizados entre 2003 a 2016 ANOS														
MUNICÍPIOS	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
	SECA	SECA	SECA	SECA	SECA	SECA	SECA	SECA	SECA	SECA	SECA	SECA	SECA	SECA
ITATIRA	■		■	■	■	■	■	■		■	■	■	■	■
BANABUIÚ	■		■	■	■	■				■	■	■	■	■
PEDRA BRANCA	■		■	■	■	■	■	■		■	■	■	■	■
QUIXERAMOBIM	■		■	■	■	■	■			■	■	■	■	■
SENADOR POMPEU		■	■	■	■	■	■	■		■	■	■	■	■
BOA VIAGEM	■			■	■					■	■	■	■	■
IBICUITINGA	■			■	■		■			■	■	■	■	■
QUIXADÁ		■	■	■	■	■	■			■	■	■	■	■
LIMOEIRO DO NORTE	■		■	■	■	■	■			■	■	■	■	■
MILHÃ	■		■	■	■			■		■	■	■	■	■
MONSENHOR TABOSA			■	■	■	■		■		■	■	■	■	■
MADALENA			■	■	■	■	■			■	■	■	■	■
MOMBAÇA		■	■	■	■	■			■	■	■	■	■	■
PIQUET CARNEIRO	■		■	■	■	■	■			■	■	■	■	■
MORADA NOVA	■		■	■	■	■				■	■	■	■	■

Fonte: baseado em dados do Sistema Integrado de Informação sobre Desastres, 2003 - 2016.

Após a análise dos dados fornecidos pela Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil, observou-se que os anos de 2004, 2008 e 2009, apresentou chuvas cima da média na região, o qual identificou Quixeramobim sendo o município mais afetado durante os três anos (Quadro I).

Em 2010 iniciasse uma prolongada seca na região a qual se intensificou em 2012 e ampliou em 2015 durante um evento de El Nino (MARENGO, 2016). A situação foi agravada pela deficiência que já existia, e é considerada a mais grave das últimas décadas. Entre 2012-2016 todos os municípios que compõe a Sub-Bacia do Banabuiú decretaram Situação de Crise devido à escassez hídrica (Quadro II). Pode-se concluir que essa região é mais frequentemente afetada por eventos climáticos associados a seca, o que resulta em uma redução significativa do fluxo dos rios de toda a região geraram impactos ambientais e socioeconômicos, afeta a produção de alimentos, renda e subsistência.

4. Considerações Finais

A partir deste trabalho, tem-se uma base para que os agentes públicos tenham maior capacidade de formular de políticas públicas ações que contribuam para a percepção de risco de desastres e redução da vulnerabilidade. Conclui-se que essa região é mais vulnerável aos eventos climáticos associados a seca, por isso são necessárias informações adicionais, assim como levantamentos de campo mais apurados e mapeamentos em escala mais adequada para uma análise mais detalhada.

Agradecimentos

A Este trabalho foi desenvolvido com o apoio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, através do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Cientifica.

Referências Bibliográficas

CEARÁ. ASSEMBLEIA LEGISLATIVA. **Caderno regional da sub-bacia do Banabuiú**. Fortaleza: INESP, 2009.

D'ALMEIDA MARTINS, RAFAEL; DA COSTA FERREIRA, LEILA Vulnerabilidade, adaptação e risco no contexto das mudanças climáticas **Mercator - Revista de Geografia da UFC**, v. 11, n. 26, p. 237-251, 2012.

MARENGO, J. Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no semiárido do Brasil. **Parcerias Estratégicas**, n. 27, p. 149-175, 2008.

MARENGO, J. A. et al. A seca de 2012-15 no semiárido do Nordeste do Brasil no contexto histórico. **Revista Climanálise**, São Paulo, ano 3, v.1, 2016.

SISTEMA INTEGRADO DE INFORMAÇÕES SOBRE DESASTRES - S2ID. **Série Histórica**. 2013. Disponível em: https://s2id.mi.gov.br/paginas/series/. Acesso em 20 out. 2018.

ZANELLA, M. E. Considerações sobre o clima e os recursos hídricos do semiárido nordestino. **Caderno Prudentino de Geografia**, v. Especial, 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

Delimitação do leito maior excepcional do rio Itapecuru, no município de Cantanhede-MA, como ação preventiva de desastres naturais

Igor de Luccas Santos [(a)], Antonio Cordeiro Feitosa [(b)]

[(a)] NEPA/DEGEO, Universidade Federal do Maranhão, igordeluccas23@gmail.com
[(b)] NEPA/DEGEO, Universidade Federal do Maranhão, acfeitos@gmail.com

Eixo: Riscos e desastres naturais

Resumo/

A percepção e a abordagem teórico-metodológica de risco e vulnerabilidade socioambiental tem ganhando cada vez mais espaço nas discussões sobre desastres naturais, valendo-se da pesquisa qualitativa e quantitativa aplicada aos estudos ambientais, com vistas à prevenção e análise dos desastres naturais para evitar danos patrimoniais e de vidas. O município de Cantanhede-MA tem histórico de grandes enchentes do rio Itapecuru, como em 2009, onde a área de leito maior excepcional é inundada, causando danos à população ribeirinha. Neste estudo, a história oral foi utilizada como método para entrevista com moradores mais antigos, onde foram obtidas informações dos pontos máximos de inundação de 2009 do rio Itapecuru, em Cantanhede, utilizadas para delimitação do leito maior excepcional ocupado pelo rio Itapecuru, com auxílio de geotecnologias.

Palavras chave: Desastres naturais, inundações, vulnerabilidade, rio Itapecuru, Cantanhede-MA.

1. Introdução

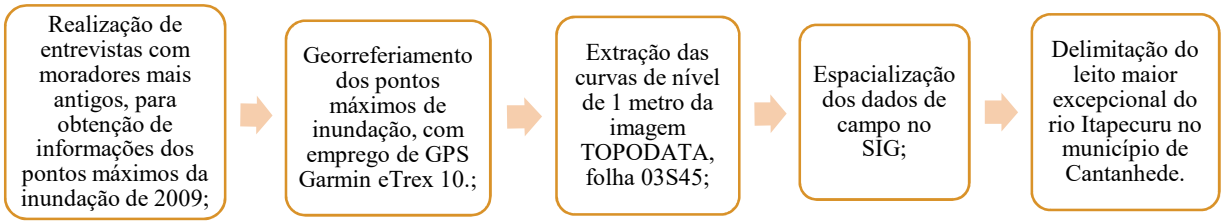
A geografia física obteve grande avanço com abordagem integrada da relação homem com o ambiente, sobretudo a partir da década de 1960, com a incoporaçao de recursos tecnológicos da geografia. Conforme Almeida (2010), os estudos integrando os aspectos sociais na geografia física resultaram em ganhos metodológicos na abordagem dos riscos e vulnerabilidades aos desastres naturais, como o fenômeno das inundações, recorrente em períodos mais chuvosos, causadoras de danos potenciais quando estas áreas são ocupadas.

Em períodos de grandes enchentes, o rio Itapecuru inunda a área de leito maior excepcional, de Cantanhede-MA, causando danos a uma parcela representativa da população ribeirinha, notadamente na zona rural e submetida à condição de maior vulnerabilidade socioambiental. Objetivando dimensionar os efeito dessas enchentes, foram realizados estudos para delimitar o leito maior excepcional do rio Itapecuru, com base em entrevistas de ribeirinhos do município, referidos à inundação de 2009, com utilização da história oral, de recursos técnológicos e do geoprocessamento como ferramenta.

2. Materiais e Métodos

A abordagem dos desastres naturais implica a integração de dados dos aspectos sociais e naturais mediante a ultização de técnicas qualitativas e quantitativas representando ganhos à pesquisa. Na realização deste estudo, foram utilizadas a técnica de história oral, para a realização de entrevistas semiestruturadas, além da incoporação de recursos tecnológicos e sensoriamento semoto, cujos dados foram submetidos ao geoprocessamento.

Conforme Silva et al., (2006), a história oral permite que o pesquisador reconstitua determinado momento ou período histórico no qual se verbaliza como o sujeito vivenciou o acontecimento. A área de estudo é constituída pela faixa adjacente ao rio Itapecuru, no município de Cantanhede, onde está localizada a sede municipal e alguns dos principais povoados antingidos por inundações. A realização da pesquisa seguiu as seguintes etapas:



Quadro 01: Organograma metodológico da pesquisa.
Fonte: Elaborado pelos autores, 2019.

ISBN: 978-85-7282-778-2

3. Resultados e Discussões

O estado do Maranhão registrou em 2009 um grande número de desastres naturais, dentre os quais as inundações que, segundo a Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil do Estado do Maranhão (CEDEC-MA, 2014), atingiu 140 municípios. No município de Cantanhede-MA, em 2009, vários moradores sofreram com as inundações do rio Itapecuru.

Mendonça (2005) destaca que as áreas consideradas de risco, só ganham importância socialmente quando há ameaças ou os desastres atingem áreas habitadas e de valor econômico. Santos, Souza e Feitosa (2017) destacaram que mais de 11 povoados foram atingidos pela inundação do rio Itapecuru, em Cantanhede, em 2009, onde a população rural é geralmente a mais vulnerável e menos desassistidas pelo poder público.

Por ocasião das entrevistas com os moradores mais antigos, foram visitados pontos máximos da inundação em 2009, e mensuradas as coordenadas geográficas com emprego de GPS, posteriormente espacializadas no SIG, que coincidiram com a cota de de 22 metros de altitude, valor utilizado como referência para delimitação do leito maior excepcional do rio Itapecuru, no município de Cantanhede (Figura 01). A menor cota estabelecida foi de 10 metros de altitude, no leito do rio, e o resultado indica que o rio atingiu 12 metros acima do normal, 2,70 mentros abaixo do valor considerado pela prefeitura e por jornais.

Para Christofoletti (1981) e Cunha et al., (2007), o leito maior excepcional corresponde ao espaço ocupado pelo escoamento superficial relacionado às maiores enchentes de um rio. Esta área precisa ser delimitada para ter uma dimensão espacial do leito ocupado pelo rio Itapecuru, nas grandes inundações. Durante a pesquisa, os dados obtidos com a prefeitura municipal e a Agência Nacional de Águas – ANA correspondiam apenas aos trechos de vulnerabilidade à inundação. Um conhecimento espacial dá área inundável possibilita aos orgãos públicos melhor conhecimento necessário para o desenvolvimento de estratégias preventivas ou mitigadoras.

ISBN: 978-85-7282-778-2

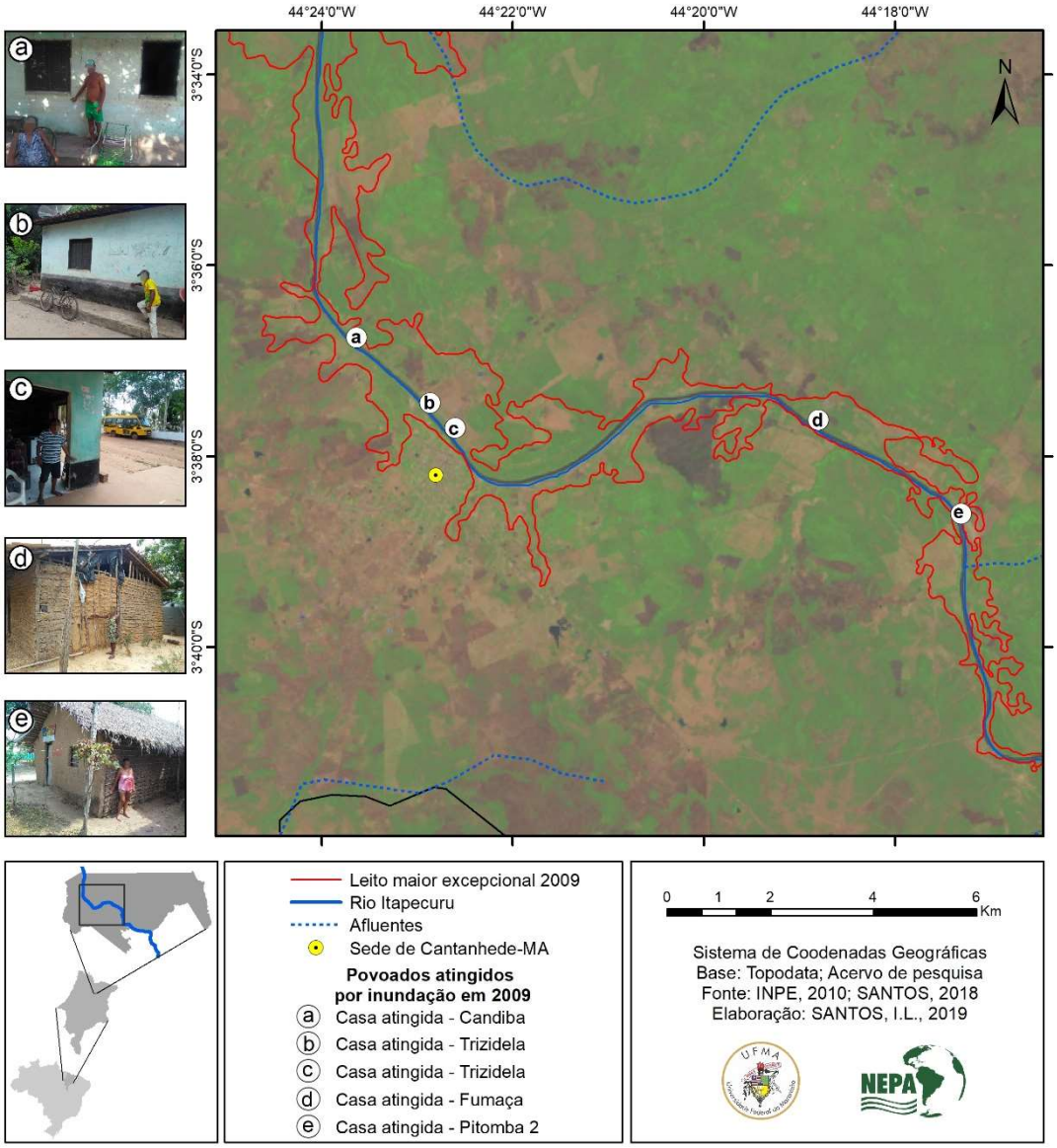


Figura 01: Leito maior excepcional do rio Itapecuru, em Cantanhede - 2009.
Fonte: Adaptado de INPE, 2010. Elaborado por SANTOS, 2019.

4. Considerações Finais

Através dos dados de campo e das informações das entrevistas com os moradores, foi possível delimitar o leito maior excepcional do rio Itapecuru, referente à inundação de 2009,

em Cantanhede. A área delimitada está em concordância com as informações de campo, embora apresente divergência de precisão quanto aos dados oficiais.

O geoprocessamento é uma importante ferramenta para os estudos em desastres naturais. Entretanto, os resultados da pesquisa ressaltam que há limitações de precisão, escala e, principalmente, pela resolução da imagem TOPODATA, que é de 30 metros. Portanto, embora as informações adquiridas contribuam para os estudos de inundações, os dados merecem cuidado na análise.

A delimitação da área inundada pela grande enchente possibilita, aos órgãos públicos, maior conhecimento para gestão e estratégias de enfrentamento de desastres naturais, com medidas preventivas ou mitigadoras, para atenuar os danos à população em condição de vulnerabilidade.

Referências Bibliográficas

ALMEIDA, L. Q. **Vulnerabilidades Socioambientais e rios Urbanos: bacia hidrográfica do rio Maranguapinho, região metropolitana de Fortaleza – Ceará.** 2010. f. 278. Tese (Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas), Rio Claro, 2010.

COORDENADORIA ESTADUAL DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL DO ESTADO DO MARANHÃO - CEDEC-MA. **Relatório de Ações da CEDECMA "ANO 2009".** São Luís: CEPDECMA, 2014.

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

CUNHA, Sandra Baptista da. **Geomorfologia Fluvial.** *in:* GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, (Org). **Geomorfologia**: uma atualização de bases e conceitos. 7. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. 472 p.

MENDONÇA, F. A.. **Geografia e meio ambiente.** 8º ed. São Luís: Contexto, 2005.

SANTOS, I. L.; SOUZA, U. D. V. ; FEITOSA, A. C. VULNERABILIDADE SOCIAMBIENTAL EM DECORRÊNCIA DE ENCHENTES DO RIO ITAPECURU NO MUNICÍPIO DE CANTANHEDE, MARANHÃO. *in*: PEREZ FILHO, A.; AMORIM, R. R.**. Geografia Física e Desastres Naturais.** 1ª ed. Campinas - SP: Instituto de Geociências - UNICAMP, 2017, v. 1, p. 4303-4308.

SILVA, G. R. F. M.; MACÊDO, K. N. F.; REBOUÇAS, C. B. ; SOUZA, Â. M. A. Entrevista como técnica de pesquisa qualitativa. **Online Brazilian Journal of Nursing.** v. 5, n. 2, p. 246-257, 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

EDUCAÇÃO PARA PERCEPÇÃO, PREVENÇÃO E REDUÇÃO DE RISCO AMBIENTAL: PROGRAMA DE EXTENSÃO E PESQUISA EM MINAS GERAIS

Carla Juscélia de Oliveira Souza [(a)], Patrícia Pires Ferreira [(b)], Mariana Carvalho Silva de Assis Nogueira[(c)], Bárbara Morais de Paula [(d)]

Departamento de Geociências/ Curso de Geografia/Universidade Federal de São João del-Rei (carlaju@ufsj.edu.br)
[(b)] Programa de Pós-Graduação em Geografia/Universidade Federal de São João del-Rei (patriciaferreira1661@yahoo.com.br)
[(c)] Departamento de Letras, Artes e Cultura/ Curso de Jornalismo/ Universidade Federal de São João del-Rei (maricarvalho12@yahoo.com.br).
[(d)] Departamento de Letras, Artes e Cultura/ Curso de Jornalismo/ Universidade Federal de São João del-Rei (barbara.moraisdepaula@gmail.com).

Eixo: Riscos e desastres naturais

Resumo

O trabalho discute as atividades/ações resultantes de Programa de Extensão em escola pública, durante 2017 e 2018. O programa foi proposto a partir dos resultados de pesquisa, referente à concepção e conhecimento sobre riscos ambientais, entre professores e alunos em Minas Gerais. Verificou-se que ambos ouviram falar sobre o assunto, mas a maioria desconhece a discussão conceitual e a abordagem no ensino. As atividades/ações, planejadas com base na Pedagogia crítico-social do conteúdo, nos componentes físico-naturais e sociais do espaço e nas orientações da Defesa Civil para prevenção, compreenderam a Rádio Escola, o "Clube do Risco" e o Boletim. Nessas ações foram discutidos assuntos como risco ambiental, bacia hidrográfica, processos e sistemas naturais, vulnerabilidade, processos potencialmente perigosos, áreas de riscos, paisagem e território, clima, períodos de estiagem e chuvas, entre outros. Durante o programa, foram realizados vinte e dois programas na Rádio Escola, doze reuniões do Clube do Risco e quatro Boletins dedicados às situações geográficas e de riscos na cidade e região entorno.

Palavras-chave: risco ambiental, educação geográfica, geografia escolar, comunicação.

1. Introdução

Documentos internacionais como Marco de Hyogo (2005-2015) e Sendai (2015-2030) destacam a importância da educação básica como lócus e processo formativo para criar a cultura da segurança e da prevenção. Portugal, Chile, Costa Rica, França, Nigéria, Angola

entre outras dezenas, compõem um grupo de países que adotam a abordagem da "Educação para a prevenção e redução dos Riscos" em currículos escolares, desde os anos iniciais, diferentemente do que ocorre no Brasil (SILVA e SOUZA, 2016). Segundo as autoras, no Brasil, os documentos oficiais referentes à formação básica não abordam especificamente a "Educação para o risco" ou mesmo a prevenção para a redução do risco. Essa temática pode ser inserida nas discussões sobre questões ambientais, as quais perpassam os conteúdos da formação básica dos estudantes brasileiros e estão presentes na Lei de Diretrizes e Bases da Educação, nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's), no Currículo Básico Comum (CBC) de Minas Gerais e nas Bases Nacionais Comuns Curriculares (BNCC), abordadas interdisciplinarmente (SILVA E SOUZA, 2016).

Na proposta curricular da França, a redução do risco na escola é trabalhada a partir do conhecimento conceitual, dos tipos de risco, das medidas de segurança e da construção da prevenção. Na Nigéria, a abordagem compreende o conhecimento do desastre, gestão, redução e medidas de segurança. Nesse país, a disciplina Geografia aborda temas como vulnerabilidade a inundações, seca e desertificação, planejamento urbano e rural, clima e previsão sazonal, construção de infraestrutura, erosões, deslizamentos de terra, entre outros. Cada país adota conteúdo e abordagens distintas em seus currículos, por ano de escolaridade e disciplinas. Em todos, os estudos ocorrem na perspectiva interdisciplinar.

Na Recomendação nº 05 de 2011, do Conselho Nacional de Educação de Portugal (CNEP), a "Educação para o Risco" compreende conhecer e agir na sociedade do risco. Para isso a educação demanda novas competências que emergem para uma cidadania mais ativa, participativa e informada, adquirida desde o início do percurso escolar. O documento enfatiza a importância de transformar a escola em espaço para formação de agentes para intervenção e, também, para mobilização da sociedade para uma educação para prevenção e redução dos riscos de desastres. O documento enfatiza que na educação deve-se ensinar o conceito de risco, os tipos e trabalhar com atividades práticas para conhecer os riscos locais.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Conforme Silva e Souza (2016), o ensino das questões ambientais na Geografia, à luz dos riscos, possibilita trabalhar com a questão da vulnerabilidade do sujeito (segundo situação e condições socioeconômicas, culturais, políticas, espaciais), com os processos potencialmente perigosos ligados aos componentes físico-naturais e sociais no espaço de vivência, ou em outras realidades e com a questão da espacialidade dos territórios de riscos. O aluno ao conhecer e perceber os diferentes riscos e a manifestação dos mesmos nas áreas classificadas como de riscos poderá ser capaz de compreender o processo de formação dessas áreas/territórios e assim adotar medidas de prevenção diante de processos e dinâmicas que levem a um possível evento danoso. Dessa maneira, o estudante será capaz de problematizar a produção e organização do espaço a partir da categoria risco. Acredita-se que nessa perspectiva de estudo do espaço geográfico tem-se uma formação que contribua para prevenção por meio da informação e sensibilização, como resultado de curto e médio prazo. Mas, também uma prevenção que acontece a longo prazo, como o evitar a formação de novas áreas de risco (SOUZA, 2013).

A Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012, que institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDC), destaca a importância da educação na formação da cultura da prevenção. Acrescenta que o art. 26 da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, passa a vigorar acrescido do seguinte § 7º - "Os currículos do ensino fundamental e médio devem incluir os princípios da proteção e defesa civil e a educação ambiental de forma integrada aos conteúdos obrigatórios" (Art. 29 da Lei nº 12.608). Ainda segundo a Lei nº 12.608, na alínea IV do Art. 4º sobre diretrizes da PNPDEC, aponta a adoção da bacia hidrográfica como unidade de análise das ações de prevenção de desastres relacionados a corpos d'água. Em Geografia, a bacia hidrográfica constitui importante unidade de análise espacial natural, para o planejamento, monitoramento e gestão do espaço geográfico.

Portanto, fundamentados nessas discussões, nesses marcos, na literatura específica sobre risco e, principalmente, no reconhecimento da importância do conhecimento geográfico

ISBN: 978-85-7282-778-2

e sua contribuição para a formação da prevenção e segurança, programas de extensão e pesquisas vem sendo desenvolvidos no contexto do Grupo de Estudos e Pesquisas em Geografia, Educação e Riscos (GEPEGER), desde 2014. Um desses programas refere-se ao de Extensão Universitária subsidiada por pesquisas que acontecem paralelamente, no contexto escolar e com professores de Minas Gerais. Neste texto o foco está sobre as ações e atividades desenvolvidas no âmbito da Extensão Universitária.

O programa de extensão intitulado "Educação para o Risco: percepção e prevenção no espaço escolar e na paisagem urbana" ocorre desde 2015, fruto da parceria entre escola pública e a Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ). O programa tem como objetivo discutir a questão dos riscos, em especial os riscos ambientais à luz da educação geográfica, com atenção especial para a relação dos componentes físico-naturais e sociais na formação de territórios de riscos na cidade e no bairro onde a escola parceira está inserida. Portanto, o tema risco ambiental e prevenção vem sendo trabalhado de maneira sistemática, fundamentado nos aspectos conhecimento, percepção, comunicação e ação, como medida auxiliar a prevenção do risco, na escala do indivíduo e do coletivo. Tal ação considera que os resultados a serem alcançados acontecerão em curto e longo prazo, como processo educativo para a leitura e o entendimento do espaço, dos territórios e dos processos que possam se tornar perigosos.

Para fundamentar o programa, as ações que correspondem às práticas educativas se fundamentam na abordagem da aprendizagem significativa, nos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais apresentados por Antoni Zabala (1998) e no princípio da Pedagogia crítico social dos conteúdos. Esse referencial teórico-metodológico fundamenta as propostas de oficinas e das reuniões de estudos, com estudantes dos anos finais ensino fundamental. As ideias e propostas de Mário Kaplún (2002) sobre Educomunicação, também fazem parte das leituras auxiliando na concepção e execução da Rádio Escola. Outras leituras referem-se aos riscos/ riscos ambientais fundamentados em Marandola e Hogan (2004), Veyret (2013), Lourenço e Amaro (2019), entre outros estudiosos do tema.

A cidade apresenta condições que possibilitam a ocorrência dos riscos ambientais, pois nela se encontram as maiores aglomerações de pessoas em um ambiente com muitas transformações. As populações das cidades, em grande parte, estão vulneráveis a riscos em virtude de situações e condições diversas. Muitas constroem suas moradias em locais inadequados, desconhecem, em parte, a dinâmica da natureza, são vítimas das desigualdades sociais e econômicas que se manifestam desde a infraestrutura urbana, no saneamento básico até às condições das edificações, casos comuns nas cidades brasileiras.

Pesquisas realizadas com professores de geografia de Minas Gerais (SOUZA e SILVA, 2018), com alunos dos anos finais do ensino fundamental e do ensino médio (FERREIRA et. al., 2016; NOGUEIRA et. al.; 2018), referentes ao conhecimento sobre risco ambiental, práticas de ensino que considerem a questão do risco e a percepção dos riscos em ambiente urbano, mostraram que esses sujeitos já ouviram falar sobre o assunto nas mídias e ou mesmo na escola. Mas, quando demandados sobre a definição e concepção de risco e risco ambiental a maioria mostra não conhecer a abordagem no campo da ciência Cindínica. Além disso, a maioria associa o assunto à degradação ambiental. Esses resultados reforçam a importância e a necessidade de se trabalhar o assunto risco ambiental e educação para prevenção e redução dos riscos na educação básica e na formação continuada de professores. Esse fato justifica e fortalece as ações do programa de extensão "Educação para o Risco: percepção e prevenção no espaço escolar e na paisagem urbana", objeto deste texto.

2. Materiais e métodos

Os trabalhos desenvolvidos no contexto do referido programa de extensão fundamentam-se suas práticas na Pedagogia crítico social do conteúdo (SAVIANI, 2005) e na educação geográfica, considerando a paisagem, o lugar e o território como categorias norteadoras para discussão e representação do espaço, a partir do tema riscos e riscos ambientais como já destacado por Souza (2013), Souza e Silva (2018) e Nogueira et. al. (2018) ao discutirem risco e educação geográfica.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Para a efetivação dos trabalhos, reuniões semanais e produção de material são realizadas no laboratório de Prática de Ensino de Geografia, onde são definidos conteúdos, recursos, estratégias de ações e avaliações, como base para as ações na escola. Para essas ações são necessários levantamento de informações e conteúdo científico para a produção das pautas da rádio, que ocorre toda sexta-feira, e para atividades específicas com o grupo de estudo, formado pelo Clube do Risco, a cada quinze dias.

Ao longo do ano são realizadas, também, palestras para todos os alunos e professores da escola, com apresentação e discussão sobre origem e tipos de riscos, processos potencialmente perigosos, evento danoso, medidas de segurança e prevenção. Nesses encontros ocorre a distribuição dos Boletins informativos. Estes são produzidos com conteúdo conceitual obtido junto à literatura científica. E, principalmente, com conteúdo apresentado pelos estudantes durante atividades em sala ou no Clube do Risco, informações da Defesa Civil e, também, problematizações sobre a questão do uso e ocupação do espaço, utilizando para isso problematizações e charges.

3. Resultados e discussão

Durante 2017 e 2018 foram produzidos vinte e duas pautas e programas para a Rádio Escola, com problematizações e assuntos diversos, conforme exemplificado e comentado no quadro 1.

Quadro 1: Pautas e assuntos apresentados na Rádio Escola, programa 'Hora do Risco'.

Problematizações e assuntos tratados na rádio	Proposta do programa
O que é estar em "risco"?	Retomada de assuntos sobre tipos de risco, com ênfase em riscos do dia a dia.
O que é vulnerabilidade?	Apresentação da palavra vulnerabilidade e sua relação com os riscos.
Hip Hop e Preservação	Tema escolhido com base nas preferências musicais dos alunos, com breve histórico sobre esse estilo musical.
Participe da nossa rádio!	Programa aberto para ouvir sugestões de temas que os alunos querem na rádio.
Risco de Incêndio	Em função da época de estiagem, foi necessário discutir com os alunos sobre os perigos de se utilizar fogo em locais com vegetação seca.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Ações preventivas contra queimadas	Informar e chamar os alunos para palestra que iria acontecer na escola com uma convidada que faz mestrado em Geografia na UFSJ e que pesquisa áreas queimadas.
Nossa saúde no inverno	Início das apresentações de medidas preventivas para os problemas respiratórios recorrentes no inverno.
Pluviômetro	Apresentar o que é o pluviômetro existente no pátio da escola, de onde ele veio e qual sua função na comunidade.

O programa acontece toda sexta-feira, no período da manhã e da tarde, durante o intervalo para o recreio, com duração de seis minutos, em média. Os estudantes interagem com a rádio solicitando música ao término da apresentação da pauta do dia e ou respondendo aos desafios feitos durante alguns programas. Apesar disso, observou-se que a Rádio ainda não constitui um instrumento que possibilite trabalhar especificamente o tema Riscos, mas é um importante veículo de comunicação de interesse dos jovens, que precisam se apropriar da Rádio. Mas, essa situação envolve aspectos diretamente ligados à gestão e dinâmica escolar.

Além da rádio 'Hora do Risco' foram produzidos quatro Boletins informativos, cujos conteúdos e informes são definidos tendo como base a estação chuvosa e o período de estiagem na região, ou seja, a sazonalidade de duas estações (verão e inverno). No boletim referente à estação chuvosa foram tratados assuntos relacionados às condições climáticas e a dinâmica das águas nos leitos vazante, menor e maior e a formação de alagamento, inundação e enchentes (Figura 1), com atenção para as definições e os casos ocorridos na cidade e região. O boletim possibilitou esclarecer, entre os jovens e adultos, a diferença de cada termo, além de problematizar a relação área de riscos, dinâmica fluvial e ocupação do relevo, bem como introduzir ações como medidas de prevenção.

O boletim referente ao período de estiagem trouxe assuntos sobre a estação do inverno, as condições de temperatura, da umidade do ar e a relação desses aspectos climáticos com a saúde. E, ainda, a questão das condições dessas variáveis climáticas relacionadas com o período das queimadas e possíveis causas antrópicas.

O acesso aos boletins, na escola parceira, ocorre por meio dos quadros de aviso onde são afixados, além de distribuídos entre professores, a fim de que os mesmos possam

ISBN: 978-85-7282-778-2

trabalhar o seu conteúdo em sala de aula. Além da escola parceira, outras situadas na cidade e na região do Campo das Vertentes também receberam o material via meio digital ou por meio do acesso à página do GEPEGER (http://gepeger.wixsite.com/gepeger/boletim). Durante palestras proferidas na escola, o material é comentado e distribuído entre os estudantes, interessados no tema. Em situação específica de ensino, durante aulas de geografia ministrada por graduandos em Estágio Supervisionado obrigatório, os boletins são utilizados e outras produções ocorrem referentes às medidas de prevenção, a partir da discussão do tema em sala de aula.

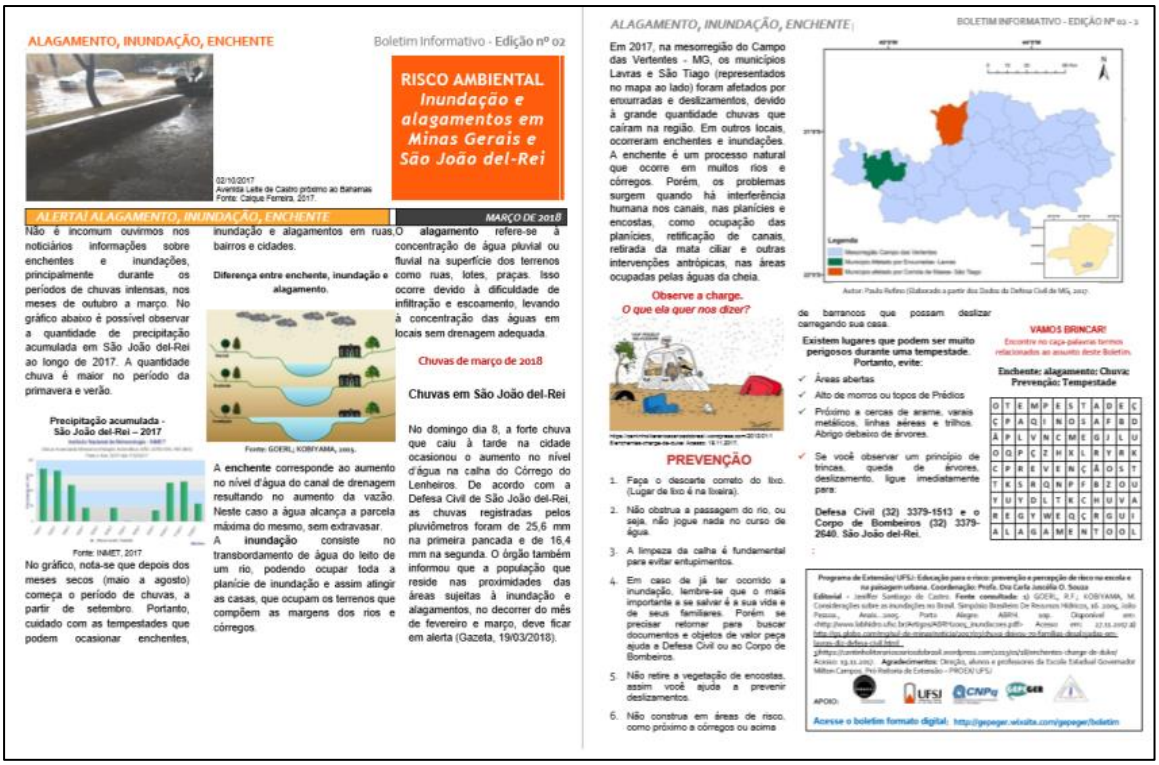


Figura 1: 2ª edição do Boletim Informativo.

Fonte: Dados da Extensão, 2017/2018.

O Clube do Risco, que acontece a cada quinze dias no período da tarde, trabalhou ao longo de 2017 e 2018 os termos risco, risco ambiental, vulnerabilidade, áreas de risco, planície de inundação, bacia hidrográfica, escoamento superficial, entre outros. Por meio de conteúdos procedimentais foram trabalhados com os alunos do ensino fundamental II habilidades como: representar, analisar, interpretar, propor, entre outros e os conteúdos atitudinais. Estes compreenderam ações coletivas nas casas e nos comércios, com a divulgação sobre medidas de segurança contra inundações, por meio do folder da Defesa Civil. Algumas dessas atividades encontram-se comentadas no quadro 2. Durante as reuniões do Clube do Risco ocorrem discussões em formato de atividades práticas e lúdicas mediadas por diferentes recursos e linguagens - fotografias, imagens de satélite, maquete, desenhos, observação e análise do espaço escolar, entre outros.

Quadro 2: Atividades e assuntos discutidos no Clube do Risco

Assunto	Atividades
Discutindo sobre risco	Por meio da pergunta "O que você entende como risco?" os alunos foram orientados a pensar na probabilidade de algo acontecer, em virtude de processos perigosos e a exposição das pessoas e população a processos, em diferentes níveis de vulnerabilidade. A atividade teve como objetivo introduzir o assunto; Identificar o que os participantes do Clube do risco entendem por risco e discutir os tipos de risco. Para isso, foi solicitado aos alunos que desenhassem o que entendiam como risco. As discussões ocorreram a partir dessas representações, que serviram como sondagem de conhecimento.
Trabalhando com maquete: morar e construir em lugares seguros	A partir de uma base territorial onde existem formas de relevo (morros, colinas, fundo de vales), ocupação urbana, áreas de mineração e outros elementos componentes do espaço, os estudantes foram estimulados a observar e a pensar sobre a dinâmica das águas nessa paisagem vista de cima e a pensar nos processos e dinâmicas que podem ocorrer nas vertentes, nos topos e no fundo de vale. O objetivo foi levar os alunos a entenderem o local onde se pode construir, seja suas casas, um imóvel ou qualquer outro tipo de construção com maior segurança, em virtude das condições físico-naturais, sociais e de infraestrutura.
Risco na escola	A atividade trabalhou com a percepção dos alunos sobre o espaço escolar, por meio de desenhos nos quais deveriam representar os locais considerados por eles como de risco na escola. A partir das representações e socialização dos desenhos a realidade do espaço escolar foi comentada e discutida, a partir dos aspectos infraestrutura, condicionantes, vulnerabilidade e tipo de risco.
Prevenção aos incêndios e queimadas	Após palestra sobre queimadas e medidas de prevenção, os alunos foram desafiados a elaborarem uma história de quadrinhos, referente ao tema queimadas e prevenção. Os resultados permitiram verificar o conhecido dos alunos sobre o assunto e o possível efeito positivo da palestra.

Fonte: Dados da Extensão, 2017/2018.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Em uma das atividades do "Clube do Risco", ao discutirem medidas de prevenção referente às chuvas torrenciais e o aumento do nível dos cursos d'água, os alunos sugeriram criar um sistema de alerta através de rádio, como mostram as Figuras 2 e 3. Na época, eles visitaram o pluviômetro instalado na escola e aprenderam sobre a função e importância desse equipamento para a sociedade e a comunidade. As produções resultantes dessas discussões são retomadas na produção dos Boletins Informativos seguintes, considerando os textos, as ilustrações e as sugestões produzidos pelos estudantes. Essas produções são inseridas no tópico identificado no Boletim Informativo como 'A Voz da Escola'.

Figuras 2 e 3: Desenhos realizados por alunos do 6º e 8º ano durante atividade do Clube do Risco
Fonte: Dados da Extensão, 2018.

Essas representações em desenho, assim como os textos produzidos pelos alunos para o Boletim informativo, permitem verificar que os estudantes compreenderam a ideia de prevenção e de medidas de segurança simples que podem salvar vidas, como demonstrado no desenho do Pedro (Figura 2). E, ainda, as representações dos estudantes mostram que os alunos entenderam a importância do monitoramento técnico e do conhecimento sobre a dinâmica dos componentes físico-naturais, como canais fluviais, precipitação e cobertura vegetal, que compõem o espaço geográfico.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Ao demonstrarem esses conhecimentos, avalia-se que o programa atende parte da proposta de "Educação para o risco", da Recomendação n° 05 do CNEP (2011). Esta aponta a necessidade de o aluno: conhecer os riscos que se corre (pessoalmente e coletivamente); avaliar e comparar riscos; saber evitar riscos desnecessários; saber minimizar os riscos inevitáveis e saber correr riscos imprescindíveis (CNEP, 2011). O programa atende também o terceiro pilar do Marco de Hyogo (2002 – 2015) "Utilizar conhecimento, inovação e educação para construir uma cultura de segurança e resiliência". E, ainda, ao se reduzir os riscos de desastres, devido aos investimentos feitos na educação, tem-se o ganho na segurança de vidas e nas possíveis reparações, sendo então um custo-eficiente (MARCO DE SENDAI 2015 – 2030) nas possíveis perdas futuras. O Marco de Sendai (2015 - 2030, p. 3) ressalta que "[...] pequenos desastres recorrentes e desastres de início lento afetam particularmente comunidades, famílias [...], constituindo um percentual elevado das perdas totais". Nessa perspectiva, a questão do risco de desastre deve ser centrada nas pessoas, com práticas e atividades que considerem a variedade de perigos existentes. Ao buscar contemplar esses aspectos dos marcos e das recomendações, trabalhou-se a totalidade do espaço considerando seus sistemas, agentes, processos e complexidade estabecidos na relação sociedade-natureza.

4. Considerações finais

O campo da Geografia constitui conhecimento fundamental e pilar para se trabalhar com a temática risco/risco ambiental, pois possibilita pensar a organização e a produção do espaço, com atenção para a produção e distribuição dos territórios dos riscos. No entendimento dessa espacialidade leva-se em conta a interação dos componentes físico-naturais do espaço com os componentes sociais (econômico, politico, cultural), atento aos processos e fenômenos socioambientais em diversas escalas espacial e temporal. Conforme Souza (2013), esse conhecimento e pensamento geográfico possibilita a leitura do espaço, em especial dos processos e organizações que o compõe, considerando as categorias de análise e as metodologias de análise pertinente com a questão e o fenômeno geográfico estudado.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Dessa forma, acredita-se que o trabalho realizado na escola, por meio do programa de extensão, propicia condição e situação que levam à cultura da prevenção e segurança. Os conteúdos trabalhados via Boletim e palestras correspondem a ações de curto prazo, referentes à informação, assim como os trabalhos no Clube do Risco levam à sensibilização e transformação, como medidas de médio e longo prazo, com uma educação a partir do olhar geográfico. Agora, é importante avançar com proposta de cursos para professores, como formação continuidade mediada pelo tema Riscos Ambientais.

Agradecimentos: aos professores, alunos e direção da Escola Estadual Governador Milton Campos pela parceria e colaboração; à PROEX (Pró-Reitora de Extensão), à PROPE (Pró-Reitora de Pesquisa) pelas bolsas de extensão e pesquisa e ao CNPq, pelo financiamento de pesquisa aprovada em edital universo de 2014.

5. Referências Bibliográficas

CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO DE PORTUGAL. Recomendação n°02, 2011. Ministério Da Educação e Ciência. **Diário da República**, 2.ª série — N.º 202 — 20 de Outubro de 2011. Portugal. Disponível em:

http://www.cnedu.pt/content/antigo/images/stories/2011/PDF/Pub_DR_EducParaRisco.pdf Acesso em 17.12.2018.

FERREIRA, André B. R.; TARÔCO, Larissa T.; SOUZA, Carla J. de O. A concepção do risco ambiental e sua abordagem na Educação básica / The conception of environmental risk and its approach to basic education. **Caderno de Geografia** (PUC-MG. Impresso), v.26, 2016, p.615 – 628.

KAPLÚN, Mario. **Uma pedagogia da comunicação (o comunicador popular)**. Ed. Caminos, La Habana, 2002.

LOURENÇO, Luciano; AMARO, Antônio. **Riscos e crises**. Da teoria à plena manifestação. Coimbra. Universidade de Coimbra, 2019.

MARANDOLA Júnior, E; HOGAN, D. J. Natural hazards: o estudo geográfico dos riscos e perigos. **Ambiente & Sociedade,** Campinas, v. 7, n. 2, p. 95-110, 2004. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414753X2004000200006. Acesso em: 20/12/2018.

MARCO DE AÇÃO DE HYOGO (2005-2015). **Aumento da resiliência das nações e das comunidades frente aos desastres.** Disponível em: http://www.defesacivil.sc.gov.br/index.php/banco-de-precos/cat_view/12-acao-de-hyogo.html. Acesso em 09.11.2018.

MARCO SENDAI (2015 – 2030). **Marco de Sendai para a Redução do Risco de Desastres** (2015-2030). Disponível em:

http://www1.udesc.br/arquivos/id_submenu/1398/traduzido_unisdr___novo_sendai_framework_for_disaster_risk_reduction_2015_2030__portugues__versao_31mai2015.pdf. Acesso em 09.11.2018.

NOGUEIRA, Mariana C. S de A.; FONTE, Celso da C. SOUZA, Carla J. O; Espacialidade e percepção da cidade e do risco ambiental no contexto escolar. In: LOURENCÇO, Luciano; AMARO, António. **Educação para a redução dos riscos** – Estudos Cindínicos. Coimbra: Associação Portuguesa de riscos, prevenção e segurança, 2018, p.223 – 249. Disponível: https://www.riscos.pt/publicacoes/sec/volume_2/. Acesso em 20.12.2018.

SAVIANI, Dermeval. **Pedagogia Histórico-Crítica**: Primeiras aproximações. Campinas: Autores Associados, 2005.

SOUZA, Carla J. O. Riscos, geografia e educação. In: LOURENÇO, Luciano. **Riscos naturais, antrópicos e mistos**. Coimbra: Departamento de Geografia da Faculdade de Letras, 2013, p. 127–142. Disponúivel em:

https://www.uc.pt/fluc/depgeotur/publicacoes/Livros/livro_homenagem_FRebelo/127_142. Acesso em 09.12.2018.

SOUZA, Carla J. O; SILVA, Veridiane M. Educação para o risco: conhecimento e contribuições de professores de geografia para o tema risco ambiental em escolas de Minas Gerais. **Territorium,** n. 25 (II), 2018, p. 53-68. Disponível em: https://www.uc.pt/fluc/nicif/riscos/Documentacao/Territorium/T25II_Artg/T25_II__artigo05.pdf. Acesso em 09.12.2018.

VEYRET, Yvette (org.). **Os riscos:** o homem como agressor e vítima do meio ambiente. São Paulo: Contexto, 2007.

ZABALA, Antoni. **A Prática Educativa:** Como ensinar. Tradução: Ernãni E. da F. Rosa, Porto Alegre: Artmed, 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

ESBOÇOS DE UM DILEMA: SOCIEDADE MODERNA E O DEVIR DA SEGURANÇA AMBIENTAL

Juarez Mota Pinheiro [(a)]

[(a)] Prof. Departamento de Geociências/LABOCLIMA, Universidade Federal do Maranhão, juarez.mp@ufma.br/juarezmp@gmail.com

Eixo: Riscos e desastres naturais

Resumo

As questões ambientais estão na ordem dos interesses globais e é necessário aprofundar as discussões a respeito do tema. O homem na sociedade moderna adota políticas de produção e consumo de bens que afetam diretamente a qualidade ambiental do sistema Terra, de modo que a compreensão dos processos próprios e distintos que animam a dinâmica da natureza é o primeiro passo para se encontrar soluções alternativas e efetivas para a promoção da sustentabilidade natural e da segurança ambiental necessária ao desenvolvimento humano. Conceitos de obsolescência programada, dinâmica da natureza, modo de produção capitalista, o tempo humano e o tempo da natureza são abordados e analisados para, na sequência, iniciar discussões de possíveis soluções.

Palavras chave: Meio Ambiente - Processos Naturais - Segurança Ambiental

1. Conjuntura na era da obsolescência programada

O homem, em seu processo de apropriação da natureza, menospreza os impactos que está causando ao meio ambiente, e isso ocorre principalmente em função das concepções que o homem contemporâneo desenvolve a respeito da relação do meio ambiente com a vida humana. A natureza, nessa concepção, é algo externo ao seu cotidiano, é um ambiente a ser domado. Concebe-se a natureza como algo à disposição do homem, a fim de promover o bem estar de seus interesses. Este pensamento predomina na contemporaneidade da sociedade capitalista em que a natureza se torna um bem a ser explorado para a produção. Perceber-se enquanto natureza, isto é, parte da própria natureza não encontra sintonia no pensamento atual da sociedade.

As consequências desse pensamento não poderiam ser as piores, e é exatamente isso o que se observa na atualidade, a exploração sem precedentes dos recursos naturais para

atender a produção e ao consumo, cujas consequências já são facilmente percebidas nos impactos ambientais que passaram a tomar proporções globais com repercussões para todos os seres vivos existentes no planeta. Os solos, as águas, o ar, a vegetação e toda a sua biodiversidade estão sendo alterados em seus mecanismos de funcionamento.

Este desequilíbrio ambiental, determinado pela intervenção humana, irá desencadear na dinâmica natural que encontre um novo equilíbrio, e este novo ponto de equilíbrio poderá, por conseguinte, não atender ao provimento das condições mínimas de sobrevivência da raça humana no planeta. Apesar da visão catastrófica, grande parte de pesquisadores que estudam as ciências da terra já consideram esta possibilidade real e factível.

A sociedade moderna, incentivada a consumir recursos naturais transformados em bens materiais, está promovendo valores humanos cada vez mais voltados para a aquisição e a propriedade de bens materiais, e isto ocorre sem que se meçam as consequências que tais ações gerarão nos recursos naturais necessários à manutenção da vida para as gerações futuras. O modelo econômico que o mundo está adotando e desenvolvendo promove o acelerado esgotamento da natureza, principalmente se novos países em desenvolvimento começarem a atingir os mesmos níveis de consumo que, hoje, já são praticados principalmente pela Europa ocidental, alguns países asiáticos e pelos Estados Unidos.

Iniciou-se na década de 20 – a partir da prática desenvolvida pelo então presidente da General Motors, Alfred Sloan, que estimulava as trocas frequente de carros apelando para a atualização de modelos e acessórios –, o que hoje é denominado de obsolescência programada. Este modelo de consumo passou a ser adotado pela maioria das indústrias de bens de consumo na contemporaneidade, determinando que seus produtos mesmo não apresentando defeitos prematuros irreparáveis, tornem-se obsoletos e levem o consumidor à troca dos mesmos, incentivados por pequenas melhorias que, na maioria das vezes, não são determinantes para justificar a sua substituição. De modo geral, os produtos de bens de consumo na modernidade estão com sua durabilidade e vida útil extremamente reduzida.

A obsolescência programada acelera o processo de esgotamento dos recursos naturais como também do individualismo na sociedade, uma vez que promove o descarte de materiais ainda perfeitamente utilizáveis sem medir as consequências desses atos para o conjunto da sociedade. A prática intencional dos meios de produção em diminuir a vida útil dos produtos, para a obtenção de maiores lucros com a venda de novos produtos, agride diretamente o equilíbrio ambiental do planeta, configurando uma realidade que exige ações efetivas de modificações de hábitos, e principalmente, de consciência ambiental. O consumo deve ser consciente e dentro de padrões que atendam às necessidades humanas sem causar desperdício ou acumulação desnecessária. Desmascarar o ciclo vicioso da obsolescência programada e promover o consumo consciente para a aquisição de produtos duráveis, reciclados ou reaproveitados que procuram diminuir os impactos ambientais, são caminhos necessários para se alcançar a segurança ambiental. Hoje é primordial a promoção de novos princípios para uma consciência transformadora e multiplicadora de ações que estabeleça uma relação homem-natureza equilibrada e responsável pelo futuro do planeta.

2. A natureza-objeto e a natureza como processo

A natureza e a sociedade são componentes distintos e, ao mesmo tempo, intrinsecamente relacionados; conjuntos interconectados na sua existência, cuja compreensão requer, inicialmente, a percepção de que tanto a natureza quanto a sociedade possuem dinâmicas próprias de funcionamento e organização interna. Estudos que não percebem a existência desta complexa interconexão tendem a valorizar a um ou a outro em detrimento do conjunto e de sua unidade.

Quando não se compreende que a natureza possui seus processos e ritmos próprios, começa-se a perpetuar o conceito de que a natureza é estática e, por conseguinte, inerte, cabendo ao homem, com suas técnicas, o direito de se apropriar dela para o seu uso indiscriminado. A natureza possui tempo e espaço próprios de organização e estes não são iguais aos do homem, principalmente aos do homem moderno. Os meios de produção capitalista exigem cada vez mais velocidade e quantidade, a depauperação dos recursos

naturais é cada vez mais intensa e indiscriminada. Mudar esta lógica de apropriação que não respeita a existência da dinâmica da natureza e seu tempo exige um grande esforço dos que estudam o espaço total e os problemas ambientais contemporâneos.

O individuo, isolado ou em sociedade, faz parte da natureza, e compõe, junto com o ambiente natural, uma dinâmica de funcionamento que busca o equilíbrio permanente. Para que ocorram avanços nesta concepção, a natureza e a sociedade precisam ser compreendidas em um espaço geográfico integral, no qual não há o menosprezo do complexo jogo de forças estabelecido entre a sociedade e a natureza. Considerar a natureza apenas como um objeto de uso social é desvalorizar os processos que configuram a sua dinâmica.

Segundo Santos (1999), a relação homem-natureza sempre se deu de modo desigual, caracterizada pelo uso e pela intervenção que o primeiro realiza sobre as bases naturais ou sobre a segunda natureza - a natureza humanizada. Esta intervenção tem, no decorrer do tempo, variado conforme a capacidade tecnológica das sociedades e de seus sistemas produtivos. A partir da hegemonia mundial do sistema capitalista, essa relação acelerou-se, dada essência intrínseca do capitalismo que está em gerar acumulação progressiva e permanente a partir da relação contraditória e dialética que se estabelece entre capital e trabalho (Berman, 1986).

O homem vai impondo à natureza suas próprias formas, a que se pode chamar de formas e objetos culturais, artificiais, históricos.

> Essas formas não são as mesmas através dos tempos; aqueles acréscimos dos tempos primitivos são diferentes dos tempos atuais. [...] A natureza conhece um processo de humanização cada vez maior, ganhando a cada passo elementos que são resultado da cultura. Torna-se cada dia mais culturalizada, mais artificializada, mais humanizada. O processo de culturalização da natureza torna-se, cada vez mais, o processo de sua tecnificação. [...] No processo de desenvolvimento humano, não há separação do homem e da natureza. [...] A natureza se socializa e o homem se naturaliza. (SANTOS, 1988, pág. 89)

Ao intervir no espaço, criam-se objetos artificiais e naturais a partir dos objetos elaborados no passado, em novos arranjos, que chegam até o presente. De acordo com as necessidades funcionais da sociedade atual, esses objetos poderão desempenhar as mesmas

funções que antes desempenhavam, ou novas funções no futuro ou, ainda, serem destruídos. O grau de permanência dos objetos e da paisagem dependerá, em parte, de quanto tempo perdura seu significado sócio cultural, isto é, sua versatilidade funcional bem como sua resistência material e a dinâmica econômica da sociedade.

Ao se apropriar dos recursos naturais de forma indiscriminada, o capital toma-os como propriedade privada, convertendo-os em condição primordial para realização do processo social produtivo. O capital torna-se intermediário nessa relação dialética homem-natureza, naturalizando a natureza, transformando-a num simples objeto que pode ser apropriado. Esta concepção atende plenamente aos interesses de apropriação dos meios de produção, pois a natureza passa a ser entendida como objeto de uso para a realização do trabalho humano, portanto não haveria necessidade de se ter responsabilidade por ela, isto é, sua manutenção e conservação não estariam em discussão, justificando, assim, a apropriação indiscriminada, porque a natureza existiria como matéria prima, sem propriedade, para usufruto da sociedade.

O capital internalizou na sociedade a ideia de que, para o uso da natureza, não haveria necessidade de se pagar por ela, visto que não era produto do trabalho humano e que sempre existiu e existe para ser utilizado como usufruto, cabendo à sociedade desenvolver capacidade tecnológica para sua apropriação e fazê-lo para o seu desenvolvimento. Esta concepção omite que a extração e utilização indiscriminada da natureza provocam alterações nos processos naturais a ponto de comprometer as gerações futuras.

A natureza, diferentemente de objetos artificiais, possui uma função dentro do conjunto de mecanismos que determinam o equilíbrio ambiental. Alterar ou mesmo retirar determinado elemento natural, sem a devida compreensão de suas repercussões no conjunto da natureza, poderá provocar, em geral, impactos negativos a curto, médio ou longo prazo no equilíbrio da sociedade. Os objetos naturais participam da relação dialética com a sociedade, e qualquer alteração nesse processo gera impactos em diversos níveis de derivações de desiquilíbrio, os quais variam de micro a macro escala.

Novos processos naturais, baseados na composição de novos elementos naturais, agem de forma a produzir objetos naturais que antes não existiam naquele lugar. Estes novos objetos afetarão diretamente o homem e a sociedade.

Ao se considerar que os processos naturais atuam permanentemente e promovem novas funções nos objetos naturais, chega-se a uma indagação fundamental: ao intervir no espaço, o homem também é capaz de criar objetos naturais, além dos artificiais? Santos (1999), em diálogo com Karl Marx, responde afirmativamente a pergunta e denomina, inclusive, este processo de segunda natureza. O homem através do seu trabalho e da ação social cria objetos assemelhados aos da forma original da natureza. É capaz de criar, por exemplo, lagos, alguns solos, campos e, também, climas urbanos específicos de determinada cidade. A natureza, mesmo com uma nova estrutura de composição de elementos naturais, atua com seus processos e recompõe o espaço em um novo arranjo qualitativo, porém esta nova situação apresentará qualidade inferior à situação anterior à intervenção humana.

Quando a ação humana se apropria de um determinado elemento natural, isto se caracteriza, na maioria das vezes, por uma apropriação social seletiva, uma vez que apenas uma parcela da sociedade usufrui desta apropriação: os mais ricos. Os impactos gerados por esta nova relação dialética são distribuídos para todos na sociedade, muitas vezes até independentemente de sua nacionalidade. Os impactos ambientais atingem a todos, porém somente os mais vulneráveis socialmente serão os mais impactados, aqueles que na sociedade capitalista possuírem melhores condições técnicas e financeiras terão maior capacidade de resiliência.

Quanto mais se aprofunda na análise da relação homem-natureza e seus processos individuais e interconectados de relação da dinâmica natural e dos processos produtivos, observa-se que o modo de produção capitalista preconiza uma relação que é extremamente dependente e apressada com relação à natureza. O tempo tornou-se valor e está presente nos cálculos de geração de custos da produção. Percebe-se a distinção entre o tempo da natureza e o tempo do homem, que será objeto de discussão no desenvolvimento da análise dessas reflexões, os quais exigem considerações acerca de suas dinâmicas intrínsecas.

3. O espaço tempo – o tempo da natureza e o tempo do homem

O desenvolvimento da técnica permitiu ao homem, de forma cada vez mais intensa, realizar a apropriação da natureza e sua incorporação ao modo de produção capitalista. A emergência tornou-se valor de capital e foi agregada aos custos de produção, com isto o conteúdo ideológico da produção capitalista passou a chocar-se com o valor dos processos naturais, os quais possuem um tempo distinto e, em muitos casos, mais lento.

Para exemplificar esse processo é possível fazer uma analogia, comparando o homem como uma máquina que não para de trabalhar e movimenta-se numa velocidade espantosa. O tempo passou a ser o grande vilão para a geração de bens de consumo para a sociedade, não se pode perder tempo, tempo é dinheiro, e cada segundo da vida humana deve ser capaz de produzir riquezas e acumulação.

A não linearidade temporal dos processos humanos e naturais tornou-se um dilema que necessita ser discutido. A dinâmica econômica da sociedade moderna se contrapõe ao metabolismo natural, tornando-os conflitantes e gerando um impasse: como resolver este dilema numa sociedade de modo de produção capitalista?

No seu processo evolutivo, o homem primitivo determinava o seu tempo em função do tempo da natureza, e estava completamente subjugado pela velocidade determinada pelas condições naturais de organização. Este homem ajustava seu tempo ao tempo biológico e aos ciclos naturais, não tinha capacidade técnica de promover alterações na natureza de forma significativa, a ponto de diminuir sua dependência ao tempo dos processos naturais. Santos (1992) afirma que a história do homem é a de um progressivo afastamento da natureza, na medida em que vai desenvolvendo novas e melhores técnicas, criando novos objetos que servem para diminuir esta dependência dos processos naturais.

Com a evolução humana, muitos povos passaram a desenvolver técnicas que possibilitaram a apropriação da natureza e sua transformação em tempo conveniente às suas necessidades. Com técnicas avançadas consegue alterar rapidamente a geomorfologia do terreno, modifica o solo para agregar novos componentes químicos que irão gerar novas

possibilidades de uso, altera o curso d'água de um rio ou promove a sua transposição, levando as águas do rio para outros pontos do território, promove o bombardeio de nuvens para a produção de chuvas etc. Esse é o tempo de uma busca frenética para transformar a natureza e promover adaptações que atendam aos seus interesses imediatos, porém esta evolução da técnica do homem não está acompanhada do aprofundamento dos estudos que identifiquem quais são as repercussões dessas alterações nos elementos da natureza e em seus processos. O resultado desta realidade de apropriação acelerada dos recursos naturais força a natureza a encontrar um novo equilíbrio e este equilíbrio pode não ser de forma lenta. A natureza possui dinâmica própria e sua busca permanente de equilíbrio pode ocorrer de forma lenta ou rápida, o que se evidencia é que ela, muitas vezes, não se manifesta na forma como o homem deseja e espera.

Para que um solo alcance os níveis de composição química fundamentais para a produção agrícola são necessários alguns milhões de anos, a formação da atmosfera terrestre, com todas as suas camadas de gases que permitem a existência da vida, pode ser computada em bilhões de anos para alcançar os níveis que hoje se apresentam; o petróleo que movimenta a economia global, também necessita de alguns milhões de anos, assim como a deriva continental, a formação de uma montanha ou cordilheira, o ciclo completo do carbono, do nitrogênio, da água, do oxigênio. São muitos os exemplos de como a natureza possui dinâmica lenta de equilíbrio. Acrescente-se que a natureza não é somente caracterizada por ser de tempo lento, ela também tem a capacidade de promover transformações em tempo curto, e esta capacidade estará diretamente associada à sua escala de manifestação. As alterações que se processam na natureza promoverão transformações mais rápidas de acordo com o nível das escalas em que seus níveis de derivações foram gerados. A chegada de uma nova espécie animal, em um novo ecossistema, poderá promover rapidamente a extinção de outras espécies, uma erupção vulcânica no oceano pode fazer surgir uma nova ilha em poucos dias, o terremoto de determinada magnitude pode alterar significativamente o relevo de um local e a nova geomorfologia de um terreno poderá favorecer ou impedir o seu uso, a erupção de um grande vulcão lançará na atmosfera uma grande quantidade de gases e fuligem que terá

impactos imediatos na superfície e no ar da região, o aparecimento de furacões, tornados, tsunamis causam impactos muito significativos no espaço geográfico em curto espaço de tempo. Esses eventos ilustram que a natureza possui seu tempo, seja ele curto ou veloz.

O que se evidencia é que, em muitos desses processos da natureza, o homem não possui técnicas capazes de gerá-los, impedi-los ou prevê-los com antecedência necessária, sua capacidade de gestão está em minimizar as repercussões dessa dinâmica natural. O tempo da natureza pode ser tão veloz que o homem passa a ser apenas um elemento passivo frente a essa situação, o que aponta para uma certeza indiscutível: apesar dos níveis de desenvolvimento que o homem promoveu, mediante seu meio-técnico-científico-informacional, ele ainda não consegue enfrentar a dinâmica da natureza, quando ela se manifesta em sua magnitude, seja em tempo lento ou tempo veloz.

O tempo humano, apesar de sua velocidade em se apropriar dos recursos naturais, não compreende por completo os mecanismos de funcionamento e os fluxos de energia que são produzidos pela natureza. É necessário que o homem conheça plenamente os mecanismos desta dinâmica e os processos que se manifestam quando a natureza se movimenta em seus tempos para poder permanecer se desenvolvendo e existindo enquanto sociedade humana no sistema Terra de forma equilibrada.

4. Políticas ambientais globais – o Devir

Pensar a sociedade em oposição à natureza perde sentido a partir do momento que a conjugação do sistema terrestre exige uma compreensão holística dos diversos ambientes bióticos e abióticos para o entendimento de seu funcionamento para desenvolver cientificamente a sua previsibilidade. Portanto, eliminar a visão do natural como ambiente não-organizado, inanimado, vulnerável, sem capacidade de reação, apenas como um objeto de apropriação para os meios de produção, é imperativo para evolução mútua do homem e da natureza.

Na modernidade capitalista muitos sustentam que o que está ocorrendo é um exagero na gravidade dos problemas ambientais, um superdimensionamento das causas e

efeitos dos impactos ambientais. Defendem que é possível superar os possíveis problemas com a inventividade humana, o crescimento econômico e os avanços tecnológicos.

No ano de 1991, a Universidade do Arizona, no Arizona - EUA, com investimentos de U$ 200 milhões, desenvolveu o projeto Biosfera 2, o qual consistia na instalação de um complexo fechado na forma de uma cúpula, com um sistema auto-sustentável de suporte à vida, onde oito cientistas (quatro homens e quatro mulheres) permaneceram por dois anos completamente isolados. Segundo Cohen, Joel E. & Tilman, David (1996), o objetivo principal do projeto era de provar que o homem seria capaz de sustentar a vida sem qualquer interferência com o ambiente natural externo.

Neste experimento muitos problemas foram enfrentados pela equipe, como: a geração de oxigênio, o sistema de reciclagem de nitrogênio, o aumento do dióxido de carbono, a morte prematura de pássaros tropicais, a proliferação de formigas do Arizona que matou a maioria das espécies de insetos introduzidas propositalmente no sistema, o aumento de baratas. Constatou-se ao final que das 25 pequenas espécies de animais do Biosfera 2, 19 se tornaram extintas antes de terminar os dois anos da experiência. Todos os insetos polinizadores haviam morrido, levando à extinção a maioria das espécies vegetais. Também foram constatados dados relativamente positivos, como a capacidade dos habitantes de realizarem a reciclagem total dos resíduos sólidos e das águas, e produzirem 80% de seu suprimento de alimentos.

A conclusão que se chegou ao fim do experimento é de que não é possível criar, ainda, sistemas que forneçam aos humanos serviços de suporte à vida que os ecossistemas naturais fornecem. O experimento para muitos falhou, porém o valor do experimento não estava apenas na capacidade de permanência e sustentabilidade da vida no sistema Biosfera 2, mas também na constatação de que é necessário avançar, e muito, na compreensão do complexo funcionamento da dinâmica natural do sistema Terra.

Nesta perspectiva, Ribeiro (2001) nos apresenta que os conceitos de segurança ambiental global e de desenvolvimento sustentável são centrais para o estabelecimento da ordem ambiental internacional. O sistema Terra é o único conhecidamente habitável para o

homem e, portanto, é nele que se deve buscar soluções para a promoção do desenvolvimento humano sem gerar o esgotamento natural do ambiente.

Como observa Ribeiro (2001), em que pese estas premissas e o reconhecimento por parte dos países da necessidade de ações comuns em prol da segurança ambiental global e do desenvolvimento sustentável, os vários atores do sistema internacional e seus respectivos países, nos momentos de decisão nos organismos internacionais de cooperação, têm procurado enfaticamente salvaguardar apenas o interesse nacional.

A realidade atual exige ações corajosas por parte de todos os países e principalmente da sociedade global frente a esta conjuntura do devir do planeta. As pesquisas da física quântica no campo da geração de energia têm desenvolvido estudos avançados a respeito da fusão nuclear a frio, estudos que, se comprovados, podem indicar uma nova realidade na geração de impactos ambientais globais para a produção de energia.

Alternativas ao modo de produção capitalista atual devem ser encontradas, uma vez que o que hoje se identifica é a completa submissão e entrega a este modelo econômico. A sustentabilidade do ambiente natural deve prevalecer aos interesses individuais e corporativos. Políticas de apoio à reciclagem, ao reuso e ao reaproveitamento precisam ser permanentes e financiáveis com o incentivo do estado. Precisa-se avançar na compreensão de que a natureza possui dinâmica própria, aprimorar o conhecimento científico desses fluxos de energia da natureza com toda sua complexidade, e, conjuntamente a isso, estabelecer metas objetivas de desenvolvimento de modelos de previsibilidade menos falíveis que possam auxiliar nas decisões dos gestores.

Outro movimento transformador das ações humanas de impacto na natureza diz respeito ao acesso à informação, no entanto, por isso, não será possível contar com os meios de comunicação de massa para iniciar este processo, já que estes representam e agem para a manutenção do modelo atual de consumo. A mudança deverá ocorrer principalmente pelas novas gerações que estão na escola, por meios alternativos como a internet, por meio de trabalhos científicos que comprovem as ações danosas dos modelos de consumo atual.

Ações mínimas e cotidianas advindas do individuo terão duas repercussões diretas para o planeta: a primeira, no conjunto das ações individuais de milhares de pessoas, cujos resultados serão muito amplos e poderão iniciar a reversão da forma predatória de consumo dos recursos naturais; a segunda, no movimento catalizador que serão gerados quando o indivíduo modificar seus hábitos e costumes e demostrar que a qualidade de vida tende a ser melhor quando se preserva a natureza e se procura encontrar o equilíbrio na relação com o meio ambiente. Isto é possível desde que a educação possa se fazer presente e manifestar a sua ação transformadora nos indivíduos, ratificando a necessidade de equilíbrio na atual relação homem – natureza no planeta.

Estar, hodiernamente, numa sociedade de economia capitalista que não valoriza o capital natural da Terra, cujos recursos e serviços naturais mantêm todas as espécies vivas e, ainda, dão suporte ao desenvolvimento econômico, exige novas posturas e atitudes que venham forçar os atores políticos, sociais e econômicos a permitirem e a incentivarem ações na busca da sustentabilidade no desenvolvimento e na segurança ambiental.

5. Referências Bibliográficas

BERMAN, Marshall. **Tudo que é sólido desmancha no ar – a aventura da modernidade**. São Paulo, Cia das Letras, 1986.

COHEN, Joel E. & TILMAN, David. **Biosphere 2 and Biodiversity - The Lessons so Far**. Magazine Science, nº15 - November, p.1150-1151,1996.

RIBEIRO, Wagner Costa. **Desenvolvimento sustentável e segurança ambiental global**. Biblio 3W, Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales, Universidad de Barcelona, vol. VI, nº 312, 2001, p.1-10, http://www.ub.es/geocrit/b3w-312.htm.

SANTOS, Milton. **A redescoberta da natureza**. São Paulo, Igeog-USP, 1992.

_____. **A natureza do espaço: técnica e tempo; razão e emoção**. São Paulo. Hucitec, 1999.

_____. **Metamorfoses do espaço habitado**. São Paulo. Hucitec, 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

Eventos meteorológicos extremos e suas repercussões na cidade de Maceió, Estado de Alagoas

José Gomes dos Santos Leal Neto [(a)], Asier Calaça Ayastuy [(b)], Diva Cristina Barbosa Suruagy [(c)], Bruno Ferreira [(d)]

[(a)] Licenciatura em Geografia/ IGDEMA, UFAL, gomesleal2014@gmail.com

[(b)] Licenciatura em Geografia/ IGDEMA, UFAL, asierayastuy@gmail.com

[(c)] Licenciatura em Geografia/ IGDEMA, UFAL, divasuruagy@hotmail.com

[(d)] Licenciatura em Geografia/ IGDEMA, UFAL, brunge2005@gmail.com

Eixo: Riscos e desastres naturais

Resumo

Os eventos meteorológicos extremos influenciam diretamente no cotidiano da sociedade, neste contexto, quando há eventos esses repercutem fortemente nos espaços urbanos, tornando-se imprescindível a identificação e análise dos mesmos, principalmente nas áreas de grandes aglomerados populacionais. O presente estudo procurou compreender e caracterizar os danos causados por estes eventos meteorológicos, durante os anos de 1961 a 2018, no cotidiano da cidade da Maceió. Esses danos foram analisados através de reportagens e notícias em jornais atuais e antigos, e apresentados evento a evento. Os principais transtornos causados pela elevada concentração de precipitação ocasionos na Cidade foram os alagamentos e quedas de barreiras, levando a danos econômicos e perdas de vidas. Vale salientar que as causas desses desastres são também de responsabilidade da sociedade, visto que foi possível observar que há uma relação na atuação do processo de apropriação e usos das terras como intensificador dos impactos e da destruições causados.

Palavras chave: Eventos Extremos; sucessão cronológica; precipitação.

1. Introdução

Os eventos meteorológicos, em variadas escalas temporais e de intensidade, influenciam os sistemas de funcionamento das paisagens, desencadeando inputs energéticos que repercutem na propagação de energia e matéria dos fluxos naturais. Esses eventos e sua sucessão histórica influenciam também na sociedade, repercutindo nas formas de apropriação e uso das terras, sejam nos espaços rurais ou nas áreas densamente urbanizadas. Buscar entender a relação entre os fenômenos naturais e sua influência no cotidiano das populações, constitui objeto implícito aos estudos geográficos.

Para Vanhoni e Mendonça (2008) o clima é um dos mais importantes elementos da biosfera, é um sistema complexo com inúmeras interações com os vários componentes: atmosfera, oceano, hidrosfera, criosfera e etc... Dentre os espaços de possibilidade de estudos climáticos, emerge os espaços fortemente antropizados, a exemplo das cidades, cuja relação de adensamento populacional e formas de apropriação e uso podem interferir na dinâmica temporal e climatológica. Para Monteiro (1990) as cidades sofrem ações antrópicas que podem fazer alterações na atmosfera – inclusive na sua composição química, isso faz com que as cidades gerem "anomalias" atmosféricas.

Monteiro (1976) descreveu o Sistema Clima Urbano (SCU), um sistema aberto e complexo de trocas de energia e matéria, sendo esse fortemente influenciado pela ação de energia externa, e também influenciado por fatores internos, de natureza física ou da ação do homem e suas mudanças nas paisagens. Dentro desse sistema existe dez enunciados básicos, o enunciado que compõe o objeto do presente estudo é o dos impactos meteorológicos, que para Monteiro (1990) é um aspecto "cujo estudo, exige um rumo no passado, pesquisa na memória da cidade (registros, arquivos de jornais, etc..) e a análise espacial dos episódios pluviais."

Os climas aparecem no cotidiano das populações de duas maneiras principais, os estados médios esperados, correspondentes as classificações e observações históricas, e eventos extremos, caracterizados pela excepcionalidade e/ou impactos as estruturas e conjuntos dos aglomerados populacionais. Nesse contexto, a previsão do tempo, surge como ferramenta de previsibilidade e difusão dos eventos, com possibilidade de estabelecimento de sistemas de alerta e mapeamento de áreas de risco. Segundo Tominaga (2009), o desastre

natural ocorre "quando os fenômenos naturais atingem áreas ou regiões habitadas pelo homem, causando-lhe danos, passam a se chamar desastres naturais".

Kobiyama (2006) com base no trabalho de GUIDICINI E IWASA, 1976 et. analisa que as chuvas intensas sejam elas de elevada ou menor duração, desequilibram e reduzem a resistência do solo, dessa forma, propicia-se a mobilidade de encostas em ambientes tropicais. Além disto, o aumento e a concentração da precipitação associados com um sistema de drenagem ineficiente, geralmente por aumento excessivo de carga e/ou modificações antropogênicas, desmatamentos e a construções desordenadas nas calhas e terraços fluviais. Esses espaços configuram, nas cidades, as áreas de risco e estão sujeitas a inundações, alagamentos e deslizamentos. Esses desastres são considerados fenômenos naturais, pois, são desencadeados por processos físicos, no entanto, a forma e intensidade com que atingem áreas ou regiões habitadas pelo homem, causando-lhe danos ou como uma grave perturbação do funcionamento de uma comunidade e/ou sociedade envolvendo perdas humanas, materiais, econômicas ou ambientais de grande extensão, cujos impactos excedem a capacidade da comunidade ou da sociedade afetada de arcar com seus próprios recursos, está associada ao grau de modificação que a ocupação e os usos causaram na paisagem (TOMINAGA et. al., 2009; RODRIGUES; CALHEIROS; FALCÃO, 2013).

No contexto da discussão sobre eventos meteorológicos extremos, quando há grande impacto sobre os espaços urbanos, faz-se necessário identificar e especializar esses eventos no contexto metropolitano brasileiro, em especial, nos grandes aglomerados populacionais. Daí o objetivo do presente estudo, buscando entender a sequência histórica desses eventos, bem como, mensurar seus impactos no cotidiano da cidade de Maceió e de sua população. Buscando contribuir com a discussão dessa temática na Cidade e chamando a atenção dos órgãos planejadores e reguladores no Município.

2. Área de estudo

O município de Maceió está localizado no Estado de Alagoas, na mesorregião do leste alagoano e na microrregião geográfica de Maceió, na porção central do litoral alagoano, (Figura 1). O município possui uma área territorial de 509,552 km² (IBGE, 2017). De acordo

com os estudos da Embrapa (2012), Maceió, na classificação de Köppen, possui clima do tipo As', sendo tropical e quente com chuvas de outono/ inverno, e tendo precipitação pluviométrica média anual entre 1.000 mm a 1.500 mm.

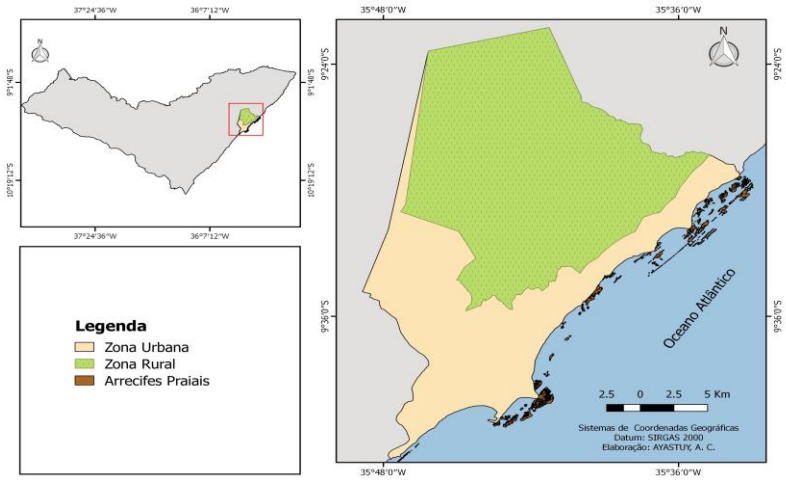


Fig. 01.Mapa de localização da área. **Fonte:** Elaborado pelos autores utilizando a base do IBGE (2018)

Segundo o IBGE a população estimada para 2018 é de 1.012.382 pessoas. No último censo de 2010 a população foi de 932.748 pessoas, com uma densidade de 1.854,10 hab/Km², o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) foi de 0,721, esse mesmo senso detectou que Maceió só tem 32,7% de domicílios urbanos em vias públicas com urbanização adequada (com bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio). E com 273.924 domicílios particulares, sendo 208 rurais. O relevo predominante é o Tabuleiro Costeiro, na porção mais continental, além da planície costeira, distribuída paralelamente a linha de costa. A vegetação nativa correspondia as formações pioneiras da Mata Atlântica e em menor medida de manguezal, encontrando-se fortemente impactadas pelos processos de ocupação e usos.

3. Metodologia

A realização do presente estudo demandou um leque variado de levantamentos e procedimentos, frente a necessidade de analisar e processar dados de naturezas diversas. A primeira etapa constituiu um amplo levantamento bibliográfico e cartográfico, elencando

referenciais teóricos, notícias da internet e buscas em jornais antigos, dada a natureza de retrospectiva histórica no recorte temporal adotado.

Os dados climatológicos foram obtidos no Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Foram levantados todos os dados mensais de precipitação total (em milímetros) e de temperatura compensada média (em graus Célsius) da série histórica selecionada, de 1961 a 2018, da estação meteorológica de Maceió (OMM: 82994). Como critério para identificação de anomalias de precipitação em Maceió adotou-se a seguinte fórmula: a média do mês mais chuvoso, junho, acrescida de 50% desse valor médio, considerando-se como evento extremo, os meses em que a média de precipitação ultrapassou essa soma.

O processamento cartográfico foi realizado em ambiente *sig*, utilizando as bases de dados do IBGE e IMA, disponíveis nos links: Portal de Mapas e em Serviços/Download, respectivamente nos sites das referidas instituições. Esses dados foram processados utilizando o QGis versão 2.18 Las Palmas. Possibilitando a geração dos mapas temáticos que subsidiara e/ou estão presentes nesse estudo.

Os dados históricos sobre os eventos ocorridos em Alagoas e Maceió foram obtidos por meio de levantamentos e análises de reportagens e notícias em jornais antigos, depositados na Biblioteca Pública Estadual Graciliano Ramos, a partir do ano de 1968. Já as informações mais recentes estão disponíveis na internet nos sites de importantes agências de notícias nacionais e locais. De posse dessas informações, foi possível caracterizar e analisar as consequências desses eventos em Maceió.

4. Resultados e discussão

Segundo a classificação de Strahler, o município de Maceió localiza-se na faixa litorânea úmida, apresentando condições climáticas típicas de um do clima Tropical Atlântico ou Tropical Úmido Litorâneo, como pode-se observar em seu climograma (fig. 02).

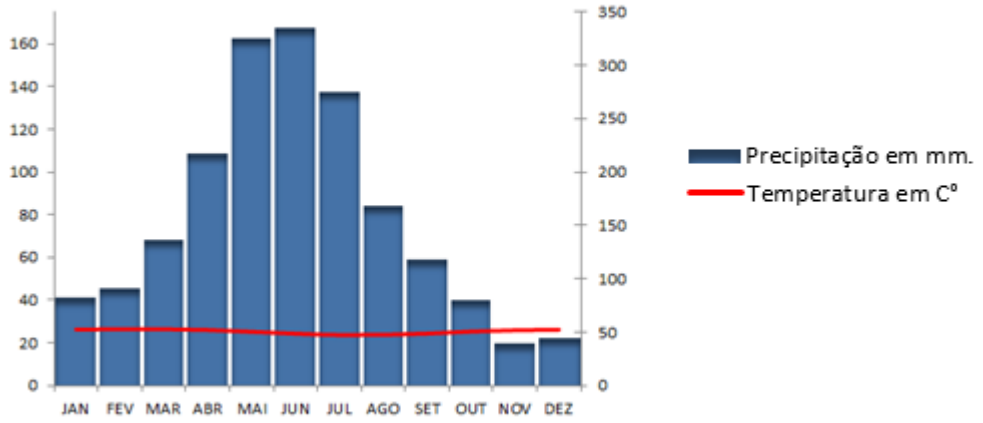


Fig. 02. Climograma de Maceió. Fonte: Elaborado com base nos dados do BDMEP (2018)

O Município apresenta precipitações médias anuais de cerca de 1900mm, e temperaturas sempre elevadas, com médias mensais de cerca de 25,3 ºC. Os meses mais chuvosos vão de abril a julho, sendo junho o que apresenta maior média histórica de precipitação, cerca de 334 milímetros. As médias mensais de precipitação começam a decair a partir de julho, encontrando-se os meses de novembro e dezembro como os mais secos, com médias de precipitações mensais em torno de 40 e 44 milímetros.

4.1. Eventos extremos de precipitação em Maceió

Foram identificados, no período de 1961 a 2018, 13 eventos anômalos de precipitação em Maceió, com totais pluviométricos mensais muito acima das médias históricas. Esses eventos estão apresentados em destaque na tabela 01, onde constam os valores referentes aos anos e eventos analisados.

Ao longo do período analisado foram identificados 10 anos com eventos extremos de precipitação, ora com registro de apenas um mês de anomalia nos volumes de chuva, ora com mais meses. Nos anos de 1968, 1975, 1977, 2006, 2009 e 2017 verificou-se que o mês de maio foi o que mais houve aumento drástico do volume precipitado, sendo esse mês o que mais apresentou eventos extremos, mesmo não sendo o de maior média histórica registrada. Em 1977 essas chuvas se estenderam até o mês de junho, marcando o primeiro registro de

mais de um evento extremo no mesmo ano. Nos anos seguintes seguiram registros de precipitações dentro das médias e alguns eventos isolados de precipitação anômala. Só em 2017 que os eventos se prolongaram por mais de um mês, alcançando três meses consecutivos, maio, junho e julho.

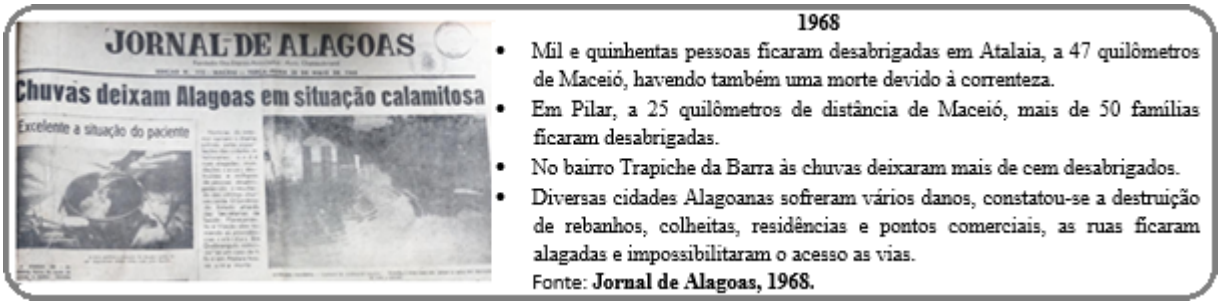
Tab. 01. Totais pluviométricos com identificação de eventos extremos de precipitação em Maceió.

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1968	118,9	34,5	243,5	192,3	547,4	221,6	196,9	267,8	116,8	15,9	43,1	48,5
1969	99,9	142,3	179,2	465	484,9	335,5	631,2	100	107,6	65,7	36,3	33,3
1975	106,9	15,2	107	230,3	660,6	438,6	437,3	116,3	245,5	16,1	16,9	146,2
1977	47,8	240,8	90,2	221	706,1	539,3	403,4	148,9	204,1	206,2	8,9	72,1
2004	222,8	152	166,6	129,5	157,4	716,4	318,4	204,5	163,3	32,9	18,9	5,1
2006	57,8	10,6	114,2	157,1	590,1	349,4	234,4	119	135,5	66,6	38,4	15,6
2009	35	222,1	205,8	190,1	788,5	462,1	273,3	331,5	103,7	14,9	16,8	30,5
2010	212,3	165	151,1	172,5	152,1	713	257	188	146,8	96,8	5,7	22,2
2011	142,1	122,7	17,5	595,4	397,3	235	366,2	209,1	111,1	49,8	112,3	14,2
2017	53,1	20	62,4	244,9	813,2	551,7	627,9	316,7	181,3	67,5	14,5	52,6

Fonte: Construída com base nos dados do BDMEP (2018)

3.2. A repercussão dos eventos extremos de precipitação em Maceió

Com a identificação dos eventos, buscou-se averiguar suas consequências no cotidiano da população da Cidade. Inicialmente a internet auxiliou com diversas reportagens e textos sobre os transtornos causados por esses períodos extremos de chuva, notadamente aqueles mais recentes. Os eventos mais antigos, no entanto, denotaram uma busca mais ampla e utilização de fontes como jornais de circulação na época, guardados no Arquivo Público de Alagoas. Os principais resultados dessa busca estão apresentados a seguir:


JORNAL DE ALAGOAS

Chuvas deixam Alagoas em situação calamitosa

Excelente a situação do paciente

1968

- Mil e quinhentas pessoas ficaram desabrigadas em Atalaia, a 47 quilômetros de Maceió, havendo também uma morte devido à correnteza.
- Em Pilar, a 25 quilômetros de distância de Maceió, mais de 50 famílias ficaram desabrigadas.
- No bairro Trapiche da Barra às chuvas deixaram mais de cem desabrigados.
- Diversas cidades Alagoanas sofreram vários danos, constatou-se a destruição de rebanhos, colheitas, residências e pontos comerciais, as ruas ficaram alagadas e impossibilitaram o acesso as vias.

Fonte: **Jornal de Alagoas, 1968.**

GAZETA DE ALAGOAS

CHUVAS PREJUDICAM ESTRADAS E LAVOURAS EM PAULO JACINTO

1969

- Em Paulo Jacinto, a 80 quilômetros de Maceió, por causa da chuva, as vias de acesso para cidade ficaram intransitáveis.
- Muitos agricultores perderam por completo suas lavouras, principal meio de subsistência da época.
- Fortes chuvas transbordou o rio Paraíba em Atalaia, a 36 quilômetros de Maceió, cerca de 40 famílias desabrigadas.
- Em Maceió houve aumento do nível da água na Lagoa Mundaú, que causou alargamentos.

Fonte: **Gazeta de Alagoas, 1969.**

JORNAL DE ALAGOAS

Quatro mil pessoas são desabrigadas em Maceió em cinco dias de chuva

1975

- As chuvas de maio de 1975 deixaram cerca de quatro mil pessoas desabrigadas em Maceió.
- Dezenas de feridos e duas mortes.
- Deslizamento de barreiras.
- Desabamentos de casas
- Conjuntos residenciais alagados e obstruções de estradas.

Fonte: **Jornal de Alagoas, 1975.**

Jornal de hoje

Um soldado morto e destruição de casas na enchente de Murici

1977

- Em Murici, a 53 quilômetros de Maceió, diversas casas desmoronaram, e um soldado morreu ao tentar salvar uma senhora que ia sendo arrastada pelas águas.
- Em Quebrangulo, a 120 quilômetros de Maceió, e em Pilar, a 34 quilômetros, diversas ruas foram alagadas, devido ao transbordamento dos rios Paraíba e Bálsamo. Oitenta casas foram destruídas e 400 pessoas desabrigadas.
- Devido ao transbordamento do rio Mundaú as estradas ficaram intransitáveis e a cidade de Santana do Mundaú, a 76 quilômetros de Maceió, ficou sem comunicação por terra.

Fonte: **Jornal de Hoje, 1977.**

Nesse intervalo de tempo, entre 1968 e 1977, a Capital Alagoana e as cidades próximas foram vítimas de quatro eventos de fortes chuvas, que resultou em mortes, desabrigados e perdas de cultivos agrícolas e prejuízos econômicos nos espaços urbanos. A Lagoa Mundaú quando transborda, seu nível afeta os bairros como Levada, Vergel do Lago, Pontal da Barra, áreas bastante populosas e com população pobre. Segundo as reportagens o bairro mais afetado foi o Trapiche da Barra, isso ocorreu porque a região não obtinha uma infraestrutura de drenagem adequada, e por ser um local de densa população com ocupações precárias na beira da Laguna e nas proximidades, deixando muitos desabrigados.

2004

- Governador decretou situação calamidade pública em Maceió.
- Foram registradas 20 mortes pela Defesa Civil
- 50 pessoas desalojadas
- 1090 pessoas desabrigadas
- Várias indústrias do Distrito Industrial ficaram alagadas, por causa das intensas chuvas, o açude do bairro transbordou.

Fonte: **Diário Oficial, 2004.**

2006

- Chuvas deixaram 52 famílias desabrigadas e ocasionaram uma morte em Maceió.
- Deslizamentos de barreiras.
- Soterramento de casas.
- Alagamento de ruas.

Fonte: **Alagoas24hora, 2006.**

2009

- Chuva danifica sistemas de abastecimento e deixaram 500 mil pessoas sem água em Alagoas.
- Chuvas causaram alagamentos na parte alta de Maceió.
- Duas crianças morreram.

Fontes: **Alagoas24hora, O Globo e UOL, 2009.**

A partir do ano 2000 até 2009, houve três grandes eventos meteorológicos extremos, Maceió chegou a ficar em estado de calamidade pública, com grande número de famílias desalojadas e desabrigadas. Registrou-se também vários deslizamentos de barreiras, com soterramento de casas e, infelizmente, mortes. As chuvas também provocaram inúmeros alagamentos no Município, danificando estruturas viárias, com prejuízos públicos e privados.

2010

- Até então considerada maior tragédia de Alagoas.
- 21 municípios alagoanos atingidos por inundações de rios, que deixaram rastros de destruições.
- A malha ferroviária que estava sendo recuperada, e em processo de finalização, que passava por alguns municípios alagoanos, foi destruída.
- Diversas famílias atingidas pelas enchentes perderam suas casas.
- Prejuízo incalculável.
- Número de mortes causadas pelas chuvas em Alagoas chegou a 26 pessoas.
- 607 desaparecidos.
- A combinação de fortes chuvas e maré alta causaram cheia na Laguna Mundaú, resultou em transbordamentos em vários bairros em Maceió.

Fontes: **Alagoas 24 Horas e Gazeta do Povo, 2010.**

A partir de 2010, houve registros de eventos fortes de chuva em Maceió, causando transtornos à população. Chuvas severas destruíram bens públicos e privados, deixou diversas pessoas desabrigadas, áreas intransitáveis, após a elevação dos rios, alagando diversos bairros. O ano seguinte, 2011, também ficou marcado por fortes chuvas no mês de abril, registro inédito na sequência analisada, trazendo também diversos transtornos para o cotidiano da população. No entanto, foi 2017 o ano com mais eventos extremos, com três meses seguidos de chuvas extremas, o que potencializou as consequências, uma vez que enquanto as estruturas danificadas e/ou destruídas ainda estavam sendo refeitas, novas sequências de destruição se seguiram.

5. Considerações Finais

O presente trabalho abordou os dados pluviométricos que apresentaram anomalias durante o decorrer da série histórica analisada, como também demonstrou os impactos que esses eventos causaram. Sendo possível perceber através das reportagens e notícias presentes no trabalho que a cidade de Maceió recorrentemente está exposta a inundações e quedas de barreiras, principais ocorrências identificadas, quando ocorre uma grande concentração de

chuva. Os dez anos que apresentaram os referidos eventos apresentaram transtornos socioeconômicos para a Cidade, trazendo prejuízos econômicos e perdas de vidas humanas.

Vale chamar atenção para o fato de que a causa dos problemas não deve ser associada somente aos episódios de precipitação elevada, observando-se que os mesmos estão ligados a áreas de ocupação desordenada e/ou elevado adensamento populacional. Os danos observados evidenciam a influência do processo de apropriação e usos das terras como potencializadores dos transtornos e perdas causados pelos eventos extremos. Sendo assim, o presente artigo não representa um produto finalizado de pesquisa, mas sim, uma provocação para a importância de se discutir essa temática tão recorrente na história de Maceió.

Referências

ALAGOAS, Estado de Alagoas. Governo adota medidas emergenciais para atender vítimas da chuva. **Diário Oficial**. Maceió, 03 de junho de 2004. Número 105, página 3.

ALAGOAS, Estado de Alagoas. Governo irá decretar estado de calamidade pública em Maceió. **Diário Oficial.** Maceió, 02 de junho de 2004. Número 104, página 3.

ASSUNÇÃO MACEIÓ, Propriedade de K. P. Um soldado morto e destruição de casas na enchente de Murici. **Jornal de Hoje**. Maceió, 28 de mai. de 1977.

CHATEAUBRIND MACEIÓ, Fundador dos Diários Associados Assis. Chuvas deixam Alagoas em situação. **Jornal de Alagoas**. Maceió, 28 de mai. de 1968.

CHATEAUBRIND MACEIÓ, Fundador dos Diários Associados Assis. Quatro mil pessoas são desabrigadas em Maceió em cinco dias de chuva. **Jornal de Alagoas**. Maceió, 27 de maio de 1975.

DA REDAÇÃO, Alagoas24horas. Chuva deixa 52 famílias desabrigadas em Maceió. **Alagoas24horas**. Maceió, 18 de maio de 2006. Disponível em: <http://www.alagoas24horas.com.br/841589/chuva-deixa-52-familias-desabrigadas-em-maceio/>. Acesso em: 20 dez. 2018.

DA REDAÇÃO, Alagoas24horas. Chuvas alagam ruas em vários bairros de Maceió. **Alagoas24horas**. Maceió, 09 de abril de 2011. Disponível em: <http://www.alagoas24horas.com.br/640643/chuvas-alagam-ruas-em-varios-bairros-de-maceio/>. Acesso em: 20 dez. 2018.

DA REDAÇÃO, Alagoas24horas. Enchente é maior tragédia na história alagoana. **Alagoas24horas**. Maceió, 21 de junho de 2010. Disponível em: <http://www.alagoas24horas.com.br/601305/enchente-e-maior-tragedia-na-historia alagoana/>. Acesso em: 22 dez. 2018.

DUARTE, Flávia. Chuvas: Região Norte em alerta; Defesa Civil faz levantamento. **Alagoas24horas**: Maceió, 29 de abr. de 2011. Disponível em: <http://www.alagoas24horas.com.br/643068/chuvas-regiao-norte-em-alerta-defesa-civil-faz-levantamento/>. Acesso em: 20 dez. 2018.

EM JUNHO, Alagoas terá volume médio de chuvas menor do que maio. TNH1. Maceió, 31 de maio de 2017 Disponível em: <https://www.tnh1.com.br/noticia/nid/em-junho-alagoas-tera-volume-medio-de-chuvas-menor-do-que-maio/>. Acesso em: 21 dez. 2018.

GALVÃO, Cláudia. Maré alta provoca inundações em bairros de Maceió. **Alagoas24horas**. Maceió, 29 de junho de 2010. Disponível em: <http://www.alagoas24horas.com.br/602363/mare-alta-provoca-inundacoes-em-bairros-de-maceio/>. Acesso em: 22 dez. 2018.

WEB. Chuva provoca deslizamentos em Alagoas e duas crianças morrem. **O globo** Maceió, 13 de maio de 2009. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/brasil/chuva-provoca-deslizamentos-em-alagoas-duas-criancas-morrem-3161034>. Acesso em: 20 dez. 2018.

GLOBO, G1 e Agência Estado. Chega a 38 número de mortos pelas chuvas em Alagoas e Pernambuco. **Gazeta do Povo**. Curitiba, 21 de junho de 2010. Disponível em: <https://www.gazetadopovo.com.br/vida-e-cidadania/chega-a-38-numero-de-mortos-pelas-chuvas-em-alagoas-e-pernambuco-1c2if97s3h0qpatjwd05x11la/>. Acesso em: 22 dez. 2018.

KOBIYAMA, Masato et al. **Editora Organic Trading:** Prevenção de Desastres Naturais: conceitos básicos. Curitiba, 2006. 52p

MANOEL, Nunes. Chuvas prejudicam estradas e lavouras em Paulo Jacinto. **Gazeta de Alagoas.** Maceió, 13 de julho de 1969. Gazeta nos municípios.

MONTEIRO, C. A. de Figueiredo. **Por um suporte teórico e prático para estimular estudos geográficos de clima urbano no Brasil**. *Geosul*, Florianópolis. n.9, p. 06-19, 1990

MONTEIRO, C.A. de Figueiredo. **Teoria e clima urbano**. Série "Teses e Monografias n° 25", São Paulo, Instituto de Geografia da USP, 1976.

RODRIGUES, Bruno Tenório. CALHEIROS, Silvana Quintella Cavalcanti. MELO, Nivaneide Alves. Geo UERJ: Potencial de movimento de massa no município de Maceió-Alagoas. Rio de Janeiro, 2013. 2p

SANCHES, Carolina. OLIVEIRA, Ricardo. Chuvas tiram mais de mil famílias de casa em Alagoas; governo decreta emergência em Maceió e Marechal: **G1**. Maceió, 28 de maio de 2017. Disponível em**:** <https://g1.globo.com/al/alagoas/noticia/numero-de-desabrigados-pelas-chuvas-em-alagoas-sobe-e-governo-reconhece-emergencia-em-duas-cidades-da-grande-maceio.ghtml>. Acesso em: 21. Dez. 2018

SILVA, Danielle. RÉGIA, Priscylla. Chuvas causam alagamentos na parte alta de Maceió. **Alagoas24horas**. Maceió, 26 de maio de 2009. Disponível em: <http://www.alagoas24horas.com.br/697245/chuvas-causam-alagamentos-na-parte-alta-de-maceio/>. Acesso em: 20 dez. 2018.

TOMINAGA, Lídia Keiko. SANTORO, Jair. AMARAL, Rosangela. **Desastres Naturais**: Conhecer para Prevenir. São Paulo, 2009. 13p

VANHONI, Felipe; MENDONCA, Francisco de Assis. **O clima no litoral do Estado do Paraná**. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 3/4, p. 49-64, 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

GEOMORFOLOGIA ANTRÓPICA E A OCORRÊNCIA DE INUNDAÇÕES NO ALTO CURSO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PACIÊNCIA - ILHA DO MARANHÃO

Cristiane Mouzinho Costa [(a)], Marly Silva de Morais [(b)] , Quésia Duarte da Silva [(c)] , José Fernando Rodrigues Bezerra [(d)] , Danyella Vale Barros França[(e)], Ricardo Gonçalves Santana[(f)]

[(a)] Departamento de História e Geografia/Universidade Estadual do Maranhão, cristianemouzinho@hotmail.com

[(b)] Departamento de História e Geografia/Universidade Estadual do Maranhão, marlymorais22@hotmail.com

[(c)] Departamento de História e Geografia/Universidade Estadual do Maranhão, quesiaduartesilva@hotmail.com

[(d)] Departamento de História e Geografia/Universidade Estadual do Maranhão, fernangeo@yahoo.com.br

[(e)] Departamento de História e Geografia/Universidade Estadual do Maranhão, danyellabarros-geo@hotmail.com

[(f)] Departamento de História e Geografia/Universidade Estadual do Maranhão, ricardogsantana19@hotmail.com

Eixo: Riscos e Desastres Naturais

Resumo

O presente artigo aborda qual a contribuição das mudanças geomorfológicas antrópicas na ocorrência de inundações no alto curso da bacia hidrográfica do rio Paciência. Para isto utilizou-se os trabalho de (NIR, 1983; DOUGLAS, 1983; VERSTAPPEN, 1983; TOY et al.,1987; LIMA, 1990) onde verificou-se os diferentes estágios do processo de urbanização em sítios urbanos e comparou-se com o processo de urbanização ocorrido no Alto Curso do Rio Paciência, a partir dos trabalhos de Dias (2004) e Dias e Ferreira (2004) , além de mapear as áreas de ocorrência de inundações, e como a ocupação do sítio contribuiu para a intensificação das inundações urbanas na área. Para o alcance destes objetivos fez-se necessário: realizar pesquisas bibliográficas e cartográficas; trabalhos de campo, realização de entrevistas e elaboração de mapas temáticos. Desta forma foram mapeadas quatro polígonos de inundação denominados de área São Jorge, São Bernardo, Cidade Operária e Vila Apaco.

Palavras chave: Alterações Antrópicas. Inundações. Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Paciência.

1. Introdução

O relevo da superfície terrestre é um fator importante na vida dos seres humanos. Ele influencia desde a construção da moradia, o manejo de culturas agrícolas, a escolha do local para o turismo, até a implantação de grandes obras de engenharia, e para o planejamento estratégico em tempos de guerra (FLORENZANO, 2008). A ação antrópica causa processos de industrialização e urbanização, a partir das atividades agrícolas, mineração, e as mais diversas obras, como estradas, barragens e reservatórios. Essas alterações no meio físico ocasionadas pela ocupação humana e os processos decorrentes dela levaram a consequências no ambiente físico, pois ocorreram de forma drástica e rápida.

A partir desta problemática, surgem os estudos de Geomorfologia Antrópica, que é parte da ciência que estuda as transformações causadas pelo homem ao meio ambiente através da relação de combinação de fatores físicos e os impactos provocados pela ação humana, que induzem ou aceleram os processos geomorfológicos, muitas vezes dando a eles um caráter catastrófico (SANTOS FILHO, 2007).

A combinação dos fatores físicos aliado aos impactos provocados pela ação humana gera uma série de respostas geomorfológicas, como exemplo as enchentes e inundações. Segundo BARTH et al., (1987) as enchentes são fenômenos naturais que podem ocasionar a inundação de áreas ribeirinhas, quando a vazão ultrapassa a capacidade dos canais de escoamento, e quanto as inundações, estas são a origem das planícies aluvionares, formadas pela deposição de material sólido, carreado por sucessivas cheias que podem ser intensificadas pelo homem, em vista de alterações no solo da bacia hidrográfica, como o desmatamento, desnudamento, a urbanização e a impermeabilização.

1.1 Área de estudo

Desmatamento, desnudamento, urbanização e impermeabilização foram alterações comuns no processo de ocupação da Ilha do Maranhão onde localiza-se o alto curso do rio Paciência que insere-se na área urbana, em sua maioria do município de São Luís, entretanto

ISBN: 978-85-7282-778-2

parte de alguns bairros pertencem ao município de São José de Ribamar. Esta área está situada na porção centro-nordeste da Ilha do Maranhão, que por sua vez localiza-se no Golfão Maranhense, o qual é considerado a maior reentrância do litoral do Estado, compreendido entre o Litoral Ocidental e o Oriental do Maranhão (SILVA, 2013).

Levando em consideração que a publicação de Macedo data do ano de 2003, e nesta publicação já ressalta-se o grau de degradação do rio, levando em consideração segundo Araújo et. al. (2009), citado por Maranhão (2011), que a população estimada no ano de 2001 na bacia hidrográfica do rio Paciência era de 318.664 habitantes, no ano de 2010 esse número subiu para 451.280 habitantes segundo o IBGE (2010), ou seja, um aumento de 132.616 habitantes. Tal contingente intensifica o potencial de degradação desta área, em virtude da pressão demográfica, dos processos decorrentes do uso e ocupação do solo e dos consequentes danos ambientais gerados, onde cita-se as áreas de ocorrência de inundações (Figura 1).

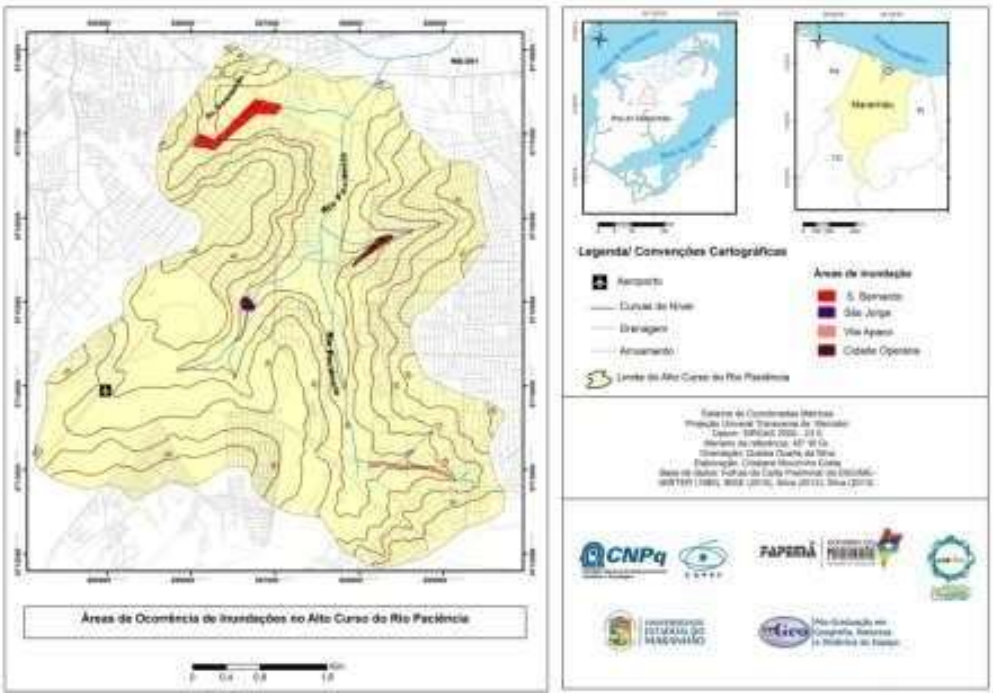


Figura 1 – Áreas de ocorrência de inundações no alto curso do rio Paciência Fonte: Costa, 2015.

ISBN: 978-85-7282-778-2

A área de estudo em questão, o alto curso, no período entre a ocupação da Ilha do Maranhão e a década de sessenta, os rios tiveram um papel significativo, dentre eles o rio Paciência, o rio Anil e Tibiri. Estes rios serviam como meio de transporte, facilitando a navegação de barcos a vela, da foz até grande parte do médio curso, alcançando portos naturais onde eram depositados gêneros, produtos agrícolas e matéria-prima para a indústria têxtil (MACEDO, 2003).

A partir do exposto questiona-se: Quais modificações ocorreram nesta paisagem desde o processo de ocupação até o ano de 2015? Qual a contribuição do crescimento urbano na intensificação dos fenômenos de inundações? Desta forma o artigo em questão tem como objetivo analisar a contribuição das mudanças geomorfológicas antrópicas na ocorrência de inundações no alto curso da bacia hidrográfica do rio Paciência.

2. Materiais e métodos

2.1 Levantamento bibliográfico e cartográfico

O levantamento do material bibliográfico e cartográfico foi levantado e analisado de acordo com o assunto que fundamenta a pesquisa. Foram pesquisados conteúdos relacionados à urbanização e geomorfologia antrópica, geomorfologia, uso da terra, cobertura vegetal, escoamento superficial e intervenções antrópicas em cursos d'água em diferentes fontes, como livros, artigos científicos, monografias, dissertações e teses.

2.2 Trabalhos de campo

Os trabalhos de campo foram realizados no período de 2013 a 2015, com o intuito de identificar as áreas com ocorrência de inundação no alto curso da bacia do rio Paciência a partir de informações dos moradores da área de estudo, e busca dos canais fluviais para identificação dos mesmos e das áreas de ocorrência dos eventos (Figura 2).

ISBN: 978-85-7282-778-2

Figura 2 – Trabalho de campo na área de inundação São Jorge Fonte: Costa, 2015.

A partir dessas informações mapeou-se com auxílio do *GPS Garmin Etrex 30*, as áreas de inundação identificadas e inseriu-se no *software ArcGIS for Desktop Advanced*, versão 10.2, licença EFL999703439 tendo em vista gerar os polígonos das áreas de inundação.

2.3 Elaboração de mapas

Para o mapeamento, processamento e espacialização dos dados referentes à inundação do alto curso do rio Paciência, utilizou-se o software *ArcGIS for Desktop Advanced*, versão 10.2, licença EFL999703439. Para elaboração do mapa de localização foram utilizadas cartas topográficas da DSG/ME- MINTER, (que estão disponibilizadas na página do ZEE-MA, Zoneamento Ecológico–Econômico do Estado do Maranhão), folhas nº 23, 24, 31 e 32, referentes à área de estudo, na escala de 1:10.000. Adquiriu-se o banco de dados de Silva (2012), nos quais havia *shapesfiles* referentes aos aspectos geoambientais, incluindo a vetorização da drenagem e das curvas de nível, bem como dados de Silva (2013), quanto à bacia hidrográfica do rio Paciência. A partir dos trabalhos de campo com auxilio do *GPS Garmin Etrex 30* marcou-se os polígonos e pontos referentes aos processos identificados na área e importou-se para software *ArcGIS for Desktop Advanced*, e gerou-se os polígonos das áreas de inundação.

ISBN: 978-85-7282-778-2

3. Resultados e discussões

Collischonn (2014) ressalta que é comum que a mídia e o senso comum muitas vezes atribuam a ocorrência de inundações às mudanças climáticas globais, entretanto, a causa da ocorrência das inundações deve ser buscada no processo de urbanização ocorrido na área e na configuração original da rede de drenagem, normalmente oculta na trama urbana, a saber, os estágios de perturbação a partir do processo de ocupação do alto curso do rio Paciência e a seguir como as modificações decorrentes deste processo intensificaram a ocorrência de inundações na área.

3.1 Processo de ocupação do alto curso rio Paciência e estágios de perturbação

De acordo com Burnett (2012) a política do Banco Nacional de Habitação (BNH), foi um fator importante, que contribuiu para o crescimento no número de habitantes e na forte urbanização dos municípios que compõem à Ilha do Maranhão e possibilitou a construção de dezenas de conjuntos habitacionais para a população de média renda. Dentre essas obras o autor cita a construção da Avenida Guajajaras, que disponibilizou uma grande extensão de terra, dando acesso ao Aeroporto do Tirirical e ao Distrito Industrial, recém-criado na época, e ao conjunto Cidade Operária e seu entorno imediato, onde se encontra hoje os bairros envolvidos na área de estudo desta pesquisa.Levando em consideração os estágios de perturbação relacionados ao desenvolvimento da cidade de acordo com (NIR, 1983; DOUGLAS, 1983; VERSTAPPEN, 1983; TOY et al.,1987; LIMA, 1990), sendo: pré-perturbação, perturbação ativa e pós-perturbação, pode-se inferir a partir dos trabalhos de Dias (2004) e Dias e Ferreira (2004)que a fase do período pré-perturbação no alto curso do rio paciência inicia-se por volta de 1976 até 1981, e se caracteriza pela devastação da formação vegetal nativa em algumas áreas, por conta da prática de agricultura de subsistência.

Nos anos de 1981 a 1988 acontece a segunda fase (perturbação ativa), que a partir da devastação de 860 hectares de terras, inicia-se de fato, o processo de construção do

Conjunto Habitacional Cidade Operária, com a terraplanagem da área de nascentes e tributários do rio Paciência e do Santo Antônio, asfaltamento e construção de casas. Em meados de 1986 acontece apropriação dos moradores do Conjunto Habitacional Cidade Operária, que segundo Ribeiro Junior (1999), possuía no ano em questão 7.500 unidades habitacionais. Entretanto, é na terceira fase, de pós-perturbação, que se inicia em 1988 e vai até os dias atuais que de acordo com SOUSA et. al., (2006) com a ocupação na área de entorno da Cidade Operária houve um agravamento do processo.

3.2 Processo de Ocupação e Ocorrência de Inundações no Alto Curso do Rio Paciência

A partir dos trabalhos de campo e pesquisa bibliográfica e cartográfica, foram identificadas no período de 2013 a 2015, quatro áreas susceptíveis à inundações no alto curso do rio Paciência, a saber: Vila Apaco, Cidade Operária, São Bernardo e São Jorge (Figura 1). Tendo em vista que a urbanização da bacia é um fator que intensifica as cheias, por conta das modificações de variáveis como estoque de infiltração e escoamento (STEVAUX; LATRUBESSE, 2017), a partir dos estágios de perturbação ocorridos no alto curso do rio Paciência apresentados no subitem anterior é possível inferir que já na primeira fase com a devastação da vegetação para a prática de agricultura de subsistência inicia-se o processo de degradação, advindos da substituição das matas ciliares por terras cultivadas e o avanço do processo de urbanização.

De acordo com Cunha (2010) os desmatamentos indevidos, não controlados pela legislação e o crescimento das áreas urbanas sem as necessárias condições de manutenção das áreas verdes, e sem as condições mínimas de saneamento, são exemplos de impactos indiretos que causam degradação dos canais, cenário observado nos trabalhos de campo, em todas as áreas suscetíveis de inundação visitadas e que desequilibram o ciclo hidrológico.

Botelho (2011) explica que em áreas urbanas a diversidade de caminhos do sistema natural do ciclo hidrológico é reduzido apenas a escoamento e infiltração, sendo a maior

ISBN: 978-85-7282-778-2

participação do escoamento, devido a quase total ausência de cobertura vegetal e por conseguinte da serrapilheira.

No período de perturbação ativa, caracterizado por terraplanagem da área de nascentes e tributários dos rios, asfaltamento e construção de casas, Cunha (2010) aponta que é comum a degradação do canal se dá a partir da participação direta nos canais, por meio de obras de engenharia, como a retificação, alargamento e aprofundamento do canal, que segundo Botelho (2011), essas intervenções acabam reduzindo de forma drástica a infiltração e favorecem o escoamento das águas, que atingem seu exultório mais rapidamente e de forma mais concentrada, gerando o aumento da magnitude e da frequência das enchentes nesse tipo de área. Além disso, a autora alerta que qualquer intervenção no curso d'água altera esse equilíbrio dinâmico obrigando o rio a se reajustar,por isso ao retificar um trecho por exemplo, no baixo curso de um rio, não só esse trecho será alterado, mas o rio como um todo, pois trata-se de um único sistema.

Na fase, de pós-perturbação, que se inicia em 1988 e vai até os dias atuais que de acordo com SOUSA et. al. (2006) com a ocupação na área de entorno da Cidade Operária houve um agravamento do processo, que os problemas ambientais se intensificam, tornando-se mais perceptíveis, e tomando maiores proporções devido a ocupação de sua área de entorno sem intervenção por parte do Estado. Conforme Polivanov e Barroso (2011) os problemas das inundações não devem ser observados apenas pela ótica da ocupação das áreas vizinhas aos corpos fluviais principais, deve-se atentar para as ações na bacia de drenagem, se estas ações forem inadequadas, contribuem para tornar os efeitos das inundações ainda mais sérios.

Os autores citam quatro ações que podem agravar os problemas de inundações, a saber: retirada da mata ciliar; mudança da geometria do canal; altas taxas de impermeabilização na bacia de drenagem e barramentos artificiais formados por corpos de aterro. Com a retirada da mata ciliar, muitas vezes para construção de casas próximas aos

canais, ou retificação do canal, leva a ocorrência de erosão das margens, assoreamento e redução da capacidade de descarga, quanto ás mudanças na geometria do canal no alto curso, de todas as áreas suscetíveis à inundações, houve alguma mudança na geometria do canal, ou aterramento de boa parte dele, quanto as mudanças na geometria, estas acarretam aumento da energia fluvial, erosão das margens, assoreamento a jusante e redução da capacidade de descarga, e os corpos de aterro que são barramentos artificiais, tornam a drenagem mais difícil e disponibiliza material particulado para assoreamento.

Por fim umas das ações mais significativas na contribuição do agravamento das inundações e comuns nas cidades brasileiras, e visíveis nos trabalhos de campo na área de estudo, são as altas taxas de impermeabilização na bacia de drenagem que apresenta como efeito a redução da área superficial dos terrenos destinados à infiltração e aumento do escoamento superficial para o canal fluvial, com o consequente aumento do volume hídrico, o aumento do escoamento superficial também carreia para o canal fluvial resíduos sólidos nas cidades cujos sistemas de coleta são pouco eficientes.

Desta forma a partir do exposto pode-se inferir que apesar das inundações serem recorrentes no período chuvoso, o processo de ocupação e urbanização no alto curso do rio Paciência sem o cumprimento da legislação ambiental onde o processo foi altamente predatório e sem medidas de controle nenhuma até os dias atuais, por isso, pode-se afirmar sem dúvida que as práticas e ações citadas no decorrer do texto são fatores que vem contribuindo para o agravamento dos fenômenos de inundações no alto curso do rio Paciência.

4. Considerações finais

Embora as inundações sejam fenômenos naturais e o alto curso do rio Paciência localizado no Tabuleiro do Tirirical, onde se encontra as áreas mais altas da Ilha do Maranhão, apresente uma topografia que contribui para o acúmulo da água, é inegável que

ISBN: 978-85-7282-778-2

o estágio de perturbação inicia-se com a ocupação predatória e a consolidação da urbanização na área, a partir da construção da Avenida Guajajaras e do Conjunto Habitacional Cidade Operária que contribuíram através de ações como retirada da mata ciliar, altas taxas de impermeabilização na bacia, mudanças na geometria dos canais e aterro de outros para o agravamento dos eventos de inundações, como as quatro áreas identificadas no período de 2013 a 2015 (Vila Apaco, Cidade Operária, São Bernardo e São Jorge), vale lembrar que práticas como lançamento de resíduos sólidos nos canais também são comuns na área o que aumenta o volume de sedimentos no canal dando origem segundo Cunha (2010) à formação de bancos e ilhas, reduzindo a capacidade do canal e favorecendo as inundações e a qualidade da água. Portanto, se faz necessário além de medidas mitigadoras como obras de engenharia ou preferencialmente de bioengenharia, que contribuam para o processo de infiltração da água e diminuam o escoamento superficial, como pavimentos permeáveis entre outros, que medidas de sensibilização ambiental junto aos moradores na bacia de drenagem sejam executadas para que o problema seja resolvido efetivamente ou diminua seus efeitos no dia a dia dos moradores.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES. A Fundação de Amparo a Pesquisa e Desenvolvimento Científico do Maranhão – FAPEMA, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPQ, pelo financiamento de projetos do Laboratório de Geociências da Universidade Estadual do Maranhão, no qual está vinculada esta pesquisa, e a todos os membros do Grupo de Pesquisa Geomorfologia e Mapeamento – GEOMAP do curso de Geografia da Universidade Estadual do Maranhão.

5. Referências bibliográficas

BARTH, F. T.; POMPEU, C. T.; FILL, H. D. ; TUCCI, C. E. M.; KELMAN, J. ; BRAGA Jr., B. P. F. **Modelos para Gerenciamento de Recursos Hídricos**. São Paulo: Nobel: ABRH, 1987.

BOTELHO, R. G. M. Bacias Hidrográficas Urbanas. In: GUERRA, A. J. T.(org.). **Geomorfologia Urbana**. Rio de Janeiro. Bertrand Brasil, cap. 3. p.72-115. 2011.

BURNETT, F. L. **Uso do solo e ocupação territorial na região metropolitana de São Luís:** dinâmica econômica e realidade socioambiental dos Municípios de São Luís e São José de Ribamar. São Luís: Seta Graf, 84p. 2012.

COLLISCHONN, E. Compreendendo e Avaliando a Construção do Risco Relacionado ás Inundações Urbanas. In: MENDONÇA, F. **Riscos Climáticos: vulnerabilidade e resiliência associados**. Junduaí, Paco Editorial:.p. 51 -74. 2014.

CUNHA, S. B. Canais Fluviais e a Questão Ambiental. In. : CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. **A Questão Ambiental:** Diferentes Abordagens. Rio d Janeiro: Bertrand Brasil,. p. 2119-237. 2010.

DIAS, Luiz Jorge Bezerra da Silva. **Cidade Operária e área de entorno imediato: dinâmicas espacial e socioambiental**. 2004. 112 f. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Geografia Bacharelado). Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2004.

DIAS, L. J. B. da S.; FERREIRA, A. J. de A. **Problemas ambientais na Cidade Operária e área de entorno imediato.** Ciências Humanas em Revista, São Luís, v. 2, n. 1, p. 193-208. 2004.

DOUGLAS, I.**The urban environment**. London: Edward Arnold,. 225p. 1983.

FLORENZANO, T. G (org.).**Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

IBGE. **Sinopse por setores**. 2010. Disponível em: <http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopseporsetores/ >. Acesso em 10 jun. 2015.

LIMA, C. R. de. **Urbanização e intervenções no meio físico na borda da Bacia Sedimentar de São Paulo: uma abordagem geomorfológica**. Dissertação (Mestrado em Geografia). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1990.

MACEDO, L. A. A. **Qualidade Ambiental dos rios da ilha de São Luís**. São Luís: UFMA, 2003.

MARANHÃO. **Situação Ambiental da Ilha do Maranhão**. Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos. – São Luís: IMESC,. 57p. 2011.

NIR, D. Man, **a geomorphological agent: an introduction to anthropic geomorphology**. Jerusalém: KeterPublishingHouse,165p. 1983.

POLIVANOV, H. BARROSO, E. V. Geotecnia Urbana. In: GUERRA, A. J. T.(org.). **Geomorfologia Urbana**. Rio de Janeiro. Bertrand Brasil, 2011. Cap. 5. P.147 – 188.

RIBEIRO JUNIOR, J. R. **Formação do Espaço Urbano de São Luís**. São Luís: Editora FUNC. São Luís - MA. 15 3p. 1999.

SANTOS FILHO, R. D. **Antropogeomorfologia da ocupação de áreas de risco em Petrópolis (RJ): análise ambiental urbana**.. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. 271p. 2007.

SILVA, Q. D. **Mapeamento Geomorfológico da Ilha do Maranhão**. 2012. 249f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2012.

SILVA, D. B. **Feições Geomórficas da Bacia Hidrográfica do Paciência– Ilha do Maranhão**. Monografia (Graduação em Geografia). São Luís. 112p. 2013.

SOUSA. I. D. S. MÍLEN, A. F. RIBEIRO, C. S. LOPES, F. C. F. DIAS, L. J. B. Urbanização e perturbações ambientais em áreas de cabeceiras de drenagem no centro da Ilha do Maranhão. In: VI SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA. **Anais**... Goiânia. 7p. 2006.

STEAVAUX, J. C.; LATRUBESSE, E. M. **Geomorfologia Fluvial**. São Paulo: Oficina de Textos, 2017.

TOY, T. J.; HADLEY, R. T. **Geomorphology and reclamation of disturbed lands**. London: Academic Press INC, 1987.

VERSTAPPEN, H. T. **Applied Geomorphology: geomorphological surveys for environmental development**. Amsterdan: Elsevier Scientific Publishing Company,1983.

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

IDENTIFICAÇÃO DE AMEAÇAS DE INUNDAÇÃO NA REGIÃO DA CALHA NORTE - ESTADO DO PARÁ - AMAZÔNIA

Marcos Vinicius Rodrigues Quintairos [(a)], Eliane de Jesus Miranda Santana [(b)]

[(a)] Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá - IFAP, marcosquintairos@yahoo.com.br
[(b)] Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá - IFAP, elianejmsantana@gmail.com

Eixo: Riscos e desastres naturais

Resumo

A região da Calha Norte, Estado do Pará, sofre historicamente com vários tipos de ameaça, como Cheias, Enchentes, Erosão, Estiagem, Enxurrada, Fortes Chuvas e Secas. Objetiva-se realizar a identificação das ameaças de inundação que permita a incorporação da temática de gestão de riscos naturais no Zoneamento Ecológico Econômico, tendo como estudo de caso o ZEE da Calha Norte do Pará proporcionando instrumentos para a gestão e melhorias das ações do poder público.

Palavras chave: Ameaça de Inundação, Zoneamento ecológico econômico (ZEE), Calha Norte.

1. Introdução

Os desastres naturais são o resultado de eventos naturais ou provocados pelo Homem, sobre um ecossistema vulnerável. A origem dos desastres naturais pode estar relacionada à dinâmica interna (terremotos, tsunamis, vulcanismo) e/ou à dinâmica externa (inundações, escorregamentos, erosão, granizo, furacões, tempestades, secas) da Terra, assim como a fatores biológicos (pragas, doenças infectocontagiosas) (AMARAL e GUTJAHR, 2011).

O processo de ocupação no espaço brasileiro é marcado por uma configuração socioespacial caracterizada por contrastes, pois se por um lado existe intenso desenvolvimento (urbanização, sistemas portuários, turismo, indústrias, agricultura, pecuária), que favorece o fluxo de pessoas e aumenta os impactos ambientais, por outro lado, há grandes áreas com baixa densidade populacional (como na Amazônia) onde o ecossistema ainda não sofre ações grandes impactos da sociedade (SZLAFSZTEIN, 2003). Segundo Freiria (2009), quando não é feita

uma boa gestão do risco, as consequências fazem-se sentir a nível social, econômico e podem até mesmo implicar perda de vidas humanas.

A ocorrência de desastres naturais demonstra a necessidade da integração da gestão de risco no processo de planejamento do território, não como uma forma de eliminar os riscos, mas como uma medida preventiva e mitigadora. A não consideração dos riscos nas ações de ocupação e transformação do território, também é negligenciada pelos estudos do Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE), que é um instrumento de planejamento do ordenamento territorial, sendo uma importante ferramenta de planejamento ambiental no Brasil. que realiza o diagnóstico do uso do território visando assegurar o desenvolvimento sustentável (MMA, 2006).

O presente trabalho tem por objetivo identificas as ameaças de inundação que permita a incorporação da temática de gestão de riscos naturais no Zoneamento Ecológico Econômico, tendo como estudo de caso o ZEE da Zona Oeste do Estado do Pará: Calha Norte.

2. Materiais e métodos

2.1 Caracterização da área em estudo

A área de estudo está localizada a noroeste do Estado do Pará, sendo composta por nove municípios - Alenquer, Almeirim, Curuá, Faro, Monte Alegre, Óbidos, Oriximiná, Prainha e Terra Santa. Está limitada a oeste pelos Estados do Amazonas e Roraima e a leste pelo Estado do Amapá. Grande parte da área do território é ocupada por 27 Unidades de Conservação e 6 Terras Indígenas[1] (Figura 1). Os municípios com as maiores extensões de áreas protegidas são

[1] Unidades de Conservação: Estação Ecológica Grão Pará, Reserva Biológica do Rio Trombetas, Parque Estadual Monte Alegre, Reserva Biológica Maicuru, Estação Ecológica do Jari. Floresta Estadual, Floresta Nacional Saracá-Taquera, Floresta Estadual Trombetas, Floresta Estadual Parus, Floresta Nacional de Mulata, Floresta Nacional de Mulata, Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns, Floresta Nacional Tapajós, Área de preservação ambiental praia de Alter-do-Chão, Área de preservação ambiental Praia de Aramanaí, R.A.C. Palhão e a Área de preservação ambiental Paytuna. Terras Indígenas: Trombetas/Mapuera, Nhamundá/Mapuera, Zo'e, Parque do Tumucumaque e o Rio Paru D'Este.

Oriximiná (99,33%), Faro (92,26%), Almeirim (79,11%) e Prainha (78,51%) (PARÁ RURAL, 2010).

A Calha Norte é a faixa de fronteira no extremo norte do Brasil. Esta região recebeu este nome em decorrência do programa Calha Norte (PCN) criado em 1985 pelo Governo Federal para promover a ocupação nas fronteiras e combater o contrabando da biodiversidade da Amazônia. A área do PCN fica na Amazônia Setentrional, na faixa de fronteira da região norte do Brasil (Colômbia, Venezuela, Guiana e Suriname), situada ao norte da Calha dos rios Solimões e Amazonas. O PCN foi instituído para proteger extensa faixa de fronteira na Amazônia, profundamente "despovoada".

A região apresenta uma população total de 299.759 habitantes até 2010 e uma área de 49.133 km^2 (IBGE, 2010). As sedes municipais tiveram origem no período colonial, e são resultado da estratégia de ocupação da coroa portuguesa do vale do rio Amazonas por meio de fortificações. Seu desenvolvimento, ao longo do século XIX e início do século XX, associou-se à economia da borracha. No século XX, suas principais atividades incluíam a pesca, a juta, o gado e a partir da década de 1970, à mineração com o Pólo Trombetas e a celulose em Almeirim (PARÁ, 2010).

A região é marcada por uma baixa densidade demográfica é uma alta conservação ambiental. A taxa geométrica anual de crescimento populacional dos municípios de Prainha (0,40%), Óbidos (0,08%) e Monte Alegre (0,00%) foram inferiores, em relação à média do Estado do Pará (22%), inclusive com crescimentos nulos ou muito baixo de população (PARÁ, 2010).

Os nove municípios integrantes do ZEE da Calha Norte apresentam tendências ao êxodo rural. Porém as taxas de urbanização de Terra Santa (69,01%), Almeirim (61,43%) e Oriximiná (61,96%) são as mais representativas se comparadas aos outros municípios da mesma região (tabela 1). A população urbana está situada nas margens dos rios Amazonas, Paru e Trombetas.

Tabela 1. Taxa de Urbanização para os Municípios do ZEE da Calha Norte (1970 –2010).

Municípios	1970	1980	1991	1996	2000	2007	2010
Alenquer	32,46%	39,86%	41,54%	45,98%	60,21%	57,06%	52,68%
Almeirim	29,67%	14,59%	48,87%	47,72%	55,71%	61,43%	59,39%
Curuá	-	-	-	-	31,80%	42,65%	47,18%
Faro	43,35%	52,24%	65,45%	50,43%	49,00%	75,32%	74,94%
Monte Alegre	21,17%	28,16%	36,18%	37,98%	34,11%	38,63%	44,29%
Óbidos	34,03%	46,48%	47,62%	46,77%	49,43%	51,02%	51,62%
Oriximiná	35,37%	40,53%	51,42%	56,05%	60,38%	61,96%	63,93%
Prainha	13,93%	7,38%	15,67%	24,32%	26,19%	29,15%	30,53%
Terra Santa	-	-	-	68,80%	44,69%	69,01%	60,98%

Fonte: IBGE (Censos Populacionais de 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010. Contagem Populacional 1996) e PARÁ (2010).

O clima regional apresenta média mensal de temperatura do ar elevada, mínima de 18ºC e máxima de 31ºC. A umidade relativa apresenta valores acima de 70% em quase todos os meses do ano. A região caracteriza-se com valores de chuvas anuais entre 1700 mm e 2300 mm. As estações de maior pluviosidade estão entre os meses de março a maio (PARÁ RURAL, 2010).

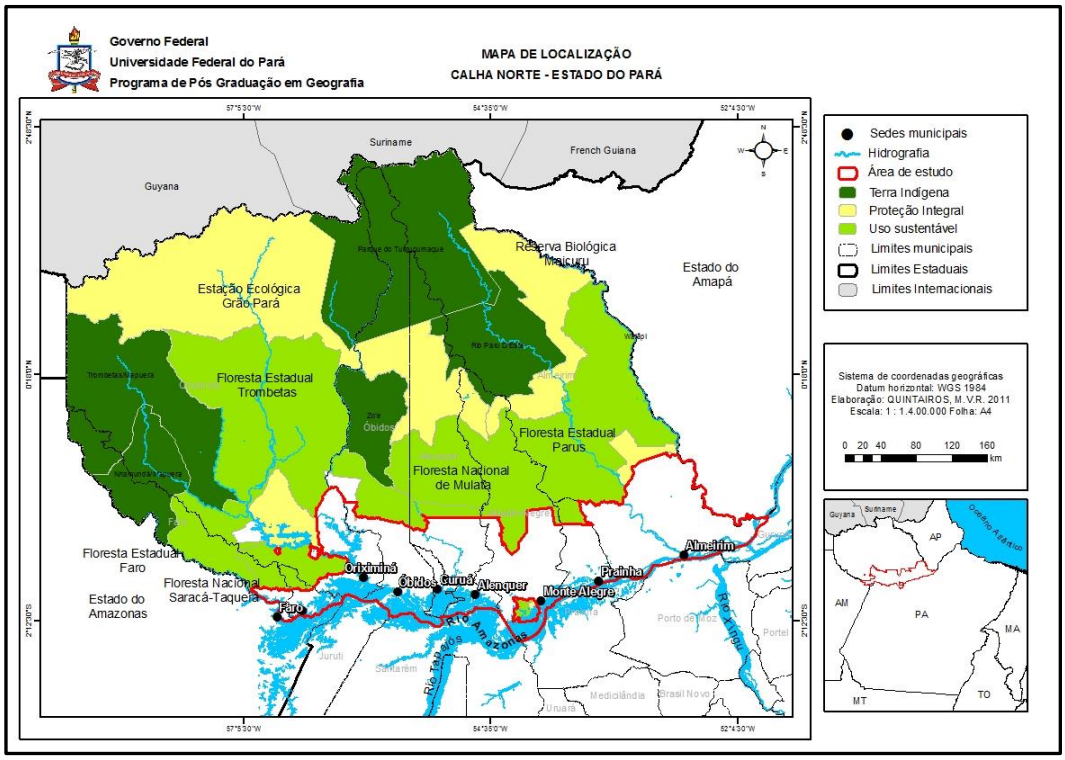


Figura 1. Mapa de localização do ZEE da Calha Norte-PA. Fonte: Elaborado pelo auto

Na elaboração dos mapeamentos de ameaça de inundação buscou-se adaptar a metodologia desenvolvida por Marques (2010) e Szlafsztein et al. (2010), que se basearam essencialmente em análise de modelos digitais de elevação, trabalho de campo com coleta de pontos de GPS, utilizando a modelagem matemática, na obtenção dos valores da altimetria e altitude do SRTM, portanto são bases de dados estabelecidas no método para a delimitação das áreas suscetibilidade a inundações. No presente trabalho a metodologia será adaptada para a escala de mapeamento de 1:250.000 para identificar e mapear as áreas suscetíveis às inundações e a erosão. Foram desenvolvidas as etapas denominadas de: levantamento histórico; uso de mapa Hipsométrico, declividade, unidade geomorfológica; geológica e de posse dessas informações, construção dos mapas de inundações e a erosão. A inundação e o processo de extravasamento das águas do canal de drenagem para as áreas marginais (planície de inundação, várzea ou leito maior do rio) quando a enchente atinge cota acima do nível máximo da calha

principal do rio, afetando as atividades humanas aí instaladas. Na metodologia adotada para identificar e caracterizar as ameaças suscetíveis às inundações foram desenvolvidas e utilizados os dados de: geomorfologia, geologia; histórico de ocorrências; uso de modelo digital do terreno; declividade do terreno e de posse dessas informações, construção de um mapa síntese

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As bases de dados das unidades geomorfológicas e geológicas foram obtidas, através do IBGE (2008) e CPRM (2007), em formato vetorial na escala de 1:250.000. A área de estudo é composta pelas seguintes sub-unidades geomorfológicas. O relevo da área de estudo apresenta cotas topográficas variando de 100 a 1000 metros. A porção sul caracteriza-se pela Planície Amazônica que envolve essencialmente a calha do rio Amazonas e seus principais afluentes de deposição mais recente holocênica de domínio de depósitos sedimentares do Quaternário, com solos dos tipos Aluviais, Hidromórficos, Gleyzados e Orgânicos com altimetria até 100 m. O Planalto do Uatumã-Jari constitui importante feição de relevo suavizado de leste com cotas variando entre 50m-200m, relevos residuais (240-270 m) e superfície de forma de tabuleiros. O resultado da transformação do mapa geomorfológico em ameaças de inundação, segundo as suas subunidades geomorfológicas, ou seja, cada subunidades foi classificada conforme as suas características geomorfológicas em ameaças de alta, média e baixa suscetibilidade. As unidades geológicas presentes estão agrupadas em dois grandes grupos: os de origem sedimentar compostos pelas Formações Alter do Chão, Nova Olinda, Faro, Maecuru, Barreirinha e Trombetas e os de origem Vulcânica composta pelos grupos: Iricoumé, Suíte Intrusiva Mapuera e Complexo Indiferenciado. O mapa geológico foi classificado em ameaças de inundação, segundo as suas unidades geológicas, ou seja, cada unidades foi classificada conforme as suas características geológicas em ameaças de alta e baixa suscetibilidade. No foram extraídas as curvas de nível das imagens ASTER GDEM com equidistância vertical de 1 metro. Após delimitação das curvas para a área de estudo, criou-se uma malha triangular, no modulo “3D Analyst” para transformar as curvas de nível em pontos cotados via triangulação. Esta malha é a base do modelo digital de terreno, a partir do comando SLOP). O mapa de declividade foi

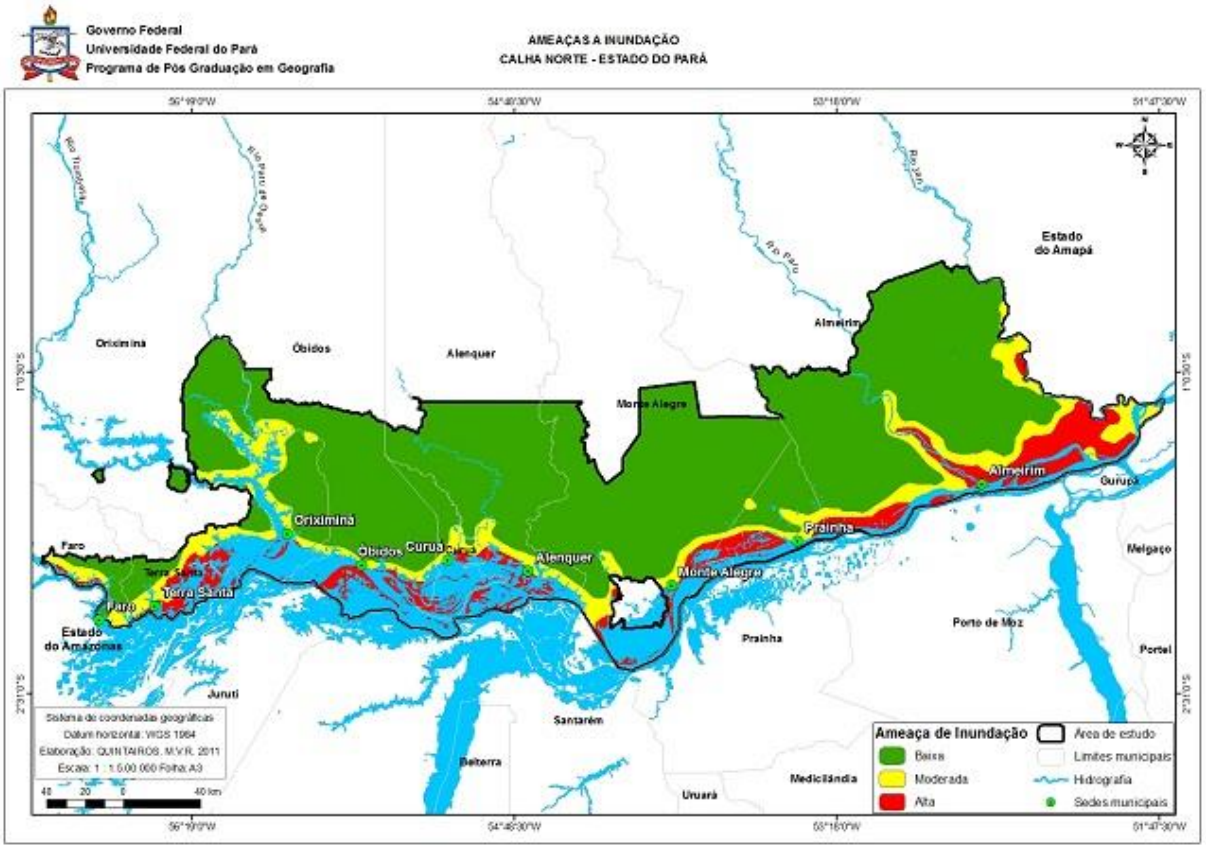
classificado em duas classes em diferentes intervalos de declividade definidos segundo porcentagem (Figura 2). O ambiente de análise geoespacial foi a extensão Spatial Analyst do software ArcGIS 9.3 (ESRI, 2002). As informações cartográficas foram selecionados, para a realização da "algebra de mapas". Esta linguagem fornece uma estrutura poderosa para a modelagem cartográfica (DeMers, 2002), permitindo realizar diversas funções e técnicas interativas que possibilitam gerar o mapa de ameaças. As bases digitais são compatíveis na escala 1:500.000 para serem plotados em formato A3.

O mapa de ameaça à inundação procura retratar o cenário no que diz respeito às áreas suscetíveis às inundações, e é construído pelo relacionamento entre as informações espacializadas do histórico das ocorrências, da hipsometria, da geomorfologia, da geologia e da declividade. As áreas de alta suscetibilidade a ameaça de inundação são áreas mais crítica, anualmente afetada pela inundação do rio. Abarca aproximadamente 4.620,05 km² (10,69% da área de estudo) onde estão localizados grande parte das cidades da região da Calha Norte. As áreas de moderada suscetibilidade de inundação são áreas inundáveis devido a acumulação fluviolacustre de forma plana, com declividade de 8º em relação à planície. A área corresponde a 5.460,71 km² (12,63% da área de estudo). As áreas de baixa influência da inundação são regiões de topografia mais elevada, não é atingida nem mesmo nas maiores inundações. Corresponde a 76,68% da área de estudo, ou seja, 33.151,90 km².

Tabela 1. Classes de Declividades classificadas pelo IBGE (2009).

Declividade (%)	Relevo	Ameaça de inundação
0 - 3	Plano	Alto
3 – 8	Suave ondulado	Médio
8 – 20	Ondulado	Baixo
20 - 45	Fortemente Ondulado	
45 – 75	Montanhoso	
75 – 100	Escarpado	

Figura 1. Ameaça a inundação na área de estudo do ZEE da Calha Norte



4. Considerações finais

A metodologia utilizada neste trabalho pode ser aplicada em qualquer unidade territorial de trabalho (município, estado, setor censitário, etc.), desde que se disponha de dados e informações cartográficas necessários, obtidas em base de dados preexistentes. A presente pesquisa foi desenvolvida com a preocupação em gerar um produto que possa subsidiar a tomada de decisão do poder público. Espera-se que esta pesquisa contribua para a temática pesquisa e para os órgãos competentes. Pretendeu-se com esta metodologia de mapeamento que novas pesquisas sejam realizadas, considerando outras ameaças e outras áreas, é que seja

aplicada em outras escalas cartográficas na obtenção de estudos mais detalhados, sempre buscando melhora a metodologia preexistente.

Referências Bibliográficas

AMARAL, R. e GUTJAHR, M. **Desastres naturais**. Série Cadernos de Educação Ambiental 8. São Paulo: Instituto geológico/Secretaria de Meio Ambiente, 2011. 100 p. Disponível em: http://www.igeologico.sp.gov.br/

FREIRIA, S. **Expansão Urbana e Riscos Naturais: O caso de Coimbra**. Dissertação de Mestrado em Dinâmicas Naturais e Riscos Naturais. Universidade de Coimbra, 2009. 217 p. Disponível em: http://hdl.handle.net/10316/13367.

BRASIL. **Decreto n°4297, de 10 de junho de 2002. Regulamenta o art. 9o, inciso II, da Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981, estabelecendo critérios para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil - ZEE, e dá outras providências**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/CCIVIL/decreto/2002/D4297.htm. Data de acesso: 3/9/10.

_____. Ministério do meio ambiente. secretaria de políticas para o desenvolvimento sustentável. **Programa zoneamento ecológico-econômico: diretrizes metodológicas para o zoneamento ecológico-econômico do Brasil.** 3ª edição revisada. Brasília: MMA/SDS, 2006. 131 p.

_____. Ministério da Integração Nacional. **Manual de desastres naturais**. Brasília, 2003. 174 p.

_____. Ministério das Cidades/Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. **Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios** / CARVALHO, C.; MACEDO, E. e OGURA, A. (orgs.) – Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007. 179 pág. Disponível em: www.cidades.gov.br

DEMERS, M. **GIS modeling in Raster**. New Mexico State University. New York, John Wiley. 2002. 203p. Disponível em: http://www.public.iastate.edu

PARÁ RURAL. **Zoneamento-Ecológico Econômico das zonas Lestes e Calha Norte do Estado do Pará**: Diagnostico do meio socioeconômico – Belém: Núcleo de Gerenciamento do Programa Pará Rural, 2010. 309 pág.

_____. **Zoneamento-Ecológico Econômico das zonas Lestes e Calha Norte do Estado do Pará: Diagnostico do meio Físico-Biótico – Belém**: Núcleo de Gerenciamento do Programa Pará Rural, 2010. 326 pág.

SZLAFSZTEIN, C. **Vulnerability and response measures to natural hazard and sea level rise impacts: long-term coastal zone management, NE of the State of Pará, Brazil**. ZMT - Contributions, University of Bremen 17: 1-192, 2003.

SZLAFSZTEIN, C.; MARQUES, O.; MAIA, H.; PRETTE, M.; FISCHENICH, P.; ALTIERI, F. **Referências Metodológicas para mapeamento de Riscos Naturais na Amazônia: Mapeando as vulnerabilidades**. Brasília, MMA/GTZ, 2010. 60 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

INTERFACES ENTRE A SUSCETIBILIDADE ÀS INUNDAÇÕES E O USO E OCUPAÇÃO DAS TERRAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAMANDUCAIA

Cassiano Gustavo Messias [(a)], Raul Reis Amorim [(b)]

[(a)] Departamento de Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), E-mail: cassianomessiaslavras@gmail.com

[(b)] Departamento de Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), E-mail: raulreis@unicamp.br

Eixo: RISCOS E DESASTRES NATURAIS

Resumo

O objetivo deste trabalho é correlacionar o padrão de uso e ocupação das terras com as áreas suscetíveis às inundações na Bacia Hidrográfica do Rio Camanducaia (SP/MG), dando subsídios para ações no caso de deflagrar novos de episódios de inundação na área em estudo, evitando prejuízos e danos na área urbana e na área rural. Para atender ao objetivo proposto elaborou-se o mapa de uso e ocupação das terras para o ano de 2018 a partir do processamento digital e classificação de imagens do sensor OLI (Landsat 8) e a construção do mapeamento de áreas suscetíveis às inundações a partir do uso do algoritmo HAND. Além de trechos da área urbana de oito municípios que tem parte ou totalidade de seus territórios inseridos na bacia hidrográfica em análise, constatou-se que a cerca de 48% das áreas cultivos agrícolas e 35% das áreas de pastagem estão em áreas suscetíveis às inundações.

Palavras chave: Uso e Ocupação das Terras; Inundações; Suscetibilidade; Rio Camanducaia.

1. Introdução

O processo acelerado de urbanização que ocorreu no século XX fez com que maior parcela da população mundial habitasse às cidades. Com maior densidade demográfica nas áreas urbanas, um maior contingente populacional passou a apresentar maior vulnerabilidade aos desastres. Com objetivo de reduzir os riscos de exposição a desastres, a Conferência das Nações Unidas para Assentamentos Humanos, realizada na cidade de Quito (Equador) em outubro de 2016, incorporou na Nova Agenda Urbana a redução de Risco de Desastres.

Contudo, a suscetibilidade aos desastres naturais não está restrita apenas às áreas urbanas, é importante também incluir nos estudos, os desastres naturais as áreas rurais.

A definição, conceituação e classificação do termo desastre precisa estar articulado com outras categorias de análise vinculadas a esta temática como perigo, probabilidade, suscetibilidade, riscos e vulnerabilidade. Este trabalho trata da discussão da suscetibilidade às inundações, desastre natural que mais atinge o Brasil, e todos os anos causam muitos prejuízos no setor produtivo, além de afetar a população de fora ou indireta.

O impacto direto das inundações refere-se aos prejuízos que materiais que afetam residências, estabelecimentos comerciais, unidades industriais, o setor de serviço e propriedades agropecuárias, dentre outros setores da atividade econômica que impeçam que suas funções sejam cumpridas temporariamente, ou em caso de danos mais graves, permanentemente. Já o impacto indireto está relacionado aos danos que as inundações podem influenciar em outras áreas indiretamente, como por exemplo a obstrução de vias de circulação, o comprometimento no fornecimento de matéria prima para atividade industrial ou aumento no preço de produtos agrícolas por conta da diminuição na oferta.

No que se refere ao estudo das inundações, o foco nas áreas urbanas é mais evidente, pois, a alteração da dinâmica dos processos naturais resultantes da relação sociedade e natureza, alteram a dinâmica de processos geomorfológicos, hidrológicos e climáticos. A alteração do comportamento na evolução dos diferentes sistemas naturais modifica a entrada, armazenagem e saída da matéria e energia no interior dos sistemas; por exemplo, verifica-se nas inundações que ocorrem em rios margeados por trechos urbanos, que diminuem a sua área de infiltração e aumentam a velocidade de escoamento da matéria nos canais, considerando não apenas a água, mas também sedimentos, nutrientes e outros materiais poluentes. Considera-se então que a modificação do comportamento da matéria e energia nos sistemas naturais podem ser considerados fenômenos naturais extremos ou intensos sobre um sistema social, causando danos ou prejuízos que excedem a capacidade da comunidade atingida em conviver com o impacto ou se reestruturar (TOBIN E MONTZ,1997; AMORIM, 2012).

ISBN: 978-85-7282-778-2

Desta forma, é fundamental que os estudos sobre as inundações tenham uma abordagem geográfica, e adotem como conceito-chave, ao analisar as áreas suscetíveis às inundações, a categoria paisagem. Sendo assim, a ciência geográfica, tendo como objeto de análise o espaço geográfico, possibilita, sob um olhar crítico, a realização de estudos ambientais integrados, de maneira a dar suporte técnico e científico à elaboração de estudos que incluam o fenômeno das inundações nas ações de gestão dos recursos hídricos, sendo inseridos nas políticas públicas, contribuindo no planejamento e na tomada de decisão.

Compreender o uso e ocupação das terras de áreas afetadas por inundações é fundamental. Estudos recentes apontam que, na maioria das vezes, as áreas mais afetadas nas áreas urbanas são carentes de infraestrutura básica e habitadas por segmentos populacionais de baixa renda (ALMEIDA, 2010; ALVES e TORRES, 2006; FREITAS e CUNHA, 2012). Já na área rural, muitas localidades apresentam vias de acesso incompatíveis com a necessidade de evacuação em caso de inundações e, muitas vezes, pontes são comprometidas caso ocorram estes eventos, deixando a população isolada e comprometendo a produção de gêneros alimentícios, que muitas vezes precisam ser descartados. Estes fatos intensificam os danos causados pelos desastres ambientais, diminuindo a capacidade de resposta e a qualidade de vida dessa população (CUTTER, 1996; FREITAS e CUNHA, 2012).

A alteração do equilíbrio ecológico causado por alterações no uso e ocupação das terras interfere diretamente na circulação da água de superfície, em função da remoção da cobertura vegetal, das alterações topográficas e morfológicas dos terrenos urbanos e da impermeabilização do solo (GIUDICE e MENDES, 2013). Tendo o exposto, o objetivo deste trabalho é correlacionar o padrão de uso e ocupação das terras e as áreas suscetíveis às inundações na bacia hidrográfica do rio Camanducaia (SP/MG). Identificar o padrão de uso e ocupação de áreas sujeitas a inundação subsidiará ações estruturais e não estruturais na mitigação deste fenômeno na área em estudo.

2. Materiais e Métodos

ISBN: 978-85-7282-778-2

2.1 Área de Estudo

A bacia hidrográfica do rio Camanducaia apresenta aproximadamente área de 1.039,14km², e a gestão dos seus recursos hídricos se dá através do Comitê de Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí – PCJ (Figura 1).

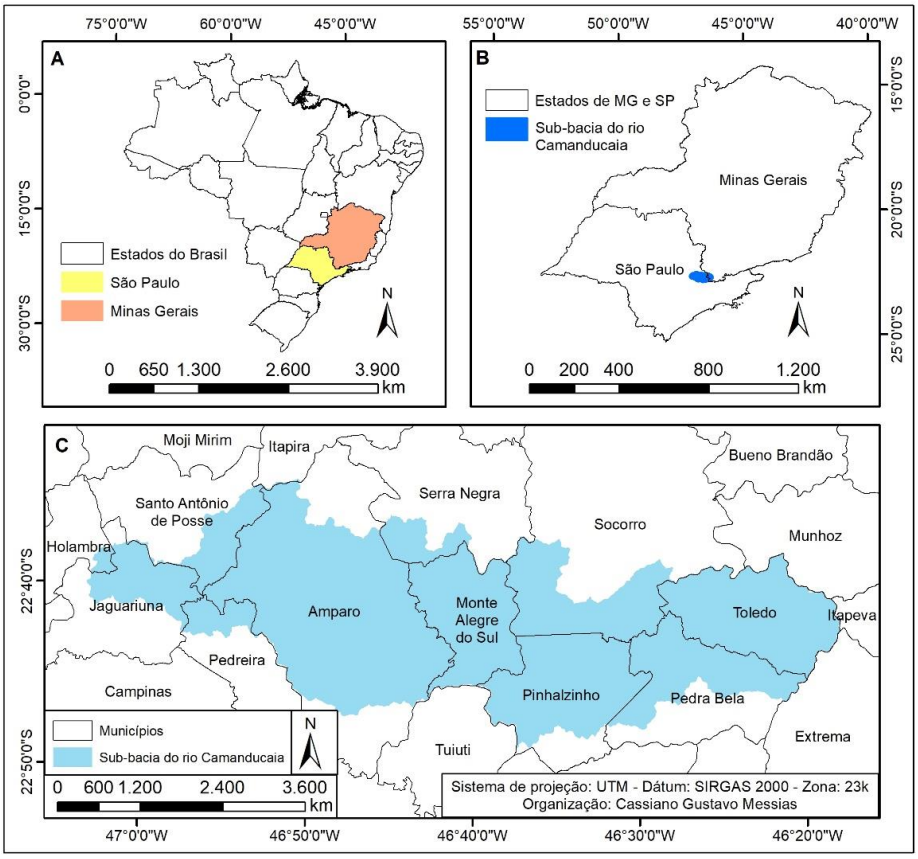


Figura 1 – Localização da bacia hidrográfica do rio Camanducaia em escala nacional (A), estadual (B) e municipal (C).

O rio Camanducaia nasce a aproximadamente 1.500 metros de altitude, a noroeste do município de Toledo (MG), e tem sua foz no rio Jaguari na cidade de Jaguariúna (SP). Esta bacia hidrográfica drena, além do município de Toledo (MG), os municípios de Amparo, Holambra Jaguariúna, Monte Alegre do Sul, Pedra Bela, Pedreira, Pinhalzinho, Santo Antônio de Posse, Serra Negra e Socorro, todos no estado de São Paulo. O Rio Camanducaia é um dos

principais tributários do Rio Jaguari, que ao confluir com o Rio Atibaia, forma o Rio Piracicaba (MARTINS, 2011, p. 27).

A referida bacia hidrográfica é caracterizada por ser uma área com a predominância de morros e baixos morros, em substrato Pré-Cambriano, típico dos domínios da província geomorfológica do Planalto Atlântico. (MARTINS, 2011, p. 35). Tal configuração da litologia e modelado faz com que a bacia hidrográfica apresente uma alta densidade de drenagem.

2.2 Procedimentos Metodológicos

Para atender ao objetivo proposto, primeiramente foi necessário definir a escala de mapeamento, sendo que foi adotada a escala 1:50.000. Na sequência, foram vetorizadas as seguintes cartas topográficas, as quais foram produzidas pelo IBGE/IGC: Amparo, Bragança Paulista, Cosmópolis, Extrema, Munhoz, Socorro e Valinhos.

Para gerar o Modelo Digital de Terreno (MDT) foi utilizado o software *ArcGIS 10.6*, através da ferramenta *Interpolação de Raster,* no comando *Topo para Raster.* Foi feita a interpolação dos arquivos vetoriais de "curvas de nível", "pontos cotados" e, "rede de drenagem", "lagos e rios de margem dupla" e "limite da bacia hidrográfica". Na sequência, foi necessário preencher as pequenas imperfeições e remover todas as depressões presentes no MDT gerado. Para tal utilizou-se o comando *Fill (Preencher)*, contido na ferramenta *Hidrology*.

De posse do MDT, converteu-se este arquivo para um formato em 8 *bits*, compatível com o software *TerraViewHidro 4.2.2,* através da ferramenta *Hydrological Tools.* Neste software serão deifnidas as áreas sujeitas às inundações, a partir da adoção do algoritmo *HAND* (*Height Above the Nearest Drainage* – ou altura acima da drenagem mais próxima).

O modelo *HAND* gera mapas de proximidades topográficas ou desníveis relativos a cursos d'água. Estes desníveis relativos indicam a suscetibilidade às inundações de cada ponto na paisagem, mostrando como a topografia da bacia hidrográfica pode se comportar em períodos com maior entrada de água em excesso fluindo na superfície.

Para a criação do modelo *HAND*, é necessário o processamento do MDT e elaboração de três produtos: a direção de fluxo, a área de contribuição e a extração da rede de drenagem. Para determinar às áreas suscetíveis às inundações, através do modelo *HAND,* é necessário na ferramenta Editar Legenda, do *TerraViewHidro 4.2.2,* indicar 3 fatias, e atribuir 0 como valor mínimo e 10 como máximo 10. Desta forma, o software determinará como classes de suscetibilidade Alta (0 a 3,30); Média (3,31 a 6,60) e Baixa (6,61 a 10,0).

Com a finalidade de validar a veracidade dos resultados obtidos pelo modelo *HAND,* foram realizados trabalhos de campo na área de estudo. As áreas visitadas foram selecionadas a partir do inventário dos episódios de inundações ocorridos preteritamente na área em estudo, pois a ocorrência de episódios anteriores é um indicativo da confiabilidade do modelo. Para tal, foram consultados os bancos de dados digital do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (SI2D) do antigo Ministério da Integração Nacional – o qual na atual gestão migrou para o Ministério do Desenvolvimento Regional. Os episódios de inundação foram organizados por município de ocorrência, classificação (inundação gradual ou inundação brusca) e data de ocorrência.

O mapeamento das classes de uso e ocupação das terras foi realizado a partir de imagens obtidas pelo sensor multiespectral *Operation Land Imager* (OLI), do satélite Landsat 8. Este sensor apresenta nove bandas espectrais, resolução espacial de 30m (exceto a pancromática, com 15m), resolução temporal de 16 dias e resolução radiométrica de 12 bits. Foram selecionadas imagens do ano de 2018 que tivessem baixa interferência de nuvens, através do portal *Earth Explorer* (USGS, 2018), com correção geométrica e atmosférica (reflectância na superfície). As informações referentes às imagens utilizadas neste trabalho estão listadas na Tabela I.

Tabela I: Produtos Landsat OLI utilizados no mapeamento de uso do solo.

Órbita / ponto	ID	**Data**
220/76	LC08_L1TP_220076_20180821_20180829_01_T1	21/08/2018
219/76	LC08_L1TP_219076_20180814_20180828_01_T1	14/08/2018

ISBN: 978-85-7282-778-2

Os procedimentos de classificação de imagens digitais foram realizados no *software* ENVI 5.3. Após importarem as imagens neste software, foi gerado o mosaico das duas cenas que abrangem a área em estudo e foi feito o recorte da área da bacia hidrográfico do rio Camanducaia. Foram criadas composições coloridas falsa-cor (5R/4G/6B e 5R/6G/64) e cor-verdadeira (4R/3G/2B) e foi aplicado o contraste linear 2%, com a finalidade de melhorar a qualidade visual das imagens.

O mapeamento de uso do solo foi feito a partir de técnicas de classificação orientada a objetos. Embora a classificação orientada a objetos seja amplamente aplicada em imagens de alta resolução espacial, o método apresenta robustez também para imagens de média resolução espacial (GARÓFALO *et al*., 2015). No processo de segmentação, foi utilizado o algoritmo *Edge* e o valor 20 no *Segment Setting*, e *Full Lambda Schedule* e o valor 80 no *Merge Setting*. Os valores foram escolhidos por tentativa e erro, através de uma avaliação visual da segmentação das imagens aplicando diferentes números.

Antes da seleção de amostras de treinamento, foram escolhidas as classes a serem mapeadas. Foi então realizado o processo de seleção de amostras de treinamento. A partir do vetor de segmentação da imagem, associado com as composições coloridas, foram selecionadas entre 50 e 100 amostras para classe, a depender da disponibilidade de áreas representativas dentro da imagem. A classificação foi feita pelo algoritmo *Support Vector Machine*, que para a grande maioria das classes, permitiu obter maior precisão dos resultados. Os procedimentos de classificação orientada a objetos no ENVI podem ser encontrados com maior detalhe em Messias e Ayer (2017).

O ArcGIS 10.2 foi utilizado para definir, visualmente, os polígonos associados a áreas urbanas. Por fim, foi avaliada a acurácia da classificação, processo no qual foram amostrados, aleatoriamente, 3% do total de polígonos gerados para cada classe. Estas amostras foram avaliadas com base em imagens de alta resolução, disponíveis no Google Earth, nas próprias composições coloridas e também pelo conhecimento da área de estudo. Foi construída uma matriz de confusão e foram gerados os índices *Kappa* e exatidão global.

ISBN: 978-85-7282-778-2

3. Resultados e Discussões

A bacia hidrográfica do rio Camanducaia apresenta área total de 1.039,14 km², sendo que destas, cerca de 37% (388,69 km²) são suscetíveis a episódios de inundações. Considerando o total de áreas suscetíveis às inundações, 42,28% (164,35 km²) apresentam alta suscetibilidade, 22,25% (86,47 km²) com média suscetibilidade e 35,47% (137,88 km²) com baixa suscetibilidade. O restante da área da bacia hidrográfica, 650,45 km² não são suscetíveis às inundações, devido à presença de morros intercalados por colinas e morrotes.

Observa-se que apenas os municípios de Amparo, Monte Alegre do Sul, Pinhalzinho, Pedra Bela, Toledo e Socorro apresentam a maior parte de seus territórios na bacia hidrográfica do rio Camanducaia. Considerando a formação litológica e os compartimentos de relevo predominantes nestes municípios (rochas ígneas e metamórficas, com relevo planáltico), predominam áreas não suscetíveis a inundação. As áreas não suscetíveis correspondem a 64% do território de Amparo, 72% de Monte Alegre do Sul, 61% de Pinhalzinho, 63% de Pedra Bela, 70% de Toledo e 65% de Socorro. No que se refere às áreas em que há suscetibilidade, nestes municípios predominam áreas com classe de alta suscetibilidade (exceto Pedra Bela, que 14% do seu território apresentam baixa suscetibilidade às inundações). A área com alta suscetibilidade varia entre 15 e 11% (Amparo - 15%; Monte Alegre do Sul - 11%, Pinhalzinho - 15%, Toledo - 20% e Socorro - 15%).

Os municípios de Holambra, Jaguariúna, Pedreira, Santo Antônio de Posse e Serra Negra apresentam menos de 50% de seus territórios inseridos na bacia hidrográfica do rio Camanducaia. Destacam-se os municípios de Holambra (54%) e Jaguariúna (43%), que apresentam 54% e 43% do total de seu território drenado pela bacia hidrográfica estudada apresentando alta suscetibilidade às inundações.

A partir do produto gerado pela classificação da imagem do sensor OLI, pode-se perceber a diversidade de tipos de uso e ocupação das terras na área de estudo (Figura 2; Tabela II). A classificação mostrou-se eficiente, visto que foram obtidos índices de exatidão global de 0,9318 e *Kappa* de 0,914.

ISBN: 978-85-7282-778-2

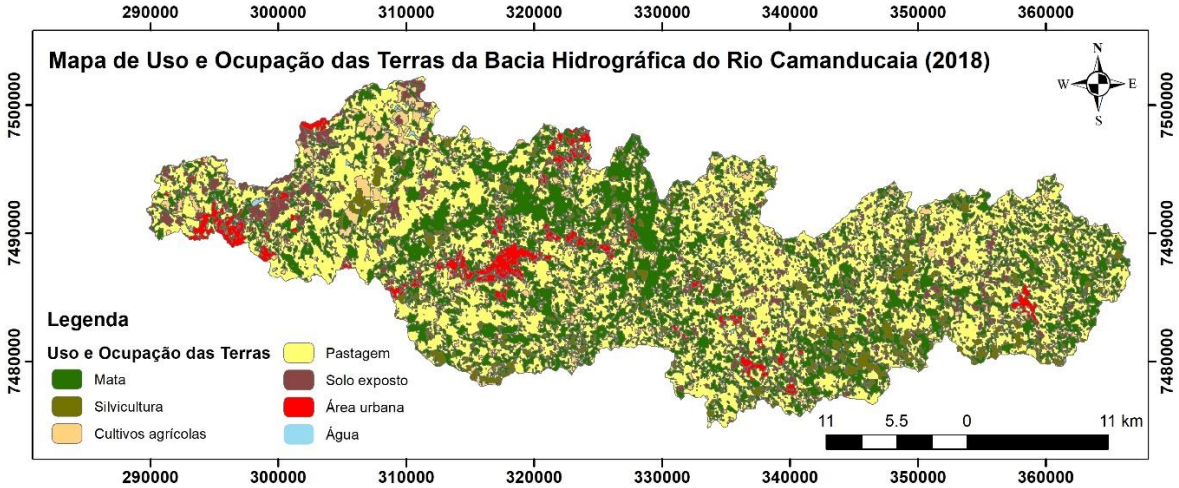


Figura 2 – Mapa de Uso e Ocupação das Terras da Bacia Hidrográfica do Rio Camanducaia (2018)

Tabela III: Área ocupada pelas diferentes classes de uso do solo no ano de 2018.

Classe	Área (km²)	Área (%)
Cultivos agrícolas (CA)	62,35	6,00
Mata (MA)	343,08	33,02
Água (AG)	3,99	0,38
Silvicultura (SI)	59,74	5,75
Solo exposto (SE)	48,64	4,68
Área urbana (AU)	36,11	3,47
Pastagem (PA)	485,23	46,70
Total	1.039,14	100,00

Na área de estudo predominam as pastagens, que ocupam 46,7%, seguidas pelas matas, com cerca de 33%. Os cultivos agrícolas, que abrange culturas temporárias e permanentes, correspondem a apenas 6%, seguido das áreas de silviculturas (5,75%) e solo exposto (4,68%). As áreas urbanas ocupam apenas 3,47% da área em estudo. O Quadro I permite associar o uso e ocupação das terras com os diferentes graus de suscetibilidade às inundações, enquanto a Figura 3 mostra espacialmente as áreas suscetíveis.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Quadro I: Relação entre a área das classes de uso e ocupação das terras no ano de 2018 e classes de suscetibilidade às inundações na Bacia Hidrográfica do Rio Camanducaia.

Uso das terras	Classes de Suscetibilidade às Inundações						Não Suscetível	
	Alta		Média		Baixa			
	km²	%	km²	%	km²	%	km²	%
Água	2,44	61,15	0,36	9,02	0,62	15,53	0,57	14,28
Área urbana	11,25	31,15	6,80	18,83	4,89	13,54	13,17	36,47
Cultivos agrícolas	13,52	21,68	9,62	15,42	6,80	10,9	32,41	51,98
Mata	60,44	17,61	38,53	11,23	26,64	7,76	217,48	63,39
Pastagem	64,73	13,34	66,04	13,61	38,81	7,99	315,65	65,05
Silvicultura	3,88	6,6	6,60	11,04	3,33	5,57	45,93	76,88
Solo exposto	8,08	16,61	9,94	20,43	5,39	11,08	25,23	51,87
Total	164,35	15,81	137,88	13,26	86,47	8,52	650,45	62,59

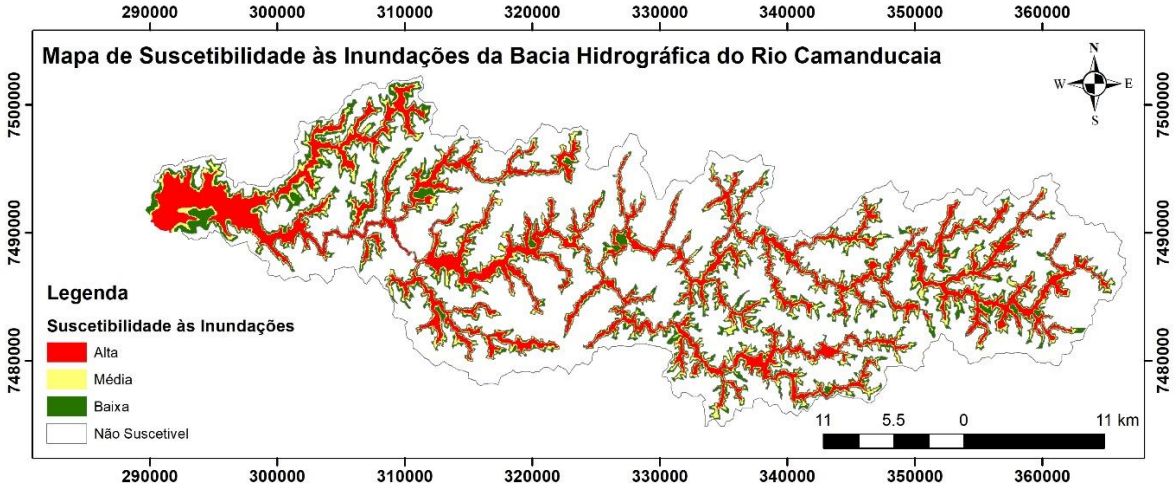


Figura 3 – Mapa de Suscetibilidade às Inundações da Bacia Hidrográfica do Rio Camanducaia (2018).

Dos dez municípios situados na bacia hidrográfica do rio Camanducaia, apenas Socorro e Pedra Bela não têm área urbana suscetível às inundações. Mas, considerando todas as áreas urbanas que estão dentro da bacia, apenas 36,47% estão em áreas em áreas não suscetíveis às inundações. No que se refere às áreas suscetíveis, 31,15% das áreas urbanas estão em alta suscetibilidade de inundação, o que pode gerar graves problemas, como perda de vidas e bens

ISBN: 978-85-7282-778-2

materiais, além das margens serem muitas vezes ocupadas por pessoas de baixa renda (AMARAL e RIBEIRO, 2012).

Além dos impactos nas áreas urbanas, as inundações podem afetar as atividades agropecuárias: 46,70% da área da bacia é composta por pastagens, que são destinadas à criação de gado, e valores próximos de 27% das pastagens se situam em alta ou média suscetibilidade de inundações. Grandes empresas de laticínios (Shefa e Danone) estão localizadas dentro da bacia estudada, e o efetivo bovino regional contribui para o fornecimento do leite. Com a ocorrência de inundações, estradas rurais podem ser afetadas, dificultando o escoamento do produto, causando prejuízos aos produtores.

Além disto, 6,0 e 4,68% da bacia, respectivamente, estão relacionados a cultivos agrícolas e solo exposto, que geralmente está sendo preparado para o cultivo. Os municípios da bacia hidrográfica sã produtores de café e frutas (IBGE, 2019). Quanto aos cultivos agrícolas, 37,1% estão localizados em locais de alta ou média suscetibilidade de inundações, enquanto nas áreas de solo exposto o valor é de 37,04. Além de dificultar o escoamento, as inundações afetam também na produção, já que a água passa a ocupar áreas agricultáveis.

4. Considerações finais

Considerando a escala de análise, o uso do sensor OLI possibilitou a distinção das diferentes classes de uso e ocupação das terras para a bacia hidrográfica do rio Camanducaia, e o modelo *HAND,* uma análise por graus de suscetibilidade às inundações. Os documentos cartográficos são fundamentais para os órgãos públicos e Defesa Civil na prevenção e mitigação dos efeitos decorrentes das inundações, tanto nas áreas urbanas como rurais das áreas em estudo. Os resultados mostram que as inundações na área em estudo causam danos, principalmente, na área urbana, onde a maior parte da população está concentrada em áreas suscetíveis. Além do mais, a presença de áreas de pastagens e cultivos agrícolas em áreas com alta e média suscetibilidade às inundações poderão impactar estas atividades econômicas, no caso de ocorrência de novos episódios.

ISBN: 978-85-7282-778-2

5. Agradecimentos

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), processo nº. 2018/09401-1 pelo auxílio à pesquisa.

6. Referencias Bibliográficas

ALVES, H. P. F. Vulnerabilidade socioambiental na metrópole paulistana: uma análise sociodemográfica das situações de sobreposição espacial de problemas e riscos sociais e ambientais. **Revista Brasileira de Estudos de População**,.v. 23, n.1, p. 43–59, 2006.

AMARAL, R.; RIBEIRO, R. R. Inundações e enchentes. *In.:* TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. (Orgs.). **Desastres naturais:** conhecer para prevenir – 2ª ed. São Paulo: Instituto Geológico, 2012.

ALVES, H. P. F.; TORRES, H. G. Vulnerabilidade socioambiental na cidade de São Paulo: uma análise de famílias e domicílios em situação de pobreza e risco ambiental. **São Paulo em Perspectiva**, v.20, n.1, p. 44–60, 2006

AMORIM, R. R. Um novo olhar na Geografia para os conceitos e aplicações de Geossistemas, Sistemas antrópicos e Sistemas ambientais. **Caminhos de Geografia**. v 13. n. 41, 80-101p. 2012.

FREITAS, M. I.; CUNHA, L. Modelagem de dados socioambientais visando estudos de vulnerabilidade: O caso de 17 concelhos do centro de Portugal. **Revista Geonorte**, Edição Especial. p. 816-829, 2012

CUTTER, S. L. Vulnerability to environmental hazards **Progress in Human Geography**, v. 20, n 4, p 529-539, 1996.

GARÓFALO, D. F. T.; MESSIAS, C. G.; LIESENBERG, V.; BOLFE, E. L.; FERREIRA, M. C. Análise comparativa de classificadores digitais em imagens do Landsat-8 aplicados ao mapeamento temático. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.50, n.7, p.593-604, 2015.

GIUDICE, S. L.; MENDES, J. A. R. Ações antrópicas e seus impactos nos cursos de água. TELLES, D. D. (org). **Ciclo ambiental da água: da chuva à gestão.** São Paulo: Edgar Blucher, 2013. p. 391-414.

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.

MESSIAS, C. G.; AYER, J. E. B. Classificação de imagens digitais LANDSAT 8 no software ENVI: material teórico-prático. *In:* PEREZ FILHO, A.; AMORIM, R. R.. (Org.). **Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento**. Campinas: UNICAMP, 2017.

TOBIN, G. A & MONTZ, B.E. **Natural hazards: explanation and integration**. New York: The Guilford Press, 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

MAPA DE OCORRÊNCIAS DE ESCORREGAMENTOS TRANSLACIONAIS RASOS NO MUNICÍPIO DE CAMARAGIBE (PE)

Edwilson Medeiros dos Santos [(a)], Tawana de Melo Pereira [(b)], Fabrizio de Luiz Rosito Listo [(c)]

[(a)] Programa de Pós-Graduação em Geografia, UFPE, edwilsonm.santos@gmail.com

[(b)] Programa de Pós-Graduação em Geografia, UFPE, tawanamelo95@gmail.com

[(c)] Programa de Pós-Graduação em Geografia, UFPE, fabrizio.listo@ufpe.br

Eixo: Riscos e Desastres Naturais

Resumo

Os processos de escorregamentos são um dos problemas mais frequentes nas áreas de risco de diversos municípios localizados nas Regiões Metropolitanas do Brasil. Assim, o objetivo deste artigo foi realizar o mapeamento de ocorrências de escorregamentos no município de Camaragibe (Região Metropolitana do Recife). Um segundo objetivo consistiu em relacionar tais ocorrências com os parâmetros morfológicos da área. Foram mapeadas 110 ocorrências de escorregamentos entre os anos de 2013 a 2017. Essas ocorrências foram registradas, majoritariamente, no período chuvoso, sendo que 52,7% dos escorregamentos ocorreram em encostas com declividade alta; 29,3% se concentraram na classe com menor valor de área de contribuição (0 m^2-10 m^2) e 51% ocorreram em encostas com formas côncavas. A utilização de geotecnologias é fundamental na implantação de ações estruturais e não-estruturais, como também na previsão de áreas de risco. Dessa forma, analisar um parâmetro isoladamente não é suficiente para investigar as causas dos escorregamentos.

Palavras-chave: camaragibe, escorregamentos, mapas de ocorrências, morfologia, geoprocessamento.

1. Introdução

A ocorrência de escorregamentos é um dos principais problemas que atingem as áreas consideradas de risco no Brasil, principalmente aquelas localizadas nos grandes centros urbanos. Caracterizados como movimentos rápidos, de curta duração, com plano de ruptura bem definidos, deslocando-se sob ação da gravidade, para baixo e para fora do talude ou da encosta (GUIDICINI e NIEBLE, 1984), os escorregamentos são um tipo de movimento de massa bastante comum em algumas regiões do Brasil. São deflagrados, geralmente, em períodos de intensa pluviometria. Segundo Guerra (2016), estes eventos podem ocorrer em diferentes paisagens, desde que haja um relevo capaz de gerar uma força gravitacional que possa transportar rocha e/ou solo e são considerados um dos processos responsáveis pela evolução de encostas, além de perdas sociais e econômicas (LOPES e ARRUDA JUNIOR, 2015).

Guidicini e Iwasa (1976) apontam que as chuvas são um dos agentes deflagradores de escorregamentos em ambientes tropicais úmidos, uma vez que diminuem a resistência do solo. Outros autores, tais como Augusto Filho (1992), Augusto Filho e Virgíli (1998), Fernandes e Amaral (1998) e Fernandes *et al.,* (2001) apontam que outros fatores condicionantes, tais como, geológicos, geomorfológicos, pedológicos, geotécnicos e tipo de vegetação, também devem ser considerados na ocorrência desses eventos. Além disso, muitos escorregamentos são também acelerados pela ocupação antrópica de áreas naturalmente mais suscetíveis, tais como encostas muito declivosas (SELBY, 1993; AUGUSTO FILHO; VIRGÍLI, 1998; FERNANDES; AMARAL, 1998; GUIMARÃES *et al.,* 2003).

Com o avanço de estudos voltados para movimentos de massa, foram desenvolvidas técnicas e metodologias que auxiliam na previsão de áreas com maior suscetibilidade e risco a estes processos. Parise (2001) aponta que esse tipo de mapeamento pode ser realizado de quatro maneiras: mapeamentos de atividade dos escorregamentos; mapeamentos de suscetibilidade; mapeamentos de vulnerabilidade ou de risco; e mapas de ocorrências ou de inventários.

Um mapa de ocorrências de escorregamentos representa a distribuição dos processos em uma determinada área, podendo ser representado por meio de pontos ou de polígonos, a depender da escala utilizada. Esse tipo de mapeamento serve de base para a elaboração de outros mapas, ao registrar processos pretéritos. Dessa forma, este tipo de mapeamento é de grande importância na identificação de áreas de risco, pois nos locais onde ocorreram movimentos de massa há a remobilização de depósitos antigos, tornando tais áreas mais instáveis (PARISE, 2001). Assim, o objetivo deste trabalho foi realizar o mapeamento de ocorrências de escorregamentos para o município de Camaragibe na Região Metropolitana do Recife. Este município é amplamente atingido por estes processos, principalmente nos períodos chuvosos. Um segundo objetivo consistiu em relacionar tais ocorrências com demais parâmetros morfológicos dos escorregamentos.

2. Materiais e métodos

2.1 Área de estudo

O município de Camaragibe (Figura 1) pertence à Região Metropolitana do Recife. Apresenta uma extensão territorial de 51,2 km² e uma população de 144.466 habitantes (IBGE, 2010). É, predominantemente, caracterizado por áreas com baixo planejamento urbano, devido ao excesso de ocupações com infraestrutura precária localizadas em áreas de risco.

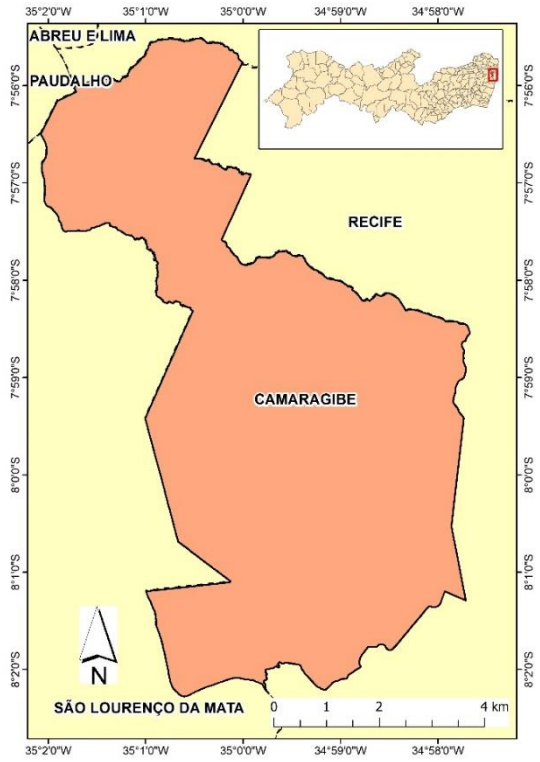


Figura 1 - Mapa de Localização do Município de Camaragibe/PE.

O município é formado por áreas de morros com a presença de rochas do embasamento cristalino recobertas por solos residuais e por tabuleiros costeiros dissecados formados por sedimentos miocênicos da Formação Barreiras e por depósitos colúvio-aluvionares (BANDEIRA, 2003).

O clima é tropical quente e úmido, cuja temperatura média anual é de 25°C e o acumulado de chuvas é de 1600 mm ao ano, aumentando a suscetibilidade de ocorrência de escorregamentos. É influenciado pelos sistemas sinóticos ZCITs (Zona de Convergência Intertropical), VCANs (Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis) e DOLs (Distúrbios Ondulatórios de Leste) ou simplesmente Ondas de Leste, responsáveis pelos altos índices pluviométricos da região (OLIVEIRA *et al.,* 2011).

2.1 Mapa de ocorrências e análise dos parâmetros morfológicos

Os dados básicos de ocorrências dos escorregamentos foram adquiridos gratuitamente junto a Prefeitura Municipal de Camaragibe, por meio da Defesa Civil. Inicialmente, foram selecionadas as notificações/ocorrências dos escorregamentos deflagrados no período de 2013 e 2017. Os registros selecionados foram organizados no formato de planilha eletrônica contendo a identificação da ocorrência, o endereço, o ano, o mês e o total pluviométrico do dia do evento.

Em seguida, foi realizada a espacialização de cada registro de ocorrência, por meio de pontos (vetores), com auxílio do *software Google Earth*. Posteriormente, os pontos foram exportados para um ambiente SIG (Sistemas de Informação Geográfica), por meio do *software ArcGIS*. Esta etapa ainda incluiu a elaboração de um banco de dados geográfico composto pelos dados de cada evento. Por fim, os arquivos vetoriais foram convertidos em arquivos matriciais com resolução de 2,5m.

A caracterização morfológica do município foi realizada com base nos mapas de Declividade, de Área de Contribuição e de Curvatura. A elaboração destes mapas foi realizada por meio do *software ArcGIS,* utilizando-se a ferramenta *Spatial Analyst Tools*, a partir de um Modelo Digital do Terreno (MDT) com resolução espacial de 2,5m obtido gratuitamente junto ao Serviço Geológico do Brasil (CPRM, 2014).

A relação entre as ocorrências de escorregamentos e os parâmetros morfológicos das encostas ocorreu a partir da razão entre o total de células das ocorrências de escorregamentos em cada classe e o número total de células do município (Concentração de Escorregamentos).

3. Resultados e discussões

Foram mapeadas 110 ocorrências de escorregamentos no período de 2013 e 2017 (Figura 2). O ano com maior registro de ocorrências foi 2016 com 40 registros (36,4%); seguido pelo ano de 2014 com 25 (22,7%); 2013 com 22 (20,0%), 2015 com 16 ocorrências (14,5%) e, por fim, 2017 com 07 registros (6,4%).

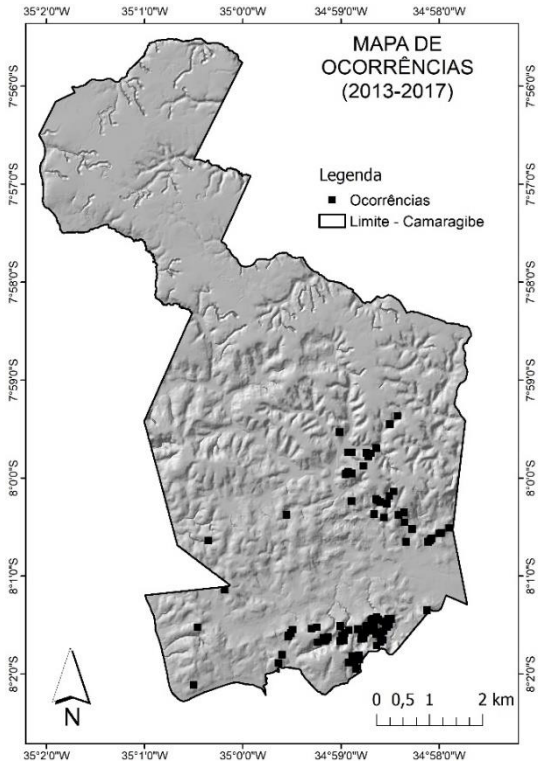


Figura 2 - Distribuição das ocorrências de escorregamentos

O ano de 2017 registrou o maior acumulado anual de chuvas com um total de 1669,6 mm (Figura 3). Em contradição, o ano de 2016, no qual ocorreu o maior número de escorregamentos, registrou o menor total pluviométrico.

As ocorrências ocorreram, predominantemente, no período chuvoso, entre os meses de abril e julho, com 96,4% de notificações. A predominância de ocorrências foi no mês de abril, com 43 registros (39,1%); seguido pelo mês de junho, com 28 registros (25,5%); julho com 21 registros (19,1%) e o maio com 14 ocorrências (12,7%). Muitos destes escorregamentos foram deflagrados em locais com carência ou inexistência de obras de infraestrutura, especialmente, nas áreas mais declivosas.

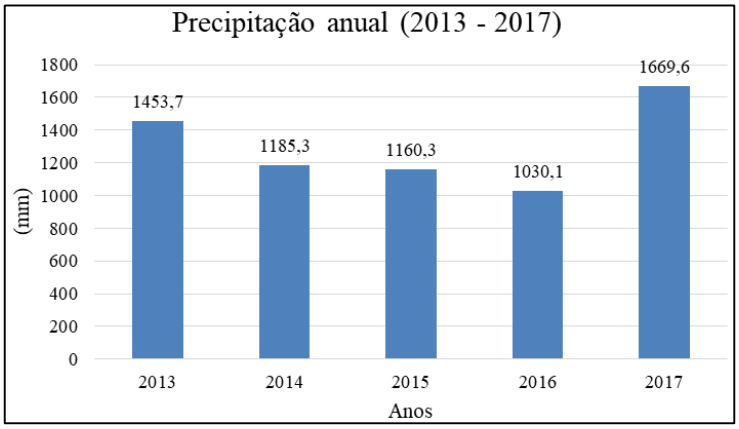


Figura 3 - Precipitação média anual - Camaragibe/PE

Fonte: INMET, 2018

De acordo com o mapa de declividade (Figura 4A), a maior parte do município é formado por áreas com declividade suave (0º-9,6º), compreendendo 63,4% do território e apenas 15,9% com declividades altas (>16,7º). Contudo, 52,7% das ocorrências de escorregamentos foram registradas nas áreas de alta declividade.

Já com relação a área de contribuição, a classe de menor valor (0 m^2-10 m^2) registrou 29,5% da CE, seguida pela classe 50 m^2-100 m^2 com 25,5% das ocorrências mapeadas (Figura 4B).

Em relação à curvatura das encostas, a forma retilínea foi predominante, com 46,2%, seguido pelas formas convexas com 32,3% e côncavas com 21,5%. Porém, quanto a CE, 51% se encontram na classe concava; seguido pela classe convexa, com 47,2% (Figura 4C). Estudos pretéritos já revelavam uma maior susceptibilidade em encostas com forma côncava devido à convergência de fluxos de água para estas áreas (MONTGOMERY; DIETRICH, 1994; FERNANDES *et al.*, 2001; SANTANA; XAVIER; LISTO, 2017).

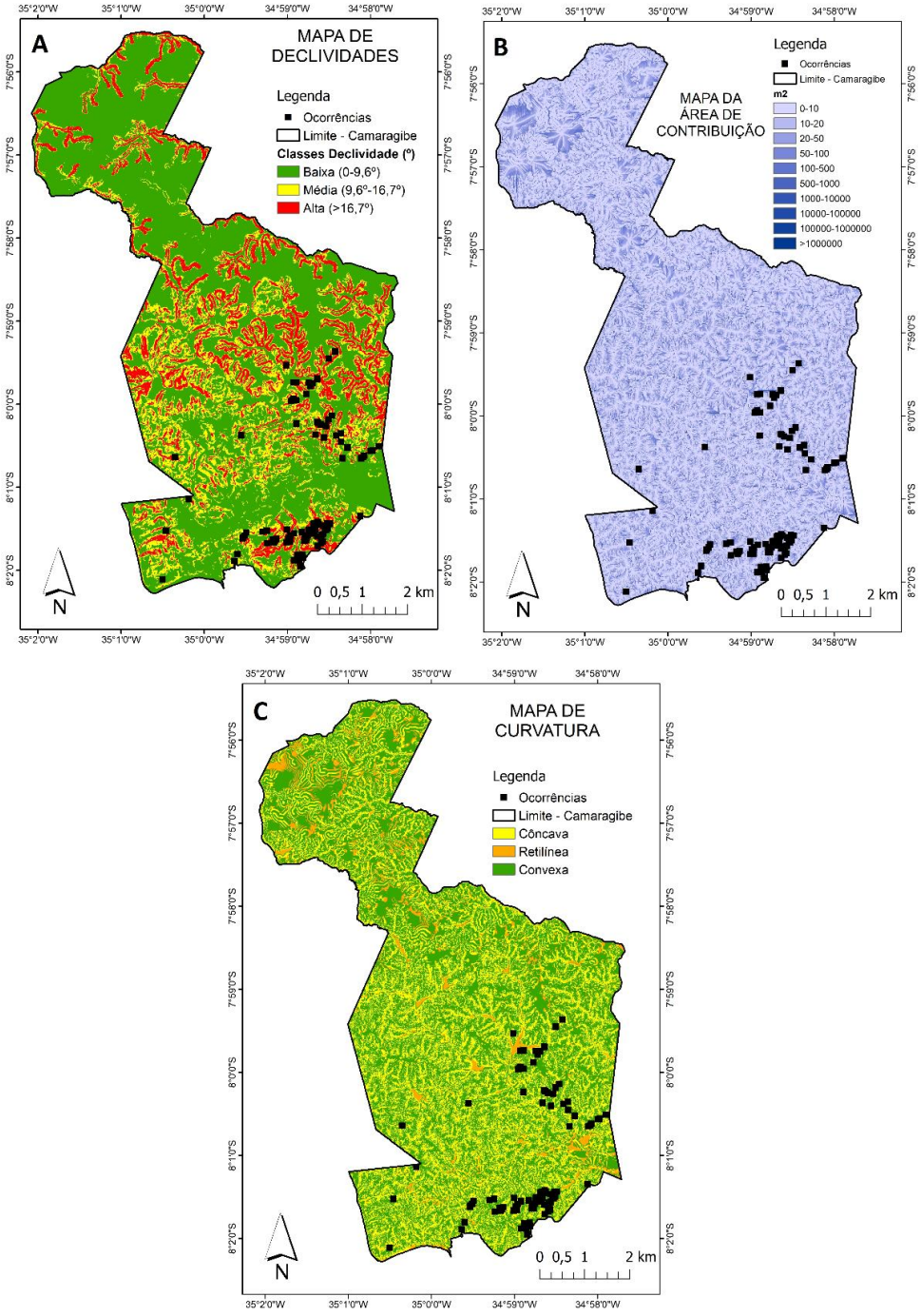


Figura 4 - Mapas dos parâmetros morfológicos (Declividade, Área de contribuição e Curvatura) com a sobreposição das ocorrências de escorregamentos.

4. Considerações finais

O município de Camaragibe apresenta um planejamento territorial ineficiente como principal característica da forma de sua ocupação ao longo do tempo. Esse fato contribuiu, significativamente, para formação de diversas áreas de risco relacionadas, principalmente, aos movimentos de massa. Dessa forma, ações não-estruturais, tais como padronização dos dados referentes as ocorrências, mapas de inventário e análise dos fatores condicionantes são essenciais para uma melhor compreensão destes processos.

A utilização de geotecnologias representa uma importante ferramenta para a realização de ações estruturais e não-estruturais para a minimização ou mitigação dos danos causados pelos escorregamentos por meio da previsão das áreas de risco.

A relação entre os escorregamentos e os parâmetros morfológicos demonstra que a análise de parâmetros isolados não é suficiente para a investigação dos fatores que levaram a ocorrências dos processos.

Como trabalho futuro sugere-se o levantamento dos parâmetros físicos do solo para investigação da suscetibilidade aos escorregamentos, no tocante aos parâmetros físicos do solo.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Referências Bibliográficas

AUGUSTO FILHO, O. **Caracterização geológico-geotécnica voltada à estabilização de encostas:** uma proposta metodológica. 1a Conferência Brasileira sobre estabilidade de encostas. Rio de Janeiro: [s.n.]. 1992. p. 721-733.

AUGUSTO FILHO, O.; VIRGÍLI, J. C. Estabilidade de taludes. In: OLIVEIRA, A. M. S.; BRITO, S. N. A. **Geologia de Engenharia**. São Paulo: ABGE-CNPq- FAPESP, 1998. p. 243-269.

BANDEIRA, A. P. N. **Mapeamento de risco de erosão e escorregamento das encostas com ocupações desordenadas no municipio de Camaragibe - PE**. Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco. Recife, p. 209. 2003.

CPRM. **Cartas de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações - Pernambuco**. Serviço Geológico do Brasil. Brasília. 2014.

FERNANDES, N. F.; GUIMARÃES, R. F.; GOMES, R. A.T.; VIEIRA, B. C.; MONTGOMERY, D. R.; GREENBERG, H. Condicionantes Geomorfológicos dos Deslizamentos nas Encostas: Avaliação de Metodologias e Aplicação de Modelo de Previsão de Áreas Susceptíveis. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 2, n. 1, p. 51-71, 2001.

FERNANDES, N. F.; AMARAL, C. P. Movimentos de massa: Uma abordagem geológico-geomorfológica. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia e meio ambiente**. 2a. ed. São Paulo: Bertrand, 1998. p. 123-194.

GUERRA, A. T. **Erosão dos solos e movimentos de massa:** abordagens geográficas. Curitiba: CRV , 2016.

GUIDICINI, G.; IWASA, O. Y. **Ensaio de correlação entre pluviosidade e escorregamentos em meio tropical úmido**. IPT. São Paulo, p. 48. 1976.

GUIDICINI, G.; NIEBLE, C. M. **Estabilidade de taludes naturais e de escavação**. 2a. ed. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1984.

GUIMARÃES, R. F.; FERNANDES, N. F.; GOMES, R. A. T.; CARVALHO JÚNIOR, O. A. Fundamentação teórica do modelo matemático para previsão de escorregamentos rasos Shallow Stability. **Espaço & Geografia**, Brasilia, v. 6, n. 2, p. 133-150, 2003.

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

LOPES, E. S. S.; ARRUDA JUNIOR, E. R. Sensoriamento Remoto para deslizamentos. In: SAUSEN, T. M.; LACRUZ, S. P. **Sensoriamento Remoto para desastres**. São Paulo: Oficina de textos, 2015. Cap. 8, p. 213-248.

MONTGOMERY, D. R.; DIETRICH, W. E. A physically based model for the topographic control on shallow landsliding. **Water Resources Research**, v. 30, p. 1153-1171, 1994.

OLIVEIRA, G. C. S.; SILVA JUNIOR, J.P.; NÓBREGA, R.S; GIRÃO, O. Uma abordagem da Geografia do Clima sobre os eventos extremos de precipitação em Recife-PE. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 02, p. 238-251, 2011.

PARISE, M. Landslide Mapping Techniques and Their Use in the Assessment of the Landslide Hazard. **Phys. Chem. Earth**, v. 26, n. 9, p. 697-703, 2001.

SANTANA, J. K. R.; XAVIER, J. P. S.; LISTO, F. L. R. Parâmetros topográficos e a distribuição espacial dos escorregamentos no bairro de Nova Descoberta, Região Metropolitana do Recife (PE). In: PEREZ FILHO, A.; AMORIM, R. R. **Os desafios da Geografia Física na fronteira do conhecimento**. Campinas: UNICAMP, v. 1, 2017. p. 4207-4212.

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 SUSCEPTIBILIDADE À EROSÃO NA BACIA SEDIMENTAR NEOPROTEROZÓICA DE UNA-UTINGA, BAHIA

Matheus Tomim Tartari [(a)], Carlos Gleidson Campos da Purificação[(b)], José Rafael Santos de Jesus[(c)], Danilo Heitor Caires Tinoco Bisneto Melo[(d)]

[(a)] Instituto de Geociências/Faculdade de Geologia, UFBA, matheusttartari@gmail.com

[(b)] Instituto de Geociências/Pós-Graduação em Geologia, UFBA, carlos_purificacao@hotmail.com

[(c)] Coordenação de Desenvolvimento Agrário (CDA), raphael._15@hotmail.com

[(d)] Instituto de Geociências, UFBA, danilohmelo@gmail.com

Eixo: RISCOS E DESASTRES NATURAIS

Resumo

Processos erosivos causam diversos prejuízos socioeconômicos, tanto na zona urbana quanto na zona rural. Estes processos dependem das condições locais, como a geologia, o relevo, os tipos de solos, a cobertura vegetal e o clima. Neste contexto, este trabalho visa mapear a susceptibilidade à erosão na bacia sedimentar neoproterozóica de Una-Utinga, através de álgebra de mapas em um SIG, tomando como base a metodologia de Zoneamento Ecológico Econômico, elaborada por Crepani et al. (2001), que analisa a susceptibilidade à erosão de forma quantitativa. Os resultados apresentaram um cenário relativamente estável para a área de estudo, em que 86,7% da área se encontra sob valores baixos de susceptibilidade à erosão. Os fatores que melhor contribuíram para tal estabilidade foram: i) a baixa declividade, evidenciada por relevos planos, ii) a predominância de solos antigos e profundos, como latossolos, e iii) a baixa intensidade pluviométrica, evidenciada pelas precipitações pouco significativas.

Palavras chave: Algebra de mapas; Susceptibilidade à erosão; geomorfologia cárstica; Bacia sedimentar neoproterozóca.

1. Introdução

Atualmente, deslizamentos de terra no Brasil são frequentes e causam grandes prejuízos socioeconômicos, sendo a previsão de onde irão ocorrer essencial para o ordenamento territorial. Segundo Canavesi et.al. (2013), dentro do entendimento destes deslizamentos, envolvem-se três fatores principais: i) o clima, sob a forma de precipitação, como o agente que propicia a ocorrência destes desastres; ii) o meio físico, que representa todos os fatores presentes no meio ambiente que podem interferir na susceptibilidade do deslizamento ocorrer; iii) as características socioeconômicas, que relacionam a real ocorrência do evento com a gravidade dos impactos que ele pode causar na sociedade.

Segundo Crepani et.al. (2001), os principais fatores referentes ao meio físico, que podem interferir na susceptibilidade à ocorrência de perda de solo são: geologia, geomorfologia, pedologia, a cobertura vegetal e a intensidade pluviométrica.

A região da bacia sedimentar neoproterozóica de Una-Utinga, localizada na porção central do Estado da Bahia, é uma região intensamente ocupada pela agropecuária. Por conta disso, boa parte da cobertura vegetal existente foi retirada, deixando o solo exposto, propiciando deslizamentos de terra, que podem prejudicar as colheitas, afetando negativamente na economia da região. O mapeamento da susceptibilidade à erosão, neste contexto, atua como um instrumento essencial para a ordenação territorial.

Além disso, o mapeamento da susceptibilidade à erosão se faz presente em qualquer implantação de planos, obras e atividades públicas e privadas no país, atuando como um subsídio ao Zoneamento Ecológico Econômico, disposto no decreto n° 4.297/2002

(BRASIL, 2002), um inciso na Lei da Política Nacional do Meio Ambiente, n° 6.938/1981 (BRASIL, 1981a).

Sendo assim, o objetivo principal deste trabalho é mapear a susceptibilidade à erosão na bacia sedimentar neoproterozóica de Una-Utinga, utilizando a metodologia proposta por Crepani et.al. (2001).

1.2. Área de Estudo

O estudo de caso foi realizado na bacia sedimentar neoproterozóica de Una-Utinga, localizada na porção centro-leste do Estado da Bahia. Esta bacia sedimentar neoproterozóica de morfologia cárstica do tipo carste coberto possui uma área de 3677 km², apresentando uma geologia que infere alta susceptibilidade à erosão, segundo Crepani *et al.* (2001), sendo predominantemente sedimentar e carbonática (CPRM, 2003). A maior parte da área de estudo se situa sob baixas declividades, em que predominam os latosssolos, pouco susceptíveis à erosão (BRASIL, 1981b, 1983; CREPANI *et al.*, 2001). A área de estudo se insere no polígono das secas e contempla a zona climática Tropical Brasil Central, com climas que, na maior parte da área de estudo, variam de semi-árido (6 meses secos) a semi-úmido (4 a 5 meses secos) (IBGE, 2002). Associado à geologia predominantemente carbonática, os solos da região apresentam alta fertilidade, de modo que a atividade antrópica de maior ocorrência na região é a agricultura/pecuária, que promove exposição do solo, aumentando a susceptibilidade à erosão. A rara vegetação remanescente, na maior parte, é classificada como Floresta Estacional Decidual e o bioma presente na região é a caatinga.

2. Materiais e Métodos

O presente trabalho foi baseado na metodologia apresentada por Crepani et al. (2001). Para tanto, Crepani et al. (2001) estabelece 5 fatores que atuam sobre a susceptibilidade

à erosão, sendo eles a geologia, geomorfologia, tipos de solos, cobertura vegetal e a intensidade pluviométrica. A análise da susceptibilidade à erosão é quantitativa, sendo realizada pela média artimética entre os 5 fatores através de álgebra de mapas em ambiente SIG, sendo a geomorfologia adaptada, neste trabalho, para a declividade, pois, segundo Villela e Matos (1975), é ela quem determina a velocidade do escoamento superficial, principal fator responsável pelos processos erosivos.

Cada um dos 5 fatores foi espacializado em forma de mapas. Os dados de geologia foram obtidos do "Mapa Geológico do Estado da Bahia", elaborado pela CPRM em 2003, na escala de 1:1.000.000. A declividade foi obtida da derivação, através do software ArcGis 10.1®, de cenas das imagens SRTM 1 *arc-second* (30 metros de resolução espacial), obtidas junto ao sítio virtual da USGS. Para o tema solos (pedologia) foi utilizada a base cartográfica das folhas SC24 e SD24 do Projeto RADAMBRASIL, em escala 1:1.000.000, elaboradas respectivamente em 1983 e 1981. O tema cobertura vegetal foi obtido através do processamento digital de imagens. Neste sentido, utilizou-se imagens datadas de setembro de 2011, do satélite *RapidEye*, com resolução espacial de 5m, para a realização de uma classificação supervisionada pelo método de Máxima Verossimilhança, no software Spring, gerando um mapa de cobertura vegetal e uso e ocupação do solo na escala 1:100.000. Por último, o tema clima (intensidade pluviométrica) foi obtido através de dados de estações automáticas, disponibilizadas no sítio virtual da Agência Nacional das Águas (ANA). As lacunas de dados foram preenchidas por uma série de processamentos, e então foi gerado o diagrama ombrotérmico utilizando, para a precipitação, a série histórica de 2005 a 2014, e para a temperatura, a série de 1995 a 2016, adquirida pelo INMET. O diagrama revelou, para a região, um período chuvoso de 5 meses. O fator intensidade pluviométrica foi calculado através da divisão entre as precipitações médias anuais (mm) pela duração do período chuvoso (5 meses), e então espacializado para toda a área de estudo através de interpolação pelo método IDW, no software ArcGis 10.1.

Com todos os mapas de cada um dos fatores finalizados, eles foram então associados a valores de susceptibilidade à erosão descritos em tabelas no trabalho de Crepani *et al.* (2001), e então submetidos à algebra de mapas. Os valores de susceptibilidade à erosão foram classificados em 5 classes (graus de susceptibilidade), conforme mostra a tabela 1.

Tabela 1 – Classificação da susceptibilidade à erosão

Grau de susceptibilidade	Faixa de valores
Estável	**1,0 – 1,3**
Moderadamente Estável	**1,4 – 1,7**
Medianamente Estável/Susceptível	**1,8 – 2,2**
Moderadamente Susceptível	**2,3 – 2,6**
Susceptível	**2,7 – 3,0**

Fonte: Adaptado de Crepani *et al.* (2001)

3. Resultados e Discussões

Os resultados são divididos em 5 fatores, sob a forma de mapas, assim como o mapa final de susceptibilidade à erosão. Todos se encontram compilados na figura 1.

Com relação ao fator geologia, 96% da área de estudo apresenta formações geológicas sedimentares principalmente carbonáticas e, secundariamente, siliciclásticas, sendo litologias que possuem um alto valor de susceptibilidade (entre 2,6 e 3,0), por conta de sua baixa coesão. Deste modo, o mapa de susceptibilidade à erosão pelo fator geologia apresenta, de forma geral, uma alta susceptibilidade, em que 82,59% da área se encontra sob o grau **susceptível**.

Para o fator declividade, observa-se que a maior parte da área de estudo (80%) se encontra sob uma condição **estável** de susceptibilidade à erosão. Isto se deve ao fato de

a região possuir um relevo com características planas, em que predomina uma declividade abaixo de 6°.

O fator pedologia está relacionado diretamente com o grau de maturidade do solo, de modo que solos mais maturos são mais estáveis. O fator pedologia demonstra, para a área de estudo, uma condição **estável** (62% de ocorrência) e, secundariamente, **moderadamente estável** (24% da área de estudo). Esta baixa susceptibilidade se deve à elevada ocorrência de Latossolos, que ocupam cerca de 86% da área de estudo, em associações com outros solos.

De acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2018), os Latossolos são solos muito antigos, e por conta disso, são bastante profundos, o que faz com que recebam o valor de 1,0 na escala de susceptibilidade (CREPANI et al., 2001). Já no outro extremo, os solos de maior susceptibilidade à erosão presentes na área de estudo são os Neossolos, com valor 3,0 e os Cambissolos, com valor 2,5. Os Neossolos são raros, ocupando cerca de 2,8% da área de estudo e caracterizando áreas susceptíveis, tendo em vista apenas o fator pedologia. Já os Cambissolos se apresentam mais frequentes, com aproximadamente 10% da área de estudo, caracterizando áreas moderadamente susceptíveis.

No que se refere ao fator cobertura vegetal, a susceptibilidade à erosão é inversamente proporcional ao grau de cobertura vegetal da região. A área de estudo é foco de uma elevada antropização, de modo que 75% da área é constituída de agricultura/pecuária. Além disso, a área de estudo se encontra sob o bioma caatinga, de modo que as formações vegetais da área de estudo não envolvem uma grande quantidade de biomassa, o que proporciona uma baixa densidade de vegetação, que, por sua vez, contribui para o aumento da susceptibilidade à erosão.

Tais condições proporcionam uma elevada susceptibilidade à erosão, em que 75% da área de estudo se encontra sob o grau **susceptível**, e quase todo o restante da área, aproximadamente 18%, se encontra sob o grau intermediário (**medianamente estável/susceptível**). Os pequenos fragmentos de floresta estacional semidecidual (3% da área de estudo), tanto no extremo leste quanto no extremo norte da área de estudo, são as únicas coberturas vegetais que proporcionam uma maior estabilidade ao solo na região.

Por último, o fator intensidade pluviométrica indica a torrencialidade das chuvas, com a justificativa de que precipitações anuais que se despejam torrencialmente durante um curto período do ano possuem poder erosivo maior que pluviosidades anuais que se despejam de modo regular por um maior período do ano. Assim, o fator intensidade pluviométrica é diretamente proporcional à susceptibilidade à erosão. A área de estudo possui um caráter **estável** a **moderadamente estável** com relação à susceptibilidade à erosão pelo fator intensidade pluviométrica, pois embora apresente um período chuvoso não muito alongado, as precipitações na região são escassas, o que contribuiu para baixos valores de intensidade pluviométrica (entre 81 a 202mm/mês), e, portanto, favorecendo condições relativamente estáveis de susceptibilidade à erosão.

O mapa de susceptibilidade à erosão da bacia sedimentar neoproterozóica de Una-Utinga (Figura 1) resultou, em sua maior parte, em valores medianos em que a maioria da região (82,33%) foi classificada como **medianamente estável/susceptível** e, praticamente todo o restante (15,88%) foi classificado como **moderadamente estável** (Tabela 2). O grau mais alto de susceptibilidade obtido foi o "moderadamente susceptível", com aproximadamente 1,3% da área de estudo. Observa-se que o maior grau de susceptibilidade definido por Crepani *et al*. (2001), isto é, o grau denominado "susceptível", não foi obtido na região de estudo. Já o menor grau, denominado "estável" apresentou-se na área de estudo com 0,43% de ocorrência.

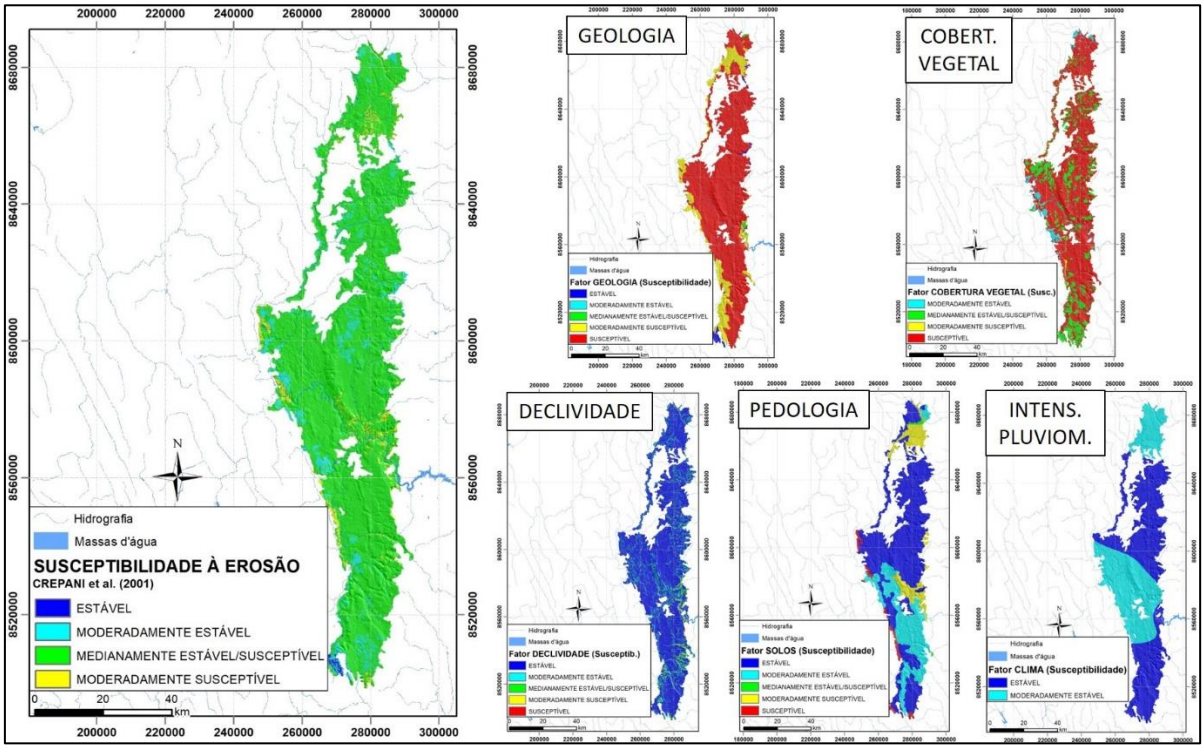


Figura 1 – Susceptibilidade à Erosão da bacia sedimentar neoproterozóica de Una-Utinga.

Tabela 2 – Graus de susceptibilidade à erosão e ocorrência na área de estudo.

Grau de Susceptibilidade	Susceptibilidade (Crepani *et al.* 2001)	Área (km²)	Área (%)
Estável	**1,2**	0,45	0,01
	1,3	15,31	0,42
Moderadamente Estável	**1,4**	11,47	0,31
	1,5	16,92	0,46
	1,6	77,75	2,15
	1,7	468,68	12,96
Medianamente Estável/Susceptível	**1,8**	948,63	26,23
	1,9	928,24	25,67
	2,0	668,31	18,48
	2,1	248,53	6,87
	2,2	183,78	5,08
Moderadamente Susceptível	**2,3**	39,70	1,09
	2,4	6,52	0,18
	2,5	1,40	0,03
	2,6	0,08	0,002

4. Conclusões

Analisando os resultados obtidos, observa-se que a grande maioria da área de estudo (86,7%) obteve valores entre 1,0 e 2,0 na escala de susceptibilidade à erosão de Crepani et al. (2001), que varia entre 1,0 e 3,0. Deste modo, é possível dizer que a bacia sedimentar neoproterozóica de Una-Utinga se encontra em uma situação não preocupante quanto a deslizamentos de terra e demais processos erosivos.

Observando as contribuições à susceptibilidade à erosão por cada um dos 5 fatores, entende-se que os fatores geologia e cobertura vegetal contribuíram para um aumento da susceptibilidade à erosão, através, respectivamente da litologia predominantemente carbonática e da intensa atividade agropecuária. Já os fatores declividade, solos e clima contribuíram para uma menor susceptibilidade, por conta de, respectivamente, relevo predominantemente plano, solos antigos e profundos, como latossolos, e precipitações pouco intensas. Desta forma, ao se realizar a média simples entre cada um dos fatores (sem pesos diferentes), é normal se esperar que o resultado final tenha um caráter mais estável do que susceptível.

5. Referências Bibliográficas

BRASIL. **Lei no 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. 1981a. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm. Acesso em: 5 de outubro 2018

BRASIL. **Decreto n. 4.297, de 10 de julho de 2002.** Regulamenta o art. 9º, 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. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4297.htm>. Acesso em: 5 de outubro 2018.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. Projeto Radambrasil. **Folha**

SC. 24/25 Aracaju/Recife. Rio de Janeiro, 1983. v. 30 856 p. (Levantamento de Recursos Naturais, 30).

BRASIL. Ministerio das Minas e Energia. Secretaria Geral. Projeto Radambrasil. **Folha SD.24 Salvador**. Rio de Janeiro, 1981b. v.24 624p. (Levantamento de Recursos Naturais, 24).

CANAVESI, V.; CAMARINHA, P. I. V.; ALGARVE, V. R.; CARNEIRO, R. L. C.; ALVALÁ, R. C. S. Análise da susceptibilidade a deslizamentos de terra: estudo de caso de Paraibuna, SP. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, XVI, Foz do Iguaçu, PR. 2013. **Anais** XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR Disponível em: http://marte2.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/marte2/2013/05.28.23.19.33/doc/p0341.pdf. Acesso em: 10 de novembro de 2018.

CPRM (SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL) – Geobank. **Mapa Geológico do Estado da Bahia.** Escala 1:1.000.000. Brasília. 2003. Disponível em: http://geobank.cprm.gov.br/pls/publico/geobank.download.downloadVetoriais?p_webmap=N&p_usuario=1. Acesso em: 20 set. 2016

CREPANI, E.; MEDEIROS, J.S.; FILHO, P.H.; FLORENZANO, T.G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C.C.F. (2001). **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico econômico e ao ordenamento territorial.** Instituto de Pesquisas Espaciais – INPE. São José dos Campos - SP. 103p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos** – 5. ed., rev. e ampl. − Brasília, DF : Embrapa, 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Mapa de clima do Brasil.** Rio de Janeiro: IBGE, 2002. 1 mapa. Escala 1:5 000 000. Disponível em: https://mapas.ibge.gov.br/tematicos.html. Acesso em: abr. 2016.

VILLELA, S. M.; MATOS. **Hidrografia 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

MAPEAMENTO DAS ÁREAS SUSCETÍVEIS A EROSÃO E MOVIMENTOS DE MASSA NA BACIA DO RIACHO ÁGUAS DO FERRO, MACEIÓ – AL

Monique Lira da Silva [(a)], Thiago Cavalcante Lins Silva[b)]

[(a)] IGDEMA/ Universidade Federal de Alagoas, monikelyra@hotmail.com

[(b)] IGDEMA/ Universidade Federal de Alagoas, thiago0_lins@hotmail.com.

Eixo: Riscos e desastres naturais

Resumo

A crescente urbanização tem ocasionados desastres naturais, sobretudo relacionados processos superficiais especialmente os movimentos de massa e erosão. A compreensão dos processos superficiais da paisagem vem se tornando indispensável para a compreensão a manutenção e planejamento de usos das terras, devido a crescente urbanização vivida nas últimas décadas. Baseado nisso este trabalho buscou discutir e mapear as áreas com suscetibilidade a erosão e movimento de massa na bacia do Riacho Águas do Ferro. Para isso utilizou-se técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto. Nisso foi possível identificar áreas desde altas até baixa suscetibilidade, onde predominaram na bacia porções com média suscetibilidade. Nisso este trabalho buscou contribuir com tomadas de decisões voltadas ao planejamento urbano e ambiental no município de Maceió.

Palavras chave: Planejamento Urbano; Geomorfologia; Processos Superficiais

1. Introdução

O processo de urbanização no território brasileiro intensificou-se após a metade do século XX em decorrência do crescimento econômico em função da industrialização, tendo como consequências modificações na organização espacial urbana, transformando a cidade no centro das atividades econômicas, consequentemente atraindo uma grande parcela da população que buscavam trabalhos e melhores condições de vida, havendo um aumento expressivo da população urbana, surgindo com isso problemas associados do aumento de

demanda por áreas para moradia, resultando em diversas ocupações irregulares em áreas com morfodinâmica instável, a exemplo das encostas e planícies fluviais.

As encostas e planícies fluviais são de acordo com (GUERRA, 2011) são bastante sensíveis a variações enérgicas, variando entre as propagações e repercussões dos Inputs de energia, resultando em remodelagens constantes de suas morfologias, estes processos de remodelamento intensificam-se e tornam-se mais recorrentes quando encontram-se sob influência de sistemas climáticos mais úmidos, resultando em ocasionais momentos de estresse dos sistemas morfológicos. O movimento de massa é processo de desequilíbrio de um sistema morfológico de encosta, porém é um processo natural, resultando em movimentos gravitacionais, onde o material se desloca da parte mais alta para a mais baixa do terreno, quando ocorrendo em áreas urbanas torna-se um risco geomorfológico (GIRÃO E CORRÊA, 2004). Pensando nisso, compreendendo a Geografia física e a Geomorfologia como fermentas necessárias para uma melhor utilização das terras. Portanto este trabalho tem como objetivo verificar a suscetibilidade a erosão e movimentos de massa na Bacia do Riacho Águas do Ferro, que se encontra no bairro de Cruz das Almas, na cidade de Maceió, capital de Alagoas, além de auxiliar as autoridades em um melhor planejamento.

2. Materiais e Métodos

O conjunto metodológico adotado por este trabalho seguiu etapas semelhantes a propostas de Vital et al, (2016), ao realizar uma análise integrada da paisagem por meio da sobreposição de integrantes morfopedológicos e antrópicos, tendo como objetivo a espacialização e delimitação de compartimentos homogêneos potencialmente suscetíveis à ocorrência de erosão e movimentos de massa. Neste trabalho utilizou-se para a definição das áreas suscetíveis à ocorrência de erosão e movimentos de massa na Bacia do Riacho Águas do Ferro, os seguintes produtos cartográficos: mapa de declividade, mapa de cobertura das terras, mapa pedológico e mapa de orientação das vertentes. Os produtos passaram pelo processo de álgebra de mapas, onde foi possível identificar zonas com baixa, média e alta suscetibilidade. Na álgebra de mapas, na correlação entre os produtos, foram utilizados os pesos, de acordo

ISBN: 978-85-7282-778-2

com sua representatividade na análise da suscetibilidade a erosão, esses pesos estão apresentados na tabela I. Foram atribuídos aos produtos pesos individuais a cada uma das classes dos mapas, considerando sua influência nos processos morfológicos analisados por este estudo, os pesos estão descritos na tabela II.

Tabela I - Pesos dos produtos no processo de álgebra. Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

CLASSES	PESOS
DECLIVIDADE	0,35
COBERTURA DA TERRA	0,30
SOLOS	0,20
ORIENTAÇÃO DAS VERTENTES	0,15

Tabela II – Pesos individuais por classes de mapas. Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

PESO	DECLIVIDADE	COBERTURA DA TERRA	SOLOS	ORIENTAÇÃO DAS VERTENTES
1	0 até 8%	Vegetação secundária	-	Plano SW, W, NW
2	8 até 20%	Solo exposto	Neossolo Quartzarênico	N, S
3	20 até >45%	Urbanização	Latossolo Amarelo e Argissolo	SE, E, NE

3. Resultados e Discussões

Após o cruzamento das informações, ficou evidente a influência da declividade e das formas de uso da terra no processo erosivo e de movimento de massa na área estudada, pois o crescimento urbano na bacia não respeitou as leis ambientais e nem o Plano Diretor do município de Maceió, ocorrendo a retirada de vegetação secundária e exposição dos solos, que favoreceu o desequilíbrio ambiental. Na Bacia do Riacho Águas de Ferro foi encontrada desde classes com baixa até alta suscetibilidade a erosão e movimento de massa, apresentando variadas combinações entre os fatores, como pode ser observado na figura 01.

Analisando o mapa de suscetibilidade a erosão e movimento de massa da Bacia do Riacho Águas de Ferro (Fig.02) pode-se observar que há uma maior concentração de áreas de suscetíveis a erosão e movimento de massa no alto e médio curso do riacho, concentrados na encostas e planícies fluviais, provenientes de massivo adensamento urbano em áreas com

declives acima de 45%, estruturadas em solo argiloso, proveniente de material culuvial, resultando em alta suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massas. As áreas com baixa suscetibilidade estão localizadas com maior presença no baixo curso fluvial e em porções tabulares, ambos associados a declividades suavemente onduladas estruturada em Latossolo Amarelo ou Neossolo, que conjugados a modelados com orientações planas resultaram em baixa suscetibilidade, equivalente a 1,02 Km² da bacia (30% da área). As porções com suscetibilidade média da bacia, apresentando aproximadamente 1,1 Km² ao longo da bacia (40%, maior classe), relacionados sobretudo a presença de aglomerações urbanas em baixas declividades hora em Argissolo, hora em Latossolo, resultando em classificações intermediárias de susceptibilidade.

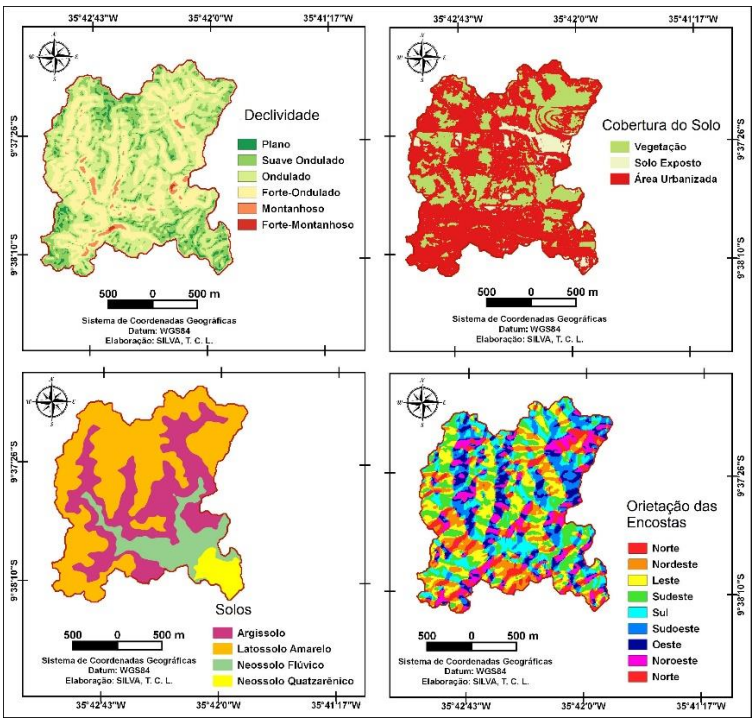


Figura 01 – Produtos cartográficos

As áreas identificadas com suscetibilidade alta concentram-se ao longo de toda bacia, com aproximadamente 1,07 Km², desenvolvidos tanto em encostas e planícies fluviais, estruturados em contato pedológico entre Latossolo e Argissolo, acompanhando declividades

acima de 45% graus com coberturas urbanizadas ou com solo exposto, resultando assim na classificação como área com alta suscetibilidade.

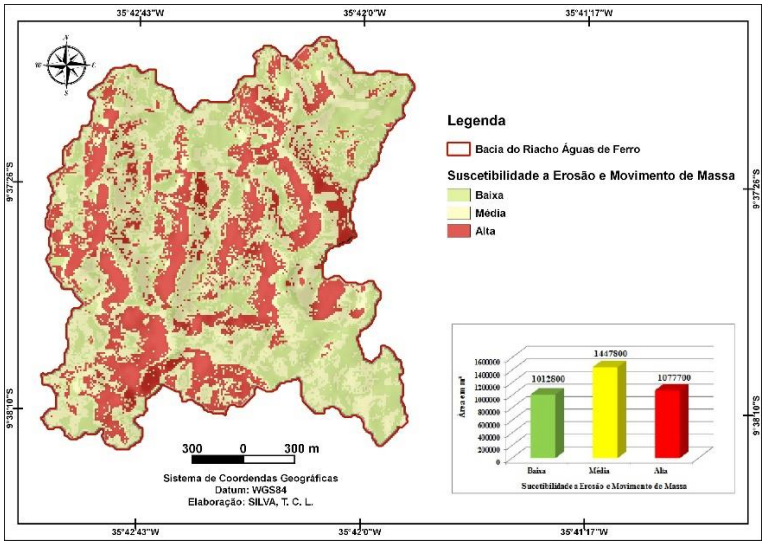


Figura 02 – Mapa de Susceptibilidade a Erosão e Movimento de Massa na Bacia do Riacho Águas do Ferro.

De modo geral as áreas com suscetibilidade média e alta acompanham o processo de urbanização de Bacia do Riacho em suas demais porções, derivados, sobretudo, da falta ou ineficiência de políticas públicas de regulação, fiscalização, planejamento e estruturação territorial e ambiental. A Resolução e/ou mitigação dos mesmos passa pela necessidade de um planejamento eficiente na organização espacial ao longo da bacia.

4. Considerações Finais

O presente estudo representa uma primeira abordagem acerca dos processos superficiais na bacia do Riacho Águas do Ferro, Maceió. De forma preliminar foi possível analisar as consequências da ausência de um planejamento urbano que possibilitou o surgimento de riscos geomorfológicos, onde a sociedade perde a qualidade de vida e o meia natural sofre degradação. Neste sentido este trabalho busca contribuir com estratégias de planejamento e gestão no município.

ISBN: 978-85-7282-778-2

5. Referências bibliográficas

CORRÊA, B. C. A. & GIRÃO, O. A contribuição da geomorfologia para o planejamento da ocupação de novas áreas. Revista de Geografia UFPE, v.21, n 2, 2004.

GUERRA, A. Geomorfologia Urbana. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

VITAL, S. R. O.; FERREIRA, B.; SANTOS, C. L. ; NUNES, F. C. ; SILVEIRA, T. A. Base cartográfica digital como instrumento para a identificação de áreas suscetíveis à erosão e movimentos de massa em João Pessoa (PB), Brasil. Revista Geográfica de América Central, v. 57, p. 261-287, 2016.

MAPEAMENTO DAS ÁREAS SUSCETÍVEIS ÀS INUNDAÇÕES NO BAIXO CURSO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MURIAÉ (RJ)

Talita de Oliveira Bracher Prates [(a)], Raul Reis Amorim [(b)], Gustavo Henrique Naves Givisiez [(c)]

[(a)] Instituto de Geociências/Departamento de Geografia, UNICAMP, (talitaprates@ige.unicamp.br)
[(b)] Instituto de Geociências/Departamento de Geografia, UNICAMP, (raulreis@unicamp.br)
[(c)] Institudo de Ciências da Sociedade e Desenvolvimento Regional/ Departamento de Geografia, UFF, (gh_naves@id.uff.br)

Eixo: Riscos e desastres naturais

Resumo/

O baixo curso da bacia hidrográfica do rio Muriaé apresentou nos últimos anos vários eventos de inundações com registros de prejuízos econômicos e sociais, especialmente na saúde da população. Como em outros eventos com fortes determinantes sociais, a literatura recente indica que as áreas mais afetadas são habitadas pelos segmentos populacionais de baixa renda e carente de infraestrutura básica. Neste sentido, o objetivo deste artigo é mapear áreas suscetíveis a inundações no baixo curso do rio Muriaé (RJ) e levantar o perfil socioeconômico da população residente com base nos dados do Censo Demográfico Brasileiro de 2010 desenvolvido pelo IBGE. Com isso, o presente trabalho traz uma importante contribuição metodológica às discussões já existentes no que tange a análise de risco em escala intraurbana, ao realizar a integração de dados sociodemográficos com cartografias ambientais.

Palavras chave: Suscetibilidade, Inundação, HAND, Perfil Socioeconomico.

1. Introdução

Nossa sociedade está, constantemente, exposta ao perigo da ocorrência de desastres ambientais. A crescente urbanização do espaço, o uso indiscriminado dos recursos naturais, somado a insuficiência e ineficácia das políticas para o gerenciamento de riscos, causa o aumento da frequência, da intensidade e do número de vítimas dos desastres naturais.

A identificação e o mapeamento das áreas de risco, o estudo de processos como migração, urbanização ou mesmo, a busca por um entendimento holístico sobre a relação homem e natureza são passos importantes na construção de projetos e pesquisas que visam diminuir os impactos negativos atrelados aos desastres naturais.

Segundo Botelho (2011), as inundações ou enchentes são, atualmente, um dos maiores problemas enfrentados pelas cidades brasileiras. Este tipo de desastre tem causado grandes prejuízos financeiros e perdas de vidas humanas, seja por efeitos imediatos, como afogamentos, ou indiretos, como doenças infectocontagiosas decorrentes do contato com a água contaminada das inundações.

O banco de dados Emergency Database - EM-DAT, é uma compilação de dados e informações sobre a ocorrência de desastres obtidos de diversas fontes, como agências das Nações Unidas, organizações não governamentais, companhias de seguros, institutos de pesquisa e agências de notícias. No EM-DAT, o Brasil é classificado como um dos países do mundo mais afetados por inundações e enchentes, tendo registrado 94 desastres no período de 1960 a 2008, com 5.720 mortes e mais de 15 milhões de pessoas afetadas (desabrigados/desalojados) (TOMINAGA, SANTORO e AMARAL, 2012).

As inundações ou transbordamento dos canais fluviais são fenômenos naturais que ocorrem nas áreas de baixo curso dos rios formando as planícies ou terraços aluviais localizados junto as margens do canal principal. A ocupação dessas áreas ocorre desde a formação dos primeiros núcleos urbanos, quando o homem começa a abandonar a condição de nômade e passa a permanecer em locais fixos podendo utilizar o rio para consumo, preparo de alimentos, higiene, construção, navegação, irrigação, dentre outros usos. (GIUDICE e MENDES, 2013).

A desordenada migração para as médias e grandes cidades resultam na intensa urbanização, na impermeabilização de grandes áreas, na inadequação dos sistemas de drenagem e na construção de edificações mal planejadas, geralmente, localizadas em periferias deficientes de infraestrutura urbana. Estes fatores intensificam as ocorrências e as consequências das inundações em áreas urbanas devido a alteração do sistema hidrológico natural. Dito isto, não é por acaso que as áreas de risco e degradação ambiental também são, na maioria das vezes, áreas de pobreza e privação social (ALVES, 2006).

Estudos recentes apontam que, na maioria das vezes, as áreas mais afetadas pelas inundações são carentes de infraestrutura básica e habitadas por segmentos populacionais de baixa renda (Almeida, 2010; Alves e Torres, 2006; Freitas e Cunha, 2012). Esses fatos intensificam os danos causados pelo desastre, uma vez que estes fatores afetam a capacidade de resposta e a qualidade de vida dessa população (CUTTER, 1996; FREITAS e CUNHA, 2012).

Com vistas ao exposto, o objetivo geral deste artigo é propor uma metodologia para classificar áreas suscetíveis à inundação e compara-las com o perfil socioeconômico da população residente na área. As informações sociais, demográficas e econômicas sobre as comunidades residentes na área de estudo, associadas à suscetibilidade de áreas sujeitas a inundações, contribuem para o planejamento do uso e ocupação das terras, controle da expansão urbana, avaliação de cenários potenciais de riscos e, ainda, possibilita a elaboração de projetos para a minimização das consequências de acidentes ambientais tanto para a população afetada quanto para os setores produtivos (BITAR et al, 2014).

Os resultados gerados por este trabalho podem ser utilizados como insumo básico para pesquisas a respeito da vulnerabilidade social de comunidades residentes em áreas suscetíveis à inundação. Cutter (2011) aponta que, apesar dos estudos sobre a vulnerabilidade ganharem espaço na ciência, ainda existem poucos esforços sistemáticos para quantificar a vulnerabilidade social de lugares específicos que facilitem a comparação entre unidades geográficas ou administrativas. A falta de informação detalhada a respeito da vulnerabilidade socioambiental da população exposta dificulta a elaboração de planos de gestão ou gerenciamento de risco que sejam eficazes na minimização dos prejuízos causados pelas inundações.

2. Materiais e Métodos

2.1. Área de Estudo

O rio Muriaé é formado pela confluência dos rios Bom Sucesso e Samambaia, cujas nascentes localizam-se no município de Mirai (MG) a 900 m de altitude. A bacia do rio

Muriaé desenvolve-se, primeiramente, em Minas Gerais em região de relevo acidentado e de várzeas extensas com predominância de atividade agropecuária. No Estado do Rio de Janeiro, o rio Muriaé se desenvolve em regiões de planície, onde se destaca a cultura de cana-de-açúcar e criação de gado.

A bacia hidrográfica do rio Muriaé possui drenagem total de 8.200 Km2, abrangendo 19 municípios mineiros e 7 fluminenses. Caracteriza-se pela ocupação desordenada e pelo lançamento de efluentes não tratados, provenientes dos esgotos domésticos, resultando em risco para a saúde pública. Além disso, a parte da bacia pertencente ao estado de Minas Gerais contribui com grandes deflúvios superficiais que escoam em direção ao estado do Rio de Janeiro durante os períodos de enchentes, agravando os impactos nos municípios fluminenses. Outra característica relevante é a degradação da cobertura vegetal, implicando em carreamento de sedimentos para as calhas dos cursos d'água (AGEVAP, 2010).

A bacia hidrográfica do rio Muriaé é dividida em três áreas: alto curso (Minas Gerais), médio curso (Noroeste Fluminense) e baixo curso que abrange seis municípios: Campos dos Goytacazes, Cardoso Moreira, São Fidelis (Norte Fluminense), Cambuci, Italva e Itaperuna (Noroeste Fluminense). Dois centros regionais apresentam parte de seu território na área de estudo: Campos dos Goytacazes e Itaperuna. O primeiro apresenta cerca de 11% seu território no baixo curso do Rio Muriaé, enquanto Itaperuna tem apenas aproximadamente 2%. Os demais municípios (Cambuci, Cardoso Moreira, Italva e São Fidélis) são pequenos núcleos populacionais e predominam as atividades ligadas à pecuária para o dinamismo da sua economia (AMORIM, REIS e FERREIRA, 2017).

Este trabalho tem como objeto de estudo o baixo curso da bacia hidrográfica do rio Muriaé que é uma sub-bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul e está inserida no comitê de bacia hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul. Os municípios Cardoso Moreira e Italva possuem todo o seu território dentro dos limites da bacia Hidrográfica do baixo curso do rio Muriaé (FIGURA 1).

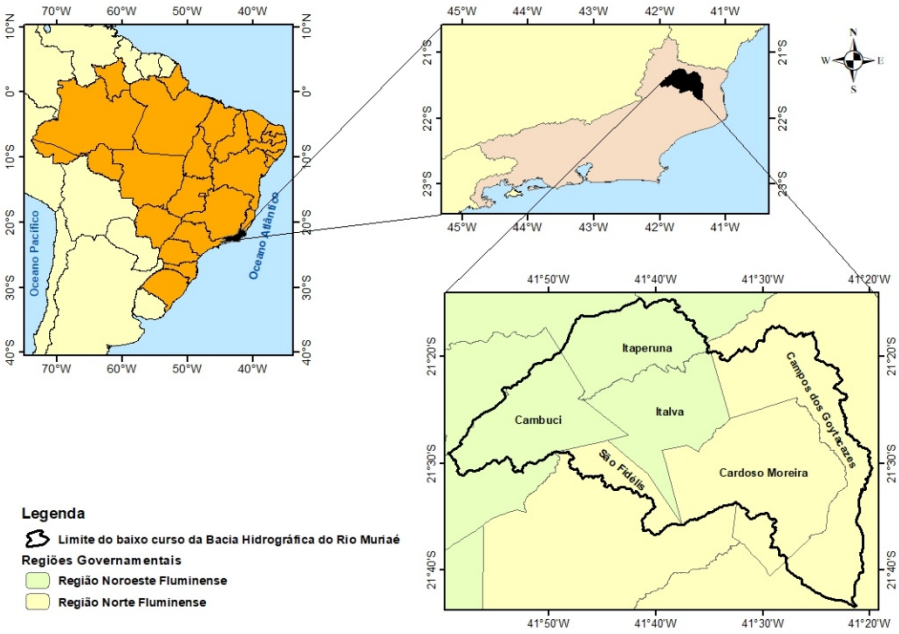


FIGURA. 1: Localização da área de estudo Fonte: (Elaborado por Talita Prates)

A degradação da cobertura vegetal natural da bacia hidrográfica do baixo curso do rio Muriaé está associada, principalmente, às plantações de cana de açúcar, a agropecuária e ocupação desordenada. A implementação de áreas de pastagens e a pavimentação do solo diminuem a capacidade de infiltração da água de precipitação aumentando o escoamento superficial. Esses dois fatores, somados a ineficiência das infraestruturas urbanas e a falta de um zoneamento territorial adequado, agravam os impactos das inundações nos vales e nas planícies fluviais. Importante ressaltar que foram registrados muitos eventos de inundação e enxurrada na bacia do rio Muriaé com consequências para o meio natural e antrópico (AMORIM, REIS e FERREIRA, 2017).

2.2. Inventário dos Eventos de Inundação

As Defesas Civis dos municípios situados no baixo curso do rio Muriaé notificam ao Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID, 2015), as ocorrências de inundações relacionadas as precipitações acumuladas, de volumes superiores a 100 mm em

um período de cinco dias. Com base nestas notificações, o quadro I apresenta o levantamento do histórico de inundações da área em estudo.

A intensidade dos episódios de inundação está relacionada a três fatores: área de abrangência, danos na infraestrutura e prejuízos materiais e população diretamente atingida, contabilizando desalojados, desabrigados, enfermos e óbitos.

QUADRO I. Síntese das inundações registradas no Sistema Integrado de Informações sobre Desastres nos municípios pertencentes ao baixo curso do rio Muriaé

Registro da ocorrência	Áreas atingidas	Rural	Urbana	Tipo de Ocorrência
05/02/2004	Campos dos Goytacazes	X	X	Inundações Gradual
	Cardoso Moreira	X	X	
	Italva	X	X	
	Itaperuna	X	X	
	São Fidelis	X	X	
05/03/2005	Cardoso Moreira	X	X	Inundação Gradual
05/01/2007	Cambuci	X	X	Inundação Gradual
	Cardoso Moreira	X	X	
	Italva	X	X	
11/01/2007	Itaperuna	X	X	Inundação Gradual
04/04/2007	Cardoso Moreira	X	X	Inundação Gradual
	Italva	X	X	
25/11/2008	Campos dos Goytacazes	X	X	Inundações Gradual
17/12/2008	Cardoso Moreira	X	X	Inundação Gradual
	Italva	X	X	
	Itaperuna	X	X	
18/12/2008	Cambuci	X	X	Inundação Gradual
02/01/2009	Cambuci	X	X	Inundação Gradual
05/01/2009	Italva	X	X	Inundação Brusca
	Cardoso Moreira	X	X	
12/03/2009	Campos dos Goytacazes	X	X	Inundação Gradual
15/01/2011	Campos dos Goytacazes	X		Inundação Gradual
	Cardoso Moreira	X	X	
	São Fidelis	X	X	
14/03/2011	Campos dos Goytacazes	X	X	Inundação Gradual
02/01/2012	Campos dos Goytacazes	X		Inundação Gradual
	Cardoso Moreira	X	X	
	Italva	X	X	
	Itaperuna	X	X	
03/01/2012	Cambuci	X	X	Inundação Gradual
	Campos dos Goytacazes	X	X	
	São Fidelis	X	X	
03/12/2013	Cardoso Moreira	X		Inundação Brusca

Fonte: S2ID (2015)

ISBN: 978-85-7282-778-2

2.3. Suscetibilidade Ambiental

O mapeamento das áreas suscetíveis à inundação apoiou-se nas características geológicas, topográficas e morfológicas das bacias, que tendem a favorecer o transbordamento do nível d'água por ocasião de chuvas intensas e, foi baseado na metodologia utilizada pelo Serviço geológico do Brasil (CPRM) na elaboração das cartas cartográficas de suscetibilidade à inundação, em atenção a diretrizes da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC) estabelecida pela Lei Federal 12.608/2012 (BITAR et al, 2014).

O Modelo HAND, utilizado como algoritmo de referencia deste artigo, mede a diferença da altitude entre qualquer ponto da grade do MDE (Modelo Digital de Elevação) e o ponto de escoamento na drenagem mais próxima. O resultado representa a normalização do MDE em relação à drenagem e indica a área onde uma cheia pode se desenvolver (Pires e Borba, 2013). São gerados mapas de proximidades topográficas ou desníveis relativos a cursos d'água. Estes desníveis relativos indicam a suscetibilidade às inundações de cada ponto na paisagem nos períodos que há entrada de água em excesso, e para tal, utilizou-se a Base Cartográfica Vetorial Contínua do Estado do Rio de Janeiro, na escala 1:25.000 (BC25_RJ), disponibilizada em 2017.

Para efeito de compatibilização da cartografia obtida pela aplicação do modelo HAND e a malha digital dos setores censitários do IBGE foi necessário a atribuição de um valor ordinal para cada categoria de suscetibilidade resultante da aplicação do modelo, são elas: alta (ClasSusct = 4) média (ClasSusct = 3), baixa (ClasSusct = 2) e não suscetível (ClasSusct = 1).

O setor censitário é a unidade territorial de controle cadastral da coleta dos dados do censo, constituída por áreas contíguas e respeita os limites da divisão político-administrativa do quadro urbano e rural legal. A divisão dos setores censitários obedece aos limites territoriais administrativos, sendo assim, os setores limítrofes da bacia do baixo curso do rio Muriaé foram assumidos em sua totalidade para a área de estudo.

Dessa forma, a suscetibilidade ambiental foi obtida em três etapas: (1) Aplicação do Modelo HAND; (2) Sobreposição espacial das cartografias de suscetibilidade à malha digital dos setores censitários do Censo 2010 do IBGE, (3) Cálculo da suscetibilidade média ponderada pela porcentagem da área de cada classe de suscetibilidade (do modelo HAND) em cada setor censitário. Por fim, o indicador de suscetibilidade a inundação é uma variável categórica com quatro classes: Suscetibilidade baixa, Suscetibilidade média, Suscetibilidade alta e Suscetibilidade crítica (FIGURA 2).

$$Sctb = \frac{\sum_{i=1}^{n} ClasSusc_i * Perc_i}{\sum_{i=1}^{n} Perc_i}$$

Considerando que:

$\mathrm{ClasSusct}_i$ — Valor atribuído à *i-ésima* classe de suscetibilidade

Perc_i — Percentual da área do setor na *i-ésima* classe de suscetibilidade

FIGURA 2: Fórmula do cálculo do indicador de suscetibilidade

2.4. Perfil Socioeconômico

As pesquisas sobre vulnerabilidade e resiliência pondera que algumas circunstâncias sociais podem ser consideradas como aspectos associadas à vulnerabilidade e a resiliência de uma comunidade residente em áreas de risco. Sem dúvida, muitos impactos negativos são agravados por fatores econômicos e políticos que estimulam a ocupação de áreas suscetíveis às inundações.

Sendo assim, o levantamento do perfil socioeconômico foi realizado com base no banco de dados do Censo Demográfico de 2010 do IBGE. A escolha das variáveis foi determinada pelos fatores que influenciam, de algum modo, a resiliência e a vulnerabilidade das comunidades residentes na nas áreas suscetíveis à inundação no baixo curso do rio Muriaé, a partir dos estudos sobre vulnerabilidade elaborados por Cutter et all (2003) e Alves (2006).

3. Resultado e Discussão

O baixo curso do rio Muriaé abrange seis municípios: Campos dos Goytacazes, Cardoso Moreira, São Fidelis, Cambuci, Italva e Itaperuna. Importante ressaltar que os

municípios de Cardoso Moreira (524,631Km²) e Italva (296Km²) possuem todo seu território dentro da área de estudo, enquanto Campos dos Goytacazes apresenta cerca de 11% do seu território no baixo curso do rio Muriaé e Itaperuna apenas aproximadamente 2% representando a área rural destes municípios.

Como resultado da aplicação do modelo HAND obteve-se o mapa de suscetibilidade a inundação do baixo curso da bacia hidrográfica do rio Muriaé (FIGURA 3). A área total suscetível à inundação corresponde a 466 km², 35% da área de estudo

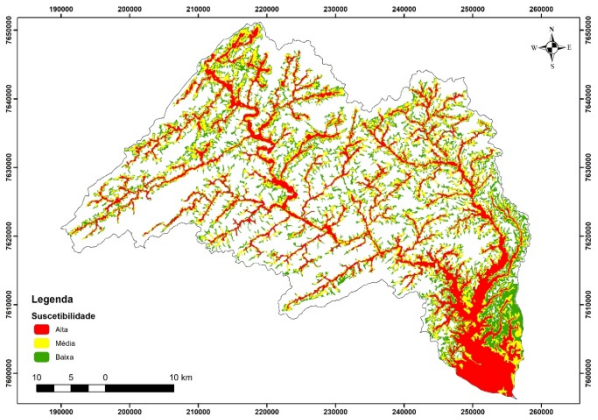


Figura 3: Aplicação do Modelo *HAND*
Fonte: Elaborado por Talita Prates

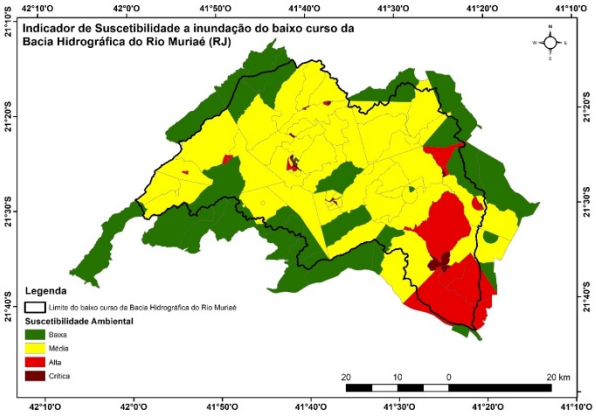


Figura 4:Indicador de Suscetibilidade
Fonte: Elaborado por Talita Prates

As estatísticas socidomegráficas da área de estudo, segundo as categorias de suscetibilidade, são apresentadas na Tabela 1, a seguir. Nota-se que a renda média domiciliar dos domicílios localizados em áreas rurais é inferior que os das áreas urbanas. Por outro lado, os setores censitários classificados como localizados em áreas consideradas como de suscetibilidade críticas possuem renda mais alta que os localizados em áreas menos suscetíveis, ou seja, esse resultado indica, para esta área de estudo, que renda é inversamente associado à suscetibilidade ambiental. Entretanto, quando são feitas análise sobre outras características sociodemográficas, a exemplo da qualidade do saneamento básico e do nível de alfabetização da população, as áreas mais suscetíveis à inundação estão associadas à piores indicadores de saneamento básico e alfabetização.

TABELA 1: Estatísticas de variáveis sociodemográficas selecionadas, segundo a categoria de suscetibilidade. Baixo Curso do Rio Muriaé, 2010

Variável de Análise		Categoria de Suscetibilidade				Total
		Baixa	Média	Alta	Crítica	
Setores Censitários	*Total*	37	48	18	23	126
	% Urbanos	18,9	29,2	55,6	73,9	38,1
Domicílios	*Total*	4.699	6.512	3.201	4.680	19.092
	% Urbanos	30,3	44,7	67,4	73,4	52,0
População	*Total*	14.157	19.117	9.985	13.907	57.166
	% Urbana	32,1	43,7	63,8	70,5	50,9
Tamanho médio do domicílio		3,01	2,94	3,12	2,97	2,99
Renda média domiciliar	*Total*	R$ 940,31	R$ 1.000,23	R$ 1.082,84	R$ 1.494,30	R$ 1.084,64
	Urbana	R$ 1.225,04	R$ 1.234,78	R$ 1.163,90	R$ 1.632,71	R$ 1.359,53
	Rural	R$ 873,88	R$ 903,65	R$ 967,04	R$ 1.102,14	R$ 913,28
Proporção da população de 5 anos ou mais alfabetizada	*Total*	78,2	80,5	79,3	84,2	80,6
	Urbana	78,3	81,6	80,7	85,6	85,1
	Rural	78,2	79,6	76,9	80,7	79,0
Proporção de domicílios com abastecimento de água por rede geral	*Total*	31,4	52,0	62,7	91,9	58,5
	Urbano	80,6	86,3	81,2	95,9	87,7
	Rural	10,0	24,2	24,7	80,7	26,9
Proporção de domicílios com abastecimento de água por poço ou nascente	*Total*	51,9	34,0	28,8	6,5	30,8
	Urbano	12,0	7,8	11,2	3,4	7,6
	Rural	69,2	55,2	65,2	14,9	55,8
Proporção de domicílios com esgotamento sanitário por rede geral	*Total*	23,7	39,7	48,3	62,4	42,8
	Urbano	56,5	72,8	71,2	73,2	70,3
	Rural	9,4	13,0	1,0	32,4	13,0
Proporção de domicílios com esgotamento sanitário por fossa séptica	*Total*	13,4	9,8	4,7	7,5	9,3
	Urbano	14,0	5,3	2,9	4,0	5,6
	Rural	13,1	13,5	8,5	17,1	13,3

Fonte: Dados trabalhados pelo autor com base no Censo Demográfico 2010

4. Considerações finais

A vulnerabilidade a desastres naturais não considerar somente o resultado de exposição aos riscos, mas também da condição de fragilidade ou incapacidade de reação coletiva gerada pelo somatório de condições de desigualdade social envolvendo fatores como: pobreza, idade, gênero, renda, escolaridade e experiência acumulada para lidar com eventos (Nossa, Santos, Cravidão, 2013). No mesmo sentido, os resultados destes estudos indicam que a desigualdade social não pode ser mensurada apenas pela renda média uma vez que, neste estudo, observou-se que a tendência de aumento da renda média está diretamente associada ao aumento da suscetibilidade, indicando tendência inversa ao observado por Alves (2003 e 2016) para Cubatão e São Paulo. Estes resultados

sugerem que áreas mais adensadas e urbanizadas, a exemplo dos estudos de Alves, podem ter tendências distintas das observadas em áreas menos adensadas e rurais.

5. Agradecimentos

Os autores agradecem ao apoio da FAPESP pelo financiamento desta pesquisa (FAPESP Processo n 2018/09401-1)

6. Referências

AGEVAP. Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. **Plano de *Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul*: Resumo.** 2010. Rio de Janeiro: Fundação COPPETEC. 2010. Disponível em: <http://www.ceivap.org.br/downloads/cadernos/BNG2.pdf>. Acessado em 01 nov. 2016.

ALMEIDA, L. Q. **Vulnerabilidades socioambientais de rios urbanos: bacia hidrográfica do rio Maranguapinho.** Região metropolitana de Fortaleza, Ceará. 2010.

ALVES, H. P. F. Vulnerabilidade socioambiental na metrópole paulistana: uma análise sociodemográfica das situações de sobreposição espacial de problemas e riscos sociais e ambientais. **Revista Brasileira de Estudos de População**, 2006.

ALVES, H. P. F.; TORRES, H. G. Vulnerabilidade socioambiental na cidade de São Paulo: uma análise de famílias e domicílios em situação de pobreza e risco ambiental. **São Paulo em Perspectiva**, v.20, n.1, p. 44–60, 2006.

ALVES, H P F. Análise da vulnerabilidade socioambiental em Cubatão-SP por meio da integração de dados sociodemográficos e ambientais em escala intraurbana. Revista Brasileira de Estudos de População, v. 30, n. 2, p. 349–366, 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-30982013000200002>.

ALVES, H. P. F. Vulnerabilidade socioambiental na metrópole paulistana: uma análise sociodemográfica das situações de sobreposição espacial de problemas e riscos sociais e ambientais. Revista Brasileira de Estudos de População, v. 23, n. 1, p. 43–59, 2006.

AMORIM, Raul Reis; REIS, Claudio Henrique; FERREIRA, Carmen. Mapeamento dos geossistemas e dos sistemas antrópicos como subsídio ao estudo de áreas com riscos a inundações no baixo curso da bacia hidrográfica do rio Muriaé (Rio de Janeiro-Brasil). 2017.

BITAR, O. Y. (coord.) **Cartas de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações: 1:25.000: nota técnica explicativa**. São Paulo: IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo; Brasília, DF: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2014.

BOTELHO, R. G. M. Bacias hidrográficas urbanas. In: GUERRA, A. (org.). **Geomorfologia urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

CUTTER, S. L. Vulnerability to environmental hazards Progress in Human Geography, v. 20, n 4, p 529-539, 1996.

CUTTER, Susan L.. A ciência da vulnerabilidade: modelos, métodos, e indicadores. Revista Critica de Ciências Sociais (Online); 93.2011; DOI 10.4000/rccs.165

CUTTER, Susan L.; BORUFF, Bryan J.; SHIRLEY, W. Lynn. Social vulnerability to environmental hazards. **Social science quarterly**, v. 84, n. 2, p. 242-261, 2003.

FREITAS, M. I.; CUNHA, L. Modelagem de dados socioambientais visando estudos de vulnerabilidade: O caso de 17 concelhos do centro de Portugal. In: **Revista Geonorte, Edição Especial**. REVISTA GEONORTE, 2012. p. 816-829.

GIUDICE, S. L.; MENDES, J. A. R. Ações antrópicas e seus impactos nos cursos de água. TELLES, D. D. (org). **Ciclo ambiental da água: da chuva à gestão.** São Paulo: Edgar Blucher, 2013. p. 391-414

NOSSA, P.; SANTOS, N.; CRAVIDÃO, F. Risco e vulnerabilidade: a importância de factores culturais e sociodemográficos na interpretação e reacção aos perigos. Vários, Riscos Naturais, Antrópicos e Mistos. Homenagem ao Professor Doutor Fernando Rebelo, p. 902, 2013

PIRES, E. G.; BORMA, L. S. Utilização do modelo *HAND* para o mapeamento de bacias hidrográficas em ambiente de Cerrado. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO**, 16., 2013, Foz do Iguaçu, PR. Anais... Foz do Iguaçu: INPE, 2013. p. 5568-5575.

TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. DO. **Desastres Naturais: conhecer para prevenir.** 2. ed. São Paulo: Instituto Geológico, 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

MAPEAMENTO PARTICIPATIVO DE ÁREAS DE RISCO A ESCORREGAMENTOS NO MUNICÍPIO DE CAMARAGIBE (PE)

Tawana de Melo Pereira [(a)], Edwilson Medeiros dos Santos [(b)], Fabrizio de Luis Rosito Listo [(c)]

[(a)] Programa de Pós-Graduação em Geografia, UFPE, tawanamelo95@gmail.com

[(b)] Programa de Pós-Graduação em Geografia, UFPE, edwilsonm.santos@gmail.com

[(c)] Programa de Pós-Graduação em Geografia, UFPE, fabrizio.listo@ufpe.br

Eixo: Riscos e desastres naturais

Resumo

Diante do contexto de recorrentes desastres naturais no Brasil, principalmente em períodos de chuvas intensas, tornou-se necessário medidas para a redução dos riscos, tais como, métodos de previsão e de mitigação para conter situações de perigo causados. Nesse contexto, para ação preventiva a esses desastres o mapeamento de risco tanto técnico como participativo se faz relevante para a gestão e redução das perdas sociais, econômicas e ambientais. Diante disso, o município de Camaragibe possui uma ocupação predominante nas áreas de morro e de tabuleiros, o que promove situações de risco à população. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi realizar o mapeamento participativo das principais áreas de risco a escorregamentos do município de Camaragibe. Assim, foram gerados mapas de risco a partir de uma abordagem participativa, visando definir os graus de risco aos processos com o apoio das comunidades envolvidas, além de despertar nas comunidades de risco a leitura do espaço em que habitam a fim de compreenderem sua distribuição, organização e graus de risco. Os resultados do mapeamento participativo demonstram relações afetivas e resilientes com a área de estudo por parte das comunidades, visto que dos 16 setores analisados, 43,75% dos setores foram classificados pelos moradores como R1, indicando um risco baixo.

Palavras-chave: Áreas de risco**;** Camaragibe (PE); Escorregamentos; Mapeamento participativo; Sistema de Informações Geográficas.

1. Introdução

Diante do contexto de recorrentes desastres naturais no Brasil, principalmente em períodos de chuvas intensas, tornou-se necessário a promulgação da Lei Federal n° 12.608 que estabeleceu a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (BRASIL, 2012). Essa legislação, entre outras atribuições, tornou dever da União, dos estados e dos municípios adotarem medidas necessárias para a redução dos riscos causados por desastres naturais, tais como, métodos de previsão e de mitigação para conter situações de perigo causados. Nessa configuração, para ação preventiva a esses desastres, o mapeamento de risco tanto técnico como participativo se faz relevante para a gestão e a redução das perdas sociais, econômicas e ambientais.

O mapeamento participativo tem o propósito de incluir as populações locais no processo de elaboração dos mapas, reconhecendo o conhecimento espacial e ambiental das comunidades que habitam as áreas de risco. Nesse sentido, as raízes metodológicas desse tipo de abordagem participativa, estão associadas as observações participativas e as metodologias de pesquisa colaborativas (ACSELRAD, 2008).

Na busca de aproximar o mapeamento participativo às comunidades que vivem em áreas de risco a escorregamentos, é válido ressaltar que o mapeamento de risco é muitas vezes realizado por uma abordagem técnica, sendo produzido por especialistas que visitam as comunidades e elaboram seus pareceres técnicos acerca dos graus de risco das áreas de análise. Assim, conforme destaca Ferreira (2012), no que se refere ao mapeamento de risco, os estudos que incorporam uma dimensão participativa em sua análise são escassos e de tradição muito recente, sobretudo no Brasil.

Nessa perspectiva, pode-se afirmar a importância dos mapeamentos participativos, referentes à redução e a gestão do risco, além do conhecimento e da percepção geomorfológica, a partir do fortalecimento das capacidades locais, ressaltando a construção social de riscos e de impactos de desastres. Em outras palavras, permite que as comunidades

ISBN: 978-85-7282-778-2

possam fazer a leitura do seu espaço, tendo a capacidade de se organizar a ponto de prevenir acidentes. Conforme Manyena (2006), a resiliência da paisagem permite a integração das características físicas e antrópicas nos estudos de risco e de vulnerabilidade, direcionados para ações futuras e contribuindo com a gestão institucional e na decisão dos envolvidos.

No estado de Pernambuco, os municípios com maiores áreas de ocorrência e grau de suscetibilidade e de risco a movimentos de massa localizam-se, predominantemente, na Região Metropolitana do Recife (RMR) e na Zona da Mata (CEPED, 2013). Na Região Metropolitana do Recife (RMR), onde está localizado o município de Camaragibe, os escorregamentos são em geral do tipo translacional e se localizam, principalmente, sobre as áreas constituídas por sedimentos da Formação Barreiras (PFALTZGRAFF, 2007). Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi realizar o mapeamento participativo das principais áreas de risco a escorregamentos do município de Camaragibe.

2. Materiais e métodos

2.1 Elaboração da ficha de mapeamento participativo para as áreas de risco a escorregamentos

A ficha de mapeamento participativo para áreas de risco a escorregamentos (Figura 1) foi elaborada tendo como base o modelo da ficha técnica produzida pelo IPT (2004). Foram realizadas adaptações e inserção de algumas categorias de análise, que permitiram que os entrevistados, por suas memórias e vivências, pudessem transmitir suas perspectivas e o conhecimento sobre o local analisado, considerando que a ficha seria preenchida pelos próprios moradores das áreas de risco, de forma participativa. Dessa forma, a ficha foi elaborada em uma linguagem mais acessível, dispensando um entendimento técnico para as respostas dadas pelas comunidades.

Nesse sentido, a ficha contem sete passos, iniciando-se com os dados gerais das moradias analisadas e a verificação de acesso a área, preenchidas pelo entrevistador. Destaca-se que as fichas foram aplicadas em setores já pré-selecionados em gabinete e que buscavam inserir o contexto dos arredores das moradias, para além do contexto particular de cada

ISBN: 978-85-7282-778-2

residência. Assim, os setes passos da ficha utilizada para o mapeamento participativo estão listados abaixo.

1º Passo – Caracterização dos residentes do imóvel

Esse passo considerou o tempo que os entrevistados residem na área; se os familiares já residiram no local antes, para entender se aquele morador conhecia bem a dinâmica da região, além de identificar, se havia algum estudante e o nome da escola que frequentava (Figura 1).

2º Passo – Memória

A memória faz relação com as ocorrências históricas do local, se o entrevistado já presenciou algum escorregamento pretérito, destruição de moradias (parcial ou total) e casos de vítimas. Ademais, também foram questionadas as intervenções já realizadas pela Defesa Civil, visando identificar possíveis intervenções estruturais e não estruturais (Figura 1).

3º Passo – Percepção

A percepção é um dos itens mais longos da ficha, uma vez que por meio dos questionamentos é feita uma reflexão acerca do espaço e da paisagem na qual os moradores estão inseridos. Assim, os residentes foram questionados se consideram aquela área como de risco; se sentem segurança na ocorrência de chuvas intensas; se já encontraram rachaduras/trincas na moradia; se há alguma plantação (cultivo inadequado, ex. bananeiras) na encosta e por qual finalidade, observando, dessa forma, se há árvores inclinadas, por exemplo, entre outros.

Ao mesmo tempo, os entrevistados foram questionados quanto aos motivos de ocorrência das trincas e de árvores inclinadas e o porquê destes fatores induzirem aos processos de escorregamentos, ou seja, é realizada uma percepção das evidências de movimentação. Da mesma forma, foi verificado o local de despejo de esgoto, na medida em que a ausência de saneamento básico induz ao lançamento de água servida diretamente na encosta, reduzindo sua estabilidade. Por fim, nesta etapa é apresentada uma imagem que

busca identificar qual a proximidade da encosta com as residências (Figura 1).

4º Passo – Diagnóstico de grau de risco

Após todos os questionamentos, foi estabelecido pela própria população o grau de risco na seguinte escala: risco baixo (R1), quando o risco de escorregamento é quase nulo; risco médio (R2), quando existe a possibilidade do escorregamento ocorrer e atingir algumas moradias; risco alto (R3), quando há uma grande evidência do escorregamento ocorrer, sendo preciso a população ficar em sobreaviso e risco muito alto (R4), quando o escorregamento pode acontecer a qualquer momento, sendo necessária a interdição urgente da área. Com a classificação de risco definida, os entrevistados foram indagados do porquê terem atribuído aquele grau (Figura 1).

5º Passo – Medidas para prevenção de risco

As medidas para prevenção de risco são postas tanto no âmbito da esfera pública, como por parte dos moradores daquilo que poderá ser realizado. Essas medidas são bastante relevantes e necessitam ser analisadas de uma maneira integrada entre a instância das esferas legislativas e executivas dos órgãos públicos cujas responsabilidades também devem ser trazidas para os cidadãos, sobre seus direitos e deveres com a região (Figura 1).

6º Passo – Medidas de emergência

As medidas emergenciais têm como princípio conhecer a estratégia do morador em caso de um escorregamento, tais como, deixar sua moradia; articular-se com a defesa civil ou ainda com a associação de moradores, promovendo alternativas que visem a proatividade em situações de emergência (Figura 1).

7º Passo – Avaliação do entrevistador

Na avaliação do entrevistador, foi considerada tecnicamente as classificações de risco feitas pelas comunidades durante os mapeamentos participativos. Esse passo tornou-se necessário devido o distanciamento da colocação do grau de risco por parte de alguns

ISBN: 978-85-7282-778-2

moradores. Em outras palavras, trata-se de um refinamento no caso de avaliações muito distantes da realidade local (Figura 1).

FICHA DE MAPEAMENTO PARTICIPATIVO DE ÁREAS DE RISCO A DESLIZAMENTOS

Município: _____
Bairro: _____
Data: ____/____/____

DADOS GERAIS SOBRE AS MORADIAS

Localização:	Coordenadas:
Setor:_____	Lat.:_____ Long.:_____

Condições de acesso à área:

Vias: ☐ Pavimentadas ☐ Sem Pavimentação
Tipos de moradias: ☐ Alvenaria ☐ Madeira ☐ Misto (Alvenaria e Madeira)

1º PASSO - CARACTERIZAÇÃO DOS RESIDENTES DO IMÓVEL

Quanto tempo você reside nesse local? _____
Os familiares já residiram aqui antes? _____
Quem estuda da residência? _____
Qual o nome da escola? _____

Nº de Residentes	Adultos	Crianças	Idosos

2° PASSO - MEMÓRIA

Já presenciou algum deslizamento de barreira? ☐ Sim ☐ Não. Quando? _____
Já houve destruição de moradias? ☐ Sim ☐ Não. ☐ Total ☐ Parcial. Quantas? _____
Já houve mortes? ☐ Sim ☐ Não. Quantas? _____
Houve intervenção de moradias pela da Defesa Civil? ☐ Sim ☐ Não. Quais? _____

3º PASSO - PERCEPÇÃO

Considera que está em uma área de risco? ☐ Sim ☐ Não. Por quê? _____
Se sente seguro quando ocorrem chuvas intensas? ☐ Sim ☐ Não. Por quê?_____
Já encontrou rachaduras em sua residência? ☐ Sim ☐ Não. Largura: _____ cm
Você tem plantação na barreira? Sim ☐ Não ☐ Qual? _____
Qual a finalidade da sua plantação? _____
Já encontrou árvores inclinadas onde mora? ☐ Sim ☐ Não.
Por qual motivo você acredita que ocorrem as rachaduras e árvores inclinadas? _____
Por qual motivo acredita que ocorre deslizamento de barreira? _____
Acredita os moradores causam deslizamentos? ☐ Sim ☐ Não. Como? _____
Acredita que a inclinação da barreira causa deslizamento? ☐ Sim ☐ Não.
Para onde é despejado o seu cano de esgoto? _____

Figura 1: Ficha utilizada para o mapeamento participativo das áreas de risco a escorregamentos (página 1).

Fonte: Pereira, 2018.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Em qual dessas imagens há uma maior proximidade do tamanho da sua barreira?

- Acima:

- Abaixo:

4º PASSO - DIAGNÓSTICO (Grau de Risco)

☐ Risco Baixo	Não há risco da barreira cair
☐ Risco Médio	Possibilidade da barreira cair e atingir algumas moradias
☐ Risco Alto	Evidendência da barreira cair, sendo preciso a população ficar sobreaviso
☐ Risco Muito Alto	Barreira pode cair a qualquer momento, sendo necessário o local ser interditado

Por que você considera esse risco? _____

5° PASSO - MEDIDAS PARA PREVENÇÃO DO RISCO
O que os órgãos públicos podem fazer? _____
O que os moradores podem fazer para prevenir os deslizamentos? _____

6° PASSO - MEDIDAS DE EMERGÊNCIA
Quais medidas são tomadas por parte dos moradores em caso de deslizamento?
_____
_____

7ºPasso – Avaliação do entrevistador
Grau de inclinação da barreira?
Qual o risco?
Observações:

Figura 1: Ficha utilizada para o mapeamento participativo das áreas de risco a escorregamentos (página 2).

Fonte: Pereira, 2018.

ISBN: 978-85-7282-778-2

2.2 Elaboração do Mapa Participativo

Após a elaboração das fichas de mapeamento participativo, procedeu-se para a construção do mapeamento final. Para isso, foram delimitados 16 setores de risco a escorregamentos no Município de Camaragibe, que compreenderam três bairros: Bairro Novo do Carmelo, Bairro dos Estados e Alto Santo Antônio. Tais bairros possuem uma quantidade elevada quanto às ocorrências de escorregamentos, com ocupações irregulares nas encostas por assentamentos precários, loteamentos irregulares, ocupações informais desprovidas de infraestrutura adequada e com medidas estruturais apenas paliativas (ex. instalação de lonas). Assim, estes fatores influenciaram a delimitação dos respectivos setores; além do padrão de arruamento e da declividade dos terreno.

As informações levantadas pelas fichas foram sistematizadas em um banco de dados e, posteriormente, em ambiente SIG (Sistema de Informações Geográficas), para ser elaborado o mapa final das áreas de risco sob uma perspectiva participativa. Foi utilizado o *software ArcGIS* 10.2, na qual os setores de risco já pré-selecionados foram classificados de acordo com o grau de risco estabelecido pelos entrevistados. Ao total foram aplicadas 25 fichas nos respectivos setores.

3. Resultados e discussões

Os resultados do mapeamento participativo para as áreas de risco a escorregamentos indicaram sete setores com grau de risco R1 (baixo); seis setores com grau de risco R2 (médio); um setor com grau de risco R3 (alto) e dois setores R4 (muito alto), conforme a Figura 2.

ISBN: 978-85-7282-778-2

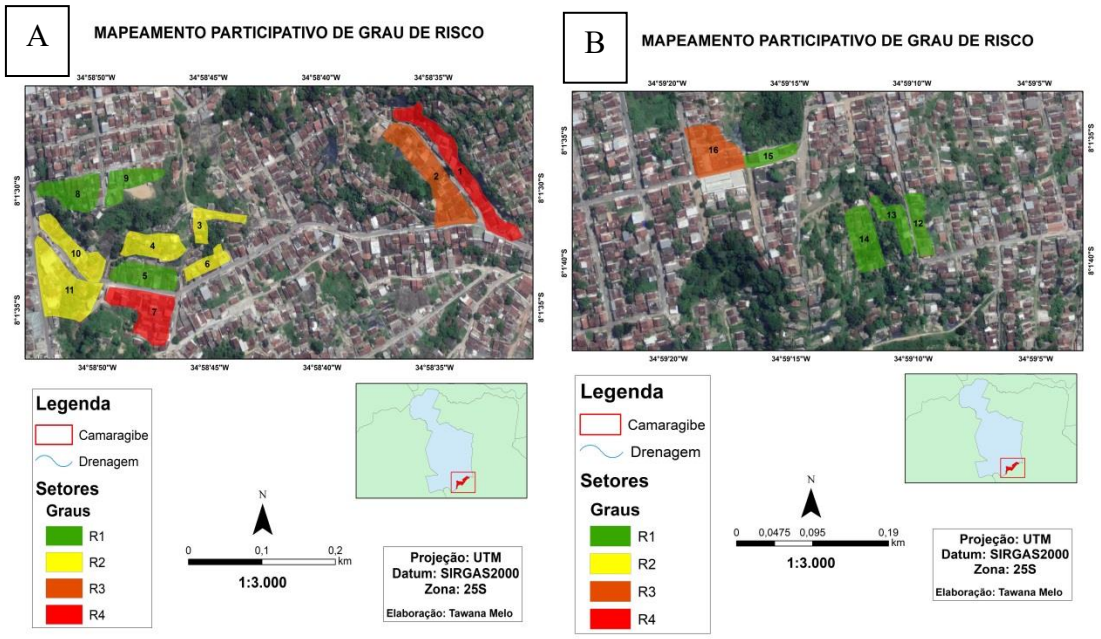


Figura 2: Mapeamentos participativos de riscos a escorregamentos realizados em áreas de risco a sul do município, conforme localizações dos mapas inferiores: (A) Bairro dos Estados e Novo do Carmelo; (B) Alto Santo Antônio**. Autor**: Pereira, 2018.

As análises e as observações realizadas durante os mapeamentos participativos com as comunidades demonstram relações afetivas e resilientes com a área de estudo por parte das comunidades, visto que dos 16 setores analisados, 43,75% dos setores foram classificados pelos moradores como R1, indicando um risco baixo. Na sequência, 31,25% foram classificados como R2, ou seja, risco médio.

Nas classificações participativas, alguns elementos não foram observados pelos moradores (mas que em uma análise técnica seriam provavelmente considerados), uma vez que existem fatores responsáveis pela elevação do risco, tais como, solo expostos em encosta declivosa, plantação de bananeiras, trincas e fissuras nas moradias e nos terreno, cortes em taludes, histórico de escorregamentos, entre outros. Dessa forma, as principais características de cada grupo de setores de acordo com os graus de risco são indicadas a seguir.

ISBN: 978-85-7282-778-2

3.1 Setores de risco R1

Nos setores classificados como R1, a maioria dos moradores residia no local há mais de 10 anos. Assim, devido a esse longo período de moradia nessas áreas, quase todos já haviam presenciado a ocorrência de escorregamentos, com destruição parcial e total de moradias. Quanto ao questionamento de estarem inseridos em uma área de risco, 50% reconheceram estar inseridos em um contexto de risco e os demais 50% não se consideraram habitantes de uma área de risco. Com relação a deflagração dos escorregamentos, 100% responderam serem as chuvas os principais fatores condicionantes dos processos e alguns acrescentaram a questão de moradias irregulares, que não deveriam estar construídas naquelas áreas. As respostas sobre a influência dos moradores quanto à ocorrência de escorregamentos não foram unânimes, da forma que, alguns relataram que a responsabilidade é da prefeitura devido a ausência de saneamento básico adequado, além de despejo de lixo nas encostas e falta de orientação aos moradores.

3.2 Setores de risco R2

Nos setores classificados como R2, 62,5% moravam há mais de trinta anos no local e todos já haviam presenciado a ocorrência de escorregamentos. Além disso, 75% consideraram a área em que residem como de risco. No tocante a deflagração dos processos, a maioria respondeu que os principais fatores desencadeantes são: os índices de chuva (fator condicionante pluviométrico); formas de ocupação e acúmulo de lixo (pressões antropogênicas). Ao serem questionados sobre a influência dos moradores em causar os escorregamentos, 87,5% afirmaram que influência da comunidade nos processos decorre a partir do lançamento de lixo diretamente na encosta, plantações inadequadas (ex. bananeiras) e ocupação irregulares.

ISBN: 978-85-7282-778-2

3.3 Setores de risco R3

Nestes setores, os moradores já residiam no local há mais de 30 anos e já haviam presenciado a perda de imóveis total e parcial, com presença de vítimas em função de escorregamentos. Os setores foram considerados como de risco alto e as chuvas novamente foram relatadas como o principal fator de deflagração dos escorregamentos, além da influência dos moradores a partir do lançamento de lixo e do despejo de esgoto nas encostas.

3.4 Setores de risco R4

Nos setores avaliados como R4, os entrevistados também moravam há mais de 30 anos no local e já haviam presenciado escorregamentos, além de se consideraram residentes de áreas de risco. Afirmaram que os escorregamentos podem ter acontecido devido a ocupação nas encostas e devido fortes chuvas, sendo influenciados também por moradores (pressões antropogênicas). Apontaram como principais medidas preventivas a efetivação de obras de infraestrutura, a serem providenciadas pelos órgãos públicos e o não lançamento de lixo diretamente nas encostas, por parte dos moradores.

4. Considerações finais

Os mapeamentos participativos voltados para o planejamento e para a gestão do território visando a mitigação e a recuperação de áreas de riscos no Brasil e, sobretudo no Nordeste, ainda são muito incipientes e necessitam de aprimoramentos, mas que devem ser valorizados, pois a população que reside em áreas de risco precisa ser estimulada e ouvida. A metodologia proposta, a partir das fichas participativas produzidas, é uma alternativa para a sistematização do diálogo entre o entrevistador e o entrevistado, que cumpre com a percepção dos participantes e que se sentem incluídos em relatar e diagnosticar os setores de risco, bem como as contradições evidenciadas principalmente nos setores de risco R1 e R2, dos quais há resiliência e identidade com o local habitado.

A pesquisa concluiu que o mapeamento participativo é necessário para aproximar a

comunidade na prática de leitura da paisagem, dentro do contexto no qual está inserida. Assim, as comunidades podem contribuir com a sua percepção e com a sua prevenção de risco por meio dos mapeamentos participativos; além de valorizarem os seus territórios e garantirem sua identidade com aqueles lugares; considerando que muitas vezes, as análises somente técnicas não levam as informações necessárias aos moradores.

5. Referências Bibliográficas

ACSELRAD, H. (org.). **Cartografias Sociais e Território**. Rio de Janeiro, IPPUR/UFRJ, 2008.168p.

BRASIL. **Política Nacional de Proteção e Defesa Civil**. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2012. 11p.

CEPED. **Atlas Brasileiro de Desastres Naturais 1991 a 2012**. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre desastres. Florianópolis:CEPED, 2013.

FERREIRA, D. **Sistema de Informações Geográficas Participativo (SIG-P) na Prevenção de Desastres Ambientais**: estudo de caso do Morro do Baú em Ilhota/SC. Dissertação de mestrado – MPPT/FAED/UDESC. Florianópolis, 2012. 170 p.

MANYENA, S. B. **The concept of resilience revisited**. Dsasters, v. 30, n. 4, p. 433-50, 2006

PEREIRA, T. M. **Mapeamento participativo de risco a escorregamentos do município de Camaragibe, Região Metropolitana do Recife (PE).** Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de Pernambuco. Recife, p. 96, 2018.

PFALTZGRAFF, A. S. **Mapa de Suscetibilidade A Deslizamentos Na Região Metropolitana Do Recife**. Tese (Doutorado), Programa de Pós-Graduação Em Geologia, UFPE, 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

METODOLOGIA PARA DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL EM ÁREAS SUSCETÍVEIS A INUNDAÇÕES

Lincoln John Leite Medeiros [(a)], Raul Reis Amorim [(b)]

[(a)] Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. E-mail: lincoln.medeiros@hotmail.com
[(b)] Departamento de Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP. E-mail: raulreis@unicamp.br

Eixo: Riscos e desastres naturais

Resumo

Este trabalho aparesenta uma proposta de metodologia para determinação da vulnerabilidade socioambiental em áreas suscetíveis a inundações que foi testada no município de Sumaré (SP). Dentre os eventos de perigo mais frequentes estão as inundações que, embora façam parte da dinâmica natural, geralmente trazem grandes prejuízos para as áreas urbanas. A metolodologia aqui apresentada utilizou as variáveis do Censo Demográfico de 2010 que estão associados a situações de vulnerabilidade para a elaboração do índice de vulnerabilidade social, tomando como unidade de desagregação mínima os setores censitários e, a partir da sobreposição deste índice às áreas de inundação, foi determinado o índice de vulnerabilidade socioambiental

Palavras chave: inundações, vulnerabilidade socioambiental, vulnerabilidade social

1. Introdução

Conforme aponta Wisner *et al.* (2005), alguns grupos estão mais propensos do que outros a sofrerem danos e perdas quando expostos a diferentes perigos, estando, assim, em níveis mais elevados de vulnerabilidade do que outros. Vale observar que o termo

vulnerabilidade é utilizado "para significar aqueles que estão em maior risco: quando falamos de pessoas vulneráveis, é claro que queremos dizer aqueles que estão na 'pior' parte do espectro. Quando usado nesse sentido, o oposto implícito de ser vulnerável é geralmente indicado pelo nosso uso do termo 'seguro'" (WISNER *et al.*, 2005, pp. 11-12 – tradução nossa).

Os mesmos autores apontam que a "vulnerabilidade pode ser avaliada com razoável precisão para um grupo de pessoas que vive e trabalha em um local específico e em um período específico" (WISNER *et al.*, 2005, p. 60 – tradução nossa), ou seja, a vulnerabilidade é definida pelas escalas espaciais e temporais, sendo muitas situações de vulnerabilidade temporárias, podendo mudar conforme os estágios da vida dos indivíduos ou suas ocupações. Dessa forma, ao falarmos da vulnerabilidade neste trabalho, estamos nos referindo às características dos grupos sociais que geram situações de vulnerabilidade dentro dos processos nos quais estão inseridos, mas essas situações não são necessariamente permanentes.

Idade, gênero, raça e status socioeconômico estão entre os fatores que são mais aceitos como tendo influência sobre a vulnerabilidade (CUTTER *et al.*, 2006b; WISNER *et al.*, 2005), apesar de haver outros fatores, como a qualidade dos assentamentos humanos e o ambiente construído, além de pessoas em situação de rua, imigrantes não falantes da língua materna do país em que residem e turistas sazonais.

Para o presente estudo levamos em conta o critério de renda, gênero, idade, cor da pele, estrutura familiar, educação e condições de habitação e entorno. Vale a pena observar que outros fatores levantados por Cutter *et al.* (2006b), como dependência social, necessidades especiais da população, ocupação, serviços médicos, perdas de emprego, desenvolvimento comercial e industrial, status socioeconômico, infraestrutura e linhas de vida carecem de dados disponíveis em escala nacional, o que impossibilita a aplicação da mesma metodologia para municípios distintos, bem como a comparação dos resultados obtidos.

ISBN: 978-85-7282-778-2

2. Variáveis da vulnerabilidade social

No presente trabalho fizemos uma adaptação da metodologia desenvolvida por Barros *et al.* (2003) para construção do indicador sintético denominado Índice de Desenvolvimento da Família (IDF). Para a criação do nosso indicador da vulnerabilidade social, são consideradas as proporções da ocorrência das características selecionadas em cada setor censitário em relação ao total do setor censitário. Dessa maneira, o valor das proporções produz um indicador por componentes, sintético de dimensões com valores entre zero (menos vulnerável) e um (mais vulnerável). O índice de vulnerabilidade social proposto é constituído de três dimensões, dez componentes e trinta variáveis, detalhados na Tabela I.

Tabela I – Variáveis adotadas no calculo do indicador de Vulnerabilidade Social

Dimensão	Componente	Variável	Descrição da variável	Cálculo
Estrutura Familiar (EF)	Faixa Etária do Domicílio (FED)	EF01	Prop. de pessoas com 10 anos ou menos	(Pe13_V022 até Pe13_V044) / Pe13_V002
		EF02	Prop. de pessoas com 60 anos ou mais	(Pe13_V094 até Pe13_V134) / Pe13_V002
	Composição do Domicílio (COD)	EF03	Prop. de pessoas negras, pardas e indígenas com 15 anos ou mais	[Pe03_V001 - (Pe03_V027 + Pe03_V029 + Pe03_V032 + Pe03_V034 + Pe03_V037 + Pe03_V039 + Pe03_V042 + Pe03_V044 + Pe03_V047 + Pe03_V049 + Pe03_V052 + Pe03_V054 + Pe03_V057 + Pe03_V059 + Pe03_V062 + Pe03_V064 + Pe03_V067 + Pe03_V069 + Pe03_V072 + Pe03_V074 + Pe03_V077 + Pe03_V079 + Pe03_V082 + Pe03_V084)] / Pe03_V001
		EF04	Prop. de mulheres com 15 anos ou mais	Pe12_V049 até Pe12_V134 / Pe13_V002
	Responsável pelo Domicílio (RED)	EF05	Prop. de pessoas responsáveis do sexo feminino	Re01_V001 / Re02_V001
		EF06	Prop. de pessoas responsáveis entre 10 e 14 anos	(Re02_V002 até Re02_V006) / Re02_V001
		EF07	Prop. de pessoas responsáveis com 60 anos	(Re02_V052 até Re02_V092) / Re02_V001
	Tamanho e Estrutura do Domicílio (TED)	EF08	Prop. de domicílios com 4 moradores ou mais	(Do01_V053 até Do01_V059) / Do01_V002
		EF09	Prop. de domicílios sem presença de cônjuge ou companheiro(a)	(Pe13_V003 - Pe13_V004) / Pe13_V003

ISBN: 978-85-7282-778-2

Renda e Educação (RE)	Renda da Pessoa Responsável (RPR)	RE01	Prop. de pessoas responsáveis com rendimento nominal mensal até 1 salário mínimo	(ReR_V001 + ReR_V002) / Re02_V001
		RE02	Prop. de pessoas responsáveis sem rendimento nominal mensal	ReR_V010 / Re02_V001
		RE03	Prop. de pessoas responsáveis do sexo feminino com rendimento nominal mensal de até 1 salário mínimo	(ReR_V045 + ReR_V046) / Re02_V001
		RE04	Prop. de pessoas responsáveis do sexo feminino sem rendimento nominal mensal	ReR_V054 / Re02_V001
	Renda Per Capita dos Moradores (RPM)	RE05	Prop. de moradores em domicílios com renda nominal per capital de até 1/4 salário mínimo	(En04_V683 + En04_V684) / En03_V422
		RE06	Prop. de moradores em domicílios sem rendimento nominal per capita	(En04_V693 + En04_V694) / En03_V422
	Alfabetização dos Responsáveis (ARE)	RE07	Prop. de pessoas não alfabetizadas responsáveis	[Re02_V001 - (Re02_V201 + Re01_V093)] / Re02_V001
		RE08	Prop. de pessoas não alfabetizadas responsáveis entre 10 e 14 anos	[Re02_V002 - (Re02_V094 até Re02_V011)] / Re02_V001
		RE09	Prop. de pessoas não alfabetizadas responsáveis do sexo feminino	(Re02_V001 - Re01_V093) / Re02_V001
Habitação e Entorno (HE)	Condições da Habitação (CHA)	HE01	Prop. de moradores em domicílios não próprios	[Do02_V002 - (Do02_V006 + Do02_V007)] / Do02_V002
		HE02	Prop. de moradores em domicílios particulares permanentes semiadequadas e inadequadas	[Do02_V002 - (En04_V623 + En04_V624)] / Do02_V002
	Infraestrutura do Domicílio (IND)	HE03	Prop. de moradores em domicílios particulares permanentes sem abastecimento de água da rede geral	(Do02_V002 - Do02_V012) / Do02_V002
		HE04	Prop. de moradores em domicílios particulares permanentes com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário que não tem rede geral de esgoto ou pluvial	(Do02_002 - Do02_V017) / Do02_V002
		HE05	Prop. de moradores em domicílios particulares permanentes sem energia elétrica	Do02_V041 / Do02_V002
	Infraestrutura do Entorno (INE)	HE06	Prop. de moradores em domicílios particulares permanentes sem iluminação pública	(En03_V430 + En03_V432 + En03_V434) / [Do02_V002
		HE07	Prop. de moradores em domicílios particulares permanentes sem pavimentação	(En03_V436 + En03_V438 + En03_V440) / Do02_V002
		HE08	Prop. de moradores em domicílios particulares permanentes sem bueiro ou boca-de-lobo	(En03_V454 + En03_V456 + En03_V458) / Do02_V002
		HE09	Prop. de moradores em domicílios particulares permanentes sem rampa para cadeirante	(En03_V460 + En03_V462 + En03_V464) / Do02_V002
		HE10	Prop. de moradores em domicílios particulares permanentes sem arborização	(En03_V466 + En03_V468 + En03_V470) / Do02_V002
		HE11	Prop. de moradores em domicílios particulares permanentes com lixo acumulado nos logradouros	(En03_V477 + En03_V479 + En03_V481) / Do02_V002
		HE12	Prop. de moradores em domicílios particulares permanentes sem lixo coletado	(Do02_V002 - Do02_V030) / Do02_V002

Legenda para os nomes das tabelas em relação à denominação das tabelas do Censo: Pe13 = Pessoal13_UF; Pe03 = Pessoa03_UF; Pe12 = Pessoa12_UF; Re01 = ResponsávelRenda01_UF; Re2 = esponsávelRenda02_UF; e Do01 = Domicílio01_UF; Do02 = Domicílio02_UF; En03 = Entorno03_UF; e En04 = Entorno04_UF; ReR = ResponsávelRenda_UF, sendo os 4 dígitos finais correspondentes ao nome da coluna na tabela original disponibilizada pelo IBGE.

ISBN: 978-85-7282-778-2

O componente FED busca levantar a proporção de crianças e idosos presentes nos domicílios. Conforme apontam Cutter *et al.* (2006a; 2006b), as pessoas que estão nos extremos do espectro de idade estão mais expostas aos riscos, apresentando situações de vulnerabilidade mais elevadas. Isso ocorre porque, geralmente, essa população tem menos capacidade de evacuação, são mais dependentes, têm menos resistência a doenças e, frequentemente, possuem menos recursos. Barros *et al.* (2003) também argumentam que os gastos com cuidados básicos (segurança, alimentação e saúde) com crianças e idosos são mais altos.

No componente COD são consideradas características de cor da pele e de gênero. Autores como Cutter *et al.* (2006b) e Wisner *et al.* (2005) apontam características étnicas e raciais como fatores que influenciam a vulnerabilidade social dos grupos e indivíduos. Heringer (2002) argumenta que as desigualdades sociais entre a população negra (considerada como negros e pardos neste trabalho) e branca estão tanto no acesso aos serviços básicos, quanto em oportunidades e posição no mercado de trabalho. O estudo da CEPAL (2016) mostra que as populações indígenas e afrodescendentes apresentam desigualdades de renda em relação ao restante da população, assim como estão relativamente mais posicionadas nas situações de pobreza.

Já as diferenças de gênero ocorrem porque as mulheres tendem a ser mais afetadas pelas perdas e podem apresentar mais dificuldade de recuperação dos eventos de desastres do que os homens. Essas dificuldades aparecem tanto no tempo dedicado às tarefas domésticas não remuneradas quanto na discriminação sofrida pelas mulheres em relação às diferenças salariais entre homens e mulheres (CEPAL, 2016). Além disso, apesar de serem mais efetivas na promoção da mitigação de desastres, as mulheres têm menos espaços de participação nas tomadas de decisão (CUTTER *et al.,* 2006b; FOTHERGILL, 1996; WISNER *et al.*, 2005; MORROW & PHILLIPS, 1999).

O componente RED considera os fatores já utilizados nas variáveis anteriores, como a presença de crianças, mulheres e idosos, porém em relação aos responsáveis pelo domicílio. Nesse componente, é considerada a questão de idade: pessoas responsáveis entre 10 e 14 anos e

pessoas a partir de 60 anos que, além das dificuldades em lidar com a situação do evento de perigo, conforme mencionado para o componente FED, podem ainda apresentar dificuldades para recuperar-se do desastre, já que na primeira faixa de idade, as pessoas estão fora de idade economicamente ativa e na segunda faixa, mesmo estando em idade economicamente ativa, as pessoas com mais de 60 anos podem apresentar limitações de acesso ao mercado de trabalho. Além do fator idade, é considerada o fator gênero do responsável, assim como na segunda variável do componente COD.

O componente TED traz informações sobre o tamanho (quantidade de pessoas) e a condição de monoparentalidade nos domicílios. Conforme apontam Cutter *et al.* (2006b), as famílias que tem um grande número de pessoas (4 pessoas ou mais) geralmente apresentam limitações financeiras para prover os cuidados necessários. Além disso, a mesma autora discorre que a condição de monoparentalidade, ou seja, a presença de responsáveis sem cônjuge, contribui para a existência de situações de vulnerabilidade porque há menos recursos disponíveis para o provimento das necessidades familiares e dificuldades em conciliar o trabalho e as responsabilidades com a família.

Os componentes RPR e RPM estão relacionados à renda das pessoas responsáveis e à renda *per capita* do domicílio. Wisner *et. al.* (2005) aponta que a vulnerabilidade não está associada diretamente à pobreza, mas a população pobre sofre mais com as consequências do que os ricos em uma situação de desastre, visto que essa população tem menores salários e seu patrimônio está concentrado em sua moradia. Além disso, a renda passa a ser um determinante da vulnerabilidade na medida em que maiores rendimentos possibilitam absorver e se recuperar das perdas de maneira mais rápida, já que a falta de recursos individuais e comunitários limitam diretamente a recuperação, tornando indivíduos e comunidades mais pobres menos resilientes aos impactos sofridos. O fator renda também possibilita o acesso a materiais e projetos de design e engenharia que não eliminam, mas podem minimizar a exposição aos riscos. Assim, entende-se que quanto menor for a renda, maior será a vulnerabilidade (CUTTER *et al.*, 2006b; FOTHERGILL, 1996; WISNER *et al.*, 2005).

Com base nesses argumentos, para a construção do componente RPR foram consideradas as pessoas responsáveis que não tem renda e as pessoas responsáveis com renda de até 1 salário mínimo – que correspondia a R$ 510,00 em 2010 – e, para o componente RPM, foi considerada a quantidade de pessoas em domicílios sem renda e com renda *per capita* de até ¼ de salário mínimo. Apenas para o componente RPR foi considerado o fator gênero, pois o censo demográfico de 2010 não apresenta dados que consideram gênero e renda *per capita* dos moradores dos setores censitários na mesma variável.

O componente ARE buscou trazer a dimensão da educação. Cutter *et al.* (2006b) consideram que tal fator está alinhado ao status socioeconômico, de forma que níveis mais elevados de escolaridade podem resultar em maiores ganhos durante a vida e níveis mais baixos de educação impactam na capacidade de entender os alertas de perigo e também de ter acesso às informações sobre recuperação. A única informação que o censo demográfico de 2010 traz relacionadas à educação para os setores censitários é em relação à alfabetização que, embora não sejam detalhados, conseguem trazer a dimensão da educação para o estudo, de modo que o componente ARE leva em consideração o número de pessoas não alfabetizadas responsáveis e também considera o fator gênero em uma de suas variáveis.

Para construção do componente CHA, foi levado em consideração a propriedade do domicílio e o tipo de habitação. Conforme apontam Cutter *el al.* (2006b), as pessoas que são inquilinas podem carecer de acesso às informações sobre ajuda financeira para recuperação dos desastres e podem ter dificuldades em se manter em abrigos, caso haja algum custo. Além disso, essas pessoas podem perder todos os bens que acumulam com a ocorrência de uma inundação. A condição da habitação, que mostra os moradores residentes em domicílios com condições inadequadas ou semiadequadas, se relacionam com o potencial de perda que os moradores podem sofrer, na medida em que as condições que não são adequadas são mais frágeis.

O componentes IND, que leva em consideração as condições do domicílio, e o componente INE, que leva em consideração as condições do entorno dos domicílios, foram

ISBN: 978-85-7282-778-2

construídos baseados em aspectos de infraestrutura, como abastecimento de água, esgotamento sanitário e presença de bocas de lobo para sua construção, entre outros. Tais características impactam diretamente na dinâmica hidrológica da área, assim como observado por Tucci (2003).

3. Determinação da vulnerabilidade social

Cada índice apresentado no tópico anterior teve como resultado valores entre 0 e 1. Nos casos dos setores censitários em que os índices apresentaram valor 0, identificamos duas situações: ausência de indivíduos nas condições que podem contribuir para a vulnerabilidade, ou seja, índices nulos, ou ausência de dados no levantamento do Censo para o setor censitário. Nesses casos, para não influenciar na classificação automática dos dados, foi atribuído o valor 99 para os índices nulos e 999 para ausência de informações sobre o setor censitário. Vale ressaltar que, ao falarmos da vulnerabilidade nos setores censitários, estamos nos referindo às pessoas que vivem nos setores, de modo que são elas que se encontram em situação de vulnerabilidade social e socioambiental e não os setores censitários em si.

Após essas alterações, foi utilizado o método de atribuição de intervalos de dados "quebras naturais" do software ArcMap para definir as classes para cada item. Para os dados que apresentavam índices nulos (valores 99) foram utilizadas 5 classes e, nos casos em que essa situação não ocorreu, foram utilizadas apenas 4 classes. Desse modo, os valores que indicavam situações de vulnerabilidade foram classificados em 3 classes separadas dos valores que, inicialmente, eram 0 e podiam alterar os intervalos das quebras naturais. Com os valores das classes delimitados, foi criada uma nova coluna na tabela de atributos para cada índice e foram atribuídos os valores 1, 2, 3, 99, 999 respectivamente para os índices "Baixo", "Médio", "Alto", "Nulo" e "Sem dados". A síntese desses índices representa a vulnerabilidade social. A partir dessa nova coluna, os dados dos índices foram espacializados para os setores censitários gerando os mapas para cada dimensão, mostrando também os resultados para os componentes de cada dimensão. O documento síntese é mostrado na Figura 1.

ISBN: 978-85-7282-778-2

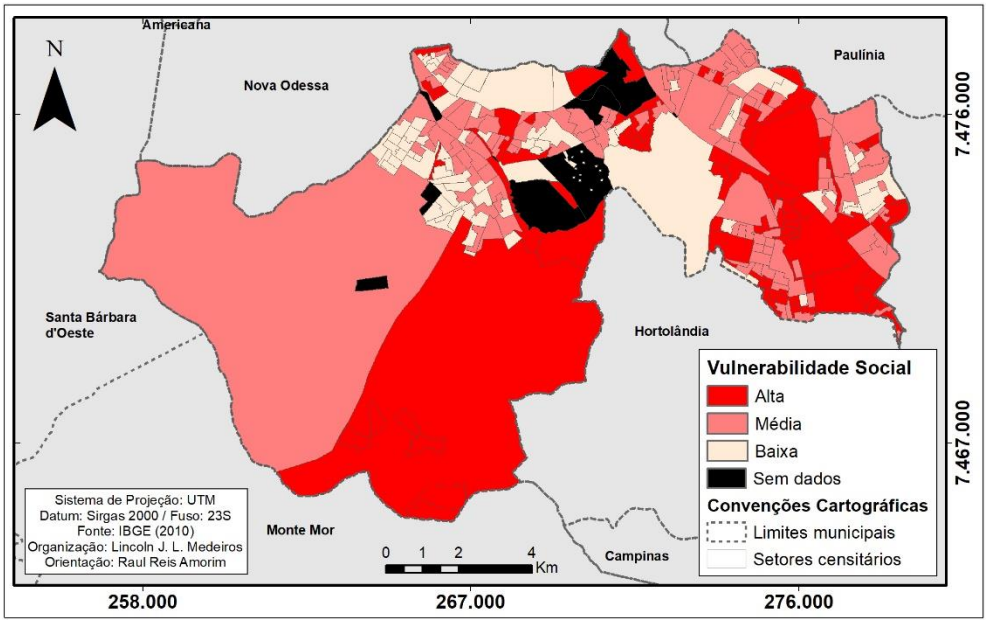


Figura 1 – Vulnerabilidade Social do município de Sumaré-SP

4. Determinação da vulnerabilidade socioambiental em áreas de inundação

Para determinar a vulnerabilidade socioambiental nas áreas de inundação foram utilizados os dados de suscetibilidade a inundações do município de Sumaré disponibilizados pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) e os dados referentes à vulnerabilidade social determinados conforme apresentado anteriormente.

Utilizando os dados da CPRM, para as classes de suscetibilidade "Baixa", "Alta" e "Média", foram atribuídos respectivamente os valores 1, 2 e 3 em uma nova coluna na tabela de atributos no software ArcMap e, após isso, o arquivo vetorial (*shapefile*) com esses dados foi convertido em arquivo matricial (*raster*). Em seguida, para cada um dos índices que compõe o índice de vulnerabilidade social foi gerado um arquivo *raster*. Em seguida, no ArcMap, os arquivos *raster* dos índices (com valores 1, 2, 3, 99 e 999) foram utilizados na ferramenta álgebra de mapas com o arquivo *raster* referente a suscetibilidade a inundações (com valores 1, 2 e 3).

A partir da multiplicação desses valores (1, 2, 3, 99 e 999 por 1, 2 e 3), os produtos com valores 1 e 2 foram classificados como situações de vulnerabilidade socioambiental baixa, os

ISBN: 978-85-7282-778-2

produtos com valores 3 e 4 foram classificados como situações de vulnerabilidade socioambiental média e os produtos com valores 6 e 9 foram classificados como situações de vulnerabilidade socioambiental alta. Os produtos resultantes da multiplicação das situações "Sem dados" (valores 999) foram considerados "Sem dados" e, como a vulnerabilidade social não apresentou nenhum setor com índice "Nulo", as situações de ausência de vulnerabilidade não aparecem para a vulnerabilidade socioambiental. Essa classificação foi utilizada para criação do mapa de vulnerabilidade socioambiental em áreas de inundação, conforme a Figura 2.

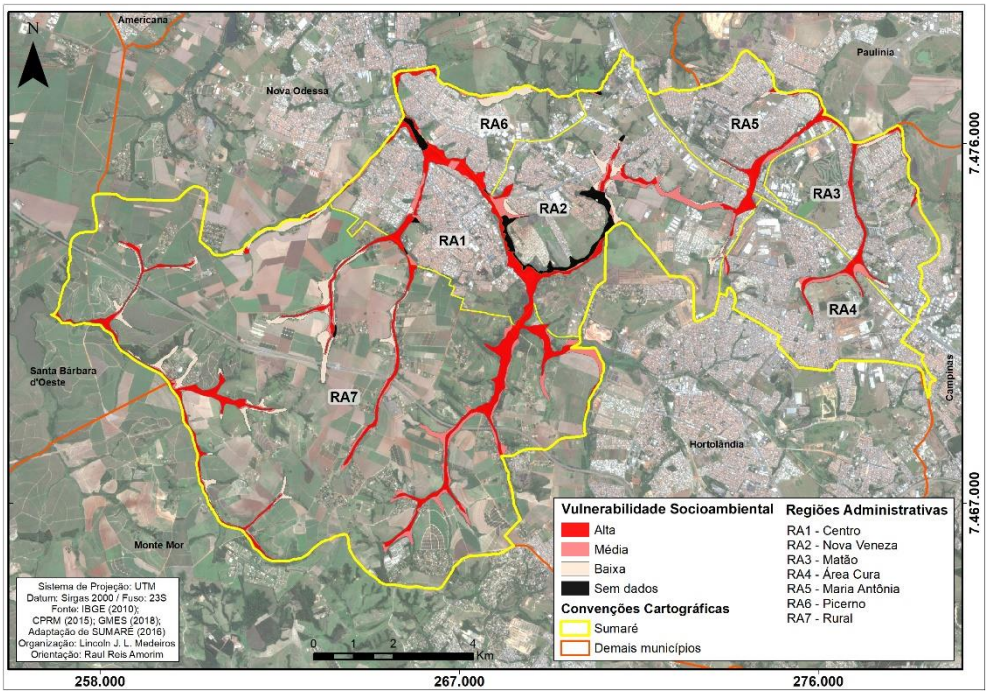


Figura 2 – Vulnerabilidade Socioambiental do município de Sumaré-SP

5. Condiderações finais

A metodologia apresentada nesse trabalho busca identificar algumas das desigualdades sociais e ambientais presentes no território, entendendo que estas, juntamente com outras características da população residente, são fatores determinantes da vulnerabilidade social e, fazendo o recorte para as áreas de inundação, conforme é a proposta desse trabalho, determinam também a vulnerabilidade socioambiental. Entendemos que este tipo de estudo é uma ferramenta

ISBN: 978-85-7282-778-2

importante para que os agentes do planejamento possam tomar conhecimento ou então se aprofundar nas problemáticas socioambientais presentes no território e, dessa forma, possam desenvolver ações que atendam às comunidades objetivando a diminuição das desigualdades sociais e das situações de vulnerabilidade as quais essa população está exposta, seja por meio da instalação de serviços que melhorem as condições ambientais, seja pela criação de políticas que desenvolvam saúde, educação e renda ou programas de realocação de famílias para áreas que garantam a essas pessoas melhores condições de vida.

Entre as limitações encontradas nesse estudo, destacamos aquelas também levantadas por Alves (2006) em seu trabalho em relação às diferenças de escala e unidades de análise. Essas diferenças estão relacionadas às informações utilizadas para a determinação da vulnerabilidade social e, consequentemente, a vulnerabilidade socioambiental. Conforme os dados do censo demográfico estão agregados por setores censitários, ou seja, áreas do município entendidas como homogêneas, a vulnerabilidade está sendo considerada para essas áreas, apesar de estar medindo a vulnerabilidade das pessoas que vivem nelas.

Apesar das limitações, observamos no nosso estudo que o predomínio de situações de vulnerabilidade socioambiental alta se deve à combinação de alta suscetibilidade a inundações com situações de vulnerabilidade social média. Nesse sentido, cabe destacar a importância de se desenvolver no município tanto políticas que melhorem as condições sociais da população, trabalhando no sentido de melhorar a qualidade de vida, quanto em políticas que impactem mais diretamente na prevenção de inundações, promovendo reflorestamento e recomposição de mata ciliar, além de obras de engenharia pertinentes.

Por fim, visto os resultados alcançados e as limitações encontradas, destacamos a necessidade de estudos mais detalhados, que consigam superar a generalização dos dados do Censo, e consigam identificar a pertinência do uso das características amplamente usadas para a determinação da vulnerabilidade, bem como identificar novas variáveis que podem enriquecer e dar mais profundidade à pesquisa.

ISBN: 978-85-7282-778-2

6. Referências Bibliográficas

ALVES, H. P. F. "Vulnerabilidade socioambiental na metrópole paulistana: uma análise sociodemográfica das situações de sobreposição espacial de problemas e riscos sociais e ambientais". *Revista Brasileira de Estudos Populacionais*, São Paulo, v. 23, n. 1, jan./jun., pp. 43-59, 2006;

BARROS, R. P.; CARVALHO, M.; FRANCO, S. O Índice de Desenvolvimento da Família (IDF). *Texto para discussão nº 986*. IPEA. Instituto de Pesquisas Aplicadas, Rio de Janeiro, 2003;

CEPAL. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. "Las desigualdades étnicas y raciales se entrecruzan con las desigualdades de género". *In*: CEPAL. *La Matriz De La Desigualdad Social En América Latina*, Caribe, pp. 21-42, 2016;

CUTTER, S. L.; MITCHELL, J. T.; SCOTT, M. S. "Revealing the vulnerability of people and places: a case study of Georgetown County, South Carolina". *In*: *Hazards, vulnerability and environmental justice*. London, Earthscan, pp. 83-114, 2006a;

CUTTER, S. L.; BORUFF, B. J; SHIRLEY, W. L. "Social Vulnerability to Environmental Hazards". *In*: *Hazards, vulnerability and environmental justice*. London, Earthscan, pp. 115-132, 2006b;

FOTHERGILL, A. "Gender, risk, and disaster*". International Journal of Mass Emergency and Disaster.* Colorado, vol. 14, n. 1, pp. 33-56, 1996;

HERINGER, R. R. Desigualdades raciais no Brasil: síntese de indicadores e desafios no campo das políticas públicas. *Cadernos de Saúde Pública (FIOCRUZ)*, Rio de Janeiro, v. 18, pp. 57-65, 2002;

MORROW, B. H., PHILLIPS, B. What's gender 'got to do with it'? International Journal of Mass Emergencies and Disasters. Mattoon, USA, vol. 17, n. 1, pp. 5-11, 1999;

TUCCI, C. E. M. "Águas urbanas". *In*: TUCCI, C. E. M.; BERTONI, J. C. (org.*). Inundações urbanas na América do Sul*. Porto Alegre, ABRH, pp. 11-44, 2003;

WISNER, B.; BLAIKIE, P M. CANNON, T. DAVIS, I. *At risk: natural hazards, people's vulnerability, and disasters.* New York, Routledge, 2005.

7. Agradecimentos

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), processo nº. 2018//09401-1 pelo auxílio à pesquisa e participação no evento.

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

MINERAÇÃO *VERSUS* UNIDADE DE CONSERVAÇÃO NA SERRA DOS MORAIS, DISTRITO DE JOSÉ DE ALENCAR (IGUATU,CE)

Antônio Elian Vitor Oliveira[a], Aliriane Brito da Silva[b], Katiane Ferreira da Silva[c], Francisco Nataniel Batista de Albuquerque[d]

(a) Graduando em Geografia, IFCE – *Campus* Iguatu, elianoliveira456@gmail.com
(b) Graduanda em Geografia, IFCE – *Campus* Iguatu, alirianesilva180@gmail.com
(c) Graduanda em Geografia, IFCE – *Campus* Iguatu, katyanefsilva@gmail.com
(d) Professor Doutor, IFCE – *Campus* Iguatu, nataniel.albuquerque@ifce.edu.br

Eixo: Riscos e Desastres naturais

Resumo

Este artigo tem como objetivo discutir os impactos ambientais ocorridos (e os passíveis a ocorrer) pela mineração de quartzito na Serra dos Morais no distrito de José de Alencar, município de Iguatu – CE e os conflitos de perspectivas e divergências entre a população local e os processos de explotação. A retirada de dois blocos de quartzito na serra levou a população a intervir nas ações da mineradora através das lideranças populares da comunidade, resultando na realização de uma audiência pública e a proposta da criação de uma Área de Preservação Ambiental (APA) na área. Conclui-se que há existência de conflitos relacionados à proximidade da mineração da zona urbana, que decorrente a contradição do licenciamento ambiental referente ao o EIA/RIMA, causando impactos durante o processo de pesquisa sem o conhecimento da comunidade afetada diretamente pelo empreendimento e revelando o poder deles nas tomadas de decisão sobre a utilização dos recursos naturais da localidade.
Palavras chave: Mineração; Quartzito; Impacto Ambiental; Unidade de Conservação.

1. Introdução

A mineração está entre as atividades humanas mais antigas e impactantes da história, provocando modificações no solo, relevo, qualidade da água e transformações na vida da sociedade. Diante do poder de alteração das paisagens, das relações sociais e econômicas, faz- se necessário uma legislação mínima que garanta a qualidade dos recursos naturais, o bem-estar social e a saúde dos mesmos. Do ponto de vista espacial, a mineração é uma atividade marcada pela rigidez locacional e, do ponto de vista ambiental, é marcada pela necessidade da realização de estudos mais complexos devido a sua capacidade de impactar o meio ambiente.

Nesse contexto econômico, o distrito de José de Alencar, município de Iguatu (Ceará) destaca-se nacionalmente na extração de magnesita, pois toda a produção brasileira está restrita a apenas 02 Estados – Bahia (98%) e Ceará (2%) (COSTA & CORREIA, 2017) com a presença de

empresas de porte nacional. Mais recentemente, a mineração foi ampliada com a solicitação de pesquisa para exploração de outro recurso mineral, o quartzito, na Serra dos Morais no entorno do distrito (figura 1).

Dentro desse universo, o trabalho tem por objetivo analisar os aspectos ambientais do impasse entre a atividade de mineração (extração de quartzito) e a proposta de unidade de conservação (área de proteção ambiental) na Serra dos Morais, a partir da extração de blocos da referida rocha para pesquisa mineral no ano de 2018 gerando questionamentos por parte da população do referido distrito.

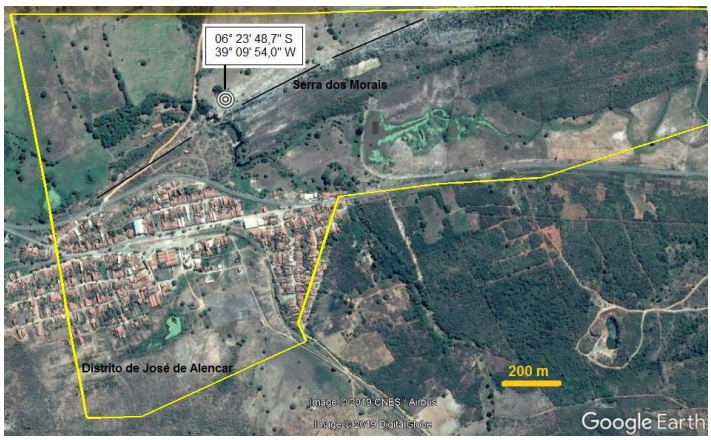


Figura 1- Imagem do distrito de José de Alencar (Iguatu, CE) com a delimitação da área aproximada autorizada para pesquisa de quartzito pela ANM incluindo a área urbana.
Fonte:http://sigmine.dnpm.gov.br/webmap/

2. Referencial Teórico

1.1. Mineração

A mineração está entre as principais atividades econômica sendo uma das maiores contribuintes do produto interno bruto (PIB) brasileiro. No entanto, está entre as atividades mais impactantes, portanto obrigadas a realizar o estudo de impacto ambiental (EIA) e o relatório de impacto sobre o meio ambiente (RIMA) conforme a Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), resolução nº 001, de 1986.

Na mesma resolução, os impactos ambientais são definidos 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).

Entre os principais impactos ambientais decorrentes da mineração de rochas ornamentais estão, o decapeamento do solo expondo à rocha intensificando a erosão, o acumulo de rejeitos vindos da extração de placas descartadas, ocasionando outros impactos como: assoreamento dos cursos d'águas, contaminação do solo, e outros impactos decorrentes da fase da atividade minerária como ressalta Dutra (2012): pesquisa, extração, beneficiamento e recuperação das áreas.

A fase da pesquisa mineral, etapa iniciada na área de estudo, por exemplo, tratado estudo mais aprofundada do mineral, a fim de saber a qualidade e a quantidade da reserva de minerais existente, e definir o seu valor econômico. Do ponto de vista espacial e ambiental, a atividade de mineração possui algumas limitações em algumas áreas. Segundo o DNPM (2018) são consideradas áreas de bloqueio:

- Gasodutos, linhas de transmissão e hidrelétricas;
- Reserva extrativista, caverna, sítio paleontológico, conselho nuclear, sítios arqueológicos, área militar, unidade de conservação integral e países limítrofes;
- Áreas urbanas.

2.2 Unidade de conservação

O meio ambiente é um dos assuntos que têm gerado muitas discussões, por questões dos agravamentos das ações antrópica, que causam preocupações em nível mundial, a fim de despertar a conscientização das ações de alguns segmentos sociais, em relação à conservação ambiental. De acordo com o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) (Lei nº 9.985/2000), entende-se por conservação da natureza:

> "o manejo do uso humano da natureza, compreendendo a preservação, a manutenção, a utilização sustentável, a restauração e a recuperação do ambiente natural, para que possa produzir o maior benefício, em bases sustentáveis, às atuais gerações, mantendo

> seu potencial de satisfazer as necessidades e aspirações das gerações futuras, e garantindo a sobrevivência dos seres vivos em geral" (BRASIL, 2000).

O SNUC define a unidade de conservação (UC) como:

> "espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituídos pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção" (BRASIL, 2000).

As unidades de conservação estão divididas em 02 grupos, a unidade de proteção integral (UPI) que tem por objetivo a proteção e o uso indireto dos recursos existente no meio ambiente e a unidade de uso sustentável (UUS) que visa à conservação e a sustentabilidade dos recursos naturais. Entre as UUS está a Área de Proteção Ambiental (APA). Essa categoria de UC está entre as mais frágeis do ponto de vista da conservação, pois tenta conciliar a presença humana na área protegida com o uso sustentável dos recursos naturais. A ausência da zona de amortecimento onde as práticas humanas se sujeitam a regras a fim de minimizar os impactos sobre a unidade contribui para essa vulnerabilidade. Esses espaços territoriais protegidos e as normas de uso são importantes para a minimização dos impactos ambientais e dos conflitos sociais.

> Além destes, existem, ainda, populações para as quais os conflitos têm um componente de valores decorrentes de interesses e saberes divergentes sobre o que é desenvolvimento, a exemplo daqueles que envolvem áreas com grande patrimônio natural, produção tradicional ou extrativista agrícola, ou atividade turística. (ARAUJO; FERNANDES, 2016)

3. Materiais e Métodos

Para o desenvolvimento da pesquisa foram realizados levantamentos bibliográficos que envolvem as questões legais e ambientais da mineração e unidades de conservação, além da busca de dados através de *sites* de notícias da mídia local sobre os principais atores envolvidos, fatos, impactos percebidos pela população e as ações tomadas por parte dos órgãos responsáveis em relação à área de estudo.

Estas informações foram complementadas com visita de campo e análise de fotografias,

por se tratar de uma área particular de difícil acesso.

4. Resultados e Discussões

A exploração mineral no distrito de Alencar é histórica remontando às décadas de 1940 e 1950 com as primeiras concessões de lavra de magnesita. A atual área limítrofe do distrito na sua porção leste, denominada Alto da Gangorra, começou a ser explorada em 1959 pela empresa de mineração, Indústrias Brasileiras de Artigos Refratários S.A. (IBAR), área que atualmente é totalmente urbana.

Recentemente, mais precisamente no ano de 2018 houve a retomada da mineração na localidade, exatamente na Serra dos Morais, agora com o objetivo da exploração do quartzito, uma rocha metamórfica ornamental causando insatisfação em parte da comunidade do distrito.

Em abril de 2018 ocorreu a extração legal de blocos de quartzito para pesquisa mineral na Serra dos Morais, nas adjacências da área urbana do distrito gerando questionamentos do ponto de vista ambiental e motivando a organização da sociedade civil do referido distrito. No entanto, o processo minerário teve início em 2016 com a autorização do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) (atual Agência Nacional de Mineração – ANM) e da Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Ceará (Semace), para que a empresa Milgran Indústria e Comércio de Granitos realizasse pesquisa mineral para a extração de quartzito em uma área que compreende aproximadamente 143,79 ha, incluindo a área urbana do distrito.

A falta de informação da população sobre o processo de extração intensificou as preocupações quanto aos possíveis impactos gerados pela mineradora. Vale ressaltar que no processo de licenciamento ambiental, é obrigatória a realização de uma audiência pública após a elaboração do EIA/RIMA, porém a mesma ocorre somente após a pesquisa, possuindo muitas vezes apenas um caráter informativo junto à população.

Dessa forma a audiência ocorre tardiamente impossibilitando a participação da comunidade em decisões importantes logo no início. Segundo Sanchez (2016, p. 417) “a ‘reunião pode ser muito útil’ para ouvir as preocupações da comunidade e conhecer suas expectativas em relação ao projeto”. Assim, a não participação da comunidade do distrito de José de Alencar logo

no processo inicial ocasionou uma grande insatisfação pela retirada do minério para a pesquisa. Com relação a essa etapa, o manual de Normas e Procedimentos para Licenciamento Ambiental no Setor de Extração Mineral do IBAMA (2001) esclarece:

> Outra importante tendência é a de que, desde o início dos trabalhos de pesquisa, seja estabelecido um canal de comunicação com as comunidades situadas nas proximidades, considerando-se ao menos o município no qual se insere o projeto. Este processo, caracterizado pela transparência e pela constante informação das intenções e dos planos da empresa, evita a disseminação de boatos, prepara a comunidade para o processo de licenciamento e implantação do empreendimento, e cria condições para uma adequada relação empresa-comunidade.

Outro aspecto importante na avaliação de impactos ambientais é a definição das áreas diretamente afetada, de influência direta e indireta do empreendimento, condição necessária para a identificação dos tipos e magnitude dos impactos ambientais.

Entre os elementos espaciais possivelmente afetados diretamente pela mineradora estaria a área de preservação permanente (APP) do rio que corta o distrito (20 m de distância), especialmente no trecho conhecido como barragem do S, que segundo o Código Florestal de 2012 deve possuir no mínimo 50 metros de largura; a rodovia municipal que liga o distrito à localidade de Estrada (110 m); a residência mais próxima (120 m), e; a maior concentração de residências do distrito (270 m) (figura 2) sentindo os impactos ambientais imediatos como assoreamento do rio e da barragem, além de vibrações, ruídos e poeira resultantes da extração.

Figura 2 – Distâncias da área de extração e dos núcleos urbanos. Fonte: Google Earth.

A área de influência direta pelo empreendimento, por sua vez, poderia abranger toda a área urbana do distrito (aprox. 1,5 km), comprometendo todo o sistema viário que seria desgastado com o uso de máquinas pesadas para o transporte das rochas, as estradas que ligam o distrito às localidades e as cidades de Iguatu e Icó (dependendo do destino dos blocos), principalmente pelo fato da rodovia estadual cortar todo o distrito. Problemas como poluição sonora e do ar poderiam ser sentidos no distrito nos horários de pico.

A área de influência indireta tende a ser imprevisível de se estimar variando pela potencialidade do empreendimento sendo elas de alcance regional afetando desde vias que ligam cada território, no caso o distrito do Alencar as demais as demais regiões como a sede do distrito Iguatu, e municípios, ao próprio território. Dentro desse perímetro, a influência existente pela mineradora afetaria todo o meio físico, biótico e socioeconômico e cultural, da região que a mesma esteja inserida.

Tomando como base estudos que listam os impactos ambientais decorrentes da mineração de quartzito, como em Várzea-PB (SOUSA *et al.,* 2017) e Pirenópolis-GO (FALEIRO & LOPES, 2010) podemos enumerar possíveis impactos ambientais (tabela I).

Tabela I – Possíveis impactos ambientais negativos gerados durante os processos de lavra (extração) de rocha ornamental no distrito.

Atividade	Impactos	Consequências no Distrito
Retirada do solo	Alteração visual Destruição da fauna e flora Intensificação de processos erosivos	Degradação da paisagem Perca da identidade do lugar Desertificação
Desmonte da rocha	Acumulo de Rejeitos Poluição água Poluição do ar Poluição sonora Assoreamento Desgaste do solo	Ruídos e Vibrações Alto nível de poeira Poluição da barragem Danos às residências próximas
Transporte do minério	Aumento da incidência de poeira Desgaste viário Poluição sonora	Transtornos a comunidade Desgaste das estradas Problemas de saúde

Fonte: SOUSA *et al.*(2017); FALEIRO&LOPES (2010); Organização dos autores.

No caso específico do distrito, o maciço quartzítico sofreria danos que seria impossível de ser restauradas. A barragem que fica próxima a serra também poderia ser afetada pela mineração, tendo a perda da mata ciliar, diminuindo a qualidade da água tornando-a barrenta pelo aporte de solo, poluindo a água pelo uso de produtos químicos ou substâncias oleosas vindas do maquinário. Por último, pela proximidade do empreendimento na área urbana a população do distrito estaria comprometida aos impactos diretos.

Para tanto, alguns impactos ambientais foram gerados como o decapeamento do solo e disponibilização de estéril suscetível à erosão na Serra dos Morais, tanto a vegetação, a paisagem a própria serra sofreria danos considerados irreparáveis (figura 3). A barragem do açude do S construída a mais de 100 anos, sendo considerada pelos moradores como patrimônio, uma área de grande importância na preservação da memória e identidade do lugar como destaca o professor e membro do conselho Daniel de Araújo: *"Lá muitos aprenderam a nadar, a pescar, entre outras atividades. Atualmente, os esgotos do distrito acabam em grande quantidade para a barragem"*.

Figura 3 – Área de extração do quartzito para pesquisa mineral na Serra dos Morais.
Disponível em: http://www.maisfm.com/distrito-de-jose-alencar-se-mobiliza-contra-extracao-de-minerio/alencar

Diante de tal problemática, a própria sociedade civil, ao perceber os danos já causados durante a fase de pesquisa juntam-se as lideranças populares do distrito com o intuito de

barrar as operações que já haviam modificado a paisagem da Serra dos Morais. O conselho popular do distrito que engloba todas as outras lideranças como conselho de mulheres, igreja, associação de moradores, Pastoral da Juventude do Meio Popular (PJMP), liderou o movimento de paralisação culminando na realização de um abaixo-assinado.

A ação levou a realização de uma audiência na câmara de vereadores do município de Iguatu no dia 19 de agosto de 2018 com os membros da empresa Milgran Indústria e Comércio de Granitos Ltda., junto com a secretaria municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Urbano, o Conselho Popular do distrito de José de Alencar e a população de modo geral, a fim de discutir a mineração que vinha causando aflição aos moradores. Durante a audiência, o representante da empresa em meio ao debate e a pressão populacional optaram pela paralisação da atividade, revelando em sua fala também uma característica geográfica importante da atividade minerária, a sua rigidez locacional.

> "Fizemos um alto investimento. Infelizmente só podemos minerar onde o produto está. Respeitamos sempre o lugar, a prova foi que a insatisfação causada pela nossa presença me fez parar de imediato as atividades de extração".

A proposta da população do distrito e, a *priori* acatada pela Prefeitura Municipal de Iguatu é a criação de uma unidade de conservação municipal, mais especificamente uma APA na Serra dos Morais. Em 20 de agosto de 2018 foi realizado na referida serra um evento simbólico onde o prefeito municipal de Iguatu se propôs a elaborar o decreto de criação da UC, preservando sua geodiversidade como patrimônio natural incentivando o turismo para a utilização da mesma como trilha ecológica. Fato que se consolida com a fala do gestor:

> "Sabemos da importância deste local para a nossa comunidade e jamais iriamos permitir que esta serra fosse destruída, então decidimos transformar o local em uma área de preservação ambiental, onde está permanentemente proibida a destruição de cada local desta serra".

Vale ressaltar que o município já possui uma APA, da Lagoa Bastiana pela Lei Municipal n°170 de 1991. Entretanto a área delimitada para a preservação não é respeitada,

ISBN: 978-85-7282-778-2

havendo em seu entorno construções de prédios e casas. Levando em consideração que a legislação ambiental garante a conservação total dos recursos naturais apenas às UPI e, a APA, sendo uma UUS, permite algumas atividades humanas dentro de sua poligonal se fazendo necessário, portanto, uma regulamentação precisa da delimitação da área por decreto municipal, a instalação de um conselho gestor e a definição dos usos permitidos que devam constar no plano de manejo da futura unidade de conservação.

5. Considerações Finais

O entendimento dos processos minerários legais, e a necessidade da participação da comunidade afetada diretamente pelos impactos causados pela mineração. Por sua vez a pesquisa vem enriquecer a comunidade acadêmica da região por conta da escassez de trabalhos sobre o tema abordado.

Ademais foi possível evidenciar através da perspectiva dos moradores, os anseios que os mesmos vivenciam na comunidade, em relação aos impactos causados pela atividade minerária, uma vez que esse processo já faz parte de um contexto histórico do distrito. Mediante a essa tomada de consciência gerou a articulação para a paralisação das ações realizadas no lugar.

Podemos concluir por intermédio desta pesquisa que, pela proximidade da área explorada com a zona urbana, pode haver conflitos e divergências de interesses entre população e a empresa mineradora. Havendo também incoerência no processo de pesquisa pela apresentação dos resultados.

6. Referências Bibliográficas

BARBOSA, Honório. **Representante de empresa de mineração afirma que abandonou extração em José de Alencar, zona rural de Iguatu.** 28 de maio de 2018. Disponível em: <http://blogs.diariodonordeste.com.br/centrosul/cidades/representante-de-empresa-de-mineracao-afirma-que-abandonou-extracao-em-jose-de-alencar-zona-rural-de-iguatu/> Acesso em: 09 de Jan. de 2019

BRASIL. Lei n 12.651 de 25 de maio de 2012. **Novo Código Florestal.**

BRASIL. Lei Federal Nº 9.985, de 18 de julho de 2000. **Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza**.

CONAMA. Resolução n° 001/86. Disponível em: http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html acesso: 17 dez. 18

COSTA, A. C. C.; CORREIA, D. M. B. **Magnesita**. 2017. Disponível em: http://www.dnpm.gov.br/dnpm/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/outras- publicacoes-1/6-4-magnesita. Acesso em: 16/12/18

DNPM. **Regimes de Orientação de Pesquisa**. Disponível em: http://outorga.dnpm.gov.br/SitePages/Regimes%20Autorizacao%20de%20pesquisa.aspx. Acesso em: 21 dez. 2018.

DUTRA, Ricardo. Revista Tempo Técnico. Ensaio. **Mineração:** Atividades e Responsabilidades, Santa Catarina, v.3, n.2, p. 08-16, 2014. Disponível em: <http://www.sindicermg.com.br/biblioteca/RevistaTempoTecnico/13-MINERACAO.pdf> Acesso em 11 de fev. 2019.

FALEIRO, F.F.; LOPES, L. M. **Aspectos da mineração e impactos da exploração de quartzito em Pirenópolis-GO**. Ateliê Geográfico, v. 4, n. 3, p.148-162, 2010

FERNANDES, F. R. C.; ARAUJO, E. R. **Mineração no Brasil: crescimento econômico e conflitos ambientais.** Rio de Janeiro, Brasil: Centro de Tecnologia Mineral (CETEM).

Évora, Portugal: Centro de Investigação em Ciência Política, 2016, p. 65-88. Disponível em:http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/1909/1/conflitos_ambientais_cap.2%20p65.pdf Acesso em: 17 dez. 2018.

IBAMA. **Manual de normas e procedimentos para licenciamento ambiental no setor de extração mineral.** Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_pnla/_arquivos/MANUAL_mineracao>Brasília: IBAMA, 2001. Acesso em 09 de jan. 2019.

HENRIQUE, Thiedo. **Distrito de José Alencar se mobiliza contra extração de minério**. Iguatu, 27 de abri. 2018.Disponível em: https://www.maisfm.com/distrito-de-jose-alencar-se-mobiliza-contra-extracao-de-minerio/. Acesso em: 20 dez. 2018.

REDAÇÃO, Iguatu.net. **Prefeito de Iguatu determina que a Serra dos Moraes será Área de Proteção Ambiental**. Iguatu, 20 de agosto 2018 de publicação; Disponível em https://iguatu.net/site/prefeito-de-iguatu-determina-que-serra-dos-moraes-sera-area-de-protecao-ambiental/. Acesso em 21 dez 2018.

SANCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental:** conceitos e métodos. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos. 2013.

SOUZA, V. A. *et al.* **Identificação dos impactos ambientais causados a partir da atividade de extração e beneficiamento de quartzito no município de Várzea-PB**. 1° Congresso Sul-Americano de resíduos sólidos e sustentabilidade. **Anais**... vol. 1. Gramado-RS 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

Mapeamento Participativo na Identificação das Áreas de Risco à Inundação no Bairro Parque Mambucaba, Angra dos Reis/ RJ.

Fabiana Peres de Freitas [a] e Ricardo Vaz Leite [b]

[a] Mestre em Geografia/ UFRRJ. E-mail: fabianafreitas.ufrrj@gmail.com

[b] Mestrando do PPGEO – DGP M.N./UFRJ. Email: vazleite@uol.com.br

Eixo: Riscos e Desastres Naturais

Resumo

O bairro Parque Mambucaba está localizado no município de Angra dos Reis em uma planície de inundação flúvio-marinha da bacia hidrográfica do rio Mambucaba, cuja a nascente situa-se na divisa entre os estados do Rio de Janeiro e São Paulo, formando a mais extensa rede hidrográfica da Baía da Ilha Grande. A interferência nesse geossistema provoca severas alterações nos atributos físicos, geológicos, biológicos e sociais. Essas modificações transformam a paisagem ampliando os riscos ambientais relacionados às inundações. Tendo em vista a fragilidade ambiental e a vulnerabilidade dos moradores do Parque Mambucaba, a questão principal dessa pesquisa é analisar, através do mapeamento participativo, quais as áreas suscetíveis aos riscos de inundações e como a população percebe esses riscos, comprovando a dependência sistêmica entre os aspectos físicos, o processo histórico de ocupação, políticas públicas e as áreas com maiores incidências de riscos ambientais, que são ampliados devido à percepção da população.

Palavras chave: Geossistemas, Riscos, Percepção, Cartografia Social

1. Introdução

As variadas formas de produção e reprodução do espaço geográfico exercem forte pressão sobre o espaço natural, sendo desenvolvidas, na maioria das vezes, sem considerar a fragilidade dos sistemas naturais, mas principalmente a vulnerabilidade dos grupos sociais o que por vezes amplia as condições de risco a que está exposta grande parcela da população urbana. Neste sentido, sendo as bacias hidrográficas importantes unidades de planejamento e gestão ambiental, estas são palco de inúmeros problemas socioambientais, repercutindo negativamente na qualidade de vida das populações. A ocupação das planícies de inundações é um exemplo do processo historicamente excludente de constituição dos espaços urbanos brasileiros, muitas vezes ocupadas pelas populações socialmente vulneráveis, tornando mais devastadores e graves os desastres hidroclimatológicos no Brasil.

A escolha do tema surgiu da observação de eventos catastróficos que ocorreram na região nas últimas duas décadas. Dentre esses eventos está o que ocorreu em janeiro de 2010, quando durante 24 horas, entre os dias 2 e 3, choveu 200 mm, resultando em uma drástica inundação que atingiu todo o bairro do Parque Mambucaba, onde cerca de 64 pessoas foram retiradas de suas casas pela Defesa Civil.

Assim, conhecendo a política de prevenção aos desastres naturais realizada pela Defesa Civil de Angra dos Reis, a realidade da população do Parque Mambucaba e mediante os eventos de inundação constantes e eventualmente extremos que ocorrem no bairro, esta pesquisa tem o objetivo de identificar as áreas de risco à inundação no bairro a partir da percepção de risco da população do Parque Mambucaba, utilizando a Cartografia Social como ferramenta participativa.

ISBN: 978-85-7282-778-2

2 Materiais e Métodos

Para alcançar os objetivos propostos esta pesquisa foi realizada em diferentes etapas.

Durante a primeira etapa foi realizado um levantamento bibliográfico e cartográfico referentes às características físicas da área de estudo, como as unidades geomorfológicas, os sistemas de relevo reconhecidos regional e local, a cobertura vegetal, as características hidrológicas e os perfis de solos. também foi selecionado material bibliográfico para a definição do referencial teórico responsável pela orientação da pesquisa, que envolveu uma revisão conceitual sobre geossistemas, riscos ambientais, vulnerabilidade, percepção e mapeamento participativo de forma a propiciar o levantamento, a análise e a consolidação da base teórica e conceitual relacionada à problemática em questão.

A segunda etapa foi a realização de entrevistas objetivando identificar as áreas de maior risco a inundação com diferentes grupos sociais:

A - Uma visão técnica com um engenheiro representante da Defesa Civil Municipal;

B - Uma visão histórica com moradores antigos e lideranças locais;

C - Uma visão sobre eventos recentes com alunos do ensino médio do Colégio Estadual Almirante Álvaro Alberto, localizado no bairro Parque Mambucaba.

Com o grupo A foi realizada uma entrevista semi-estruturada; com o grupo B foram realizadas oito entrevistas não-estruturadas com questões abertas, e com o grupo C foram realizadas 20 entrevistas estruturadas e com questões fechadas, como subsídio à pesquisa da percepção e elaboração do mapeamento participativo.

Durante a terceira etapa elaboramos o mapa de risco de inundação segundo a metodologia participativa, onde os alunos do 2º ano do ensino médio do Colégio Estadual Almirante Álvaro Alberto. O mapeamento participativo foi desenvolvido em duas fases:

- a primeira ocorreu no dia 07 de dezembro de 2017, uma oficina voltada para o (re)conhecimento do bairro Parque Mambucaba, onde foram mostradas suas características físicas e históricas. Os alunos desenvolveram um croqui do bairro, destacando os pontos que identificaram como mais importantes, como escolas, comércio, e as rotas de saída para a BR 101;
- a segunda ocorreu no dia 09 de março de 2018, a produção do mapeamento participativo. Nesta oficina foram exploradas as inundações do bairro, com a apresentação do histórico das ocorrências. Após uma apresentação teórica, os alunos, divididos em grupos, produziram oito

mapas participativos sobre o risco de inundações, identificando as áreas que inundam sempre e as áreas que inundam apenas nas chuvas extremas.

As duas etapas assim como as entrevistas fechadas ocorreram no Colégio Estadual Almirante Álvaro Alberto com o mesmo grupo de alunos, que receberam um certificado pela participação ao final da oficina. É interessante ressaltar que na primeira fase da oficina os alunos pertenciam ao primeiro ano do Ensino Médio e o conteúdo da oficina estava relacionado ao conteúdo do Currículo Mínimo da Secretaria de Educação do Estado do Rio de Janeiro. Dessa forma a oficina serviu como uma ferramenta pedagógica de apoio e revisão dos conteúdos de Geografia para a referida série. As oficinas foram realizadas em horários alternativos às aulas dos alunos e houve total apoio da direção da escola durante todo o processo

Durante a quarta e última etapa foi realizada uma análise entre os oito mapas produzidos e foi confeccionado um mapa para síntese para representar a totalidade dos pontos de inundações, com o objetivo de identificar as confluências e divergências entre os mapas participativos e dessa forma analisar a relação entre risco, vulnerabilidade e percepção. Esse mapa síntese foi realizado com o apoio de quatro alunos que participaram da oficina de mapeamento participativo.

3. Resultados e Discussões

Nas áreas de expansão urbana o mapeamento de áreas susceptíveis aos riscos de inundações, torna-se necessário para evitar prejuízos materiais e humanos, caracterizando-se como um trabalho preventivo. uma situação que pode ser risco a um determinado segmento social pode não ser a outro. Por exemplo, a ocupação de uma planície de inundação constitui risco para uma população que não apresenta adequadas condições de infraestrutura. De outro lado, em uma região onde foram realizadas intervenções, visando a reduzir os efeitos potenciais de uma inundação o risco é reduzido. Esta concepção reforça o papel da vulnerabilidade das organizações socioeconômicas na exposição aos riscos.

Apresentando um total de 20 alunos entrevistados, no gráfico 1 sobre o tipo de risco mais impactante em seu local de moradia, 41,2% das respostas identificam a violência como o risco mais impactante no Parque Mambucaba, o mesmo percentual identifica as inundações como riscos impactantes. É importante ressaltar que apesar da contaminação da água estar

relacionada às inundações, apenas 8,8% identificaram esse risco. Com também 8,8% ficou a identificação do risco nuclear como impactante no bairro, apesar da grande proximidade das usinas nucleares. Esses percentuais baixos representam a falta de conhecimento sobre risco, ou ainda a naturalização do risco, ou sensação de segurança, em relação à Usina Nuclear de Angra dos Reis (Figura 1).

Figura 1 – Gráfico sobre maiores riscos que impactam em seu local de moradia.

O último gráfico resulta da percepção da intensidade dos riscos. Segundo as entrevistas, 41,2% dos alunos identificam o Parque Mambucaba como uma área de risco muito elevado às inundações e 23,5% indicam como sendo uma área de risco médio. Em contrapartida um grupo de 17,6 apontam como uma área de baixo risco de inundações e 5,9 consideram desprezível o risco de inundações. Esses apontamentos tão diferenciados podem estar relacionados à área onde cada aluno vive (Figura 2)

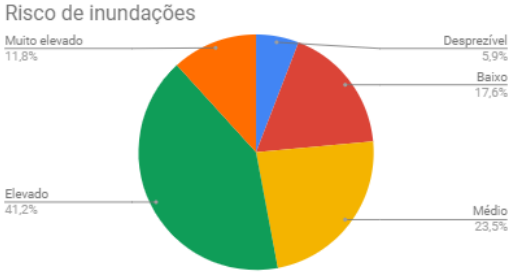


Figura 2 – Gráfico sobre risco de inundações no Parque Mambucaba.

ISBN: 978-85-7282-778-2

É interessante ressaltar que apesar de a grande maioria considerar elevado o risco de inundação, o risco social foi apontado como tão impactante quanto o risco às inundações, principalmente devido a alguns episódios violentos que ocorreram no bairro e que cada vez mais estão presentes em Angra dos Reis.

Após um primeiro momento voltado para um (re)conhecimento do bairro, através de uma imagem retirada do Google Earth, os alunos desenvolveram dois croquis com os pontos que identificaram como importantes para suas referências espaciais. É importante ressaltar que um dos mapas mentais não mostrava contornos claros e definitivos. Alguns alunos se restringiram a marcar as ruas no mapa, enquanto outros representavam uma narrativa espacial um pouco mais completa.

Através de uma análise dos polígonos formados, das linhas desenvolvidas, dos pontos de observação e das legendas nos mapas, pude observar que "traçar uma linha em um desenho espacial parece muito com a narração de uma história" (Ingold, 2008, p.90 apud Seemann, 2012, p.162). Foi preciso ler "entre as linhas" desses mapas mentais e estabelecer uma ligação entre produtos e processos e os mapeadores, seus conhecimentos e suas percepções.

Ao (re)conhecerem o bairro, os alunos produziram dois mapas esquemáticos. O primeiro (figura 3) apresenta os limites do bairro, sendo os rios Mambucaba e Perequê bem presentes como delimitadores desta unidade espacial; a vegetação é representada de forma generalizada toda em verde; já as casas e os que comércios foram diferenciados na legenda pelas cores. É interessante notar que as ruas foram traçadas de forma paralelas, como se o bairro fosse planejado, bem diferente do que se observa na realidade. Esses limites foram observados pelos próprios alunos e marcados de forma espontânea.

O mapa mental foi a continuação das entrevistas sobre as percepções de riscos e tem sequência na próxima etapa com produção do mapa de risco de inundações do Parque Mambucaba.

ISBN: 978-85-7282-778-2

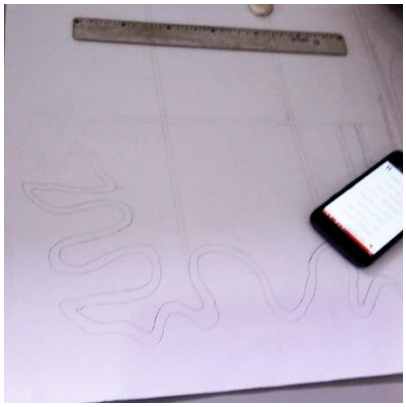


Figura 3 – Foto do mapa mental em fase de produção, com o rio Mambucaba e os traçados das ruas delimitados.

O segundo método de levantamento foi condicionado por uma base de orientação espacial e no plano de visão vertical com um recorte espacial preestabelecido. Os alunos sugeriram a divisão das inundações em eventos frequentes, que ocorrem sempre, e em eventos extremos, que ocorrem com grandes índices pluviométricos associados a outros fatores como a maré alta e com a chuva no Apeí, onde se localiza a cabeceira do rio.

A oficina resultou em 8 mapas, onde foram identificadas as áreas de maiores riscos de inundação. Foram identificadas as ruas Magalhães de Castro e Dolor Barreto e a Estrada do Mercantil, como as ruas que mais sofrem com as inundações constantes. É interessante ressaltar que a Magalhães de Castro é a principal rua de acesso ao bairro e foi identificada em todos os mapas como uma área de inundação frequente.

Durante as discussões para o desenvolvimento do mapa foi observado que a principal causa dessas inundações está na ineficiência da rede de drenagem do bairro. Esse fato ocorre por dois motivos: parte da rede de esgoto está ligada nas galerias pluviais que impedem o escoamento da água da chuva e contribui para a proliferação de doenças, uma vez que essa água que inunda as ruas está contaminada com esgoto; o segundo motivo são as canaletas construídas pelos moradores para coletar o esgoto dos domicílios e despejar no rio. Essas canaletas transbordam antes do rio ultrapassar seu leito menor, inundando toda área ao redor, inclusive as plantações de uma pequena agricultura de subsistência.

ISBN: 978-85-7282-778-2

O mapa de risco de inundações do parque Mambucaba deixa explícito essas áreas que foram bem identificadas na legenda. As inundações constantes foram bem representadas nas áreas subnormais que se encontram às margens dos rios Mambucaba e Perequê. Essas áreas são as mais atingidas e se caracterizam pela ocorrência de graus de risco alto e muito alto.

Destaca-se que todos os pontos foram identificados, discutidos e marcados durante a oficina participativa a partir da percepção de risco dos alunos, não houve nenhum tipo de intervenção sugerindo locais que pudessem ser considerados de risco.

Figura 4 - Mapa síntese das áreas de inundações.

O mapa da figura 4. representa a síntese dos mapas anteriores elaborados pelos alunos. As ruas próximas as margens dos rios Perequê e Mambucaba inundam com mais frequência, enquanto as ruas centrais inundam apenas em eventos extremos.

ISBN: 978-85-7282-778-2

6. Considerações Finais

Em Angra dos Reis, o contato direto da Serra do Mar com o oceano, apresentando a planície costeira pouco desenvolvida com um relevo íngreme, formam uma pequena área de drenagem, com uma vazão média. Em suma, esta região funciona como um importante reservatório de água no solo, estocagem proporcionada pelo alto índice de precipitação total anual, pelo relevo e pela ocorrência de cobertura vegetal. No entanto, durante os períodos chuvosos mais intensos, quando os canais fluviais apresentam os picos de vazão, é comum o registro de cheias, podendo ocorrer inundações nas planícies fluviomarinhas situadas no sopé da vertente sul, atingindo o Parque Mambucaba.

A geomorfologia associada às condições pluviométricas, com uma ocupação desordenada, principalmente nas encostas e nas planícies de inundações, certamente contribuiu para a ocorrência dos desastres que periodicamente têm colocado em risco a vida dessa população, principalmente daquela mais vulnerável.

O desenvolvimento populacional nuclearizado em torno dos grandes empreendimentos, porém disperso ao longo do município, agravou o problema municipal de infraestrutura, uma vez que a dispersão das construções encarece a construção de redes de escoamento de águas pluviais, de esgoto, de água, e de energia para a população urbanizada. Outro aspecto importante a ser considerado é que o risco se insere em dado contexto social (VEYRET e RICHEMOND, 2007). Deste modo, uma situação que pode ser risco a um determinado segmento social pode não ser a outro. Por exemplo, a ocupação de uma planície de inundação constitui risco para uma população que não apresenta adequadas condições de infraestrutura. De outro lado, em uma região onde foram realizadas intervenções, visando a reduzir os efeitos potenciais de uma inundação o risco é reduzido. Esta concepção reforça o papel da vulnerabilidade das organizações socioeconômicas na exposição aos riscos.

Das entrevistas vieram contribuições importantes como a informação de que as inundações ocorrem não só devido à chuva forte no Parque Mambucaba ou na Serra da Bocaina,

mas também é possível que ocorra na presença de maré alta combinada com chuva localizada. Isso faz com que as inundações sejam mais frequentes do que se imagina, muitas vezes fazendo parte do cotidiano dos moradores. Este fato está presente nas declarações dos entrevistados quando o preço dos terrenos varia de acordo com a intensidade e frequência das inundações, mas também na regularidade com que os alunos têm dificuldade para chegar às escolas do bairro. Também foi relatado que a ocorrência das inundações não é um fenômeno recente, pois, no passado, muitas terras foram loteadas e repassadas a preços irrisórios, justamente por apresentarem-se alagadas sistematicamente.

A frequência com que as inundações ocorrem no Parque Mambucaba fez com que a população naturalizasse o fenômeno, pois apesar de terem consciência do ocorrido, elas já não apresentam riscos. A não ser aquelas relacionadas a eventos extremos, que embora tenham sido mais frequentes nas últimas décadas, mas que por ocorrerem em um intervalo maior apresentam tempo suficiente para cair no esquecimento coletivo e passar a ser tratado como algo raro. Esse comportamento está presente nas entrevistas, onde apenas 1/3 dos entrevistados reconheceram morar em uma área de risco, apesar de residirem há mais de 20 anos no bairro, mas também nas respostas dos questionários, onde os alunos apesar de serem capazes de identificar as inundações como algo impactante em suas residências, no mesmo nível da violência, cada vez mais presente no município, ainda têm dificuldade de associar a primeira a uma possível contaminação da água, o que chamou bastante a atenção.

O risco de contaminação da água e o surgimento de doenças é bastante elevado, pois como falta saneamento básico em parte do bairro e o esgotamento sanitário é direcionado para os rios. Quando o rio enche e seu nível eleva, o esgoto de muitas casas passa a retornar e em muitas ruas esse é o início dos episódios de inundação. Este fato associado à falta de uma rede de drenagem das águas pluviais tem se mostrado um agravante nos casos de inundação, pois a água fica concentrada devido à dificuldade de escoar. Assim, algumas ruas permanecem cheias muito tempo depois da chuva cessar, como foi possível observar relatos dos alunos durante a realização das oficinas de mapeamento participativo.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Do mapeamento participativo, apesar das similaridades e disparidades observadas entre os diferentes grupos de alunos, observou-se que as disparidades estiveram relacionadas aos espaços de vivência de cada aluno, ou seja, a percepção foi influenciada pelo cotidiano. Ainda assim, o mapa de risco de inundações do Parque Mambucaba mostra que as inundações constantes, que também têm graus de risco alto e muito alto, foram representadas nas áreas mais próximas às margens dos rios Mambucaba e Perequê. Essas áreas mais suscetíveis às inundações, identificadas como as mais atingidas, apresentam baixos valores para os terrenos e acabam sendo ocupadas por uma população mais vulnerável.

O mapeamento participativo é o início de um processo de tomada de consciência por parte da população, afirmando que todas as pessoas são agentes de seu próprio espaço, e que tais experiências podem contribuir para dar visibilidade a grupos sociais geralmente excluídos de mapeamentos oficiais. Dessa forma, o mapeamento social, aplicado em oficinas para estudantes do Segundo ano do Ensino Médio da Escola Estadual Almirante Álvaro Alberto, pôde dar visibilidade às referências espaciais compartilhadas, ao torná-los autores de seus próprios mapas, colaborando na identificação das áreas de risco a partir de um novo ponto de vista, dos que vivem o Parque Mambucaba, bem diferente dos resultados apresentados nos mapeamentos oficiais. No entanto este processo precisa de continuidade, pois, por todos os aspectos mencionados, pode-se concluir que os riscos existem, a população convive com eles, mas a continua expansão do bairro em consequência do aumento populacional, provavelmente ampliará esses riscos, inclusive originando novos riscos ambientais.

3. Referências Bibliográficas

ACSELRAD, H. (Org.). **Cartografias Sociais e Território. Rio de Janeiro**: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2008.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. **Análise de Sistemas em Geografia: introdução**. São Paulo: HUCITEC-EDUSP, 1979. 106p.

IBGE, Diretoria de Geociências. **Atlas Geográfico das Zonas Costeiras e Oceânicas do Brasil** - Rio de Janeiro: IBGE, 2011

IBAMA. **Plano de Manejo: Parque Nacional da Serra da Bocaina**. Brasília: IBAMA/PRÓ-BOCAINA, 2001. 6v.

PLESSMAN, Franklin. Unidade M03U01, Módulo M03: Introdução à Participação; in: ETTERN/IPPUR/UFRJ, **Guia Para Experiências de Mapeamento Comunitário, versão livremente adaptada para o português de CTA**. 2010. Rio de Janeiro, 2013.

SEEMANN, J. "Histórias da cartografia, imersão em mapas e carto-falas: métodos para estudar culturas cartográficas". In: CAZETTA, V.; OLIVEIRA JUNIOR, W. M. (orgs.). **Grafias do espaço: imagens da educação geográfica contemporânea.** Campinas, SP: Editora Alínea, 2013.

_____. "Subvertendo a cartografia escolar no Brasil". In: Geografares: **Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia e do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Espírito Santo**, Vitória, v. 12, p. 138-174, 2012. Disponível em: http://periodicos.ufes.br/geografares/article/view/3191 Acesso em: mai. 2018.

VEYRET, Yvette; MESCHINET DE RICHEMOND, Nancy. O Risco, os Riscos. In: VEYRET, Y. (Org.) **Os Riscos – o Homem como agressor e vítima do meio ambiente**. São Paulo: Contexto, 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

Mapeamento das ocorrências de escorregamentos e suas relações com as caracteristicas físicas da paisagem no município de Jaboatão dos Guararapes (PE)

Gabrielle Fernanda Silva dos Santos[1],John Kennedy Ribeiro de Santana [2],Emanuelle Cristine Batista da Silva[3], Fabrizio de Luiz Rosito Listo[4].

[1]Discente do Departeamento de Ciências Geografucas, UFPE, E-mail: gs65728@gmail.com;

[2]Mestrando do Programa de Pós Graduação em Geografia, UFPE, E-mail: santanajohn87@gmail.com;

[3]Mestranda do Programa de Pós Graduação em Geografia, UFPE, E-mail: emanuellecbs@gmail.com

[4]Docente do Departamento de Ciências Geográficas da UFPE, E-mail: fabrizio.listo@ufpe.br

Eixo: 8. Risco e desastres naturais

Resumo

Os escorregamentos causam diversos problemas sociais e econômicos no município de Jaboatão dos Guararapes (PE), estando ligados a características físicas da paisagem local. Assim, o objetivo dessa pesquisa é realizar um mapeamento das ocorrências de escorregamentos e relacioná-los com condicionantes geomorfológicos e pedológicos do município de Jaboatão dos Guararapes, possibilitando compreender as características físicas do terreno no qual ocorreram os processos. O mapa de ocorrências dos escorregamentos foi elaborado a partir de dados obtidos pela Defesa Civil e trabalhos de campo. Os mapas, geomorfológico e pedológico, foram obtidos a partir de informações secundárias. Por fim, foi calculado o índice Concentração de Escorregamentos (CE) por meio da sobreposição dos mapas. Os resultados mostraram que a unidade geomorfológica das colinas e os solos do tipo argissolo apresentaram a maior concentração de escorregamentos no município.

Palavras chave: Escorregamentos; condicionantes geomorfológicos; condicionantes pedológicos.

1. Introdução

Os escorregamentos em encostas urbanas podem ser colocados entre os principais fatores de risco causadores de desastres naturais nas cidades brasileiras. Este quadro é reflexo de um processo de urbanização excludente, que reserva para milhões de famílias brasileiras apenas as áreas mais inadequadas das cidades, incluindo aquelas ambientalmente frágeis, como as encostas íngremes e margens de rios. Dentro desta perspectiva, o desencadeamento de escorregamentos em áreas urbanas constitui riscos que provocam consequências graves como, por exemplo, o bloqueio de vias de circulação, o soterramento de bens e perdas humanas, além de provocar diversos danos ambientais, tais como perda de produtividade, alteração na paisagem urbana, nas atividades comerciais, entre outros.

Os escorregamentos são caracterizados pelo rápido deslocamento de massas de solo, de curta duração, com planos de ruptura definido, o qual permite distinguir entre o material deslizado e o que permanece em repouso. Dentre os vários tipos de movimentos de massa, estes ocorrem com elevada frequência e causam muitos danos à sociedade (FERNANDES; AMARAL, 1996; SCHUSTER, 1996; AUGUSTO FILHO; VIRGILI, 1998).Segundo Guidicini e Nieble (1983), os escorregamentos são movimentos rápidos, apresentando superfície de ruptura bem definida, de duração relativamente curta, de massas de terreno geralmente bem definidas quanto ao seu volume, cujo centro de gravidadese desloca para baixo e para fora do talude, podendo ser translacionais, rotacionais e em cunha.

De acordo com Bandeira (2010), dentre os 14 municípios da Região Metropolitana do Recife em Pernambuco (RMR), Camaragibe, Recife e Jaboatão dos Guararapes são aqueles que mais apresentam ocupações em áreas de risco à escorregamentos de encostas, sendo Jaboatão dos Guararapes o de maior número, apresentando entre 2003 e 2007 cerca de 370 mil moradias em áreas de risco. A partir desta perspectiva, o

presente artigo tem como objetivo realizar um mapeamento das ocorrências de escorregamentos e relacioná-los com condicionantes geomorfológicos e pedológicos do município de Jaboatão dos Guararapes, possibilitando compreender as características físicas do terreno no qual ocorreram os processos.

2. Área de estudo

Jaboatão dos Guararapes localiza-se a sul da capital do estado (Recife) (Figura 1), perfazendo uma área de 258,7 km^2, com aproximadamente 697.636 habitantes. Desse total, 188 mil estão em áreas de risco (IBGE, 2018).

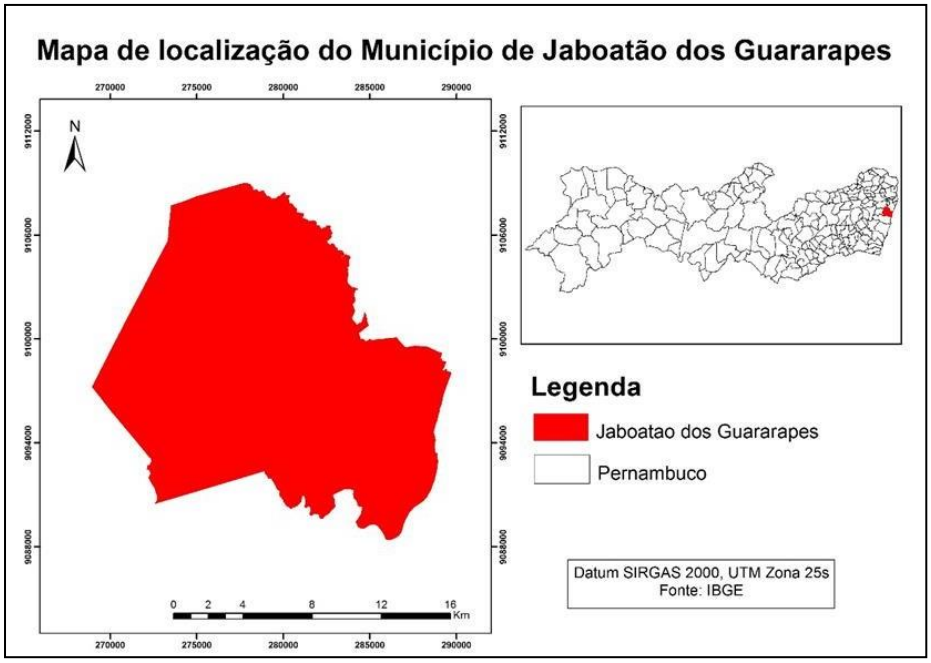


Figura 01- Mapa da Localização da área de estudo.

O uso da terra do município é composto, em sua maioria, por usos agrícolas, destacando-se a cana-de-açúcar, em termos de ocupação territorial. Já a ocupação urbana concentra-se, principalmente, na extensa zona litorânea do município. A faixa litorânea é de alta densidade populacional e de usos múltiplos (residencial, comercial e empresarial de

pequeno a médio porte), apresentando uma expansão rápida, horizontal e verticalmente, nos sentidos sul e oeste.

Geomorfologicamente apresenta, predominantemente, os seguintes domínios de relevo: Tabuleiros costeiros, Colinas, Terraços e Planície fluviomarinha, expressos por formas topográficas bem definidas. As formas de relevo, dentro desses domínios, resultaram-se deuma série de acontecimentos geológicos, relacionados às atividades tectônicas, comportamento diferencial das rochas e características climáticas (CPRM, 2013).

As colinas são as feições geomorfológicas de maior representatividade caracterizando-se por formas mais elevadas, formadas por coberturas sedimentares sobre rochas cristalinas, cujas cotas ultrapassam os 30m. Em linhas gerais, são feições de perfil convexo, em decorrência do processo de dissecação linear, com topos arredondados. Os processos morfológicos mais evidentes são os de ravinamento, que evoluem para voçorocamento e, conseguintemente, desestabilizam as encostas. Assim, muitas vezes, acarretam a ocorrência de escorregamentos, que na maioria das vezes, estão associados à atividades antrópicas (PFALTZGRAFF, 2007; TEXEIRA e GALVÍNCIO, 2010; CPRM, 2013).

Os tabuleiros costeiros são feições pertencentes ao planalto sedimentar litorâneo, formados por sedimentos Miocênicos da Formação Barreiras. Essa unidade foi dessecada pela drenagem em direção a costa, formando relevos sinuosos e com topos arredondados. Apresentam camadas mais arenosas na base e arenosas e argilosas intercaladas nos topos, resultantes de depósitos por enxurradas (leques aluviais). A constituição de areias típicas dessa formação apresenta um elevado teor de feldspatos, sujeitos aos processos de argilização em função de climas quentes e úmidos, o que favorece a ocorrência de escorregamentos e de processos erosivos (ALHEIROS, 1998; ALHEIROS et al., 2003; FONSÊCA *et al.,* 2016).

O clima da região apresenta variações mensais, no qual entre setembro a março há um clima quente e seco e de abril a agosto, um clima úmido, com alta precipitação. Dentro deste período, a precipitação pluviométrica oscila entre 140mm e 270 mm mensais, com média

anual superior a 1660 mm (INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA, 2016). A temperatura média anual está em torno de 26º C, com temperaturas mínimas e máximas em tomo de 18º C e 32º C. É importante destacar que os eventos de precipitação são causados pelos seguintes sistemassinóticos: Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), Vórtices Ciclones de Altos Níveis (VCANs) e Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOLs) ou simplesmente Ondas de Leste (OLIVEIRA, 2013).

A vegetação do município é diversificada, contendo pequenos mangues e resquícios de Mata Atlântica. Entretanto, a maior parte dessa vegetação foi retirada pela ocupação urbana e pelo plantio de cana de açúcar.

3. Procedimentos Metodológicos

O mapa de ocorrências de escorregamentos foi elaborado a partir de dados obtidos na Defesa Civil do município, adquiridos gratuitamente, apresentando os locais de ocorrência dos processos na área de estudo no ano de 2009. Os dados fornecidos pela Defesa Civil continham os endereços dos imóveis afetados, o nome dos proprietários, as datas das ocorrências e, em alguns casos, as coordenadas UTM.

Por meio do auxílio da fotointerpretração de imagens de satélite, adquiridos no *software Google Earth Pro*, e também a partir de trabalhos de campo para validação, os dados obtidos pela Defesa Civil foram georreferenciados (atribuição de um par de coordenadas geográficas), sendo posteriormente plotados em um ambiente SIG (Sistemas de Informação Geográfica). O mapa de ocorrências foi elaborado utilizando-se o *software ArcGIS 10.3* (versão estudante), no qual foram inseridas as coordenadas UTM dos locais afetados pelos escorregamentos, criando-se assim o mapa final de ocorrências de escorregamentos.

O mapa pedológico foi adquiro a partir do Zoneamento Agroecológico de Pernambuco (ZAPE), constando as seguintes classes temáticas: NeossolosQuartzarénicos, Gleissolos, Espodossolos, Latossolos Amarelos, Argissolos Vermelhos-Amarelos, Solos de Mangue e

Áreas Urbanas (locais onde não foram catalogados os tipos de solo). Já o mapa geomorfológico foi obtido a partir de dados da CPRM (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais), apresentando 8 classes: Colinas, Morros, Planícies e Terraços fluviais, Planícies Fluviomarinhas, Terraços marinhos (cordões litorâneos), rampas de alúvio-colúvio, vertentes recobertas por depósitos de encostas (colúvios) e tabuleiros costeiros dissecados.

Por fim, o mapa de ocorrências dos escorregamentos foi sobreposto aos mapas temáticos (pedológico e geomorfológico), no intuído de se obter o índice Concentração de Escorregamentos (CE): razão entre o número de células, de cada classe, afetadas pelos escorregamentos e o total de células afetadas no município.

4. Resultados e Discussões

No ano de 2009, foram registradas 215 ocorrências de escorregamentos, concentrados a noroeste e a norte do município (Figura 3). Os locais de maior concentração de escorregamentos correspondem às áreas de intensa ocupação urbana sobre terrenos declivosos, indicando que a ocupação antrópica possui uma grande influência na deflagração dos escorregamentos na região.

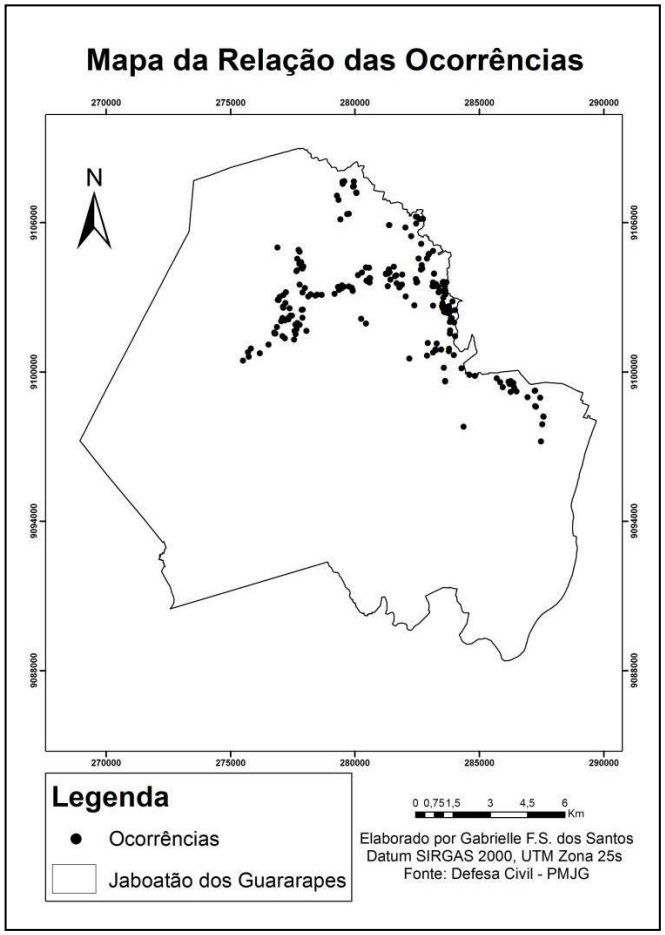


Figura 3: Mapa de ocorrências de escorregamentos do município de Jaboatão dos Guararapes.

Geomorfologicamente, 65% dos escorregamentos ocorreram na unidade das Colinas quanto ao índice CE (140 ocorrências), que ocupam a maior parte do município e são feições dissecadas, sendo comum os processos de escorregamentos, principalmente nas áreas de ocupação antrópica (Figura 4). Outra unidade geomorfológica de destaque quanto ao índice CE, foram os Tabuleiros costerios dissecados, que apresentaram uma concentração de

31%dos escorregamentos (67 ocorrências) (Figura 4). O conjunto das demais unidades apresentou um CE inferior a 4% (Figura 4).

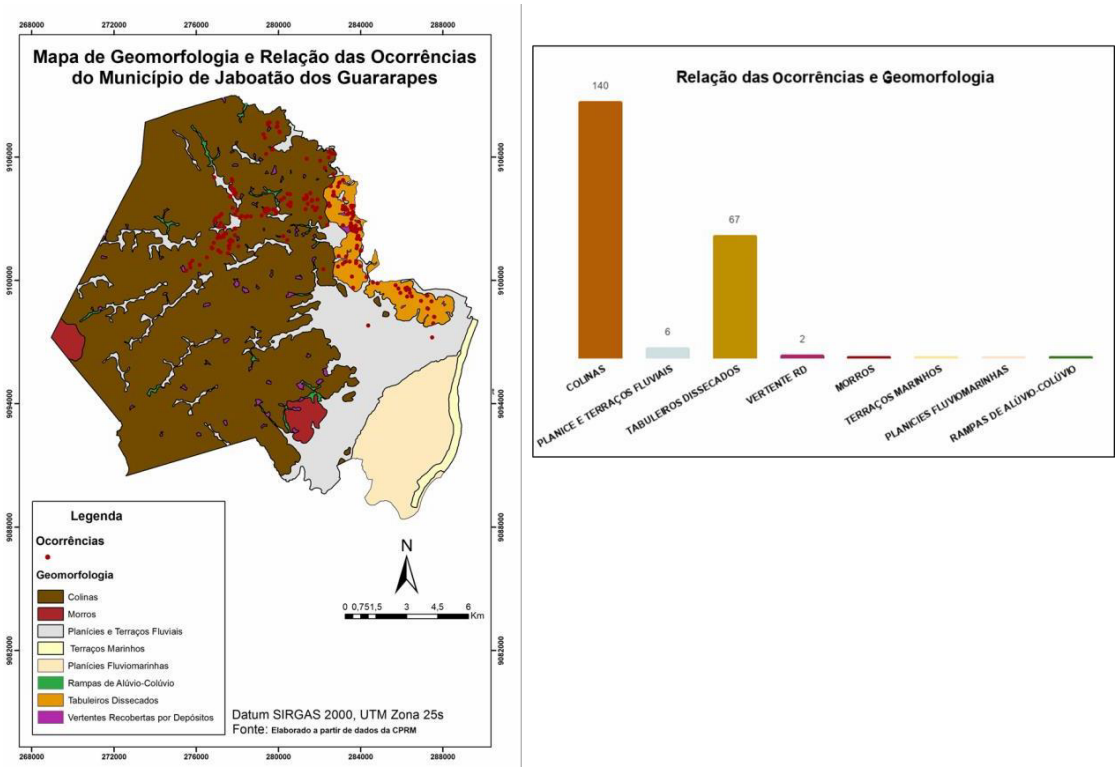


Figura 4: Mapa geomorfológico do município de Jaboatão dos Guararapes e índice de Concentração de Escorregamentos (CE)por número de ocorrências de escorregamentos em cada unidade geomorfológica.

Em relação a pedologia (Figura 5), os Argissolos vermelhos-amarelos apresentaram a maior concentração dos escorregamentos, 118 ocorrências (55% quanto ao índice CE). Esse tipo de solo é característico de terrenos sinuosos e declivosos, e o seu teor de argila no horizonte subsuperficial é maior em comparação ao horizonte superficial, favorecendo e aumentando os fluxos subsuperficiais no contato entre as diferentes texturas de solo, causando assim, escorregamentos rasos (LEVANTAMENTO EXPLORATORIO RECONHECIMENTO DE SOLOS NO ESTADO DE PERNAMBUCO, 1975; EMBRAPA,

2001). Ainda quanto ao parâmetro pedológico, existem locais classificados como áreas urbanas, que apresentaram uma CE de 32% (70 ocorrências de escorregamentos). Os Latossolos concentraram 10% quanto à CE (21 ocorrências) e, por fim, os Gleissolos apresentaram uma CE de somente 3% (Figura 5).

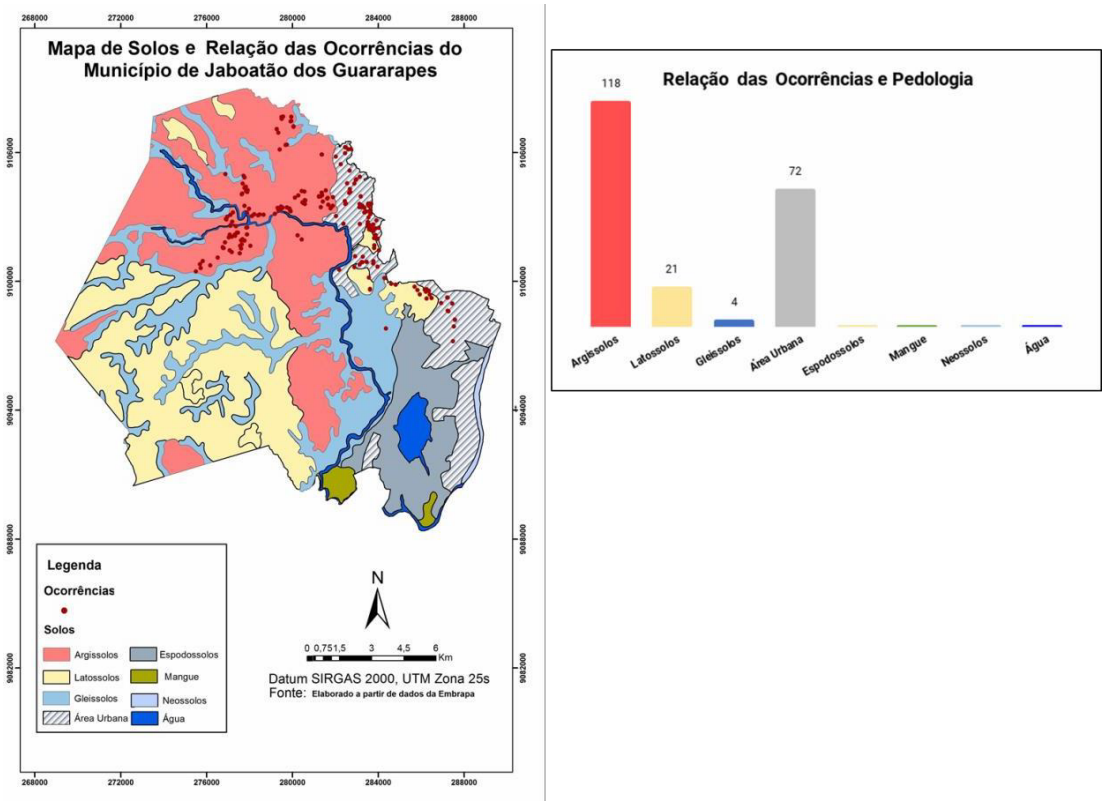


Figura 5: Mapa pedológico do município de Jaboatão dos Guararapes e índice de Concentração de Escorregamentos (CE) por número de ocorrências de escorregamentos em cada classe de solo.

5. Considerações finais

Os resultados indicaram que as ocorrências de escorregamentos no município de Jaboatão dos Guararapes, estão localizadas, na maior parte, em áreas de Colinas e de

Tabuleiros costeiros dissecados, como também, em solos do tipo Argissolo e Latossolo, tendo o fator da urbanização um grande papel na deflagração dos processos.

Tais resultados são importantes para o entendimento dos processos de escorregamentos e em quais tipos de solos e unidades geomorfológicas são mais propensas a ocorrências dos processos no município. Assim, podem ser utilizados para trabalhos futuros, tais como nas aplicações de modelagens matemáticas para identificação de áreas de perigo ou de suscetibilidade a escorregamentos, como também, na gestão municipal das áreas de risco.

6. Referências

AUGUSTO FILHO, O; VIRGILI, J.C. (1998) **Estabilidade de taludes**. In: OLIVEIRA, A.M.S.; BRITO, S.N.A. (ed.) Geologia de engenharia. São Paulo: ABGE, pp.243-269.

ALHEIROS, M.M. **Risco de escorregamentos na Região Metropolitana do Recife**. Tese(Doutorado) – Geologia Sedimentar, UFBA, Salvador – BA, p. 129, 1998.

ALHEIROS, M. M.; SOUZA, M. Â. A.; BITOUN, J; MEDEIROS, S. M. G. M.; JÚNIOR, W. M. A. **Manual de Ocupação dos Morros da Região Metropolitana do Recife**. Fundação de Desenvolvimento Municipal FIDEM; coord. Margareth Mascarenhas Alheiros... (et al.). - Recife: Ensol, p. 11, 2004.

BASTOS, F. DE H.**Suscetibilidade à Ocorrência de Movimentos de Massa no Maciço de Baturité** - Ceará, Brasil.

BANDEIRA, A. P. N.; **Mapeamento Das Ocorrências De Escorregamentos E Suas Relações Com Parâmetros Morfológicos Da Paisagem No Município De Jaboatão Dos Guararapes (PE).** Tese de Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Recife, 340f. 2010.

CPRM (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais) – **Atlas Do Meio Físico Do Municipio Do Jaboatão Dos Guararapes,** 1997.

EMBRAPA. **Zoneamento Agroecológico do Estado de Pernambuco**. Embrapa Solos UEP Recife; Governo do Estado de Pernambuco - Secretaria de Produção Rural e Reforma Agrária, Recife. (Embrapa Solos. Documentos, 35). 2001.

FERNADES, N. F; GUIMARÃES, R. F; GOMES, R. A; VIEIRA, B.C; MONTGOMERY, D. R; GREENBERG, H. Condicionantes Geomorfológicos dos Deslizamentos nas Encostas: Avaliação de Metodologias e Aplicação de Modelo de Previsão de Áreas Susceptíveis.**Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.2, n.1, 2002.

FERNANDES, N.F.; AMARAL, C.P.**Movimentos de massa: uma abordagem geológicogeomorfológica.** In: GUERRA, A.J.T. & CUNHA, S.B. (orgs). Geomorfologia e meio ambiente. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, pp. 123-194, 1986.

FONSÊCA, D. N.; CORRÊIA, A. C.; SILVA, A. C. Compartimentação Geomorfológica da Região Metropolitana do Recife (RMR) a Partir da Análise Morfoestrutural. **Revista GEO UFRJ**, p. 201-219, 2016.

GUIDICINI, G E NIEBLE, C.M. **Estabilidades de Taludes Naturais e de Escavação.** 2 ed. São Paulo, Edgard Blucher. 196p, 1983.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) -**População em áreas de risco no Brasil.**Disponível em:https://www.ibge.gov.br/geociencias-novoportal/organizacao-do-territorio/tipologias-do-territorio/21538-populacao-em-areas-de-risco-no-brasil.html. Acesso em: 02/2019; 2018.

OLIVEIRA, G.C.S.; JUNIOR, J.P.S.; NÓBREGA, R.S; GIRÃO, O. Uma Abordagem da Geografia do Clima Sobre os Eventos Extremos de Precipitação em Recife-PE. **Revista Brasileira de Geografia Física**. v.02, pp.238-251, 2011.

PREFEITURA MUNICIPAL DO JABOATÃO DOS GUARARAPES. Acesso à informação. Disponível em: https://e-sic.jaboatao.pe.gov.br/index/. Acesso em: 02/2019.

PFALTZGRAFF, A. S. **Mapa de Suscetibilidade a Deslizamentos na Região Metropolitana do Recife**. Tese (Doutorado), Programa de Pós-Graduação Em Geologia, UFPE, 2007.

SCHUSTER, R. L. (1996) Socioeconomic significance of landslides. TURNER, A. K. & SCHUSTER, R. L. (ed.) **Landslides: investigation and mitigation**. Washington: National Research Council (Special Report/Transportation Research Board 247).

TEIXEIRA, J. L.; GALVÍNCIO, J. D. Uso de Geotecnologias para a Caracterização Física Espacial da Bacia Hidrográfica do Grupo de Pequenos Rios Litorâneos (GL2) / PE. **Revista Brasileira de Geografia**.v. 02, pp. 132-138, 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 ENSINO DE GEOGRAFIA COMO FERRAMENTA DE AUXÍLIO NA PREVENÇÃO DE DESASTRES RELACIONADOS A INUNDAÇÃO: UMA ANÁLISE DA PERCEPÇÃO DOS ALUNOS DA REDE PÚBLICA EM URURAÍ, CAMPOS DOS GOYTACAZES, RJ

Carolina Vieira Caldeira de Lima de Souza Almeida [(a)]

Adriana Filgueira Leite[(b)]

[(a)] Mestre em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia, Instituto de Ciências da Sociedade e Desenvolvimento Regional, Universidade Federal Fluminense, Email: v.c.l.s.a.carolina@gmail.com

[(b)] Doutora em Geografia e docente do Programa de Pós-Graduação em Geografia, Instituto de Ciências da Sociedade e Desenvolvimento Regional, Universidade Federal Fluminense, Email: adrianafilgueiraleite@id.uff.br

Eixo: Riscos e desastres naturais

Resumo

O presente artigo possui como finalidade elencar os principais dados obtidos sobre a percepção dos alunos do primeiro ano do Ensino Médio sobre os episódio de inundação que ocorrem em Ururaí, bairro cituado em Campos dos Goytacazes (RJ) demonstrando como atividades direcionadas a análise do fenômeno pode auxiliar na prevenção e mitigação de desastre relacionado a água. A pesquisa que ocorreu entre 2015-2018 possuiu referencial teórico em conceitos como vunnerabilidade, inundação, desastre, além de práticas de ensino, processos de ensino e aprendizagem, temáticas físico-naturais dentre outros. Foi aplicado a técnica da investigação-ação, questionários, entrevistas, análise de mapas temáticos, aula de campo, pesquisa do meio, apresentação de seminário, análise de grupo focal, além de diferentes tipos de jogos. Ao final do

trabalho ficou claro que o desenvolvimento de práticas de análise do fenômeno em sala de aula se constitui uma ferramenta útil na prevenção e mitigação de desastre na localidade analisada.

Palavras chave: Inundações, Desastres, Ururaí, Práticas de Ensino em Geografia

1. Introdução

A análise do fenômeno inundação, quando desenvolvida em sala de aula, pode auxiliar na prevenção e mitigação de desastres em uma determinada comunidade. Assim, este trabalho tem por objetivo principal apresentar a percepção de jovens adolescentes sobre o fenômeno, relatando como atividades simples de serem desenvolvidas nas aulas de Geografia são capazes de propiciar uma mudança de ver e vivenciar este fenômeno e suas implicações.

O bairro selecionado (fig. 1) para o desenvolvimento da pesquisa é composto em sua maioria por moradores de baixa remuneração salarial, e possui características peculiares que inferem sobre a presença de episódios de inundações. Localizado em uma grande planície flúvio-marinha marcada pela topografia plana e pela presença de uma extensa rede fluvial e de lagoas e sua população. O rio Ururaí nasce na Serra do Mar com o nome de rio Imbé, deságua na lagoa de Cima e a partir desta recebe o nome de rio Ururaí desaguando na lagoa Feia. Além da rede tributária natural, o rio Ururaí possui também canais artificiais que o interligam ao rio Paraíba do Sul, que é o maior e mais importante do sudeste brasileiro.

Entre os meses de novembro e março ocorre a estação úmida, na qual as chuvas apresentam maior frequência e intensidade e dão origem às inundações, entretanto historicamente as inundações de maior intensidade ocorreram entre os meses de dezembro, janeiro e fevereiro. Para Leite (2013), a região Norte Fluminense a qual Ururaí pertence, apresenta chuvas concentradas no verão e baixos totais pluviométricos anuais. Ainda segundo

a autora, os transbordamentos são eventos episódicos, contudo, quando ocorrem costumam ser desastrosos e causam grandes prejuízos socioeconômicos (LEITE, 2013, p.30).

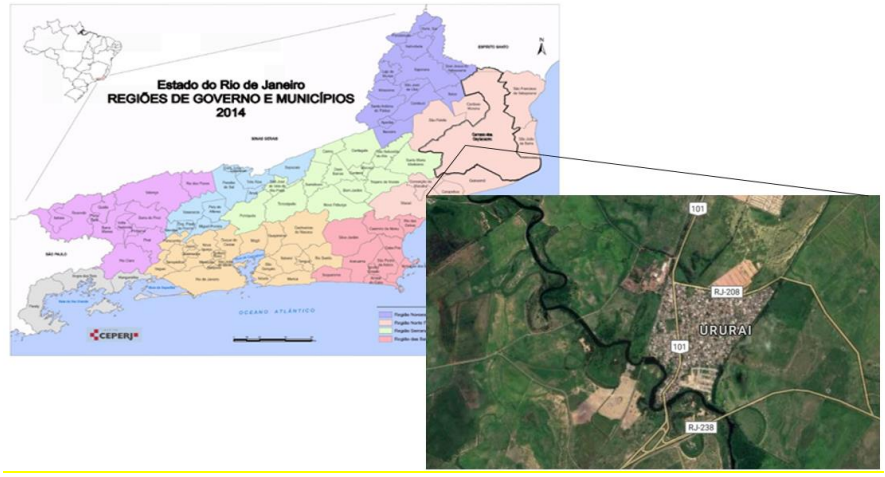


Fig. 1 – Localização de Ururaí.
Fonte: adaptado da Fundação CEPERJ (2013). GOOGLE MAPS.

Apesar de Ururaí ser atingido por eventos de inundações, segundo pesquisa realizada pelo NESA (2016, p.12), um sistema de alerta tradicional (com as sirenes) não teria efeito algum na população, relevante seria um monitoramento do aumento do nível do rio Imbé que faz parte da cabeceira da bacia devido ao caráter gradual de inundação do rio Ururaí. A comunidade, com o devido monitoramento da cabeceira da bacia, consegue melhor se preparar. Essas observações realizadas por moradores do bairro, também foram citadas por alunos participantes desta pesquisa.

Outra observação interessante sobre a população e as inundações é que apesar de economicamente os desastres relacionados a inundação gerarem prejuízos aos moradores, alguns "ressaltaram que a inundação muito intensa ocorreu apenas uma vez (em 2008), e que, nas demais vezes, era possível lidar com o evento de desastre, reformar a casa, comprar alguns móveis perdidos, entre outras coisas, para remediar a situação pós-desastre" (TAVARES *et al*., 2017, pp.15-16). Durante a pesquisa com os alunos, este posicionamento também estava presente, provavelmente devido ao tempo de retorno de um episódio mais intenso para o outro

(o que mesmo em situação precária, com o tempo os vitimados conseguem reaver parte do que foi perdido), outra possibilidade que pode ser associada aos alunos foi o fator idade, já que no último grande evento (2008) os participantes da pesquisa eram crianças.

Neste evento ocorreu uma precipitação atípica nas cabeceiras dos rios Imbé, Preto e Macabu que ocasionou uma inundação (fig. 2) de proporções até então não registradas, o qual afetou diretamente mais de 2.500 pessoas (NESA, 2016) no município de Campos dos Goytacazes, além de outras tantas de forma indireta, devido a obstrução e dificuldade de acesso nas principais vias. Segundo Malagodi e Siqueira, devido às características deste fenômeno, ele foi classificado como um desastre, e diferentes atores passaram a intervir naquele espaço, a exemplo da Defesa Civil municipal e do Ministério Público Estadual e Federal (MALAGODI & SIQUEIRA, 2012a, p.10).

Fig. 2 – Foto aérea da inundação de Ururaí em 2008, Campos dos Goytacazes (RJ), Brasil. Na imagem pode-se observar que muitas casas ficaram submersas e que as vias de acesso a sede do município, BR 101 e RJ 238, foram comprometidas.
Fonte: BASTOS (2008).

Os principais fatores que envolveram este desastre estão relacionados ao elevado nível índice pluviométrico nas cabeceiras da bacia, aos impactos provocados pela presença dos diques irregulares que impediram o escoamento das águas, além de outros distúrbios socioambientais que ali coexistiam, a exemplo do assoreamento dos mananciais naturais, da ausência da mata ciliar, e do crescimento populacional não acompanhado pela expansão da infraestrutura de água e esgoto. No caso específico do núcleo urbano que foi objeto deste estudo, verifica-se que a topografia local, associada à falta de manutenção dos canais que se encontram permanentemente assoreados e com as comportas defeituosas, são fatores que têm historicamente intensificado os transbordamentos. Outro fator histórico, já reportado anteriormente foi a ocupação pela população de mais baixo poder aquisitivo das antigas superfícies brejais que haviam sido drenadas, as quais, além de mais baixas, apresentam o lençol freático mais próximo da superfície e são, portanto, mais susceptíveis aos transbordamentos.

2. Materiais e Métodos

2.1. Revisão Bibliográfica

A revisão bibliográfica para o estudo abrangeu conceitos como: inundação, vulnerabilidade, risco, perigo, desastre, prática de ensino, ensino de geografia física processo de ensino e aprendizagem etc. Com relação ao ensino e o desenvolvimento das atividades com os alunos a base deste foi socioconstrutivista com procedimentos metodológicos fundamentados no método de investigação-ação, pois possui traço prático na necessidade de resolução de problemas reais, proporcionando ao aluno uma maior participação a partir da análise de um problema vivenciado, no caso do estudos a inundação.

O conceito inundação no trabalho segue a perspectiva deste fenômeno sendo caracterizado como natural, entretanto os impactos negativos deste podem ser maximizados

devido a intervenção antrópica podendo ocasionar desastres. Assim de acordo com Leopold, a inundação ocorre quando o fluxo de água avança além dos bancos naturais ou artificiais de um determinado canal "A flood may be defined as the occurrence of a flow of such magnitude that it overtops the natural or artificial banks in a reach of river channel" (LEOPOLD, 1994, p. 113). Entretanto esse avanço em si não determina a existência de um desastre, já que, segundo Quarantelli (2015), este se origina da própria natureza dos sistemas sociais que eles "não podem ser identificados em termos de qualquer aspecto geofísico, hidrológico ou atmosférico [...] Se não houver consequências sociais negativas, não há desastre" (QUARANTELLI, 2015, p.44). Logo são processos historicamente construídos fruto da acumulação de riscos e vulnerabilidades diretamente relacionadas ao tipo de sociedade e economia que se desenvolveram ao longo do tempo (ACOSTA, 2005, p.22).

2.2. Procedimentos adotados na primeira etapa do trabalho

Ocorrida em 2015 com cerca de 120 estudantes do nono ano do Ensino Fundamental, esta etapa teve por objetivo principal definir e conhecer o público alvo, para tanto utilizado um estudo exploratório, a observação não participativa e um diário de campo, reuniões com os professores envolvidos e a aplicação de um questionário cujo objetivo principal era a realizar um levantamento sobre a percepção dos alunos sobre o meio ambiente, o ensino, o risco e as inundações. Os dados obtidos a partir do questionário foram tabulados no programa Excel e importados para o programa SPSS onde ocorreu a análise e interpretação.

2.3. Procedimentos adotados na segunda etapa do trabalho

Ocorrida em 2016 com cerca de 100 estudantes do primeiro ano do Ensino Médio esta etapa teve como objetivo a realização das atividades práticas com os alunos. Essas atividades foram realizadas em grupo já que favorecem as interações entre os alunos, a construção de novas competências e potencializam e enriquecem a aprendizagem (SEVERINO & SEVERINO, 2012, p.93

2.3.1. Vídeo

Com o objetivo de apurar a memória a respeito do evento de 2008, introduzir o tema inundações e explanar a pesquisa, o primeiro recurso utilizado com as turmas foi a apresentação de um vídeo de filmagem aérea a respeito do evento em questão.

2.3.2. Jogos

Ao longo do desenvolvimento das atividades, diferentes tipos de jogos foram realizados com os alunos. Esse procedimento baseou-se no princípio segundo o qual as atividades lúdicas "*envolvem ações estratégicas, emoção e raciocínio lógico*" que favorecem a ação educativa (STEFANELLO, 2009, p.112).

2.3.3. Aula de campo

Em campo, foram analisados mapas temáticos mostrando a bacia hidrográfica da qual o rio Ururaí faz parte, e as inundações do bairro. Os alunos também utilizaram máquinas fotográficas e celulares para fazer os registros de imagens e as gravações de áudio da aula, além do caderno também para o registro da aula e anotações das observações de campo.

2.3.4. Pesquisa e apresentação de seminários pelos alunos

A pesquisa foi fruto da análise do meio iniciado nas aulas, desenvolvido durante o trabalho de campo e aprofundado pela pesquisa feita pelos alunos. Já o seminário foi a apresentação dessa pesquisa a turma.

2.3.5. Questionário

Um questionário adicional com perguntas de ordem qualitativa, quantitativa, abertas e fechadas foi aplicado aos alunos com o objetivo de obter a sua avaliação a respeito das atividades desenvolvidas.

2.3.6. Entrevistas com os professores participantes das atividades

As entrevistas realizadas com os professores tiveram o objetivo de debater os resultados obtidos após a análise dos dados.

3. Resultados e discussões

3.1. A percepção dos alunos

O levantamento da percepção foi de significativa importância para conhecer o público alvo, a visão socioambiental que possuem, o que sabem acerca das inundações e dos desastres em sua comunidade.

Quando interpelados sobre os elementos que formam o meio ambiente cerca de 40% excluíram aspectos do homem, como ruas, casas entre outros. Este resultado mostra que nem todos os estudantes conseguem compreender que o "meio ambiente" também é o espaço de convívio e vivência deles, dando assim uma ideia de que o meio ambiente é onde há animais, insetos, árvores, rios entre outros.

Durante esta parte da pesquisa, pode-se observar que muitos conceitos que estão interligados às inundações são alheios aos alunos, apesar de alguns já terem sido trabalhados em anos anteriores por outros professores. O fato desses alunos possuir pouco interesse em conceitos ligados às inundações pode ser preocupante, já que a falta de conhecimento sobre o fenômeno pode dificultar a prevenção de desastres ligados as inundações. O desinteresse pelo tema talvez esteja ligado a falta de convívio com o desastre gerado pelas inundações, muitos estão habituados as inundações, mas não como um desastre como o que ocorreu em 2008, quando ainda eram crianças.

Ao possuir entendimento das causas de uma inundação, observando que este vai além da ação de agentes naturais podendo ser ligado diretamente a ação antrópica, uma nova visão é

descortinada a respeito das inundações. A partir daí o fenômeno pode ser desnaturalizado para então haver uma compreensão do desastre, já que a partir do momento em que o aluno consiga identificar a ação do homem na transformação da paisagem e a consequência dessa transformação sob a sua vida, ele começa a compreender o que de fato é um desastre.

A respeito dos recursos hídricos presentes no município de Campos dos Goytacazes, 98% dos entrevistados afirmaram que existem rios na cidade. Todavia, somente 48% se lembraram do rio Ururaí que faz parte do bairro, dado este que é demonstrativo do quão inexpressivo ele é para os entrevistados. Somente 4% lembraram-se de outros rios como o Imbé, Urubu e Muxuango.

Sobre esta falta de reconhecimento de elementos do seu bairro, compartilhamos da mesma opinião que os professores entrevistados. Eles elencaram alguns fatores que condicionaram aos alunos o não reconhecimento desses elementos:

- O pouco tempo que possuem para abordar com eles determinados conteúdos. No ano em que as atividades foram desenvolvidas ocorreu um fator peculiar que foi a greve da rede estadual de ensino;
- A dificuldade que os estudantes do bairro possuem em "enxergar aquilo que está do lado deles, já que não conseguem se vê parte integrante do meio em que vivem", e tornam-se alheios a própria realidade, indiferentes a paisagem de onde convivem (ENTREVISTADO 1, 2018);
- Não conseguem associar o que faz na sala de aula com o que aprendem em aula, por isso os professores o tempo todo tem que ficar realizando essas associações para eles;
- Alguns possuem dificuldade de leitura espacial. "não conseguem se localizar espacialmente, tá a casa deles ali, mas não sabem a proximidade do rio, não sabem a dinâmica dele" (ENTREVISTADO 2, 2018).

Apesar do forte vínculo afetivo e de identidade com o bairro, esse distanciamento entre o local foi perceptível. Algumas hipóteses podem ser levantadas para tal resultado como:

- Influência da mídia que atribui maior importância ao Rio Paraíba do Sul e ao Canal Campos-Macaé;
- A concepção de homem distanciado dos elementos naturais, onde há uma dificuldade de se ver como parte de um todo;
- Falta de valorização do próprio bairro, uma estigmatização sobre si mesmo e sobre o bairro;
- Dificuldade de leitura espacial ou falta de um aprofundamento nesta leitura.

Com o levantamento dessas hipóteses foi possível desenvolver atividades que desconstruísse tais pensamentos, sendo possível observar significativas mudanças ao final da pesquisa com os alunos.

Quando questionados a respeito dos fatores que geravam as inundações, observou-se que boa parte desconhecia os principais motivos que geram as inundações locais.

3.2. Resultados durante e após as atividades

Durante o campo, ao pedir para que explicassem o que viam no primeiro mapa, alguns alunos distinguiam áreas mais altas e outras mais baixas, a coloração verde das áreas correspondente a vegetação nas serras e o percurso do rio. Diversos alunos precisaram de ajuda para encontrar o rio Ururaí, a Lagoa de Cima e a Feia. Nítido foi perceber que não sabiam de onde vinham as águas do rio, seus afluentes, o percurso dos sedimentos ao se deslocarem por longas distâncias e a influência dos mananciais na formação e transformação da paisagem. Todavia alguns alunos após a explicação do funcionamento da bacia começaram por si só a identificar o aspecto gradual das cheias do rio Ururaí e sua relação com as águas a montante.

Com relação a ocupação irregular das margens do rio os alunos puderam debater a questão social e histórica implícita no bairro ficando evidente que de fato estavam conseguindo transpor o conteúdo com a realidade em que viviam, podendo, inclusive, discutir sobre decisões futuras.

Os alunos conseguiram também apontar medidas possíveis de serem tomadas para diminuir o impacto dos eventos e o respectivo desastre, como obras nas galerias de águas pluviais e obras de dragagem. Eles ainda criticaram algumas obras realizadas pela prefeitura como o asfaltamento, avaliando que as águas pluviais não infiltram no solo e seguem para as galerias que não são eficientes.

4. Considerações finais

Os estudantes que participaram conseguiram ir além quanto a compreensão das inundações em sua localidade conseguindo relacionar a interferência do homem neste processo, mas nem todos conseguiram desenvolver tão bem uma visão crítica sobre os desastres, pois faltou a compreensão de como historicamente e socialmente o desastre em Ururaí foi sendo construído. Para alguns alunos faltou a associação dos conflitos existentes e do entendimento de que um desastre é fruto da fragilidade de um sistema social onde uns são privilegiados em detrimento de outros gerando maior risco e vulnerabilidade. Porém ao analisar o início de 2016 e o final do ano letivo, foi notório o avanço que tiveram na compreensão desses eventos.

No que diz respeito a bacia hidrográfica, os alunos passaram a definir, descrever, conceituar e discutir a interação entre os diferentes elementos da mesma, relacionando as transformações antrópicas ao meio natural. Já sobre a perspectiva futura do rio, os alunos não mudaram e estimam que no futuro o mesmo ficará muito poluído ou irá secar, visto que para eles um dos principais tipos de problemas ligados ao rio é o esgoto *in natura.*

Boa parte dos estudantes ao final da pesquisa aprenderam a desnaturalizar o desastre compreendendo que este é construídos social e historicamente, inclusive em seu bairro.

No final da pesquisa, foi gratificante observar que os estudantes em diferentes graus e formas conseguiram avançar na análise das inundações locais, conseguindo debater sobre o assunto e os processos que podem desencadear desastres relacionado as inundações em sua comunidade.

5. Referências Bibliográficas

ACOSTA, Virginia García. El riesgo como construcción social y la construcción social de riesgos. *Revista de Ciências Sociais Desacatos*, México: Centro de Investigaciones y Estudios Superiores em Antropología Social, nº19, set.- dec., 2005, pp 11-24.

LEITE, Adriana Filgueira. Comportamento espaço-temporal das chuvas do Norte Fluminense (RJ). In: Leite, Adriana Filgueira; Gomes, Marcos Antônio Silvestre (orgs). *Dinâmica ambiental e produção do espaço urbano e regional no Norte Fluminense.* Campos dos Goytacazes (RJ): Essentia, 2013, p. 11 – 34.

LEOPOLD, Luna Bergere. Flow variability and floods. In: _____ *A view of the river***.** 1ed. Cambridge: Havard University Press, 1994, Cap.7.

MALAGODI, Marco Antonio Sampaio; SIQUEIRA, Antenora Maria da Mata. *Inundação e ação social em Campos dos Goytacazes (Rio de Janeiro, Brasil)*. In: Atas do VII Congresso Português de Sociologia; 2012; Cidade do Porto (Portugal): da organização do evento, 2012a, pp.2-17.

NESA, Núcleo de Estudos Sócio Ambientais; Siqueira, Antenora Maria da Mata (coord.). *Relatório Cartografia socioambientais e mapeamento de áreas de risco de inundações no Norte Fluminense: subsídios a elaboração de sistemas de alerta.* Campos dos Goytacazes: FAPERJ, Universidade Federal Fluminense, 2016, 18p.

PONTUSCHKA, Nídia Nacib; PAGANELLI, Tomoko Iyda; CACETE, Núria Hanglei. *Para ensinar e aprender Geografia.* 3ed. São Paulo: Editora Cortez, 2009, 384p.

QUARANTELLI, Enrico Louis. *Revista O Social em Questão*. Uma agenda de pesquisa do século 21 em Ciências Sociais para os desastres: questões teóricas, metodológicas e empíricas, e suas implementações no campo profissional. Trad. Raquel Brigatte. Rio de Janeiro: PUC – Rio, ano XVIII, nº 33, 2015, pp. 25 – 56.

SEVERINO, Antônio Joaquim; SEVERINO, Estêvão Santos. *Ensinar e Aprender com Pesquisa no Ensino Médio*. São Paulo: Cortez, 2012, 142p.

STEFANELLO, Ana Clarissa. *Didática e Avaliação da Aprendizagem no Ensino de Geografia*, São Paulo: Saraiva, 2009, 159p.

TAVARES, Érica *et al*. Desastres ambientais e apropriação do espaço: a política urbana e as experiências com as inundações em Campos dos Goytacazes. *Boletim Petróleo, Royalties e Região*, Campos dos Goytacazes (RJ). Ano XV, nº 58, dez, 2017, pp. 11-18.

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 meio urbano, os riscos e as vulnerabilidades frente as precipitações intensas em Uberlândia-MG

Nathalie Ribeiro Silva[(a)], Paulo Cezar Mendes[(b)]

[(a)]Programa de Pós-Graduação em Geografia/Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, nathaliersilva@yahoo.com.br
[(b)]Programa de Pós-Graduação em Geografia/Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, pcmendes@ig.ufu.br

Eixo: Riscos e Desastres Naturais

Resumo

Este estudo objetiva analisar os eventos de precipitações impactantes ocorridos na cidade de Uberlândia-MG no ano de 2015, sob a perspectiva da produção de riscos e da percepção das vulnerabilidades. Foram utilizados registros das ocorrências da Defesa Civil Municipal, dados pluviométricos da Estação do INMET e os noticiários sobre tais eventos. Verificou-se que o desencadeamento dos riscos estão relacionados à certa frequência e intensidade dos temporais: foram principalmente as chuvas ocorridas entre dezembro e março, a partir de 26 mm no intervalo de até uma hora. Os impactos ocorreram em todos os setores do perímetro urbano, sendo o fundo de vale de córregos como São Pedro, Cajubá e Tabocas diagnosticados como áreas de maior risco. Esse estudo também aponta para a necessidade de programas relacionados aos resíduos sólidos, cuja acomodação inadequada se configura como um dos potencializadores dos impactos pluviométricos, devido a obstrução da rede de drenagem pluvial durante os temporais.

Palavras chave: precipitações, impactos, riscos, vulnerabilidade.

1. Introdução

Dentre as diversas modificações que o homem realiza sobre o espaço geográfico, as cidades configuram-se como as mais significativas (MENDES, 2001). É nesse sentido que Monteiro (2003) aborda que a cidade é cada vez mais a morada do homem, lugar da mais legítima relação entre o homem e a natureza.

A cidade, enquanto ambiente artificial, desenvolve o seu clima característico definido por uma série de alterações climáticas desencadeadas principalmente pelo processo de urbanização. As modificações desse processo, resumem-se em alguns exemplos como a substituição da cobertura natural pelas pavimentações, a implantação de sistemas de drenagem artificial para o escoamento das águas pluviais, ações que levam a redução da evaporação e,

consequentemente, da umidade das superfícies e do ar. Assim, as alterações climáticas tornam-se importantes, principalmente na proporção em que interferem na organização do espaço, nas atividades humanas, nas condições econômicas e sociais, na qualidade de vida, no conforto ambiental e no equilíbrio ambiental (ARAÚJO, 2014).

Com a própria expansão das cidades, a vulnerabilidade desses centros urbanos tem aumentado, devendo-se destacar os problemas causados pelas precipitações e pela temperatura. A respeito das precipitações é importante salientar que o principal desafio é a fragilidade da infraestrutura do escoamento pluvial que, muitas vezes, não acompanham o crescimento populacional, tampouco o aumento da área impermeabilizada, ocorrendo, portanto, problemas de inundação e alagamentos.

O próprio crescimento das cidades amplia a possibilidade da ocorrência de eventos climáticos extremos, principalmente vendavais e precipitações na ordem de 10 a 15% (MENDES, 2001). Esses eventos, além de colocar a vida em risco causam grandes danos na infraestrutura urbana, como prejuízos às residências, às instituições públicas e privadas, às instalações industriais, comerciais e bens dos moradores.

Na consolidação do discurso ambiental, a noção de risco defendida por Beck (2010) faz uma relação à gestão e ao planejamento urbano. A "sociedade de risco", segundo Beck, relativiza o papel central que as desigualdades sociais representam na compreensão da sociedade atual ainda que esses riscos impactam de forma distinta e simultânea todas as classes sociais da população, visto que os riscos da modernização contêm um "efeito bumerangue"[1]. Este quadro fica mais evidente quando analisamos a produção das cidades, sobretudo aquelas, edificadas a partir de um acelerado processo de urbanização.

A cidade de Uberlândia-MG se insere neste contexto, pois a existência de grande área

[1] Para o autor, o efeito da globalização acaba por contribuir para uma distribuição padrão de riscos. Esse padrão se manifesta a medida que aqueles que geram e lucram com os riscos produzidos em sociedade, também são alcançados e sentem os reflexos naturais desses riscos. Assim sendo, trata-se de um efeito vai e volta.

ISBN: 978-85-7282-778-2

impermeabilizada, asfaltada e ocupada pelas construções, somada à canalização dos córregos e à remoção da cobertura vegetal, diminui ano a ano a área de infiltração. Assim, com o passar do tempo, a cidade tem se tornado extremamente vulnerável à ocorrência de desastres relacionados às precipitações concentradas, cuja altura necessária para causar impactos diminui à medida que aumenta a população urbana da cidade.

O município de Uberlândia (Figura 1) se localiza entre as coordenadas geográficas de latitude 18º 30’ e 19º 30’ Sul, e 47º 50’ a 48º 50’ de longitude Oeste do meridiano de Greenwich na Mesorregião do Triângulo Mineiro, pertencente ao estado de Minas Gerais. Sua área abrange 4.040 quilômetros quadrados. A população estimada de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2018 é de 683.247 habitantes, considerada a segunda maior de Minas Gerais.

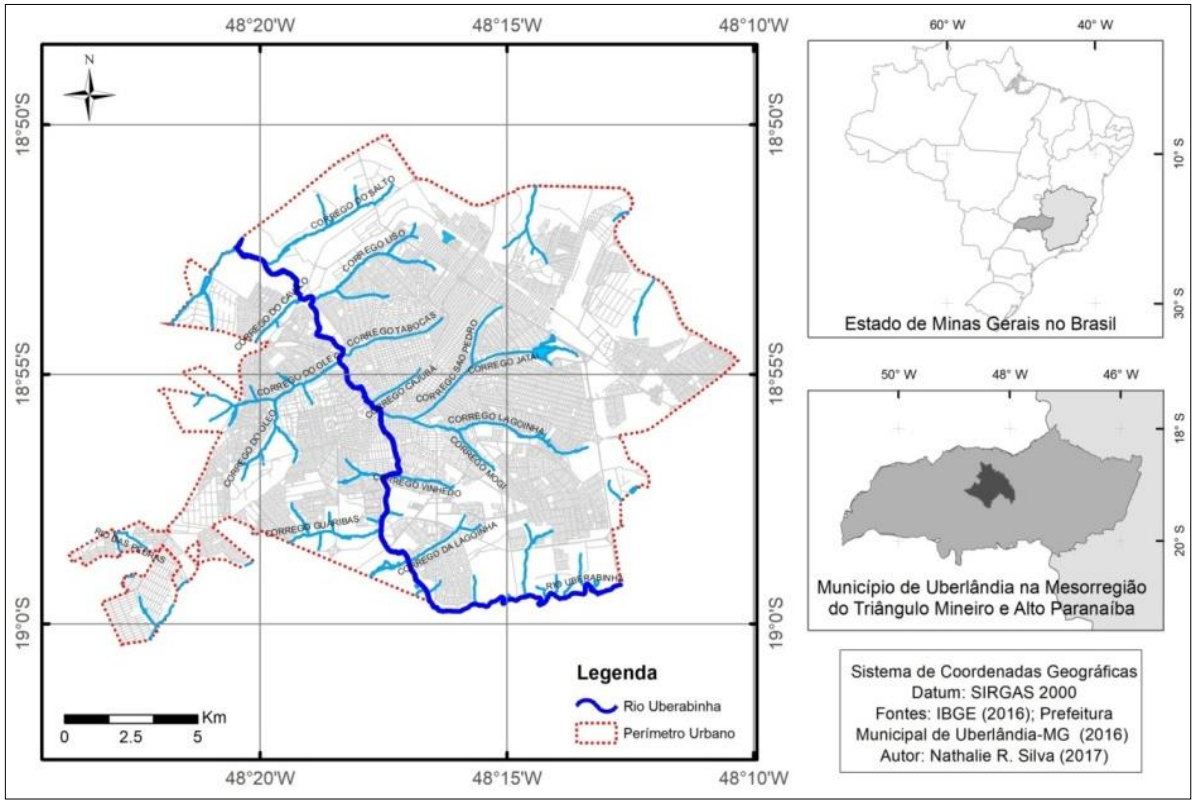


Figura 1 – Uberlândia (MG): área urbana, 2018.

1.1 Objetivos

Este estudo objetiva analisar os eventos de precipitações intensas em Uberlândia-MG no ano de 2015 que impactaram o meio urbano na perspectiva da produção de riscos e identificação das vulnerabilidades. Esse estudo buscou ainda, realizar o inventário dos registros de ocorrências atendidas pela Defesa Civil Municipal relacionadas às precipitações, bem como, avaliar e correlacionar os registros pluviométricos às consequências socioambientais na cidade.

2. Materiais e Métodos

A realização deste estudo baseou na teoria do Sistema Clima Urbano (S.C.U.) proposta por Monteiro (1976) a qual traz "[...] uma proposição de abordagem geográfica do clima e da cidade, ou seja, envolve tanto os elementos de ordem meteorológica da atmosfera quanto os elementos da paisagem urbana em sua dinâmica [...]" (MENDONÇA, 1994, p. 47).

Os procedimentos operacionais envolvidos neste trabalho realizaram-se inicialmente com a tabulação, em planilhas Microsoft Office Excel 2007, das ocorrências de atendimento da Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil (COMPDEC) do município de Uberlândia-MG no ano de 2015. Foram selecionadas as ocorrências de 5 eventos pluviométricos intensos que atingiram a área urbana do município, nos meses de janeiro, março, setembro e dezembro. Posteriormente, foram elaborados mapas temáticos tanto no software ArcGis versão 10.1, disponibilizado pelo Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia, como o Quantum Gis, versão 2.18 (software livre).

Os dados de precipitação foram obtidos a partir da Estação Meteorológica de Observação de Superfície Automática do INMET localizada na Universidade Federal de Uberlândia (UFU) no Campus Santa Mônica. As informações sobre o tipo de impactos foram coletadas nos arquivos de notícias da mídia local, bem como nos boletins de ocorrência da Defesa Civil Municipal.

3. Resultados e discussões

3.1 Eventos pluviométricos intensos no Ano de 2015

A Defesa Civil em 2015 atendeu o total de 855 ocorrências. Os principais motivos foram 'Queda/Poda de Árvore', com 229 ocorrências atendidas. Em seguida, 'Destelhamento' com 190 atendimentos e 'Alagamento' com 186 ocorrências atendidas (Tabela I).

Ao observar a localização das ocorrências sobre o perímetro urbano de Uberlândia, nota-se que em todos os setores houve atendimentos, com destaque para a região central da cidade e na porção leste. (Figura 2)

Tabela I - Uberlândia (MG): Ocorrências de Atendimento da Defesa Civil, 2015.

Grupo	Ocorrências / Meses	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1	Queda / Poda De Árvore	30	17	26	6	2	0	0	0	20	22	42	64	229
2	Inundação	25	3	25	0	1	0	0	0	1	2	7	5	69
3	Destelhamento	1	12	0	0	0	0	0	0	161	3	6	7	190
4	Alagamento De Via	10	19	67	31	5	1	0	0	7	6	30	10	186
5	Infiltrações / Rachaduras / Trincas	5	3	3	1	2	0	0	0	3	9	8	5	39
6	Desalojados /Afetados / Desabrigados	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
7	Destacamento Asfáltico	7	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18
8	Danos Rede Elétrica	8	1	1	1	1	0	0	0	5	2	3	8	30
9	Outros (Queda de Muro; muro de arrimo; refluxo de esgoto; boca de lobo; veículos com pane e movimentos de terra (aterro e desaterro)	21	7	16	6	1	0	0	0	15	2	15	8	91
Total (meses / ano)		107	64	150	45	12	1	0	0	212	46	111	107	855

Fonte: Defesa Civil de Uberlândia (MG). Org.: SILVA, N. R. (2017).

3.2 Janeiro, março, setembro e dezembro de 2015

No dia 03 de janeiro de 2015 a Defesa Civil atendeu 83 ocorrências devido a um temporal que gerou transtornos na cidade em praticamente todos os setores da cidade. Foram 18 ocorrências relacionadas a 'Inundação' e 19 registros devido a 'Queda/Poda de árvore'.

Na Estação Meteorológica registrou-se o total diário de 44.0 mm de chuva, porém a maior altura acumulada foi entre 19h e 20h, com 36.4 mm chuva.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Esse episódio deixou vários bairros sem energia devido às quedas de árvores na rede elétrica. Residências foram alagadas e postes de energia também caíram. Em alguns setores ocorreu chuva de granizo (Figura 3).

> Na região do Parque de Exposições Camaru, o trânsito chegou a ser interditado após vários motoristas perderem controle dos automóveis e rodarem na pista. A Defesa Civil do Município informou que recebeu chamado por inundações em residências nos bairros Jardim Brasília e Maravilha [...] houve ocorrência de refluxo de esgoto [...] foi necessário a interdição do trecho, pois um buraco se abriu na via. (DAVID, A; CARRIJO, L., 2015)

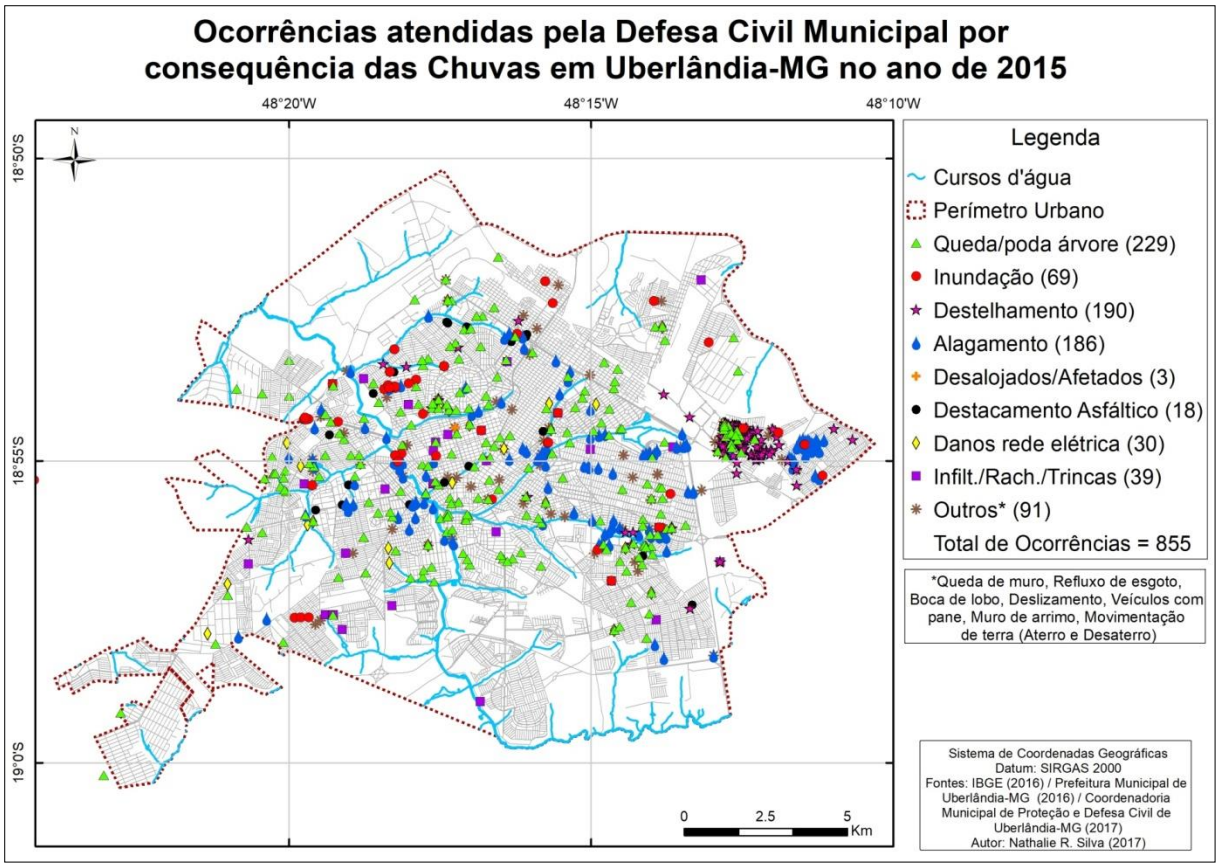


Figura 2 – Uberlândia (MG): Localização das Ocorrências atendidas pela Defesa Civil no ano de 2015.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Figura 3 - Uberlândia (MG): Quedas de árvores e poste após chuva do dia 03 de janeiro de 2015
Fonte: Jornal G1 Triângulo Mineiro (2015).

No terceiro dia do mês de março, a Defesa Civil registrou 19 ocorrências, envolvendo principalmente problemas de Alagamento', (Figura 4) 'Destacamento Asfáltico' e 'Inundação' nos bairros Brasil, Marta Helena e Jardim Califórnia, setores central, norte e leste da cidade.

> Na Avenida Brasil, motoristas encontraram dificuldades para trafegar com os veículos. Na Rua Aldo de Souza, próximo a rodoviária, houve alagamento. Já na Rua Rio de Janeiro, no cruzamento com a Avenida Rondon Pacheco, e a Avenida Antônio Tomás Ferreira de Resende, no Bairro Nossa Senhora das Graças, também foram registrados pontos em que a água subiu (Jornal G1 Triângulo Mineiro, 2015).

Foram registrados na Estação Meteorológica, a altura diária total de 12.8 mm de chuva, sendo que, das 17h às 18h, a altura precipitada registrada foi de 11.4mm.

Figura 4 - Uberlândia (MG): Vias alagadas nos bairros Custódio Pereira e Brasil, setor leste da cidade após chuva do dia 03 de março. Fonte: Jornal G1Triângulo (2015).

No dia 24 de março, um intenso evento pluviométrico causou transtornos à população. Foram 25 atendimentos realizados pela Defesa Civil, sendo a maioria por motivo de Alagamento' e 'Queda/Poda de árvore' nos bairros Santa Mônica e Morumbi, zona leste da cidade. O registro da Estação Meteorológica foi de 69.6 mm precipitados ao longo do dia. Destes, 26.4 mm choveu entre as 19h e 20h.

ISBN: 978-85-7282-778-2

A chuva que durou menos de uma hora causou quedas de árvore, pontos de alagamento e inundação do Parque de Exposições do Camaru, localizado no setor leste da cidade, onde máquinas agrícolas em exposição, estandes e carros no estacionamento do parque foram afetados pela água que transbordou do córrego Lagoinha. Houve também queda de granizo e rajadas de vento de até 50 km/h. As avenidas Amazonas no bairro Brasil, setor central, e Segismundo Pereira e Anselmo Alves dos Santos, no bairro Santa Mônica, setor leste, também apresentaram pontos com alagamento (Figura 5), (LEMOS; MIRANDA; GONÇALVES, 2015).

Figura 5 - Uberlândia (MG): Queda de árvore, e pontos de alagamentos com a chuva do dia 24 de março de 2015
Fonte: Jornal Correio de Uberlândia (2015).

No mês de setembro de 2015, a noite do dia 08 gerou o maior número de ocorrências atendidas pela Defesa Civil em um único dia neste ano. Foram 213 ocorrências, a maior parte delas relacionadas à 'Destelhamento' com 161 registros, outras 20 ocorrências envolveram 'Queda/Poda de árvore', e 7 foram devido à 'Alagamentos', principalmente nos bairros Dom Almir, Jardim Sucupira, São Francisco e Prosperidade, situados na porção leste de Uberlândia.

De acordo com Castro (2015), a chuva e fortes rajadas de vento ocasionaram grandes transtornos e prejuízos principalmente à população do setor leste da cidade, postes de energia caíram e cerca de 200 moradores ficaram sem energia elétrica (Figura 6). Além disso,

> no Bairro Dom Almir, rajadas de vento causaram o destelhamento de algumas casas e curto-circuito [...] cerca de sete postes caíram em muros, casas e em uma marmoraria. O Corpo de Bombeiros e a Defesa Civil estiveram no local. Os bombeiros também registraram quedas de árvores em outros pontos da cidade. Placas de sinalização de trânsito e outdoors ficaram destruídos. Moradores registraram destelhamento em algumas residências. Ainda devido à chuva, um vôo da companhia aérea Gol atrasou a aterrissagem [...] um vôo da companhia TAM, com destino a São Paulo (SP), foi atrasado por questão meteorológica.

ISBN: 978-85-7282-778-2

A altura de precipitação registrada nesse dia, na Estação Meteorológica, foi de 32.6mm.

Figura 6 - Uberlândia (MG): Destelhamento, queda de postes e muro após a chuva seguida de fortes rajadas de vento na noite do dia 08 de setembro de 2015. Fonte: Jornal G1 Triângulo Mineiro (2015).

O segundo dia do mês de dezembro de 2015 causou muitos estragos após chuva intensa na cidade principalmente em bairros na zona leste de Uberlândia. A Defesa Civil registrou 29 ocorrências envolvendo principalmente 'Queda/Poda de árvore' com 12 ocorrências, 'Alagamento' e 'Danos na rede elétrica', com 5 ocorrências cada um.

Pontos de alagamentos, veículos com pane, enxurrada e quedas de poste e árvores marcaram o cenário desse evento pluviométrico (Figura 7).

Figura 7– Uberlândia (MG): Alagamento, veículo com pane elétrica, queda de poste e árvore, e estudantes levadas pela enxurrada ilustram o cenário da chuva do dia 02 de dezembro de 2015.
Fonte: Jornal G1 Triângulo Mineiro (2015).

Aleixo (2015) relata que,

> A precipitação pluviométrica foi acompanhada por descargas elétricas e rajadas de vento que acabaram derrubando árvores e postes [...] Ainda durante a chuva, duas estudantes foram arrastadas por cerca de um quarteirão e resgatadas por um colega que as acompanhava. Segundo os levantamentos da Defesa Civil, foram registrados três pontos de alagamentos [...] Um dos bairros mais atingidos pela força da chuva foi o Santa Luzia onde foram registrados alagamentos, queda de árvores e de três postes

> [...] Houve rompimento dos cabos elétricos e de telefonia, comprometendo a o fornecimento de energia para cerca de 100 pessoas.

A Estação Meteorológica registrou nesse dia 02 de dezembro o acumulado total diário de 39.4 mm de chuva, sendo que, entre 19h e 20h a altura da precipitação foi de 34.8 mm.

Ao relacionar as ocorrências de atendimento da Defesa Civil aos dados de Precipitação da Estação Automática do INMET juntamente com os noticiários acerca dos eventos pluviométricos extremos no ano de 2015 verificou-se que o desencadeamento dos riscos estão relacionados a certa frequência e intensidade dos temporais: quanto a frequência, foram principalmente as chuvas de verão que ocasionaram os principais impactos na cidade, ou seja, entre os meses de dezembro e março; a exceção foi o apenas o mês de setembro; quanto a intensidade, as chuvas a partir de 26 mm que ocorreram em um período inferior a uma hora foram suficientes para desencadear os transtornos na cidade, como a que ocorreu no dia 24 de março de 2015.

O perímetro urbano de Uberlândia, como um todo, foi susceptível aos riscos causados pelos impactos das chuvas o que demonstra a vulnerabilidade de toda a área urbanizada. Praticamente em todos os setores da cidade, existem locais considerados com risco de alagamento e inundações. Nota-se o quanto a malha urbana próximo aos cursos d'água influencia nesses registros, sendo o fundo de vale dos córregos Jataí, São Pedro, Lagoinha, Cajubá e Tabocas diagnosticada como áreas de maior risco.

A ocupação da população em áreas de relevo plano onde não há sistema eficiente de drenagem gera cada vez mais transtornos a cada chuva torrencial. Nas porções de relevo mais elevado, merece destaque o bairro Morumbi, que apresentou sucessivos alagamentos causados, sobretudo pela pouca declividade do relevo e dificuldade de escoamento da água pluvial.

Os reflexos da urbanização nesses eventos são observados claramente tanto na grande impermeabilização do solo, ineficiência das drenagens e não menos importante, a questão do lixo que entopem as bocas de lobo e afeta consideravelmente a área urbana nos dias mais intensos de chuva. A grande quantidade de resíduos sólidos impede que a água alcance as redes

ISBN: 978-85-7282-778-2

de drenagens, aumentando ainda mais o volume e a velocidade das enxurradas e consequentemente gerando outros problemas, como o destacamento asfáltico.

4. Considerações finais

Os impactos que as chuvas causam nas cidades é, sem dúvida, um assunto complexo e que exigem análises que permeiem diversas vertentes em relação aos riscos desencadeados, seja de cunho social, ambiental, cultural, político e econômico.

Como pode ser observado na descrição dos eventos pluviométricos, a cada chuva intensa, os mesmos processos se repetem. Toneladas de asfalto se perdem; sistema de trânsito e transporte são afetados, inúmeras árvores deixam de existir, os problemas na rede elétrica levam a recorrentes faltas de energia; interrupção ou prejuízo de serviços públicos, como principalmente de saúde e escola; móveis dentro de casa são tomados pelas águas, perdem-se telhas, muros, veículos, quando não se perde a vida sendo arrastado por enxurradas ou vivendo momentos de pânico. Estes e muitos outros são os reflexos que a urbanização traz quando não se prepara a cidade e a sociedade frente ao tipo de clima que ela mesma produz.

Diversos são os problemas de planejamento urbano os quais contribuem para a permanência de uma sociedade de riscos. Mesmo que esses impactos não ocorrem de maneira igualitária e simultânea a todas as classes da população, os riscos provocados pela modernização, como critica Beck (2010), se concretiza em um ‘efeito bumerangue’.

Os fatos relatados e identificados nesta pesquisa trazem à tona a preocupação constante em planejar as cidades de maneira a torná-las menos vulneráveis diante de situações extremas, já que a vulnerabilidade em relação ao clima nas cidades tende a aumentar com o seu próprio crescimento, principalmente os problemas causados pelas precipitações e temperatura.

Esse estudo também aponta para a necessidade de desenvolvimento de programas de cunho ambiental relacionados aos resíduos sólidos, cuja acomodação inadequada se configura

ISBN: 978-85-7282-778-2

como um dos principais potencializadores dos impactos pluviométricos na cidade, devido sua capacidade de obstrução da rede drenagem pluvial durante a ocorrência de temporais.

Referências Bibliográficas

ALEIXO, C. Defesa Civil contabiliza estragos causados por chuva em Uberlândia. **Jornal G1 Triângulo Mineiro.** Uberlândia. 02 dez. 2015.Disponível em <http://g1.globo.com/minas-gerais/triangulo-mineiro/noticia/2015/12/defesa-civil-contabiliza-estragos-causados-por-chuva-em-uberlandia.html>Acesso em: Jul. 2017.

ARAÚJO, R. R. **Clima e vulnerabilidade socioespacial:** uma avaliação dos fatores de risco na saúde da população urbana do município de São Luís (MA)**.** Presidente Prudente, 2014. 290 p. Tese (Pós-Graduação em Geografia), Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".

BECK, U**. Sociedade de risco. Rumo a uma outra modernidade**. São Paulo: Editora 34, 2010.

CASTRO, R. Moradores registram problemas após chuva e vento em Uberlândia. **Jornal G1 Triângulo Mineiro.** Uberlândia. 09 set. 2015.Disponível em <http://g1.globo.com/minas-gerais/triangulo-mineiro/noticia/2015/09/chuva-e-rajadas-de-vento-causam-queda-de-postes-em-uberlandia.html>Acesso em: Jul. 2017.

DAVID, A; CARRIJO, L. Chuva forte derruba árvores e causa estragos em Uberlândia. **Jornal G1 Triângulo Mineiro**. 03 jan. 2015.Disponível em <http://g1.globo.com/minas-gerais/triangulo-mineiro/noticia/2015/01/chuva-forte-derruba-arvores-e-causa-estragos-em-uberlandia.html>Acesso em: Jul. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - **IBGE**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: Jan. 2018.

LEMOS, V.; MIRANDA, Y; GONÇALVES, I. Chuva forte derruba árvores e alaga vários pontos de Uberlândia. **Jornal Correio de Uberlândia**. 24 mar. 2015.Disponível em < http://www.correiodeuberlandia.com.br/cidade-e-regiao/uberlandia-registra-queda-de-arvore-e-granizo-durante-chuva-forte/>Acesso em: Jul. 2017.

MENDES, P. C. **Gênese e estrutura espacial das chuvas na cidade de Uberlândia – MG.** 2001. 258 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2001.

MENDONÇA, F. A. **O clima e o planejamento urbano de cidades de porte médio e pequeno. Proposição metodológica para estudo e sua aplicação à cidade de Londrina / PR**. São Paulo, 1994. Tese (Doutorado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.

MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e clima urbano.** São Paulo: Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo, 1976. (Série Teses e Monografias, n.25).

MONTEIRO, C.A.F. & MENDONÇA, F. (Org.) **Clima Urbano**. São Paulo: Editora Contexto, 2003.

PREFEITURA MUNICIPAL DE UBERLÂNDIA. **Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil (COMPDEC)**. Uberlândia, 2016. Arquivo de registro de ocorrências.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA. **Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos**. Uberlândia, 2017. Arquivo de dados climatológicos.

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

OCORRÊNCIAS DE DESASTRES HIDROMETEOROLÓGICOS EM MUNICÍPIOS DS REGIÃO AGRESTE DA PARAÍBA E DE PERNAMBUCO

Gabriel de Paiva Cavalcante [(a)] Camila Cunico [(b)] Marcelo de Oliveira Moura [(c)]

[(a)] Geógrafo; Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal da Paraíba – PPGG/UFPB; e-mail: cavalcantegp.geo@gmail.com;

[(a)] Profª. Drª. do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal da Paraíba – PPGG/UFPB; e-mail: camilacunico@yahoo.com.br.

[(c)] Prof. Dr. do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal da Paraíba – PPGG/UFPB; e-mail: marcelomoura@ccen.ufpb.br.

Eixo: Riscos e Desastres Naturais

Resumo

Este trabalho tem o objetivo de analisar a ocorrência dos desastres hidrometeorológicos nos municípios de Campina Grande/PB, Caruaru/PE e Garanhuns/PE, relacionando com a ocorrência de eventos de chuva intensa. Para o cumprimento de tal objetivo, dividiu-se o trabalho em duas partes: a parte climática e a análise dos desastres. Os dados climáticos (precipitação) foram adquiridos nos bancos de dados da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba – AESA e da Agência Pernambucana de Águas e Clima - APAC. Foram registrados sete desastres hidrometeorológicos, sendo dois nos municípios de Campina Grande e Caruaru e três no município de Garanhuns. Embora as séries de dados diários de precipitação tenham registros de eventos de chuva acima de 100,0 mm para os três municípios, notou-se que os desastres hidrometeorológicos estão associados a eventos de menor magnitude. Conclui-se, assim, que é mais determinante para a deflagração de um desastre a persistência de eventos em um episódio de alguns dias do que a concentração das chuvas em apenas um evento.

Palavras-chave: Desastres Naturais; Desastres Hidrometeorológicos; Eventos de Chuva Intensa.

1. Introdução

Os desastres podem ser deflagrados por fenômenos naturais ou vinculados ao homem e ocorrem como reações dos sistemas ambientais físicos às forças de distúrbio, podendo

causar danos humanos, ambientais e materiais, nos quais os impactos superam a capacidade de resiliência da localidade atingida, ou seja, de que as condições anteriores ao desastre sejam revertidas com recursos próprios (TOMINAGA, 2009; BRASIL, 2012).

Os tipos e as características dos desastres naturais que ocorrem no Brasil estão inseridos na Classificação e Codificação Brasileira de Desastres Naturais – COBRADE, vigente na Instrução Normativa Nº 01, de 24 de Agosto de 2012 do Ministério da Integração Nacional. No tocante às origens, os desastres podem ser de natureza geológica, hidrológica, meteorológica, climática e biológica, sendo os hidrológicos e hidrometeorológicos provocados pelos eventos intensos e extremos de chuva, podendo, assim, ser agrupados em uma mesma categoria: os hidrometeorológicos (BRASIL, 2012; TEMOTEO, 2016).

Os desastres naturais no Brasil passaram a ocorrer com mais frequência a partir de 1970, evolução concomitante ao crescimento urbano, que ocorreu, muitas vezes, sem planejamento, ocupando áreas ambientalmente vulneráveis (ZAMPARONI, 2014; SILVA e ARAÚJO, 2017). No que tange aos desastres naturais provocados por eventos de chuva, estes surgem mediante a ocorrência de outros eventos naturais decorrentes da retroalimentação produzida, a exemplo de fenômenos como enchentes, alagamentos, enxurradas, deslizamentos e desabamentos (OLÍMPIO, 2013).

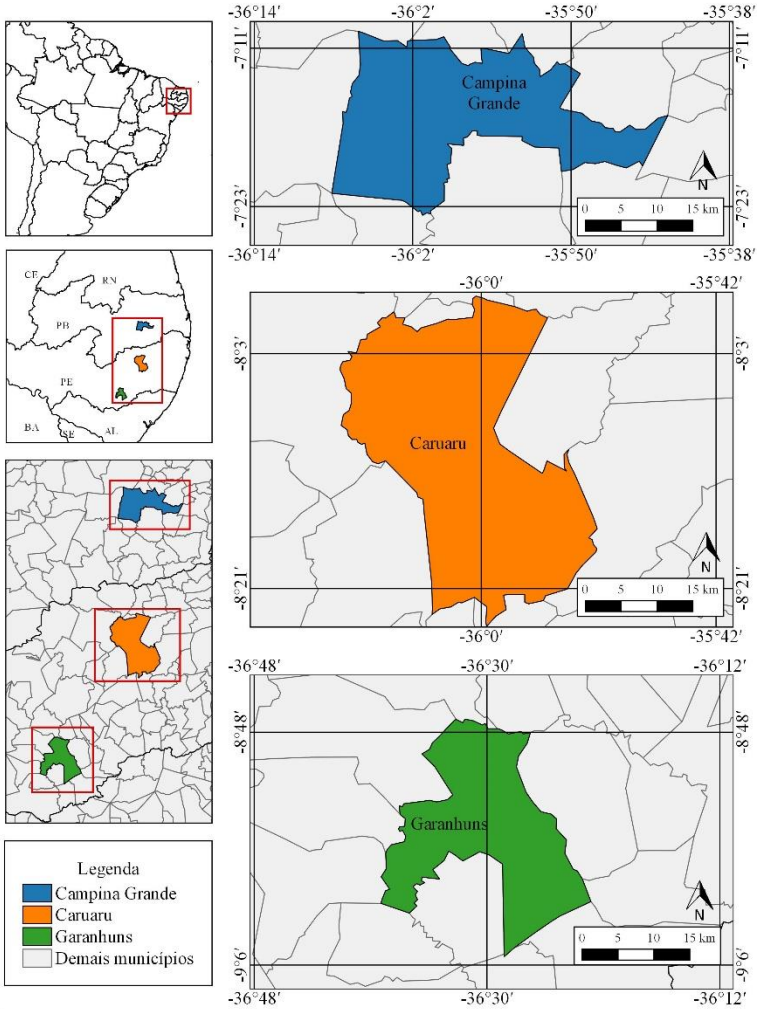
Na região Nordeste do Brasil (NEB), destacam-se os desastres de ordem climatológica e hidrometeorológica. Estudos como os de Temoteo (2016) e Moura et. al. (2017) já comprovaram a ocorrência dos desastres hidrometeorológicos para as cidades de Campina Grande e Patos, na Paraíba, porém, ainda é sentida uma carência de análises comparativas entre cidades médias com influência regional. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho é analisar a ocorrência dos desastres hidrometeorológicos nos municípios de Campina Grande/PB, Caruaru/PE e Garanhuns/PE, relacionando com a ocorrência de eventos de chuva intensa.

ISBN: 978-85-7282-778-2

2. Materiais e Métodos

2.1. Área de estudo

Os municípios de Campina Grande/PB, Caruaru/PE e Garanhuns/PE (Figura 1) se localizam nos agrestes paraibano e pernambucano e, embora estejam alinhadas longitudinalmente e marcadas pela presença do Planalto da Borborema, apresentam características ambientais notadamente diversificadas.



Sistema de Coordenadas Geográficas; Datum: Sirgas 2000
Fonte: IBGE, 2010; Elaboração: Gabriel de Paiva Cavalcante, 2017

Figura 1 – Localização da área de estudo. Fonte: elaborado pelo autor, 2018.

Tais municípios foram eleitos para análise neste trabalho devido a representatividade demográfica e centralidade econômica (Quadro 1), o que é gerado por um processo de ocupação que nem sempre é planejado, resultando em áreas vulneráveis aos eventos de chuva.

Quadro 1 – Municípios mais populosos dos agrestes paraibano e pernambucano.

Município	Estado	População (IBGE, 2010)	Estimativa (IBGE, 2017)
Campina Grande	PB	385.213	410.332
Caruaru	PE	314.912	356.128
Garanhuns	PE	129.408	138.642

Fonte: IBGE (2010, 2017). Elaboração: Gabriel de Paiva Cavalcante, 2018.

2.2. Dados Climáticos

Para o estudo exploratório da série diária de precipitação de 2003 a 2016 foram executados os seguintes procedimentos:

- Obtenção dos dados históricos nos bancos de dados da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba – AESA para o município de Campina Grande/PB e da Agência Pernambucana e Águas e Clima, para os municípios de Caruaru e Garanhuns;
- Confecção de tabelas no ambiente do *Microsoft Excel 2010 (Microsoft Corporation)*, no formato de planilhas eletrônicas, para a sistematização da base de dados e verificação de falhas da série;

2.3. Dados de desastres

Para identificação dos impactos causados pelos eventos pluviométricos intensos e os desastres naturais resultantes foram utilizados os formulários de Avaliação de Danos - AVADAN do Sistema Nacional de Defesa Civil - SINDEC, com o propósito de mensurar os danos ambientais, humanos, materiais e os prejuízos sociais e econômicos gerados em decorrência dos desastres naturais. Também foram utilizadas as portarias de reconhecimento

de Situação de Emergência - SE e as portarias de Estado de Calamidade Pública - ECP, fornecidas pelo Banco de Dados de Registro de Desastres, gerenciado pela Secretaria Nacional de Defesa Civil – SEDEC disponíveis na página do site do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres - S2ID. A escala temporal da pesquisa (2003 a 2016) se justifica pelo fato da disponibilidade dos dados no SINDEC ocorrer neste período.

3. Resultados e Discussão

3.1. Campina Grande/PB

Os registros feitos pela Defesa Civil (BRASIL, 2004, 2008) apontam dois relatórios de Avaliação de Danos – AVADAN para o município de Campina Grande entre 2003 e 2016. O primeiro registro, datado no período de 23 a 30 de janeiro de 2004, é de uma enxurrada, enquanto que o segundo, registrado no dia 21 de março de 2008, trata-se de "Enchentes e Inundações Graduais".

O primeiro registro para Campina Grande, datado de 23 a 30 de janeiro de 2004, ocorreu após a sucessão de eventos de chuva no mês de janeiro, que registrou 274,0 mm (212,8 mm acima da média histórica). Os eventos mais significativos ocorreram nos dias 21/01/2004 e 23/01/2004 (39,3 mm e 48,8 mm, respectivamente). Além desses eventos diários, destaca-se o episódio entre os dias 25/01 e 30/01/2004, com total acumulado de 109,3 mm. De acordo com o Boletim Climanálise (2004), as chuvas registradas durante o episódio ocorreram devido à atuação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e à presença de Vórtices Ciclônicos em Altos Níveis (VCAN). Os impactos dessa ocorrência foram contabilizados nas áreas residenciais urbanas e rurais.

Os danos materiais ocorreram, principalmente, nas residências populares (189 residências danificadas e 300 residências destruídas), gerando prejuízos financeiros na ordem de 2,77 milhões de reais. Já os danos ambientais se concentraram na água e no solo: os esgotos sanitários sofreram danos de intensidade Alta, gerando prejuízos de R$ 50.000,00;

ISBN: 978-85-7282-778-2

erosão e deslizamento registraram baixa intensidade de danos, com prejuízos de R$ 10.000,00 cada.

Na avaliação conclusiva do desastre, a Defesa Civil interpretou os danos humanos com intensidade média ou significativa, os danos materiais e prejuízos econômicos como Importantes, e os danos ambientais e sociais como Pouco Importantes. O Nível de Intensidade do Desastre foi enquadrado na categoria II, ocorrendo em grande porte, com tendência de agravamento, no caso de ocorrência e persistência das chuvas. Com isso, a necessidade de recursos foi tida como Mediamente Vultuosa ou Significativa.

O segundo desastre, classificado como inundação, ocorreu no dia 21 de março de 2008, associado ao evento de chuva do dia 19/03/2008, que acumulou 73,9 mm (30,9% do acumulado no mês, que foi de 238,8 mm, 152,9 mm acima da normal histórica de março). Foram afetadas 9.698 pessoas, sendo 127 desalojadas, 113 desabrigadas, e 9.548 atingidas de forma indireta.

Na conclusão da avaliação do desastre, a Defesa Civil interpretou os danos humanos com intensidade média ou significativa e os danos materiais, ambientais e prejuízos econômicos como Pouco Importantes. O Nível de Intensidade do Desastre foi enquadrado na categoria II, ocorrendo em médio porte, com tendência de agravamento gradual e previsível.

3.2. Caruaru/PE

Há dois registros de desastres com quantificação feita por meio de formulário para o município de Caruaru. O primeiro, com denominação “Enxurradas ou Inundações Bruscas”, ocorreu em 27 de janeiro de 2004 e gerou um AVADAN, enquanto que o segundo, denominado “Inundações Bruscas” ocorreu no dia 07 de maio de 2009, com os danos quantificados por uma Notificação Preliminar de Desastre – NOPRED.

O desastre do dia 27 de janeiro de 2004 foi deflagrado por uma sequência de eventos de chuva entre os dias 12/01 e 27/01, gerando um episódio que registrou 261,9 mm. O total mensal registrado foi de 316,7 mm, 255,6 mm acima da média histórica do município, que é

de 61,1 mm. No que tange aos eventos diários, destacam-se os registros de 12/01/2004 (84,4 mm), 19/01/2004 (35,0 mm), 20/01/2004 (60,0 mm), e 27/01/2004 (29,0 mm). Foram registrados oito óbitos, sendo sete com idade entre 15 e 64 anos, e uma pessoa idosa (acima de 65 anos). No total, o número de afetados foi de 6.077 pessoas. Os danos materiais somaram prejuízos na ordem de 3,18 milhões de reais, com destaque para a destruição de 156 residências populares e os danos em 337 residências populares, 57 unidades públicas de saúde, 46 unidades públicas de educação, 75 quilômetros de estradas e 41,2 mil metros quadrados de pavimentação.

As ponderações da Defesa Civil na avaliação conclusiva do desastre apontaram como Importantes os danos humanos e materiais, além dos prejuízos econômicos e sociais, e como Médio ou Significativos os danos ambientais. Por conta do porte do desastre ser classificado no Nível III (grande porte), e pela possibilidade de agravamento súbito e imprevisível dos danos, os recursos necessários para minimização dos danos e atendimento às famílias afetadas foram classificados como Vultuosos.

Já o desastre do dia 07 de maio de 2009 não possui relação com eventos de chuva no município de Caruaru, mas sim, com os municípios no alto curso do rio Ipojuca. As chuvas registradas nos municípios de Arcoverde, Pesqueira e Sanharó entre os dias 05 e 07 de maio de 2009 fizeram transbordar as barragens do Ipojuca, aumentando o nível da água nas comunidades ribeirinhas de Caruaru. Destacam-se os eventos 31,7 mm registrados em 05/05/2009 no município de Pesqueira, de 36,0 mm registrados em 06/05/2009 no município de Arcoverde e de 104,6 mm na mesma data em Pesqueira (APAC, 2017).

Os danos quantificados na Notificação Preliminar de Desastre – NOPRED (BRASIL, 2009) apontam 43 pessoas desabrigadas, 64 pessoas deslocadas, 7 pessoas enfermas e 1 óbito, totalizando 115 pessoas afetadas. 15 residências populares foram destruídas. Por ser um documento com informações preliminares, não foram disponibilizados mais dados para análise.

ISBN: 978-85-7282-778-2

3.3. Garanhuns/PE

Foram registrados três desastres com AVADAN no município de Garanhuns, sendo dois no ano de 2008 e um no ano de 2010. O primeiro desastre, denominado "Enxurradas ou Inundações Bruscas" ocorreu em 30/03/2008, está associado a uma sequência de eventos de chuva entre os dias 19/03/2008 e 29/03/2008 (episódio com registro de 307,1 mm), com destaque para 19/03/2008 (44,0 mm), 20/03/2008 (86,0 mm), 21/03/2008 (43,0 mm), 25/03/2008 (74,0 mm), 29/03/2008 (41,0 mm). No total, o mês de maio de 2008 registrou 370,9 mm, 263,5 mm acima da média histórica.

Os danos materiais se concentraram nas residências populares (28 danificadas e 23 destruídas, somando um prejuízo de R$ 656.600,00) e na pavimentação de vias urbanas (10.870 m², com prejuízos de R$ 250.010,00). Já os danos ambientais ocorreram, principalmente, com relação aos esgotos sanitários (dano de média intensidade) e ao solo (alta intensidade).

Na avaliação conclusiva do desastre, a Defesa Civil apontou como Médios ou Significativos os danos materiais, ambientais e sociais, e como Pouco Importantes os danos humanos e econômicos. Pelo fato do padrão evolutivo do desastre ser classificado como súbito e imprevisível, sem tempo de reação das comunidades e ter risco de agravamento, a necessidade dos recursos para recuperação foi Média ou Significativa. No geral, o desastre foi classificado em nível II, ou seja, de médio porte.

O segundo desastre também ocorreu no ano de 2008, sendo no mês de setembro (11/09/2008). Esta ocorrência não está vinculada às chuvas no período do registro, mas sim, às perdas nas lavouras dos agricultores da zona rural de Garanhuns durante a época da colheita, já que foram registradas enchentes e inundações graduais pela Defesa Civil (BRASIL, 2008). O porte do desastre foi classificado como Médio, necessitando de recursos mediamente vultuosos ou significativos.

Por fim, o terceiro desastre hidrometeorológico ocorrido em Garanhuns foi registrado em 09 de abril de 2010, e está associado ao evento de 45,0 mm de chuva na mesma data.

Outros eventos de chuva foram registrados em datas subsequentes, destacando-se o do dia 10/04/2010, com acumulado de 50,0 mm. Habitualmente, o mês de abril registra 85,1 mm de chuva no município de Garanhuns, e o caso de 2010 superou tal marca em 90,0 mm (foram registrados 175,1 mm no mês, mais que o dobro da média histórica.

O número de pessoas afetadas foi de 31.622, sendo que 58 ficaram desalojadas por conta dos danos em seis casas populares. Quanto aos danos de infraestrutura pública, 100 quilômetros de estradas foram danificados e 7.617 metros quadrados de vias pavimentadas foram destruídas. O destaque para os danos ambientais foi a erosão, com classificação de intensidade Alta (necessitando de 744 mil reais para reparo). Na avaliação conclusiva do desastre (nível II, porte Médio, com tendência de agravamento), a Defesa Civil classificou como Importantes os danos humanos e sociais, como Médios ou Significativos os danos materiais e ambientais, enquanto que os danos econômicos foram Pouco Importantes. Os recursos suplementares necessários foram classificados como vultuosos, porém disponíveis na SEDEC.

3.4. Síntese dos danos dos Desastres

O Quadro 2 apresenta o resumo dos dados obtidos nos formulários (seis AVADAN e um NOPRED) sobre os danos dos sete desastres hidrometeorológicos ocorridos nos municípios de Campina Grande/PB (dois desastres), Caruaru/PE (dois desastres) e Garanhuns/PE (três desastres) entre os anos 2003 e 2016.

Quadro 2 – Resumo dos dados dos desastres hidrometeorológicos.

TIPO DE DANO	CAMPINA GRANDE	CARUARU	GARANHUNS
Danos Humanos			
Pessoas Desalojadas	1.072	536	58
Pessoas Desabrigadas	1.610	43	79
Pessoas Feridas	11	0	0
Pessoas Mortas	0	9	0
Pessoas Afetadas	12.143	6.185	46.767
Danos Materiais			
Resid. Pop. Danificadas	292	337	34
Resid. Pop. Destruídas	322	171	23
Estradas Danificadas (km)	90	75	710

ISBN: 978-85-7282-778-2

Estradas Destruídas (km)	0	0	0
Pav. Vias Danificadas (km²)	0	41,2	10,87
Pav. Vias Destruídas (km²)	0	0	7,617
Intensidade dos Danos Ambientais			
Água	Alta (esgotos sanitários)	Média (gal. pluviais)	Esg. Sanit. (B e M)
Solo	Baixa (erosão e desliz.)	Sem danos	Alta
Prejuízos Socioeconômicos			
Agricultura	322 ton. (feijão e milho)	102,6 ton. (feijão e milho)	20 ton. (feij/milho)
Intensidade dos Danos			
Humanos	Médio ou Significativo	Importante	Méd. Sig./Imp.
Materiais	Imp. e Pouco Imp.	Importante	Méd. Sig./Imp.
Ambientais	Pouco Importante	Médio ou Significativo	Méd. ou Signif.
Vulto dos Prejuízos			
Econômicos	Imp. e Pouco Imp.	Importante	Pouco Imp e.Imp.
Sociais	Pouco Importante	Importante	Méd. Sig./Imp.
Nec. de Rec. Suplementares	Med. Vult./ Sign.	Vultosos/Disponíveis	Med. Vult./ Sign.
Conclusão			
Pad. Evol. do Desastre	Gradual e imp/previsível	Súbito e Previsível	Súbito/Grad. e Imp.
Tend.para Agravamento	Sim	Sim	Sim
Porte do Desastre	Grande/Médio	Grande	Médio

Fonte: BRASIL (2004, 2008, 2009, 2010, 2011).
Elaboração: Gabriel de Paiva Cavalcante, 2017.

4. Considerações Finais

Os eventos pluviométricos intensos põem em tela as dificuldades enfrentadas pelos municípios do interior nordestino, principalmente no que tange à vulnerabilidade socioambiental. Nos casos dos três municípios escolhidos para este trabalho (Campina Grande/PB, Caruaru/PE e Garanhuns/PE), as diferentes condições ambientais implicam em respostas variadas dos sistemas ambientais às forças de entropia.

Foram identificados sete desastres naturais hidrometeorológicos para os três municípios, sendo dois ocorridos em Campina Grande (anos 2004 e 2008), dois em Caruaru (anos 2004 e 2009) e três em Garanhuns (anos 2008, [dois desastres] e 2011). Foram afetadas 65.095 pessoas, sendo 1.666 desalojadas e 1.732 desabrigadas. O único município a registrar óbitos foi Caruaru (9 pessoas).

O município de Garanhuns apresentou o maior total de pessoas afetadas (46.767 pessoas), seguida por Campina Grande (12.143 pessoas) e Caruaru (6.185 pessoas). Ao todo, foram afetadas 65.095 pessoas. Campina Grande, por sua vez, apresentou elevada

ISBN: 978-85-7282-778-2

discrepância com relação ao número de pessoas desalojadas (1,072 pessoas) e pessoas desabrigadas (1.610 pessoas). Quanto às pessoas mortas, o único município a ter esse registro foi Caruaru (9 óbitos).

No que diz respeito aos danos materiais, o município a apresentar o maior quantitativo de residências populares danificadas foi Caruaru (337 residências), seguida por Campina Grande (292 residências); já sobre as residências destruídas, o maior quantitativo ocorre no município de Campina Grande (322 residências).

O destaque quanto aos prejuízos socioeconômicos ocorre nas perdas agrícolas, que ocorreram em grandes quantitativos para os três municípios, a saber: 322 toneladas em Campina Grande, 102,6 toneladas em Caruaru e 20 toneladas em Garanhuns. Os tipos de lavouras mais atingidos, segundo os formulários, foram milho e feijão, culturas tradicionais de subsistência.

Nas conclusões dos relatórios dos desastres, destacam-se: a imprevisibilidade da maioria dos desastres, o que revela o despreparo dos órgãos de gestão, principalmente as prefeituras, que, mesmo com o leque de profissionais qualificados e produções científicas disponíveis, não apresentam investimento em ações de prevenção aos desastres; a tendência positiva para agravamento, que evidencia a fragilidade dos sistemas ambientais a sucessivos eventos de chuva; e a predominância dos portes Médio e Grande para os desastres, que comprova a grande força de destruição desses eventos e a elevada quantidade de pessoas, materiais e sistemas ambientais atingidos, bem como, os danos econômicos e sociais.

Com os cenários de danos humanos/sociais, ambientais e econômicos, percebe-se a importância da gestão das cidades, especialmente das cidades médias localizadas no interior nordestino, já que estas possuem atrativos para o capital, seja de um mercado baseado na mão-de-obra industrial, no turismo ou no consumo. Tal atratividade faz aumentar o tecido urbano dessas cidades, o que ocorre muitas vezes em áreas com problemas no sítio urbano, o que gera, já nos primeiros eventos de chuva, impactos que se agravam e se transformam em

ISBN: 978-85-7282-778-2

desastres naturais, a exemplo das boçorocas de Garanhuns, que avançam constantemente na zona urbana.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AESA. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. **Meteorologia – Chuvas.** Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/meteorologia-chuvas/>. Acesso em: 24/05/2017.

ANDRADE, M. C. **A terra e o homem no Nordeste:** contribuição ao estudo da questão agrária no Nordeste. 5ª edição, São Paulo: Atlas, 1986.

APAC – **Agência Pernambucana de Águas e Clima.** Disponível em: <http://www.apac.pe.gov.br/>. Acesso em: 24/05/2017.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Instrução Normativa nº 01, de 24 de Agosto de 2012 do Ministério da Integração Nacional,** 2012. Disponível em: <http://www.mi.gov.br/documents/10157/3776390/Instru_Normativa_01.pdf/8634a6e3-78cc-422a-aa1d-7312ce7f1055>. Acesso em: 25/05/2017.

BRASIL. Secretaria Nacional de Defesa Civil. **Sistema Integrado de Informações sobre Desastres.** Disponível em: <https://s2id-search.labtrans.ufsc.br/>. Acesso em: 02/12/2017.

CASTRO, A. L. C. **Glossário de defesa civil:** estudo de riscos e medicina de desastres. Brasília: MPO/ Departamento de Defesa Civil, 1998. 283 p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2010.** Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/>. Acesso em: 15/11/2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE Cidades.** Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 15/11/2017.

MELO, M. L. Bases Geográficas dos problemas do Nordeste. **Revista Brasileira de Geografia,** Ano XXIV, n° 4, 1962, p. 503-542.

MOURA, M. O.; CUNICO, C. TEMOTEO, K. K. S. SILVA, N. T. Desastre Natural associado à ocorrência de chuva extrema na cidade de Patos, Paraíba. In: SILVA, A. B.; GUTIERRES, H. E. P. GALVÃO, J. C. (Orgs.) **Paraíba 2:** Pluralidades e representações geográficas. Campina Grande: EDUFCG, 2017.

OLÍMPIO, J. L. S. **Desastres naturais associados à dinâmica climática no Estado do Ceará:** subsídios à gestão dos riscos de secas e inundações. Dissertação. (Mestrado em Geografia). Fortaleza: Programa de Pós- graduação em Geografia/UFCE, 2013.

ROCHA, A. B. **Proposta metodológica de gestão dos espaços-riscos de inundações urbanas em Mossoró/RN.** Tese (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.

SILVA, R. N.; ARAÚJO, S. M. S. Desastres, riscos e vulnerabilidades em áreas urbanas: contribuições da geografia no período de 2000 a 2015. In: ALMEIDA, L. Q.; BINDÉ, P. J.; CARVALHO, R. J. M.; ARAÚJO, S. M. S. (Orgs.) **Enfoques Multidisciplinares sobre Desastres.** Natal/RN: SABEH, 2017.

SILVA, L. L. **Precipitações Pluviais da Pré-Estação Chuvosa no Período Chuvoso e suas Influências na Produtividade Agrícola da Paraíba.** Dissertação (Mestrado). Campina Grande: Programa de Pós-Graduação em Meteorologia/UFCG, 2007. 114p

TEMOTEO, K. K. S. **Eventos de chuvas intensas e extremas e seus impactos no espaço urbano de Campina Grande, Paraíba.** Monografia (Bacharelado em Geografia) – Departamento de Geociências, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2016.

TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. **Desastres naturais:** conhecer para prevenir. São Paulo: Instituto Geológico, 2009.

TRIOLA, M. F. **Introdução à estatística.** 10 ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 2008. 696p.

ZAMPARONI, C. A. G. Áreas de risco, mobilidade urbana, vulnerabilidade e o poder público em Cuiabá/MT: Porque a população continua vivendo nas áreas de risco do córrego do barbado? **Revista Brasileira de Climatologia,** Mato Grosso, ano 10- vol.14, jan/jul. 2014.

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

OCORRÊNCIAS DE DESASTRES NATURAIS NA REGIÃO DO BREJO PARAIBANO

Marcelo de Oliveira Moura [(a)], Tatiana dos Santos Silva [(b)], Karinthea Karla Silva Temoteo [(c)]

[(a)] Departamento de Geociências, Universidade Federal da Paraíba, marcelomoura@ccen.ufpb.br

[(b)] Departamento de Geociências, Universidade Federal da Paraíba, annetatiana@hotmail.com

[(c)] Departamento de Geociências, Universidade Federal da Paraíba, karla.temoteo28@gmail.com

Eixo: Riscos e desastres naturais

Resumo

O presente trabalho tem como objetivo analisar a distribuição espaço-temporal dos reconhecimentos dos desastres naturais de ordem climática e hidrometeorológica entre os anos de 2003 e 2016 na região do Brejo paraibano. Realizou-se um levantamento exploratório dos reconhecimentos dos desastres em séries anuais disponíveis na página da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil do *site* do Ministério da Integração Nacional. Na área de estudo foram registrados 281 desastres, destes 278 foram reconhecidos como Situação de Emergência (SE) e três como Estado de Calamidade Pública (ECP). No tocante a tipologia dos desastres foi registrada 244 ocorrências de origem climática (estiagem/seca), correspondendo a 87% dos reconhecimentos e 37 ocorrências de origem hidrometeorológica, equivalente a 13% dos reconhecimentos.

Palavras chave: Desastres hidroclimáticos. Situação de Emergência. Estado de Calamidade Pública.

1. Introdução

Por definição desastre natural é o resultado de eventos adversos considerados acima da normalidade (geológicos, hidrológicos, meteorológicos, climáticos e biológicos) sobre um cenário vulnerável exposto a ameaça, causando danos e consequentes prejuízos econômicos e sociais (BRASIL, 2016). No Brasil, entre 1990 a 2015, os desastres naturais de maior ocorrência

foram de natureza climática e hidrológica, vinculados, de modo respectivo, aos subgrupos de estiagem/seca e inundações (CEPED/UFSC, 2013; BRASIL, 2014, 2016).

Na região Nordeste, segundo o levantamento realizado por Moura et al (2016), foi reconhecido um total de 14.879 desastres entre 2003 a 2015, desses 14.625 são desastres reconhecidos por decretos de Situação de Emergência (SE) e 254 por decretos de Estado de Calamidade Pública (ECP)[1]. É a região do país com o maior montante de registros, visto que, detém um percentual de 57,3% do total de 25.943 registros de desastres no país. O levantamento também revelou que os reconhecimentos por decretos de ECP na região são todos vinculados a desastres naturais de ordem climática (estiagem e seca) e hidrometeorológica (inundações graduais, enxurradas e chuvas intensas), exceto um reconhecimento de ECP vinculado a um desastre geológico (erosão marinha) registrado na cidade de Natal no ano de 2012.

No estado da Paraíba, os desastres naturais de maior ocorrência são de natureza climática associada à estiagem/seca, seguidos dos desastres hidrológicos associados às inundações (MOURA et al. 2017). É também o estado brasileiro com maior número de ocorrências de desastres naturais reconhecidos por ECP entre os anos de 2003 a 2016, conforme as informações sobre os reconhecimentos de desastres naturais adquiridas na página http://www.mi.gov.br/reconhecimentos-realizados do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC) do Ministério da Integração Nacional.

Cabe mencionar que somente no ano de 2003 o estado da Paraíba registrou 143 ocorrências de desastres reconhecidos por ECP, sendo 141 reconhecimentos associados à estiagem e a seca e dois associados a desastres hidrológicos. Tal gravidade pode ser ainda

[1] Além dos tipos, os desastres são classificados quanto à intensidade, sendo eles de níveis I, II e III. Os desastres de níveis I e II ensejam a decretação de Situação de Emergência: são aqueles em que os danos e prejuízos são suportáveis e superáveis pelos governos locais e a situação de normalidade pode ser restabelecida com os recursos mobilizados em nível local ou complementados com o aporte de recursos estaduais e federais. Os desastres de nível III ensejam a decretação de Estado de Calamidade Pública: são aqueles em que os danos e prejuízos não são superáveis e suportáveis pelos governos locais, mesmo quando bem preparados, e o restabelecimento da situação de normalidade depende da mobilização e da ação coordenada das três esferas de atuação do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil e, em alguns casos, de ajuda internacional (BRASIL, 2016).

ISBN: 978-85-7282-778-2

revelada devido ao fato de no ano de 2003 o Brasil ter registrado 206 ocorrências de desastres por ECP, ou seja, a Paraíba neste ano registrou quase 70% das ocorrências no país.

O estado da Paraíba possuí uma área territorial de 56.468,435 km², com 77,1% desse território inserido na região semiárida, tendo uma predisposição do meio natural à ocorrência de eventos naturais extremos, em especial, aqueles oriundos das anomalias negativas da precipitação (PARAÍBA/AESA, 2018). Contudo, levanta-se a hipótese de que outras áreas que não possuem o mesmo limiar de chuva que a região semiárida, também registre desastres do tipo estiagem/seca, a exemplo do Brejo paraibano que possui um clima úmido com uma média pluviométrica anual em torno de 1.300 mm a 1.500 mm.

O presente trabalho integra uma das linhas de pesquisa do projeto *"Desastres naturais associados à dinâmica climática no estado da Paraíba"* desenvolvido pelos integrantes do Laboratório de Climatologia Geográfica (CLIMAGEO) da Universidade Federal da Paraíba. Dito isso, o objetivo do trabalho é analisar a distribuição espaço-temporal dos reconhecimentos dos desastres de ordem climática e hidrometeorológica entre os anos de 2003 e 2016 na região do Brejo paraibano.

2. Área de estudo

Ao considerar que os desastres registrados na Paraíba são associados à dinâmica climática, sobretudo, pelos eventos extremos da precipitação, foi considerado nessa pesquisa as regiões definidas por Silva (2007), regiões que mais definem a variação espaço-temporal das chuvas no estado. De acordo com Silva (2007) a Paraíba é subdividida em seis microrregiões pluviometricamente homogêneas, a saber: Litoral, Brejo, Agreste, Cariri/Curimataú, Sertão e Alto Sertão.

A microrregião pluviometricamente homogênea do Brejo paraibano é composta por 31 municípios (Figura 1), com uma população de 413.723 habitantes, sendo 264.739 habitantes da zona urbana e 148.984 habitantes da zona rural (IBGE, 2010).

ISBN: 978-85-7282-778-2

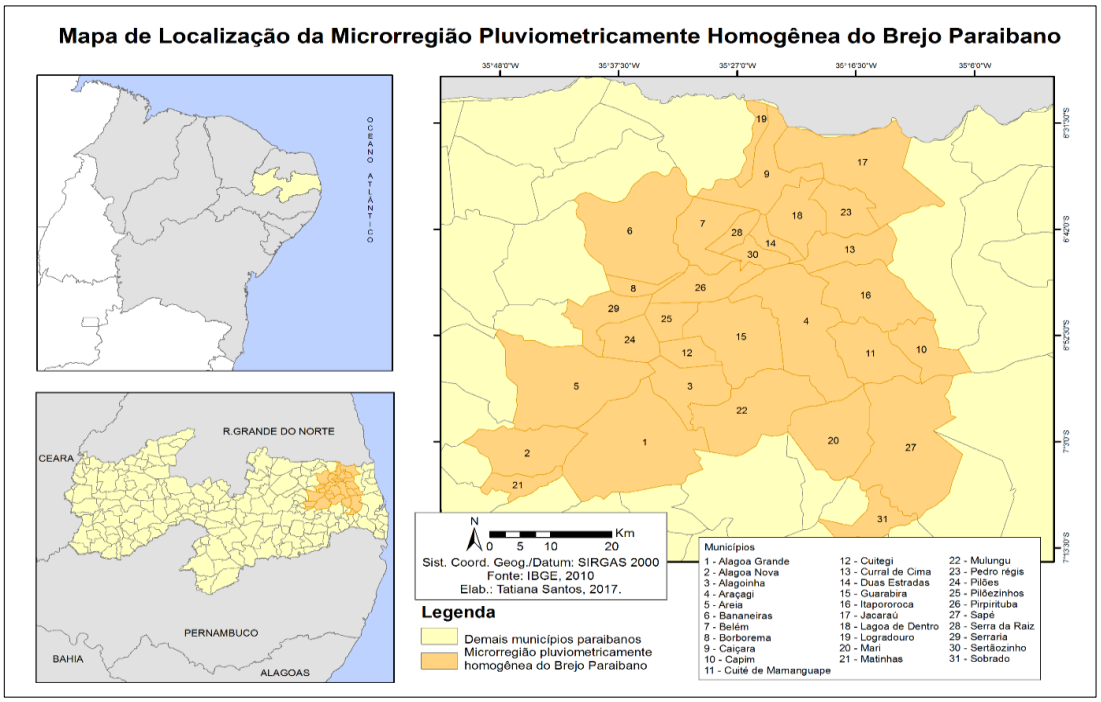


Figura 1: Localização da microrregião pluviometricamente homogênea do Brejo Paraibano. Fonte: IBGE, 2010. Organização: Tatiana dos Santos Silva.

O Brejo paraibano também conhecido como brejo serrano ou enclave úmido e subúmido, localiza-se na porção oriental do Planalto da Borborema, com uma extensão de 62 km no sentido norte-sul e 40 km no sentido leste-oeste (RODRIGUES, 2012). A região possui um relevo com altitude média de 600 m, o qual contribui para a origem das chuvas orográficas. Com as escarpas situadas aos ventos úmidos de sudeste, estes provocam uma ascendência dos mesmos, que, resfriando-se, adiabaticamente, condensam-se, originando precipitações abundantes nas encostas a barlavento e áreas próximas, aumentando a umidade relativa do ar que se aproxima dos 85%. Apresenta um clima úmido e registra as menores temperaturas do estado da Paraíba, registrando médias das temperaturas mínimas anuais entre 18°C e 20°C (CARVALHO, 1982).

ISBN: 978-85-7282-778-2

A região do Brejo possui seu regime de chuvas distribuído em sete meses, definidos em duas estações: a pré-estação chuvosa (fevereiro a abril) e a estação ou quadra chuvosa (maio a agosto). A média da precipitação anual varia de 1.300 mm a 1.500 mm, valores próximos à pluviosidade do litoral, e o período considerado seco se estende de setembro a janeiro (CARVALHO, 1982; SILVA, 2007).

Os principais sistemas atmosféricos e massas de ar atuantes que condiciona as precipitações nessa região são: as Ondas de Leste (OL), a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), o Vórtice Ciclônico de Ar Superior (VCAS), os Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM's) e as Linhas de Instabilidade (LI) sendo os mesmos sistemas atuantes nas microrregiões do Litoral e Agreste (PEREIRA, 2014).

3. Materias e métodos

Para o desenvolvimento da pesquisa foi realizado um levantamento das portarias de reconhecimento de Situação de Emergência (SE) e de Estado de Calamidade Pública (ECP) em séries anuais disponíveis na página da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil do *site* do Ministério da Integração Nacional através do link http://www.mi.gov.br/reconhecimentos-realizados, período de 2003 a 2016. Cabe destacar que a escolha da escala temporal se deu pelo fato de que os dados disponibilizados pelo Ministério da Integração Nacional tiveram início a partir do ano de 2003. Após a aquisição dos dados, os mesmos foram organizados em planilhas eletrônicas do *Microsoft Excel 2010* para a confecção dos gráficos por intensidades e por tipo de desastres.

Vale salientar que neste trabalho serão analisados os desastres hidrometeorológicos, termo adotado neste trabalho para a junção dos desastres hidrológicos e meteorológicos, uma vez que esses desastres são deflagrados por chuvas excepcionais e concentradas. Já os desastres de ordem climática formarão uma única tipologia de desastre, chamada aqui de estiagem/seca, visto que, estão relacionados ao atraso ou redução das precipitações.

ISBN: 978-85-7282-778-2

4. Resultados e discussão

Na microrregião pluviométrica do Brejo foi contabilizado um total de 281 reconhecimentos de desastres (Figura 2), período de 2003 a 2016, sendo estes de ordem hidrometeorológica e climática. Destes, 278 correspondem a reconhecimentos por SE (compondo 99% da série) e 3 reconhecimentos por ECP (totalizando apenas 1% da série).

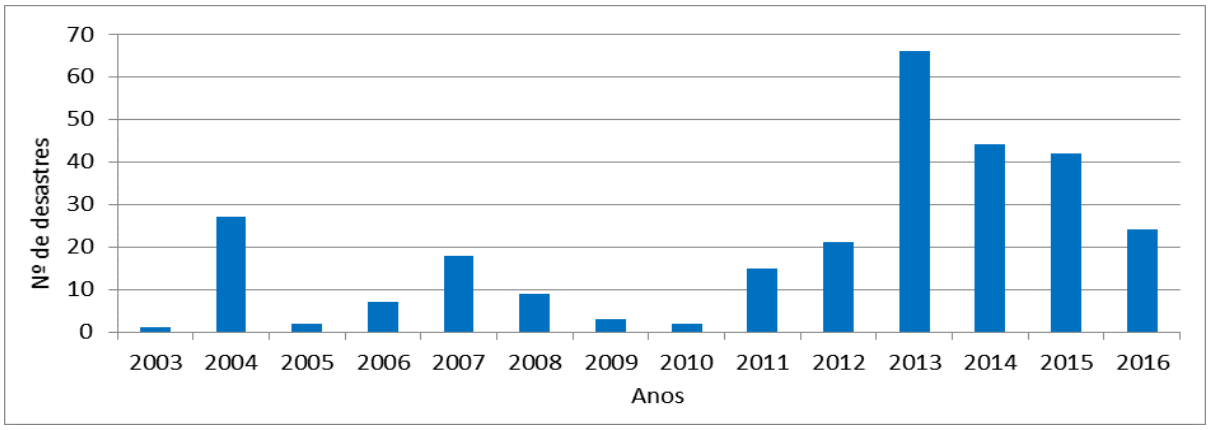


Figura 2: Número de ocorrências anuais no Brejo paraibano, 2003 a 2016. Fonte: Brasil, 2017.

Conforme mostra a figura 2, os anos que possuem o maior número de ocorrências são: 2013 (66 ocorrências), 2014 (44 ocorrências) e 2015 (42 ocorrências) e os anos com menor ocorrências foram: 2003 (1 ocorrência), 2005 e 2010 (2 ocorrências) e o ano de 2009 (3 ocorrências). É importante salientar que a partir do ano de 2012 há um crescimento no número de ocorrências de desastres na região, sendo todos de ordem climática.

No que diz respeito aos tipos de desastres registrados na região (Figura 3), foram contabilizados 281 reconhecimentos, 244 correspondem aos desastres de ordem climática, contabilizando o maior número de reconhecimentos da série. O número de ocorrências de desastres deflagrados por estiagem/seca legitima a hipótese de que numa das regiões mais chuvosas e úmidas do estado da Paraíba, o Brejo, também ocorrem desastres de ordem climática. Apesar disso, o número de registros de desastres deflagrados por estiagem/seca é

bem inferior do que aqueles já registrados nas regiões do semiárido paraibano, conforme levantamento realizado por Silva e Moura (2018) e por Sergio, Araújo e Moura (2018).

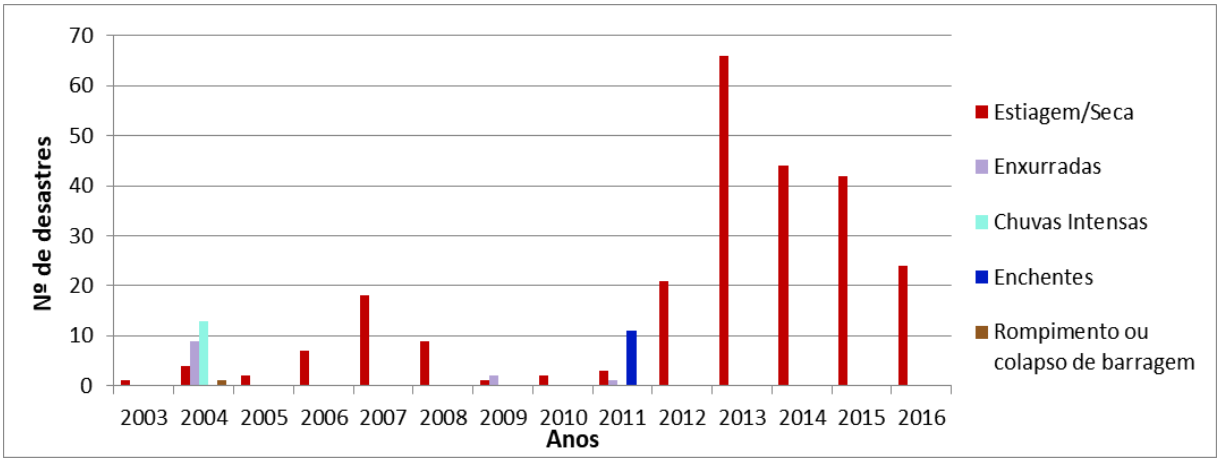


Figura 3: Número de ocorrências anuais dos desastres por tipo no Brejo paraibano, 2003 a 2016.
Fonte: Brasil, 2017.

No que tange aos desastres hidrometeorológicos houve um maior número de reconhecimentos para os desastres do tipo chuvas intensas (13 reconhecimentos), seguido pelas enxurradas (12 reconhecimentos), enchentes (11 reconhecimentos) e apenas um reconhecimento do tipo rompimento ou colapso de barragem. Esse desastre foi deflagrado por eventos de chuvas extremas no mês de junho de 2004 e gerou o maior número de impactos e danos na região, trata-se do rompimento da Barragem de Camará, localizada no município de Alagoa Nova.

4.1. Distribuição espaço-temporal dos desastres

Dos 281 reconhecimentos de desastres na região do Brejo, foi registrado um total de 37 ocorrências dos desastres de ordem hidrometeorológica (destas, 34 ocorrências se deram por SE e 3 ocorrências por ECP). A figura 4 apresenta o número de ocorrências de desastres hidrometeorológicos daqueles municípios que declararam SE no período de 2003 a 2016.

ISBN: 978-85-7282-778-2

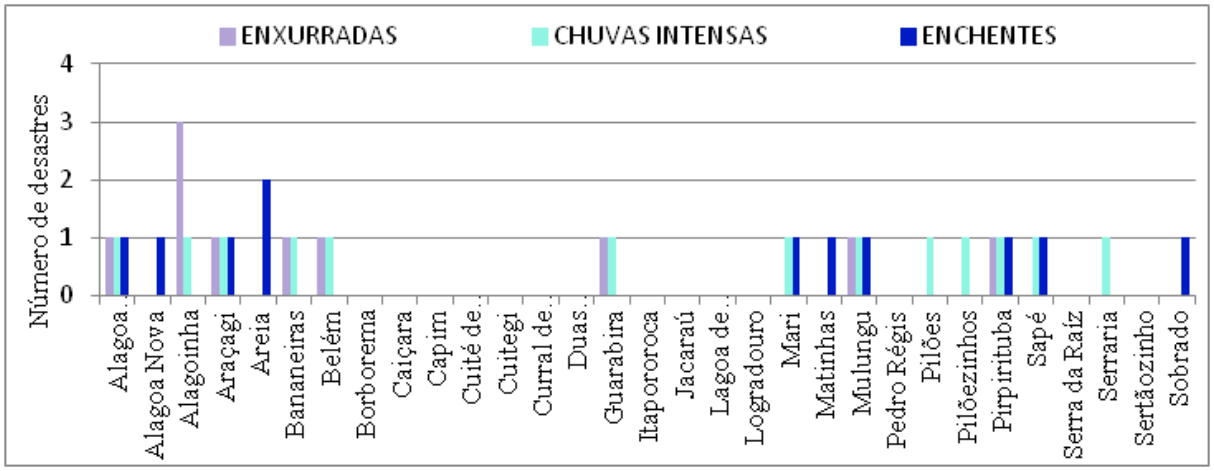


Figura 4: Número de ocorrências de desastres hidrometeorológicos por SE por município no Brejo paraibano, 2003 a 2016. Fonte: Brasil, 2018.

O número de ocorrências dos desastres deflagrados pelas enxurradas ocorreu nos anos de 2004 (7 ocorrências), 2009 (2 ocorrências) e 2011 (1 ocorrência), sendo o município de Alagoinha o que detém o maior número de registros (3 ocorrências). Quanto aos desastres do tipo chuvas intensas, todas as ocorrências foram registradas no ano de 2004 (13 ocorrências). Também em relação às enchentes, as ocorrências se concentraram em um único ano, o ano de 2011 (11 ocorrências), com destaque para o município de Areia que registrou duas enchentes.

Apesar da região do Brejo ser considerada uma área de particularidade climática do estado da Paraíba, por possuir temperaturas amenas e uma pluviosidade consideravelmente alta, a mesma apresenta um maior quantitativo de desastres de ordem climática (estiagem/seca) totalizando 244 ocorrências. Contudo, esses desastres climáticos almejaram somente decretos por Situação de Emergência, conforme mostra a figura 5.

Os anos com o maior número de ocorrência de desastres climáticos foram: 2013 (66 ocorrências), 2014 (44 ocorrências) e 2015 (42 ocorrências). Já os municípios com maior número de ocorrências foram: Bananeiras (18 ocorrências), Areia (14 ocorrências) e Sobrado (13 ocorrências).

ISBN: 978-85-7282-778-2

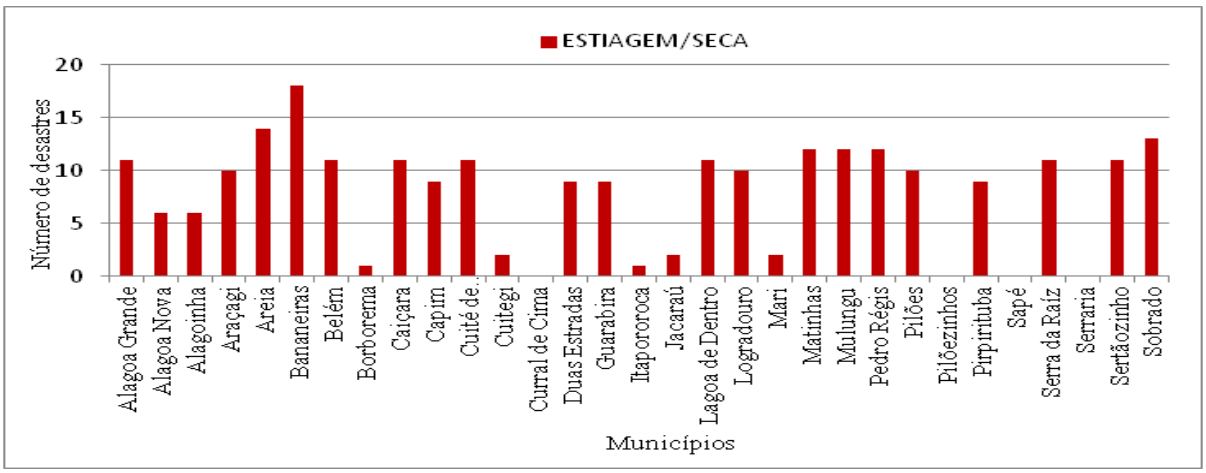


Figura 5: Número de ocorrências de desastres climáticos por SE por município no Brejo paraibano, 2003 a 2016. Fonte: Brasil, 2017.

No tocante aos desastres de maior intensidade, isto é, aqueles que almejaram decretos por ECP, apenas três desastres foram reconhecidos na região, sendo estes de ordem hidrometeorológica registrados no ano de 2004. Dessa forma, registram-se duas ocorrências de enxurradas, uma no município de Areia e outra no município de Alagoa de Dentro. O terceiro desastre foi por rompimento da Barragem de Camará, localizada no município de Alagoa Nova.

Conforme o formulário de Avalição de Danos (AVADAN), o Riacho Riachão (afluente do rio Mamanguape) se encontrava com 60% da sua capacidade. Após seu rompimento, as águas se estenderam pelos municípios de Areia, Mulungu e Alagoa Grande, sendo este último o mais afetado, acarretando um grande número de pessoas desalojadas, desabrigadas, cinco mortes e grandes perdas materiais, afetando também o comércio e serviços prestados aos municípios atingidos como água, luz e telefone.

Por fim, considerando o período de análise, os desastres hidrometeorológicos ocorrem predominantemente nos anos de 2004 a 2011, em virtude das condições atmosféricas favoráveis às chuvas na região. A partir do ano de 2012 foram contabilizados apenas desastres climáticos (estiagem/seca), período em que a região do Nordeste esteve sob influência de uma seca meteorológica severa conforme aponta Olímpio (2017).

ISBN: 978-85-7282-778-2

5. Considerações finais

Os desastres naturais reconhecidos na região do Brejo paraibano geraram danos humanos, materiais e ambientais, além de prejuízos sociais e econômicos, principalmente no setor da agricultura. Um total de 14.112 pessoas foram afetadas pelos desastres, entre os anos de 2003 a 2016. Destaca-se o grande número de desabrigados e desalojados pelos desastres; 13.626 pessoas. Além disso, foram registrados 13 óbitos, 6 pessoas feridas e uma pessoa desaparecida. No tocante ao registro de óbitos, destaca-se o município de Alagoa Grande com 5 óbitos, ocasionado pelo rompimento da Barragem de Camará que, além disso deixou 2.290 pessoas desabrigadas e 1.210 desalojadas.

Ao considerar que a Paraíba é o estado que mais decreta desastres naturais na região Nordeste, os resultados apresentados neste trabalho podem auxiliar, de modo mais sistemático, no planejamento e na gestão da redução dos riscos dos desastres dos municípios que integram a região pluviométrica do Brejo paraibano.

Referências bibliográficas

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil. **Situação de emergência e estado de calamidade pública: reconhecimentos realizados**. Disponível em: http://www.mi.gov.br/reconhecimentos-realizados. Acesso em: 23 nov. 2017.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Instrução Normativa nº 02, de 20 de dezembro de 2016 do Ministério da Integração Nacional**, 2016. Disponível em: http://www.integracao.gov.br/documents/3958478/0/Portaria+MI+2+-+2017+-.pdf/cecc0e2e-48ab-4913-abdb-0dc2bf2547a1 Acesso em: 19 mai. 2017.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Anuário brasileiro de desastres naturais: 2013**. Brasília: Ministério da Integração Nacional/Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil/ Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres, 2014. Disponível em:

http://www.mi.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=fee4007a-ab0b-403e-bb1a-8aa00385630b&groupId=10157. Acesso em: 22 fev. 2016.

CARVALHO, M. G. R. F de. **Estado da Paraíba**: classificação geomorfológica. João Pessoa, Editora Universitária/UPPB, 1982.

CEPED/UFSC. Universidade Federal de Santa Catarina. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. **Atlas brasileiro de desastres naturais 1991 a 2012:** volume Brasil. Florianópolis: CEPED/UFSC, 2013.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/xtras/uf.php?lang=&coduf=25&search=paraiba. Acesso em: 17 dez. 2017.

MOURA, M. O; CUNICO, C; NÓBREGA, R. S; DUARTE, C. C. Desastres hidrometeorológicos na região Nordeste do Brasil: distribuição espaço-temporal dos reconhecimentos de Estado de Calamidade Pública. **Caderno de Geografia**, Belo Horizonte, v. 26, n. 2, p. 259-271. 2016.

MOURA, M. O; CUNICO, C; TEMOTEO, K. K. S; SILVA, N. T. Desastre natural associado à ocorrência de chuva extrema na cidade de Patos, Paraíba. In: **Paraíba: pluralidade e representações geográficas**, v.2 , SILVA, A. B, GUTIERRES, H. E. P, GALVÃO, J. C. (Org.). Campina Grande: EDUFCG, 2017.

OLÍMPIO, J. L. S. **Análise multicritério do risco de desastres naturais**: um estudo sobre a seca na região nordeste do Brasil. (Tese de Doutorado). Fortaleza: Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Ceará, 2017. 239p

PARAÍBA. Governo do Estado da Paraíba. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. **Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba, 2018**. Disponível em:

http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/wp-content/uploads/2016/11/PE_05.pdf. Acesso em: 22 de agosto de 2018.

PEREIRA, M. D. B. **As chuvas na cidade de João Pessoa:** uma abordagem genética. Trabalho de Conclusão de Curso. (Curso de Bacharelado). João Pessoa: Departamento de Geociências/UFPB, 2014. 94p.

RODRIGUES, L. P. M. **A formação territorial do Brejo paraibano e a luta pela terra:** o caso do assentamento Nossa Senhora de Fátima. (Dissertação de Mestrado) João Pessoa: Programa de Pós-Graduação em Geografia/UFPB, 2012. 212p.

SERGIO, M. A. S.; ARAUJO, M. O. L.; MOURA, M. O. Ocorrências de desastres naturais na região do Cariri paraibano. **Revista de Geociências do Nordeste**, v.4, p.18 - 30, 2018.

SILVA, D. A. M.; MOURA, M. O. Registros de desastres associados à estiagem e seca na região do Alto Sertão da Paraíba. **Revista de Geociências do Nordeste**., v.4, p.126 - 136, 2018.

SILVA, L. L. **Precipitações Pluviais de Pré-Estação Chuvosa no Período Chuvoso e suas Influências na Produtividade Agrícola da Paraíba**. (Dissertação de Mestrado). Campina Grande: Programa de Pós-Graduação em Meteorologia/UFCG, 2007. 114p.

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

OCUPAÇÃO DE ENCOSTAS: RISCOS EROSIVOS E EXTINÇÃO DE NASCENTES NO MUNICÍPIO DO CRATO, CEARÁ

Marcelo Martins de Moura-Fé [(a)], Mônica Virna de Aguiar Pinheiro [(b)], José Henrique Moura Silva [(c)], Rafaela Martins Rodrigues [(d)]

[(a)] Coordenador do Núcleo de Estudos Integrados em Geomorfologia, Geodiversidade e Patrimônio (NIGEP). Professor do Departamento de Geociências (DEGEO) / Universidade Regional do Cariri (URCA). Pesquisador Funcap / Bolsista Produtividade. Docente do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional Sustentável (PRODER) da Universidade Federal do Cariri (UFCA). E-mail: marcelo.mourafe@urca.br
[(b)] Coordenadora NIGEP; Professora DEGEO/URCA, Email: monivirna@yahoo.com.br
[(c)] NIGEP/DEGEO/URCA, Bolsista de Iniciação Científica - IC (FUNCAP/BPI). Email: henriquehendalu@gmail.com
[(d)] NIGEP/DEGEO/URCA, Bolsista de IC (FUNCAP/BPI), Email: raphaelarodriguess2018@gmail.com

Eixo: RISCOS E DESASTRES NATURAIS

Resumo

O município do Crato faz parte da Região Metropolitana do Cariri (RMC), composta por 9 municípios que apresentam diferentes índices de crescimento populacional e níveis de expansão urbana. Em paralelo, um quadro de problemáticas ambientais vem se estabelecendo, incluindo a expansão urbana na direção das encostas da chapada do Araripe, sobremaneira, no contexto territorial do Crato, decorrendo na supressão vegetacional, fomentando a ocorrência de processos erosivos e de inumação de nascentes. Nesse contexto, o objetivo principal é apresentar e discutir a ocupação das encostas, os riscos erosivos e a extinção de nascentes no município do Crato. Metodologicamente, a pesquisa baseou-se em levantamentos bibliográfico e cartográfico, os quais apoiaram levantamentos de campo e, por conseguinte, etapas de laboratório, com a aplicação de análises de geoprocessamento; e de gabinete. Os resultados alcançados apresentam um quadro de degradação socioambiental estabelecido e que está implicando no comprometimento da qualidade ambiental da região.

Palavras chave: Processos erosivos. Nascentes. Região Metropolitana do Cariri (RMC). Análise Ambiental Integrada. Desenvolvimento Regional Sustentável.

1. Introdução

Os 9 (nove) municípios que compõem a Região Metropolitana do Cariri (RMC), a saber: Crato, Juazeiro do Norte, Barbalha (os três, particularmente, formando o núcleo urbano mais desenvolvido da região, o chamado "Crajubar"), Jardim, Missão Velha, Caririaçu, Farias Brito, Nova Olinda e Santana do Cariri; vem apresentando significativos índices de crescimento urbano. Esse crescimento parece se dar, muitas vezes, de forma desordenada, o

que implica diretamente no avanço da malha urbana sobre áreas de encostas naturalmente vulneráveis a processos erosivos acelerados, movimentos de massa e outros processos oriundos e/ou intensificados pela ação antrópica.

No município do Crato, assim como os demais municípios que margeiam a chapada do Araripe, há uma tendência considerável à ocupação de áreas elevadas e dotadas de clima mais ameno (atrativo vendido pelo ramo imobiliário), mas com declividades consideráveis e sujeitas a remobilização de material depositado, o que por si só, já se caracteriza como um fator de fomento aos processos erosivos e riscos às nascentes que pontuam diversos setores das encostas. Nesse contexto, o objetivo é apresentar e discutir a ocupação das encostas, os riscos erosivos e a extinção de nascentes no município do Crato (**Figura 1**).

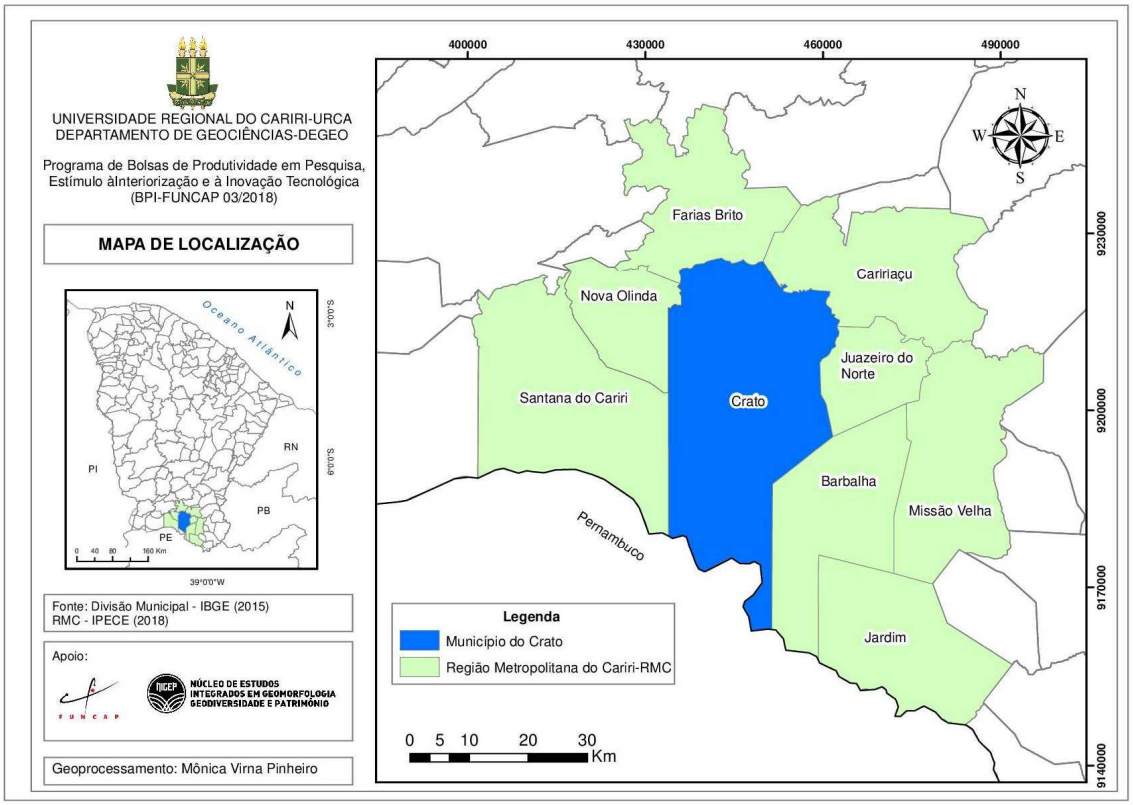


Figura 1 – Mapa de localização do município do Crato, RMC, Ceará.

2. Materiais e Métodos

Metodologicamente, a pesquisa apresenta como elemento teórico norteador, a análise ambiental integrada; apoiada por um roteiro técnico-científico compartimentado em etapas inter-relacionadas de gabinete, campo e laboratório.

Em gabinete foram realizados levantamentos bibliográfico e cartográfico; em campo foram identificados setores das encostas da chapada do Araripe que vem sendo ocupadas pela malha urbana no município do Crato, notadamente, de ocorrência atual (ou pretérita) de nascentes; em laboratório vem sendo desenvolvido o mapeamento em escalas regional e local dos locais analisados.

3. Resultados e Discussões

A RMC se notabiliza por suas formações geológicas, feições geomorfológicas, corpos pedológicos, incluindo as águas superficiais e subterrâneas. Dentro dessa geodiversidade regional destacam-se as nascentes identificadas em diversas localidades de seus 9 (nove) municípios, com destaque para aqueles que tem em seus territórios parcelas da encostas da chapada do Araripe. Nesse contexto, o município do Crato se destaca com suas 64 nascentes (AQUASIS, 2006). Todavia, *locus* de um processo histórico de uso e ocupação, intensificado nas últimas décadas, estas e outras nascentes vem sendo objeto de degradadores processos de ocupação verificados nas encostas da chapada do Araripe.

Conceitualmente, chapadas são formas de relevo relativamente elevadas em relação ao seu entorno, por meio de rupturas de declives íngremes nas vertentes de contato, associadas ao encaixe vertical de redes de drenagem (MARTINS; SALGADO, 2016). Com tais características, a chapada do Araripe corresponde à uma das áreas de enclave úmido mais singulares no semiárido nordestino (SOUZA e OLIVEIRA, 2006), apresentando marcas de ações degradantes relacionadas ao uso e ocupação de suas encostas.

A ocupação de suas encostas decorre necessariamente em supressão vegetacional, o que, por sua vez, fomenta diretamente a ocorrência de processos erosivos (ravinas, voçorocas

e a ocorrência de movimentos de massa), sobretudo, se associados ao período mais concentrado de ocorrência de chuvas e de escoamento superficial das águas nas vertentes (GIRÃO; CORRÊA, 2004). A movimentação de material, notadamente nas vertentes mais íngremes, pode resultar na inumação de nascentes existentes nas encostas se as mesmas ocorrerem nos setores afetados. Na borda setentrional da chapada, de maneira geral, em torno de 600 e 750 metros, situam-se 256 fontes (MAGALHÃES e OLIVEIRA, 2009).

A produção de gesso é uma grande consumidora de lenha, sua principal fonte de energia, que em grande maioria vem da vegetação nativa da região (BRAINER *et al.*, 2012). Além do desmatamento vale ressaltar a ocorrência de queimadas e, sobretudo, a especulação imobiliária (ALVES, BEZERRA e MATIAS, 2011) na cidade do Crato.

Os resultados iniciais apresentam que, de forma correlata à expansão urbana, o desmatamento implica diretamente na vulnerabilidade do solo à precipitação pluvial e aumento dos níveis de escoamento superficial. A desestabilização de áreas de encostas pelo avanço da especulação imobiliária a partir do centro histórico do Crato, vem gerando pontos de ocorrência de movimentos de massa, os quais, podem afetar diretamente as nascentes, já afetadas pelo uso cada vez mais intenso de suas águas e que apresentam vazões cada vez menores. Um quadro de amplo risco para a inumação dessas feições geomorfológicas.

4. Considerações Finais

Na encosta da chapada do Araripe tem-se a predisposição natural para a ocorrência de processos erosivos, os quais decorrem em riscos e potencialmente em prejuízos, notadamente para as nascentes situadas nas encostas. Caracterizar tais processos, passando pela identificação de pontos de ocorrência efetiva e pontos potenciais, magnitude e possível sazonalidade, se apresenta como outro conjunto de resultados esperados e contribuirão de forma significativa para a análise ambiental integrada do município do Crato e da RMC.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Agradecimentos

Agradecemos ao apoio concedido pelo Programa de Bolsas de Produtividade em Pesquisa, Estímulo à Interiorização e à Inovação Tecnológica (BPI 03/2018) da **Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FUNCAP**, através de auxílio financeiro à pesquisa e apoio ao nosso projeto de pesquisa.

Referências Bibliográficas

AQUASIS. **Diagnóstico socioambiental para o Plano de Conservação do soldadinho-do-araripe (*Antilophia bokermanni*), Ceará, Brasil.** MMA, 2006.

ALVES, C. C. E; BEZERRA, L. M. A; MATIAS, A. C. C. **A importância da conservação/preservação ambiental da floresta nacional do Araripe para a região do cariri - Ceará/Brasil**. Revista Geográfica de América Central, v. 2, julho-dezembro, p. 1-10, 2011.

BRAINER, M. S. C. P; VIDAL, M. F; FERREIRA, O. P; NAHUZ, M. A. R. **Manejo florestal:** uma possibilidade de parceria entre calcinadores e apicultores na chapada do Araripe (PE). Informe Rural da ETENE. Ano VI, n. 03, p. 1-23, 2012.

GIRÃO, O.; CORRÊA, A. C. B. **A contribuição da geomorfologia para o planejamento da ocupação de novas áreas.** Revista de Geografia. Recife: UFPE DCG/NAPA, v. 21, n. 2, p. 36-58, 2004.

MAGALHÃES, A. O; OLIVEIRA, V. P. V. **Uso e ocupação da terra no alto curso do Rio da batateira – município do Crato/ CE:** Impactos ambientais potencialidades e limitações. In: Simpósio Brasileiro De Geografia Física Aplicada, 13, VIÇOSA, 2009. Anais eletrônicos... Viçosa, UFV. Disponível em: http://www.geomorfologia.ufv.br/simposio/simposio/t trabalhos/trabalhos completos/eixo11/002.pdf Acesso em: 19 dez. 2018.

MARTINS, F. P; SALGADO, A. A. R. **Chapadas do Brasil:** Abordagem cientifica e conceitual. Revista Brasileira de Geomorfologia, n. 1, v. 17, p. 163- 175, 2016.

SOUZA, M. J. N; OLIVEIRA, V. P. V. **Os enclaves úmidos e sub-úmidos do semi-árido do nordeste Brasileiro.** Mercator – Revista de Geografia da UFC, ano 05, n. 09, p. 85- 102, 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

PERCEPÇÃO DE RISCO DOS MORADORES DO MORRO DA CARIOCA (ANGRA DOS REIS, RJ) EM RELAÇÃO AOS DESLIZAMENTOS DE ENCOSTA

Mariana Oliveira da Costa [(a)], Cristiane Cardoso [(b)]

[(a)] Licenciada em Geografia (UFRRJ) e aluna do Programa de Pós Graduação em Geografia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (PPGGEO - UFRRJ), mari.oliveira1995@hotmail.com

[(b)] Professora Associada II do Curso de Licenciatura em Geografia e do Programa de Pós Graduação em Geografia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), cristianecardoso1977@yahoo.com.br

Eixo: Riscos e Desastres Naturais

Resumo/

O presente trabalho é um produto final da monografia apresentada para a conclusão do curso de licenciatura em Geografia pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. A pesquisa consiste em uma análise sobre a percepção de risco que os moradores do Morro da Carioca, localizado em Angra dos Reis no estado do Rio de Janeiro, possuem acerca dos deslizamentos de encosta. Dessa forma, o objetivo é compreender como os moradores percebem e lidam com os riscos os quais estão submetidos no seu bairro, assim como analisar sua relação com o lugar que vivem. Para compreender como os moradores do Morro da Carioca percebem os riscos foi realizado um trabalho de campo no bairro com a finalidade de realizar entrevistas que por sua vez auxiliaram na construção dos resultados dessa pesquisa e na compreensão da relação entre os indivíduos e o espaço vivido.

Palavras chave: Palavras chave: Deslizamentos; Morro da Carioca; percepção de risco.

1. 1. Introdução

Os debates envolvendo desastres naturais têm sido discutidos em diferentes campos científicos no Brasil e no mundo. Nesse sentido, no campo das geociências, autores como Tominaga (2009) e Marcelino (2008) abordam os tipos desastres naturais que ocorrem no Brasil, suas causas e consequências, seus impactos socioambientais e as possíveis medidas de

redução desses eventos. Dessa forma, esses desastres podem estar associados a fenômenos de inundação, movimentos de massa, tempestades, enxurradas, seca, entre outros.

Nessa pesquisa abordamos os desastres naturais associados a movimentos de massa. De acordo com Tominaga (2009), os movimentos de massa ocorrem principalmente na Serra do Mar, localizada na região sudeste e sul do país. Essas regiões possuem susceptibilidade natural a esses eventos, uma vez que possuem feições geólogicas-geomorfológicas favoráveis ao movimento, além da alta pluviosidade registrada nos meses de dezembro a março.

Além da predisposição natural, Fernandes & Amaral (1996) salientam que o uso e ocupação do solo nas encostas da Serra do Mar também é um fator que deve ser levado em consideração, visto que a ocupação desordenada e o desmatamento podem contribuir para a ocorrência de deslizamentos.

Posto isto, fazendo parte da realidade das ocupações urbanas nas encostas dos morros, Angra dos Reis apresenta um cenário geomorfológico favorável aos deslizamentos, e é marcada pela presença da Serra do Mar, sendo afetada frequentemente por eventos de deslizamentos que podem ser explicados por fatores naturais e antrópicos. Os fatores naturais estão associadas a declividade do relevo, um contato solo-rocha abrupto e um regime de chuvas elevado, registrando uma média anual de 1796 mm (Inmet). Os fatores antrópicos têm relação com os cortes de talude realizados nas encostas para a construção de rodovias, como por exemplo a BR – 101 (Rio-Santos) e imóveis.

A ideia central dessa pesquisa consistiu em analisar a percepção de risco dos moradores do Morro da Carioca, em Angra dos Reis sobre os riscos de deslizamentos. O Morro da Carioca é um bairro localizado no centro da cidade Angra dos Reis (Figura 1). O recorte espacial voltado para esse morro teve como motivação o desastre natural que ocorreu na noite de *réveillon* de 2010 que causou grandes impactos socioambientais, causando 21 vítimas fatais e deixando muitas famílias desalojadas.

ISBN: 978-85-7282-778-2

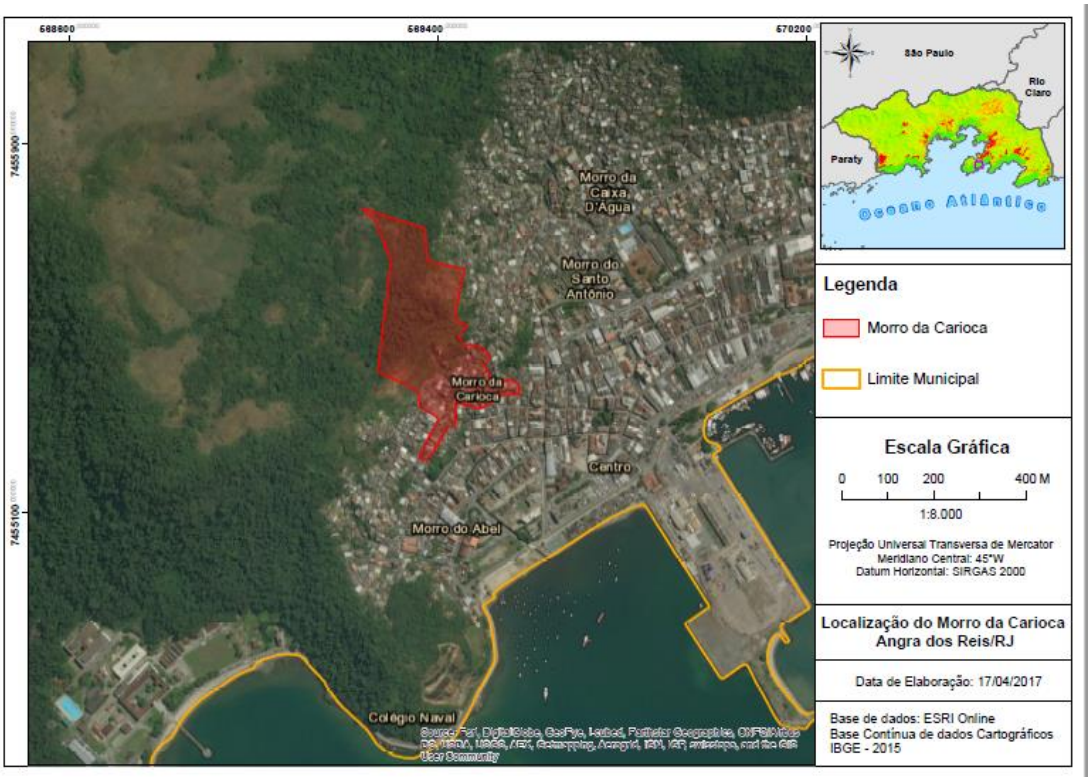


Figura 1 - Localização da área de estudo: O Morro da Carioca
Fonte: Elaborado pela autora

De acordo com a Defesa Civil de Angra dos Reis (DCAR), foi registrado um acumulado pluviométrico de 417 mm em 72 horas. No Morro da Carioca, além da pluviosidade intensa, outro fator associado a rede de esgoto também influenciou no escorregamento. Segundo Dourado e Fernandes (2013): "o Agente Deflagrador do movimento foi a associação da alta pluviometria e um vazamento de águas servidas das casas que margeiam o topo da vertente Sul do maciço" (p.143).

A justificativa para trabalhar com esse tema parte de uma inquietação da autora na busca de entender por meio de um diálogo como os sujeitos percebem, pensam e lidam com os riscos de deslizamento que estão expostos.

ISBN: 978-85-7282-778-2

2. Materiais e Métodos

Este trabalho foi divido em quatro momentos, sendo o primeiro dedicado a um aprofundamento do referencial teórico, buscando referências que forneçam embasamento para trabalhar os conceitos de desastre naturais, risco, vulnerabilidade, movimentos de massa e resiliência.

No segundo momento dessa pesquisa realizamos uma caracterização física e espacial de Angra dos Reis e do Morro da Carioca. Essa fase dedicou-se na identificação das principais características geológicas, geomorfológicas, pedológicas, hidrográficas e climáticas da região.

Os mapas de localização da área de estudo e do município tiveram como base dados oferecidos pelo IBGE e foram executados através do *software QGIS*. Nesse momento da pesquisa utilizamos livros, artigos publicados em revistas, Plano de Manejo e consultas aos sites do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), e Instituto Estadual do Meio Ambiente (INEA), Prefeitura de Angra dos Reis e Defesa Civil de Angra dos Reis (DCAR).

O terceiro momento teve como objetivo a realização de um trabalho de campo para o Morro da Carioca, em Angra dos Reis. Sendo assim, nesse momento realizamos as entrevistas com os moradores do bairro, buscando analisar como eles percebem os riscos de deslizamentos e como lidam com o mesmo. Foram realizadas dez (10) entrevistas com moradores e a análise dos resultados da entrevista teve um caráter qualitativo.

Dessa forma, as perguntas da entrevista tinham como finalidade entender o motivo que levou os moradores residirem naquele local, o que sentem e pensam quando chove, se gostam de morar naquele lugar, se existem preocupações com os períodos de chuva, o grau de segurança que os moradores dão para suas residências e opiniões sobre áreas de risco.

As entrevistas foram aplicadas em um dia de trabalho de campo realizado em 29/03/2018 e os entrevistados não foram avisados sobre a finalidade da entrevista, visto que buscou evitar uma possível indução das respostas. Grande parte das perguntas da entrevista

ISBN: 978-85-7282-778-2

eram abertas, possibilitando o morador explicar mais sobre sua realidade, o que permitiu obter mais informações da vivência deles.

3. Resultados e Discussões

Os resultados dessa pesquisa foram coletados através dos dados obtidos na entrevista realizada na área de estudo, além das leituras de referências clássicas sobre deslizamentos, áreas de risco e percepção de risco, e também pelas informações adquiridas nos sites da Prefeitura de Angra dos Reis e do IBGE.

Ao analisar dados de caráter pessoal que são obtidos no início da entrevista, constatou que 60% dos entrevistados são do sexo masculino e 40% do sexo feminino. Sobre a idade dos moradores, 40% deles têm mais que 50 anos, 20% estão na faixa de 16-19 anos, 20% entre 20-30 anos e 20% entre 41-50 anos. Com base no grau de escolarização dos entrevistados, 50% possuem o ensino fundamental incompleto, 30% concluíram o ensino médio e 20% estão cursando o ensino médio no momento.

Em relação ao tempo que residem no Morro da Carioca, 40% moram na faixa entre 11 a 20 anos. O motivo no qual levou 50% dos entrevistados a morarem no Morro da Carioca tem relação com a família já residir no local por algum tempo ou por terem nascidos ali, e 20% se mudaram para o morro devido a oferta de trabalho.

Ao serem perguntados sobre gostar ou não de residir no morro e o porquê, observou-se que 90% dos moradores gostam de morar no bairro e as justificativas estão relacionadas à tranquilidade do bairro em relação à criminalidade, facilidade de se locomover e a boa vizinhança. Ao falar sobre esse assunto, seu Carlos (60 ano) disse que gosta de morar no Morro da Carioca porque “os vizinhos são tranquilos e se ajudam. A comunidade é como se fosse uma família.”.

Esse sentido de família e de coletividade que o morador possui no seu bairro remonta a uma identidade e pertencimento com o espaço vivido. Por isso, apesar de muitos

ISBN: 978-85-7282-778-2

perceberem os riscos que estão submetidos, a relação que possuem com o lugar passa a ser um forte motivo pela sua permanência.

Pode-se observar no depoimento desse morador a relação de pertencimento e afetividade que ele possui com o lugar, uma vez que construiu um laço familiar com os outros moradores que vivem nesse bairro. Isso dialoga com o conceito de lugar que Tuan (1983, p.83) aborda ao dizer que: "quando o espaço nos é inteiramente familiar, torna-se lugar".

Apesar de 90% dos entrevistados demonstrarem gostar de morar no Morro da Carioca, quando eles foram perguntados sobre o que sentem e pensam quando chove, 80% afirmaram que sentem medo e preocupação com as chuvas. Alguns deles mencionaram a relação da chuva com a ocorrência de deslizamentos, e que devido a esse motivo sentem medo.

Com base nessa questão, João, 32 anos, disse que sente "preocupação e medo com os amigos e família porque aqui todo mundo mora em área de risco.". Esse sentimento de que está em risco comentado pelo morador demonstra como ele percebe os riscos que estão submetidos no seu bairro e ao se preocupar com a família e amigos pode-se associar aos laços afetivos construídos no lugar que vive.

Muitos dos entrevistados quando mencionaram sentir medo citaram como exemplo o deslizamento que ocorreu em 2010 (Figura 2). Ao lembrar-se desse desastre, dona Lúcia, 64 anos, lembra que foram muitas vítimas fatais, segundo ela: "olha, tava chovendo muito naquele dia e só de uma família morreu 18 pessoas e tinha muitas crianças ali, muita mesmo". As crianças geralmente encontram-se mais vulneráveis em situações de desastres, pois possuem menos força física pra suportar os danos e pouca orientação espacial (LICCO, 2013).

As experiências de cada indivíduo em diferentes escalas temporais podem transformar suas percepções sobre os riscos que os cercam. Isso pode ser explicado quando Oliveira e Machado (2007) ressaltam que a percepção está associada com as diferentes escalas temporais e espaciais que o sujeito está inserido.

Figura 2 - Deslizamento no Morro da Carioca em Angra dos Reis em 2010

Fonte: Wikimedia Commons

Ao analisar o grau de segurança que os moradores dariam para sua casa com relação a deslizamentos, as respostas ficaram distribuídas, onde 10% afirmaram que a casa encontra-se muito segura, 30% disseram que a residência encontra-se segura, 30% disseram que está regular, 20% afirmaram estar pouco segura e 10% insegura. Esses dados cruzam com as informações obtidas quando perguntamos se a casa que residem encontra-se em área de risco e 60% deles responderam que 'sim'. Essa questão de segurança que os moradores analisam sobre suas casas geralmente não é dotada de conhecimento técnico, e sim de uma análise perceptiva sobre os possíveis riscos.

Essa pergunta buscou compreender como os moradores percebem o risco que podem existir nas suas residências e ao redor dela. Pode-se notar que a maioria considera que residem em uma área de risco. Isso demostra que eles percebem o risco, e essa percepção é subjetiva e está relacionada com a construção dos valores e juízos de cada sujeito (SLOVIC, 1987).

Dessa forma, embora exista a percepção dos riscos e as adversidades que podem ser causadas, os moradores construíram laços afetivos com esse espaço vivido. De acordo com Tuan (1983, p.65): O lugar recortado afetivamente emerge da experiência e é um "mundo

ordenado e com significado". Vale ressaltar que 90% dos entrevistados mencionaram que gostam de morar no bairro por que possuem uma boa relação com os vizinhos, conforme disse Joana: "aqui é como se fosse uma família, todo mundo se conhece e se ajuda".

Podemos inferir que os moradores não negam o risco associado a deslizamentos no Morro da Carioca. No entanto, outros elementos positivos do bairro como a tranquilidade (em relação à criminalidade) e a boa relação com a vizinhança demonstram que eles gostam de morar no bairro apesar dos problemas relacionados aos deslizamentos. Isso pode ser explicado pela relação de pertencimento que é construída pelos moradores com o lugar em que vivem.

4. Considerações finais

O contexto geomorfológico de Angra dos Reis associado à alta pluviosidade registrada nos meses correspondentes ao verão e o uso e ocupação do solo nas encostas colocam a cidade em um cenário de susceptibilidade a movimentos de massa. Sendo um município que carece de planícies para a expansão da ocupação urbana, a população é espremida para as vertentes da Serra do Mar, desenvolvendo um acesso desigual ao solo da cidade.

Sendo assim, podemos concluir que as obras de contenção realizadas no Morro da Carioca no pós-desastre de 2010 fazem parte de uma medida de recuperação dentro da gestão de risco de desastre. No entanto, apenas medidas estruturais não são suficientes para reduzir os danos causados por um desastre. Torna-se essencial (re) afirmar a necessidade da criação de grupos comunitários em parceria com a Defesa Civil buscando conscientizar a população sobre os riscos as quais estão submetidas, repassar as orientações que devem ser seguidas em situações de risco iminente, e com isso, aumentar a percepção de risco que os moradores possuem.

Dessa forma, os órgãos públicos devem ter conhecimento de como os moradores percebem e lidam com os riscos, para então, realizar políticas públicas que tenham mais eficácia para a população. Assim, os próprios moradores darão mais credibilidade aos sistemas de alertas e às medidas de prevenção.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Tornam-se essenciais a consolidação de ações que busquem criar uma cultura de prevenção nas comunidades com risco a deslizamentos de encosta. Ressalta-se que obras de contenção e medidas pós-evento não dão conta em analisar o lado social que envolve os riscos, pois é preciso ter conhecimento da relação que os indivíduos possuem com o lugar que vivem.

5. Referências Bibliográficas

DOURADO, F. & FERNANDES, N. F. **Os escorregamentos da Enseada do Bananal e do Morro da Carioca em Angra dos Reis na Baía da Ilha Grande.** In: **Interação Homem - Meio nas Zonas Costeiras - Brasil/Portugal.** FAPERJ, 2013. Disponível em<http://www.redebraspor.org/livros/2013/Braspor%202013%20%20Artigo%207.pf>. [Acessado em: 02/04/18]

FERNANDES, N.F & AMARAL, C. P. 1996. Movimentos de massa: uma abordagem geológica-geomorfológica. In: GUERRA, A.J. & CUNHA, S.B. (org) **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand, 1996. p. 124.

LICCO, E. A. **Vulnerabilidade social e desastres naturais: uma análise preliminar sobre Petrópolis, Rio de Janeiro.** InterfacEHS: Revista de Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade, vol. 8, n. 1, 2013, São Paulo.

MARCELINO, E. V. **Desastres Naturais e Geoteconologias: Conceitos Básicos.** Caderno Didático nº 1. INPE/CRS, Santa Maria, 2008.

OLIVEIRA, L. & MACHADO, L. M. C. P. **Percepção, Cognição, Dimensão Ambiental e Desenvolvimento com Sustentabilidade**. In: VITTE, A. C & GUERRA, A. T. **Reflexões sobre a geografia física no Brasil.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2º ed, 2007.

SLOVIC, P. **Perception of Risk**. Science 236, 1987. Disponível em: <http://heatherlench.com/wp-content/uploads/2008/07/slovic.pdf >. [Acessado em 20/04/18].

TOMINAGA, L. K. **Escorregamentos**. In: TOMINAGA, L. K; SANTORO, J. AMARAL, R.(orgs) **Desastres Naturais: conhecer para prevenir.** São Paulo: Instituto Geológico, 2009.

_____. **Desastres Naturais: por que ocorrem?** In: TOMINAGA, L. K; SANTORO, J. AMARAL, R.(orgs) **Desastres Naturais: conhecer para prevenir.** São Paulo: Instituto Geológico, 2009.

TUAN, Y. -F. **Espaço e Lugar: a perspectiva da experiência**. São Paulo: DIFEL, 1983.

Links utilizados

Defesa Civil de Angra dos Reis (DCAR) – Disponível em: <https://www.angra.rj.gov.br/secretaria.asp?IndexSigla=SEPDC > [Acessado em 13/04/18].

Wikimmedia Commons. Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Angra_dos_Reis-Morro_da_Carioca-2010-01-04.jpg >. [Acessado em 11/05/2018].

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

PROBLEMAS AMBIENTAIS NA CIDADE DE ILHÉUS: UMA ANALISE DOS RISCOS A ESCORREGAMENTOS NO BAIRRO DA TAPERA

Lucas Rosario Santos[a], Ednice de Oliveira Fontes Baitz [b]

[a]Discente do curso de bacharelado em Geografia, bolsista FAPESB, Departamento de Ciencias Agrárias e ambientais, Universidade Estadual de Santa Cruz, lucasrosario.geo@gmail.com
[b] Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Estadual de Santa Cruz, ednice@uesc.br

Eixo: Riscos e desastres naturais

Resumo

O município de ilhéus e um dos mais antigos do Brasil e a ocupação das encostas vem desde o período colonial. A cidade cresce e sem atender ao disposto no plano diretor a ocupação irregular das encostas da cidade, surgem os problemas ambientais como deslizamentos de terra e alagamentos. O objetivo da pesquisa é propor medidas mitigadoras de forma a auxiliar o trabalho da Defesa Civil na área urbana do município para minimizar os impactos dos fenômenos hidrometereológicos. A metodologia proposta por Rodriguez (1994), Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2002) envolve os seguintes procedimentos: realização de um inventário dos componentes naturais, antrópicos e caracterização dos riscos através de dados obtidos no INEMET e no IBGE, bem como o uso do arcgis 10.1 para elaboração dos mapas A pesquisa busca avaliar as condições geoambientiais do bairro analisando o risco a novos escorregamentos de forma a auxiliar a identificar e resolver os problemas relacionados a escorregamentos de massa.

Palavras chave: riscos, escorregamentos, cidade.

1. Introdução

As vertentes são as formas de relevo mais importante para o homem, mas por falta de planejamento as cidades se desenvolvem de forma desordenada os morros são ocupados de forma irregular assim como as planícies aluviais e regiões de várzea que fazem parte do ciclo de cheia e de seca dos rios.

A cidade de Ilhéus localizada no domínio morfoclimatico de marres de morros. Assim, a cidade é rodeada de morros cuja declividade n sua maioria e superior a 40º. Á população mais carente acabou ocupando esses morros de forma desordenada e tornou-se o que temos hoje bairros periféricos que se encaixam no conceito de aglomerados subnormais do IBGE com ausência de vias de circulação e serviços públicos, como saneamento básico acesso a água e coleta lixo. Esses bairros apresentam áreas com riscos eminente de escorregamentos o principal agente desencadeador dos escorregamentos de massa na cidade é a água, mas a ação antrópica também contribui para que esses eventos sejam potencialmente deflagrados em curtos espaços de tempo e com um índice pluviométrico de 45mm. Os escorregamentos podem se da por diversos fatores tais como ausência de vegetação, corte irregular da encosta e ausência de saneamento básico. Os eventos de escorregamentos na cidade de Ilhéus, pode causar perda de vidas humana, danos matérias e mudanças na paisagem, portanto e de extrema importância que o poder publico tome medidas para minimizar o impacto que essa população vem sofrendo

O bairro da Tapera tem uma ocupação mais recente que data dos anos 80 e 90 período da crise do cacau, evento que possibilitou a população rural migrar para a cidade em busca de mais oportunidade e sem opção acabaram por ocupar áreas de morro entre eles o da tapera de forma irregular, o que eleva o risco de escorregamentos.

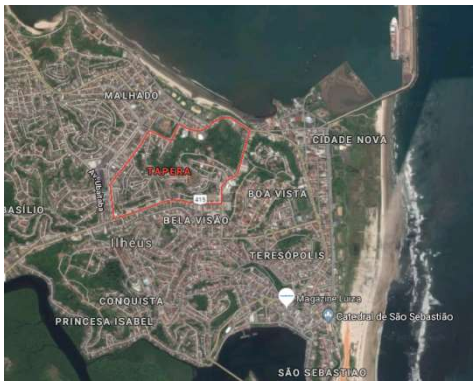


Figura 1. Localização da área de estudo.

Fonte: Google maps

2. Materiais e Métodos,

A metodologia proposta por Rodriguez (1994), Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2002) envolve os seguintes procedimentos: organização do projeto, inventário dos componentes naturais – caracterização geoecológica, e inventário dos componentes antrópicos – caracterização econômica. A integração dessas informações subsidiará a fase analítica. As análises dos resultados dos indicadores ambientais já levantados estão subsidiando a fase de diagnóstico que se constitui na síntese dos resultados deste estudo, nos possibilitou a indicação dos principais problemas ambientais, e a caracterização do cenário de risco atual. O trabalho de campo realizado com aplicação de fichas de observação das características geomorfológicas e os registros fotográficos das áreas consideradas de risco com base nos parâmetros definidos por FRANCO(2008), que nos ajudaram a correlacionar os dados e por fim a terceira fase onde foram analisados os dados obtidos nas fases anteriores e tratados com base em uma analise qualiquantitativa com elaboração de mapas temáticos utilizando o software ARCGIS 10.0.

2. Resultados e discussões

O perfil geomorfológico da cidade, apresenta muitas áreas de encostas escarpadas, constituídas de um espesso manto argiloso, suscetível aos processos erosivos (Figura 2). Segundo Botton (2013), as áreas mais sujeitas aos riscos ambientais, também são aquelas que abrigam a população mais pobre, evidenciando a desigualdade social como um elemento significativo na possibilidade de um fenômeno ocorrer ou não.

Ilhéus é uma cidade naturalmente vulnerável a desastres naturais devido a sua constituição geomorfológica e pedológica potencializada pela ação antrópica. Sendo assim, nos meses em que há maior concentração da precipitação (dezembro a março) com média mensal de ate 154,7mm, a população de ilhéus fica em alerta, segundo a Defesa Civil da cidade que monitora as áreas de risco e fazem levantamentos periódicos das ocorrências de movimentos de massa e inundação na cidade.

O bairro da Tapera possui ocupação consolidada e conta com obras de contenção de encostas, realizadas entre os anos de 2016 e 2017, que recobrem as linhas de cumeada e cabeceira, em atualmente um lençol de concreto visando mitigar os movimentos de massa (Figura 3), essa é uma das encosta que circundam o topo do morro.

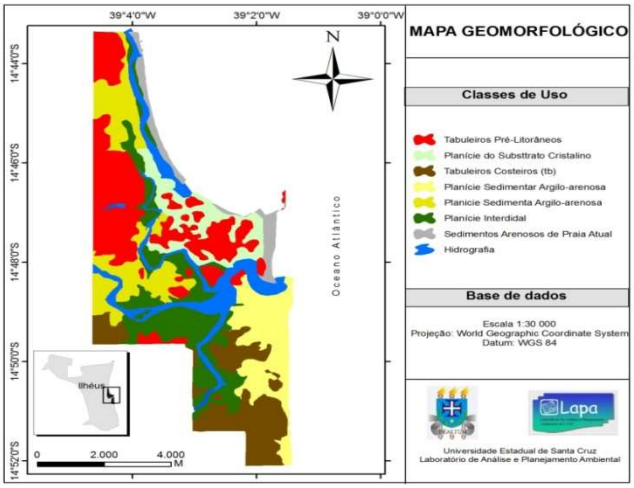


Figura 2 – Mapa do relevo da Cidade de Ilhéus

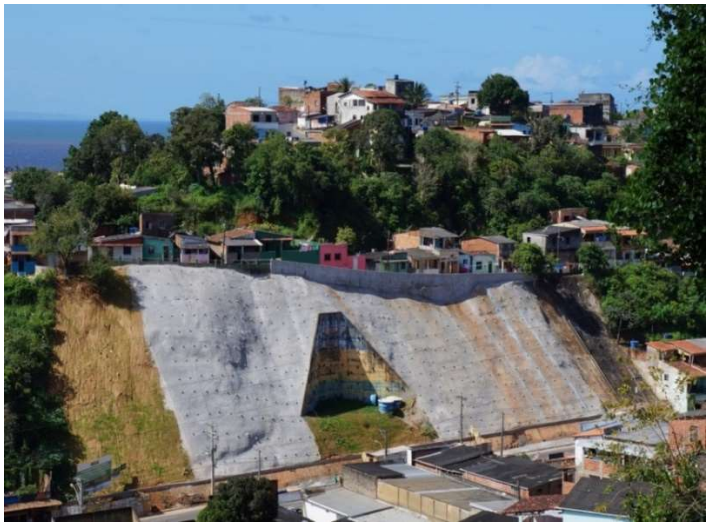


Figura 3 . Obra de contenção concluída (2017)

Fonte: Dados da Pesquisa.

ISBN: 978-85-7282-778-2

De modo geral os problemas ambientais mais visíveis das encostas do bairro da Tapera e que podem ser percebidos a olhos nus e com base nos dados e informações da pesquisa foram: redução da cobertura vegetal, aumento de áreas impermeabilizadas, presença de processos erosivos, ocupação de áreas de encostas principalmente no topo e na base locais sem a infra-estrutura adequada para reduzir os riscos de desastres, principalmente em épocas de chuvas intensas, alagamentos, esgotos a céu aberto, acumulo de lixo nas encostas. Estes são alguns dos problemas que conseguimos identificar com as pesquisas já realizadas.

4. Considerações finais

Com a expansão urbana e a ocupação irregular das encostas Ilhéus tem vários pontos de risco a escorregamentos como os da Tapera que recentemente passou por obra de contenção, uma das formas de evitar os desastres. Essas medidas mitigadoras são estruturais e envolvem obras de engenharia. Em contrapartida a Comunidade também deve tomar medidas preventivas como evitar jogar lixos nas encostas ou nas ruas, e evitar corte não autorizado na encosta.

5. **Referencias**

Desastres naturais: conhecer para prevenir / Lídia Keiko Tominaga, Jair Santoro, Rosangela do Amaral (orgs.) –. São Paulo : Instituto Geológico, 2009.

Rodrigues, Jose. Mateo (org). **Geoecologia da paisagem**. Fortaleza. UFC, 2010

Riscos Naturais e antropicos. Luciano Fernando Lourenço. Departamento de Geografia Faculdade de letras. Universidade de Coibra. 2013

Rabelo, Fernando. **Geografia Fisica E Riscos Naturais**. Universidade de Coibra. 2010

Mendoça, Francisco**. Riscos Naturais e Vulnerabilidade**. Jundiair. 2014

FRANCO, Gustavo Barreto. . **Risco a escorregamento de encostas do sítio urbano de Ilhéus** (BA) como contribuição ao planejamento urbano. 2008. UESC, Ilhéus, BA: 1 CD-ROM Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Santa Cruz. Programa Regional de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

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

PRODUÇÃO DE LIXO, RISCOS E IMPACTOS NO AMBIENTE URBANO.

Emerson da Costa Barbosa[(1)], Reinaldo Corrêa Costa[(2)]

[(1)] Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, emerson.barbosa.costa@gmail.com

[(2)]Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, reiccosta@gmail.com

Eixo: Riscos e desastres naturais

Resumo

Este estudo analisa os riscos causados pela produção de resíduos sólidos descartados de forma irregular no ambiente urbano, o objetivo é analisar os impactos causados ao ambiente e a sociedade e identificar as áreas e a população mais vulnerável. O estudo foi realizado com base em bibliografia especializada sobre o tema, trabalhos acadêmicos, relatórios técnicos de instituições e trabalho de campo. Identificou-se que os riscos atingem as populações com renda baixa, elas ocupam as áreas com menor infraestrutura da cidade, geralmente residem em ocupações irregulares às margens dos igarapés, tais áreas recebem resíduos diversos advindos com a água da chuva, sendo estes jogados também pelos próprios moradores. A capacidade do poder público municipal de coletar e dar tratamento adequado aos resíduos está longe dos ideais ambientais, com isso a população de baixa renda acaba sujeita a viver com a problemática do lixo.

Palavras chave: Lixo, Resíduos sólidos, Ambiente Urbano, Descarte Irregular.

1. Introdução

O processo de coleta, transporte e disposição final dos resíduos da cidade é indispensável, visto que a não regularidade da coleta ocasiona diversos impactos seja na natureza ou na sociedade, a salubridade das águas fluviais também é impactada a partir da falta destes serviços. Tais serviços integram os cumprimentos estabelecidos na legislação (Lei Federal 11.445/2007), a qual dispõe da política nacional do saneamento básico, que atende o tratamento de água, esgotamento sanitário, drenagem urbana e o manejo dos resíduos sólidos.

A geração média de resíduos sólidos no Brasil tem se situado quase num patamar de países desenvolvidos, pois "aproximadamente 80% da população vive em áreas urbanas ao mesmo tempo em que a geração de resíduos sólidos per capita está aumentando cada vez mais, assim como sua complexidade e periculosidade". (JACOBI, 2012, p31)

Estima-se que são geradas entre 140.000 e 173.500 toneladas/dia de resíduos urbanos no país (ABRELPE,2009). Em Manaus somente no primeiro semestre de 2018 foram coletadas pela Secretaria Municipal de Limpeza Urbana (SEMUSP) mais de 600.000 toneladas, Cada um de nós produz por dia aproximadamente 1 kg de resíduos (GOLDEMBERG, 2012, p.14)

Em pesquisa realizada pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), Brandão (2010). Afirma que:

> 46,7% dos resíduos sólidos urbanos gerados pela população do Amazonas não tem destinação adequada. Esse volume é jogado nos igarapés, rios ou depositados em lixões clandestinos ou aterros controlados que funcionam em condições precárias, sem tratamento do chorume – líquido resultante da decomposição e fermentação do conjunto dos resíduos (BRANDÃO, 2010).

Realidade que foi identificada na cidade de Manaus, pois a destinação adequada dos resíduos em Manaus não tem acompanhado a sua superprodução, com isso surge o descarte irregular nas denominadas *lixeiras viciadas*, terrenos baldios e igarapés localizados no perímetro urbano que estão poluídos por diversos fatores, dentre eles o descarte dado aos

ISBN: 978-85-7282-778-2

resíduos sólidos urbanos. O que projeta a problemática do lixo como um dos que compõem os riscos urbanos, principalmente pela sua cadeia de impactos na cidade.

Este trabalho tem como objetivo pricipal analisar os impactos e os ricos causados a sociedade e identificar as áreas e a população mais vulneravel, e ainda analisar os aspectos sociais, econômicos e ambientais que estão diretamente ligados aos problemas gerados pelo descarte irregular de lixo no ambiente urbano, tendo como unidade espacial de análise a cidade de Manaus.

2. Materiais e Métodos

A medodologia adotada para eleboração da pesquisa se pautou em levantamentos bibliográficos tanto de aporte teórico quanto de relatórios técnicos de instituições, assim como trabalhos de campo para identificar e analisar a dinâmica da distribuição espacial dos resíduos sólidos e a gestão deste por parte do poder público como elementos do saneamento básico.

Para as analises foi utilizado o SAU (Sistema ambiental urbano) que propõe a relação entre a sociedade e a natureza no ambiente, de Francisco Mendonça, o sistema constitui-se de "Análises relativas as interações entre a natureza e a sociedade, considerando principalmente a diversidade escalar da manifestação de problemas ambientais advindos dessa interação nas cidades". MENDONÇA (2004).

Figura 1: Sistema Ambiental Urbano (SAU). Adaptado de Mendonça, F.A. (2004), organização Barbosa, E.C (2018).

3. Resultados e discursões

As questões sociais estão diretamente ligadas à falta de saneamento básico, falta de infraestrutura e o déficit no atendimento da coleta e disposição final dos resíduos sólidos ocorrente nas cidades, em específico nas áreas mais afetadas predominam população com baixo poder aquisitivo que busca fixar moradia em áreas de risco e em ocupações irregulares, fatores que contribuem para ocorrência de implicações na saúde da sociedade e consequentemente na sua qualidade de vida.

> nos últimos anos, vem ocorrendo acentuado crescimento demográfico que implica na expansão da espacialidade urbana. Esse aumento fez com que diversos problemas urbanos se agravassem, dentre eles o das áreas de risco o qual não está restrito às grandes cidades. Isso ocorre,dentre outros fatores, porque as cidades não estão preparadas do ponto de vista da infraestrutura para receber o fluxo de pessoas e o que elas significam do ponto de vista do metabolismo urbano, entre eles, a produção de descartes (COSTA, 2012 p. 90).

A gestão dos resíduos sólidos é de suma importância para a tentativa de diminuição desses impactos, contudo diante do aumento da produção destes, os mesmos tornaram-se um desafio para a administração pública, sendo composto pelo processo de coleta, transporte, tratamento e disposição final dos resíduos, estes serviços têm altos custos à administração pública de janeiro a agosto de 2018 o custo com coleta e a disposição final de resíduos alcançou o montante de R$ 151.821.651,82, o que equivale á uma média mensal de R$ 18.977.706,48, e um custo médio de R$ 70,72 por habitante nos 06 primeiros meses de 2018, Secretaria Municipal de Limpeza Pública (SEMUSLP).

Mesmo com o empenho do poder público na tentativa de dar o devido descarte aos resíduos a alta produção na cidade de Manaus e a falta de infraestrutura impedem um resultado satisfatório, com isso tem-se a disposição inadequada nos igarapés que cortam a cidade, a criação por parte da sociedade das chamadas *lixeiras viciadas*, sejam nos logradouros ou terrenos baldios, a disposição fora de hora da coleta, visto que tal prática contribui para a ocorrência de sujeira e foco de doenças na cidade dentre outros fatores.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Figura 2: Pontos de descarte irregular de lixo no bairro Cidade de Deus e Jorge Teixeira respectivamente na cidade de Manaus. Fonte: Barbosa,E.C 2018

A partir disso foram identificados os impactos causados ao ambiente, a poluição do solo, do ar e os ricos á sociedade, que são as implicações que afetam principalmente a saúde humana, visto que os locais de descarte irregular tornam-se ambientes favoráveis à proliferação de vários vetores de doenças, como moscas, baratas e roedores, dentre as doenças identificadas pela Secretaria Municipal de Saúde (SEMSA) têm-se as verminoses, cólera, diarreia, dengue e outras que estão relacionadas à falta de higiene e destinação incorreta dos resíduos sólidos.

4. Considerações finais

A produção desenfreada de lixo por parte da sociedade e a deficiência na realização dos serviços de coleta que contemple a sociedade em geral ainda é um desafio ao poder público e para a própria sociedade, uma vez que do total de resíduos gerados na cidade menos de 2% é reciclado.

Assim foi analisados os principais impactos ambientais identificados na cidade de Manaus, a poluição da água dos igarapés urbanos, os quais acabam por servir de lixeira aos moradores da cidade, o solo e o ar também são afetados visto que ao se decomporem esses resíduos liberam substancias prejudiciais ao ambiente. A sociedade também é impactada, pois

ISBN: 978-85-7282-778-2

os locais de descarte irregular são ambientes convenientes para abrigo, alimentação e proliferação de vetores transmissores de doenças, que são elementos de estruturação do risco. Faz-se necessário que para além dos serviços de limpeza e coleta de lixo executadas pelo poder público competente a população tome consciência do mal que causam tanto ao meio ambiente quanto a si mesmo ao dispor de seus lixos em vias públicas, terrenos baldios ou igarapés. A população mais afetada com a problemática do lixo na cidade é a que possui baixa renda, as quais carecem dos serviços de infraestrutura e do sistema de saúde.

Referências Bibliográficas

ABRELPE. Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos resíduos sólidos no brasil. ABRELPE: São Paulo, 2009.

BRANDÃO, E. Coleta de Resíduos Sólidos: meio ambiente melhor e dinheiro. (2010)

COSTA, R. C. Áreas de risco: processos da natureza e produção da sociedade. **Revista Geonorte**, Edição Especial, v. 4, n. 4, p. 89 – 104, 2012.

GOLDEMBERG, José. Resíduos sólidos; o caminho para a sustentabilidade. In: SANTOS, M. C.L; DIAS, S. L. F. (orgs.) Resíduos Sólidos Urbanos e seus impactos socioambientais. São Paulo: IEE-USP, 2012.

JACOBI, Pedro R.. Desafios e reflexões sobre resíduos sólidos nas cidades brasileiras. In: SANTOS, M. C.L; DIAS, S. L. F. (orgs.) Resíduos Sólidos Urbanos e seus impactos socioambientais. São Paulo: IEE-USP, 2012.

MENDONÇA, F. Riscos, vulnerabilidade e abordagem socioambiental urbana; uma reflexão a partir da RMC e de Curitiba. Desenvolvimento e Meio Ambiente, n. 10, p. 139-148, jul/dez 2004. Editora UFPR 39

SEMSA – Relatório de informações sobre doenças ligadas ao acumulo de lixo em Manaus-Am, 2018 Fornecido pela Secretaria Municipal de Saúde ((Relatório técnico)

SEMULSP - Relatório de atividades da Secretaria Municipal de Limpeza Pública janeiro a agosto de 2018 em Manaus, (Relatório técnico)

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 PILOTO DE SANEAMENTO COMO AÇÃO MITIGADORA AO RISCO DE DESLIZAMENTOS EM JURUJUBA, NITERÓI – RJ.

Luize de Oliveira Ferraro Mello [(a)], Thiago dos Santos Leal[(b)], Valéria Augusta Braga [(c),] Vitor Hugo Chagas do Vale[(d)]

[(a)] Secretaria Executiva/Prefeitura Municipal de Niterói, (luizeferraromello@gmail.com)
[(b)] Secretaria de Meio Ambiente /Prefeitura Municipal de Niterói, (thiagolealgeo@gmail.com)
[(c)] Secretaria Executiva/Prefeitura Municipal de Niterói, (valeriabraga.egpnit@gmail.com)
[(d)] Secretaria Executiva/Prefeitura Municipal de Niterói, (vitorhvale@gmail.com)

Eixo: Riscos e desastres naturais

Resumo/

A ocupação urbana informal nas encostas tem trazido grandes desafios para gestão pública atualidade, sobretudo no que toca saneamento básico. Neste sentido, o presente artigo tem por objetivo apresentar estudos preliminares que compuseram a primeira fase de um projeto piloto de complementação de rede de esgotamento em área de encosta, desenvolvido no âmbito do programa Enseada Limpa. Este é um projeto estruturante da gestão da Prefeitura Municipal de Niterói, cujo objetivo consiste no aumento da balneabilidade de cinco das nove praias integrantes da Baía de Guanabara localizadas neste município. Como resultado, foram identificados 116 imóveisque poderão ser beneficiados diretamente pelas intervenções e 297 que poderão ser beneficiados indiretamente, com propostas de implementação de locais para deposição de lixo, ligação do esgotamento sanitário e obras de drenagem. Cabe destacar que, dentre os imóveis beneficiados diretamente, 51 estão localizados em setores de risco alto/muito alto e poderão ter esta condição positivamente alterada.

Palavras chave: risco, deslizamentos, gestão, saneamento, balneabilidade.

1. Introdução

Ao longo da história, cidades se constituíram a partir de dinâmicas produzidas pela relação entre o homem e o espaço. No que diz respeito a urbanização, é possível observar nos últimos tempos um adensamento de ocupações informais em localidades que são, na maioria das vezes, inadequadas à moradia, mas que acabam se enquadrando como única opção possível à população integrante das camadas mais pobres.

Esta dinâmica pode se estabelecer sob uma lógica que não favorece usos compatíveis com um modo de vida seguro e a falta de efetividade da ação do poder público - seja por falta de recursos humanos, técnicos, pela violência que limita adentrar determinados locais e impede intervenções, por ineficiência no planejamento ou algum outro fator - pode contribuir para perpetuar o problema. Segundo Maricato (2003), os terrenos sobre os quais a população pobre se estabelece acabam por ser aqueles desprezados pelo capital imobiliário privado, bem como os terrenos públicos, podendo estar localizados em beiras de córregos, encostas dos morros, áreas alagadiças, locais poluídos, até mesmo áreas de preservação. Neste contexto é que ocorre a interação entre problemas de cunho social e os impactos ambientais, os quais podem ser provocados ou agravados entre si.

Visando propor um conjunto de ações capazes de solucionar algumas destas problemáticas, no ano de 2013 o município de Niterói criou o Programa Enseada Limpa, atualmente coordenado por sua Secretaria Executiva. Este programa visa promover a gestão integrada em uma bacia hidrográfica, denominada Bacia Hidrográfica Contribuinte à Enseada de Jurujuba (BHCEJ), tendo por objetivo final a melhoria da balneabilidade de 05 praias integrantes da Baía de Guanabara e, por conseguinte, da qualidade de vida local.

O programa envolve ações de urbanização, ampliação da rede coletora de esgoto e das ligações domiciliares a esta rede, iniciativas para melhorar a gestão de resíduos sólidos e conter o seu despejo em encostas e cursos d'água, educação ambiental, entre outras.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Para isso, tem sua proposta de gestão fundamentada não somente na integração das diferentes secretarias, autarquias e empresas públicas da administração municipal, reunindo ações de rotina destes setores, mas também na participação ativa de empresas privadas, universidades, associações de moradores e organizações não governamentais.

A referida bacia possui área total de 9,38 km², ocupa 7% do território do município e abrange integralmente os bairros de São Francisco, Charitas, Jurujuba, bem como parte do Largo da Batalha, do Maceió e da Cachoeira conforme demonstra a figura 1.

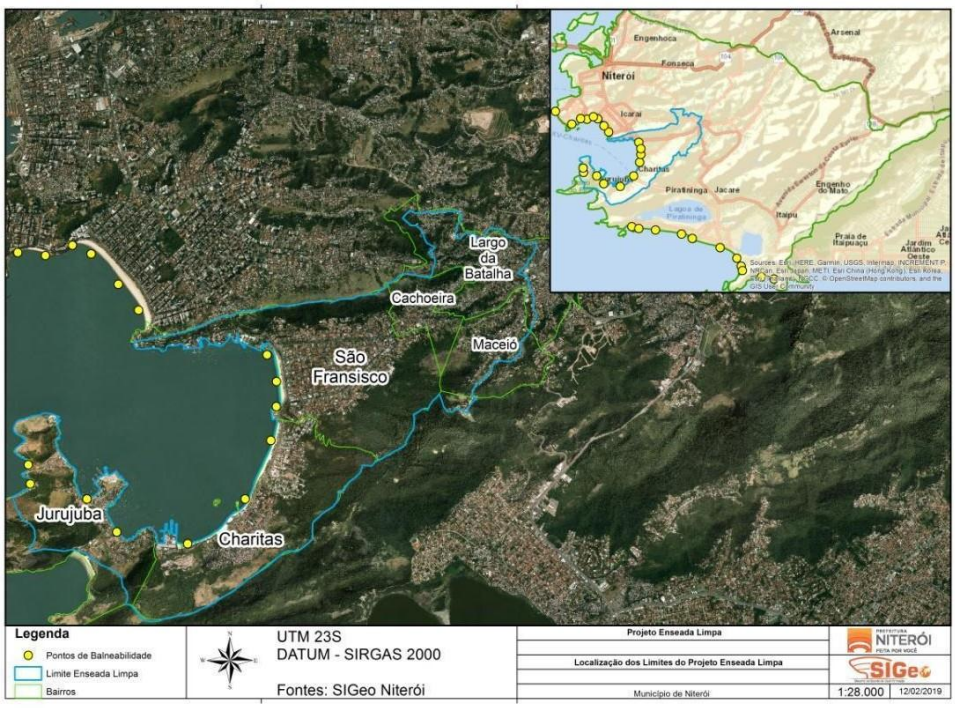


Figura 1 – Mapa da Bacia Contribuinte à Enseada de Jurujuba e esta no município de Niterói, área de abrangência do programa Enseada Limpa.

Fonte: Elaborado pelos autores

Especificamente, abordaremos neste estudo os resultados de quatro etapas da 1ª fase de um projeto desenvolvido no âmbito do programa, concebido sob a prerrogativa de complementar a rede de saneamento de uma das comunidades da bacia em questão

ISBN: 978-85-7282-778-2

denominada Salinas, com desdobramentos a outra comunidade contígua, chamada Peixe Galo, a saber: 1) avaliação das áreas de risco definidas pelo DRM-RJ; 2) avaliação das áreas de risco estabelecidas pela Secretaria Municipal de Defesa Civil com contagem de imóveis; 3) propostas de obras mitigadoras quanto ao risco de movimentos de massa com relação aos imóveis beneficiados; e 4) análise do diagnóstico de rede de esgotamento feito pela concessionária Águas de Niterói.

2. Materiais e Métodos

2. 1 Metodologia

Cada etapa buscou prover os conhecimentos necessários ao desenvolvimento de estratégias adaptadas às realidades do local, levando em consideração as dificuldades técnicas oriundas do tipo de ocupação destas áreas, para propiciar uma tomada de decisão mais segura.

Embora consistam em etapas individualizadas, ressaltamos que as análises de risco terão a apresentação de suas metodologias de forma conjugada, objetivando ampliar o entendimento a partir da comparação como também, os resultados e discussões das etapas 2 e 3 serão apresentados de modo integrado. A cronologia destas também não foi considerada neste artigo por questões metodológicas.

2.1.1 Análises de risco NADE/DRM-RJ X Secretaria Municipal de Defesa Civil

Atendendo a um pedido da Prefeitura de Niterói, o Núcleo de Análises e Diagnósticos de Escorregamentos (NADE/DRM-RJ) realizou, em parceria com a Secretaria Municipal de Defesa Civil, mapeamento de risco a escorregamentos na escala 1:1500 nas comunidades de Salinas e Peixe-Galo. A metodologia pode ser observada por meio da tabela 1, estabelecida com base no relatório técnico NADE/DRM-RJ (2016).

Nas análises dos aspectos geológico-geotécnicos foram compreendidas as principais condições predisponentes a movimentos de massa, tais como: encostas com inclinação elevada; depósitos de tálus e coluviões, concentração do escoamento d'água de superfície e de subsuperfície para a área, que é afetada por pluviometria média anual elevada.

Tabela 1: Síntese da metodologia aplicada pelo NADE/DRM-RJ

Etapa	Descrição
Pré-campo	Conhecimento prévio da localidade e definição da estratégia de campo utilizando inventário de ocorrências da Defesa Civil e análise de base cartográfica cedida pelo mesmo órgão.
Trabalho de campo	Dois dias de reconhecimento em loco por equipes de geólogos do NADE apoiados por outros técnicos municipais, com vistas a avaliar, identificar e caracterizar os setores de risco, delimitando-os em polígonos de risco baixo, médio, alto, muito alto e iminente.
Escritório	Sistematização das informações aferidas na etapa anterior, por meio do tratamento das fichas de campo, preparação dos espelhos de risco e preparação do mapa de risco a escorregamentos.

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados do NADE/DRM/RJ (2016)

Os produtos do mapeamento foram encaminhados para adequação à operacionalização de trabalho da Defesa Civil de Niterói, tendo em vista um aprofundamento da análise do território no nível casa a casa. As classes de risco foram reduzidas a 3 e, a partir do padrão construtivo e das características geotécnicas, identificadas as casas que mereceriam atenção prioritária. De acordo com Cerqueda *et al.* (2018), o método empregado foi desenvolvido em três etapas principais, conforme pode ser notado na tabela 2.

Tabela 2: Síntese da metodologia aplicada pela Defesa Civil de Niterói

Etapa	Descrição
Preparatória	Levantamento bibliográfico e no banco de dados da Defesa Civil, processamento dos aspectos geomorfológicos do local por meio do software ArcGIS e definição das estratégias de campo.
Campo	Caminhamentos pela área mapeada, com vistas a identificar indicativos antrópicos ou naturais de suscetibilidade e vulnerabilidade a movimentos de massa, tendo em vista o uso e ocupação do solo. Foram geradas fichas de campo contendo imagens, referências geográficas, composição do solo, inclinação, distribuição das drenagens, vegetação entre outros.

Escritório	Sistematização e tratamento das informações de campo, hierarquização qualitativa do risco com setorização em 3 classes de risco, sendo estas: baixo, intermediário e alto/muito alto risco de movimentos gravitacionais de massa, além de produção de mapa.

Fonte: Elaborado pelos autores com base no estudo de Cerqueda *et al*. (2018)

2.1.2 Diagnóstico da rede de esgotamento pela Concessionária Águas de Niterói

A Secretaria Executiva (SEXEC), responsável pela coordenação do projeto, solicitou a Águas de Niterói - empresa pertencente ao Grupo Águas do Brasil, responsável pela gestão do abastecimento de água, coleta e tratamento de esgotos da cidade - um diagnóstico da rede de esgotamento das comunidades já mencionadas, para conhecimento de suas condições no momento, bem como uma projeção de manutenção e complementação necessárias, tendo em vista a eliminação de focos de esgoto *in natura* despejado sobre o solo. Por se tratar de uma localidade onde predomina a ocupação informal, métodos baseados na engenharia tradicional acabam por encontrar dificuldades técnicas quando das suas aplicações para sanar a questão.

Segundo a concessionária Águas de Niterói (2016) a metodologia de trabalho adotada se deu por meio de duas frentes. A primeira foi o a realização de contato com a associação de moradores pelo setor de Comunidades da empresa. O segundo passo foi a realização de vistorias técnicas para mapeamento da rede existente, contando com conversas com os moradores. Por meio destas, também foi identificada uma mobilização já existente para captar os efluentes dos imóveis da comunidade. O acúmulo de resíduos sólidos, que acabam por ser carreados pelas drenagens e contribuem para a avaria das tubulações existentes, foi outro problema levantado pelos moradores.

2.1.3 Obras de mitigação de risco

Na sequência dos estudos, procedeu-se uma avaliação local conjunta, entre Defesa Civil, Secretaria Municipal de Assistência Social e Direitos Humanos e da Empresa Municipal de Moradia, Urbanização e Saneamento (EMUSA), esta última responsável por elaboração de projetos e execução de obras no município, visando a identificação de áreas que pudessem ser positivamente impactadas por pequenas drenagens e estabilizações.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Segundo Silva *et al*. (2018), considerando o entendimento comum que intervenções em habitações em áreas de risco podem estimular a permanência de moradores nesses locais, mas que por outro lado, obras de drenagem podem eventualmente reduzir o risco de deslizamentos correntemente observados sem a remoção de famílias, foi consultado o Ministério Público com relação a essa estratégia e obteve-se apoio desde que fosse efetuada com o acompanhamento da Defesa Civil e todos os passos devidamente registrados.

3. Resultados e discussões

Na etapa 1 (figura 3), na setorização de risco do NADE/DRM-RJ (2016) foram definidos setores de risco baixo, médio, alto, muito alto e iminente, totalizando 15 polígonos.

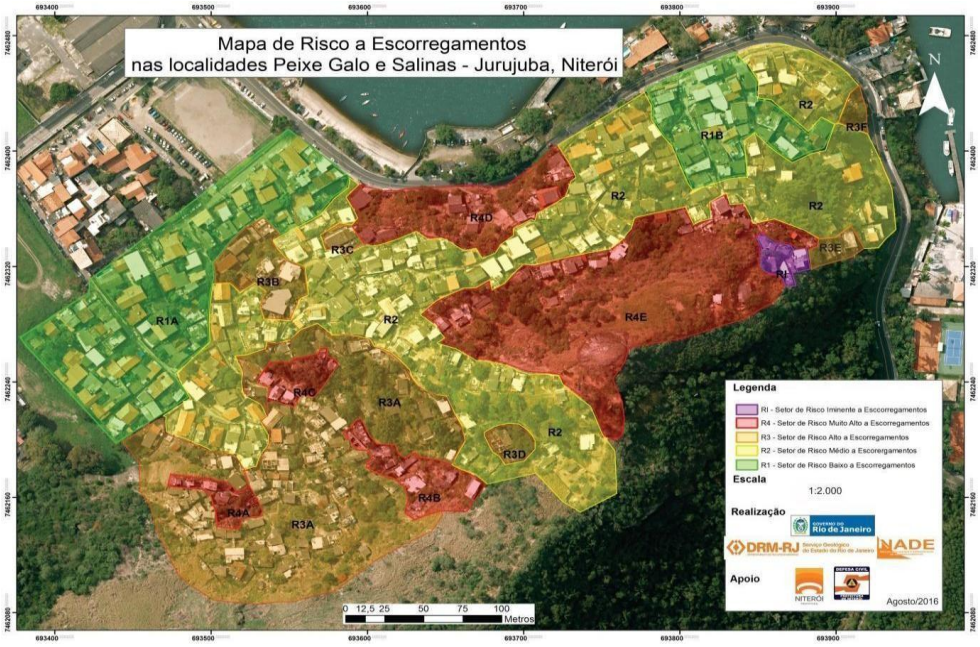


Figura 3 – Setorização de risco efetuada pelo Núcleo de Análise e Diagnóstico de Escorregamentos do Departamento de Recursos Minerais do Estado do Rio de Janeiro (NADE/DRM-RJ).

Fonte: NADE/DRM-RJ (2016)

Dos setores, há um setor de risco iminente englobando o total de 7 casas; quatro setores de risco muito alto, com o total de 61 casas; seis setores de risco alto, total de 108

ISBN: 978-85-7282-778-2

casas; um setor de risco médio com 164 casas; e 2 setores de risco baixo com total de 101 casas.

A equipe técnica do NADE/DRM-RJ verificou, ainda, que a área em questão é caracterizada como um depósito de tálus atrelado a taludes de corte, deposição irregular de lixo e lançamento de água servida, com destaque para esgoto, o que aumenta a instabilidade geotécnica do terreno.

Por sua vez, a figura 4, realizada neste estudo, apresenta os setores de risco e o número de imóveis em cada setor estabelecidos pela Defesa Civil, as obras de mitigação de risco propostas pela EMUSA e a análise comparativa dos imóveis beneficiados pelas obras de mitigação em cada setor de risco. Assim, pode ser visto na mesma que a Defesa Civil reduziu a setorização de risco a 3 classes (baixo, intermediário e alto/muito alto) em relação ao estabelecido pelo NADE/DRM (2016) e identificou dentro de cada setor os imóveis com maior grau de risco devido ao padrão construtivo e as características geoambientais.

Cerqueda *et al*. (2018), explicando o método da Defesa Civil, pontua que as áreas de risco baixo correspondem a locais de menor inclinação e condições de ocupação que favoreceram a instabilidade do local, além de áreas planas no sopé do maciço. Áreas de risco intermediário referem-se principalmente à meia encosta e ao interflúvio, tratando-se de locais menos íngremes e relativamente impermeabilizados devido a ocupação. Por fim, os setores de alto/muito alto risco estão relacionados às porções mais elevadas do maciço e à região de drenagem preferencial de águas pluviais, na localidade Peixe Galo, às áreas de maiores altitudes e inclinação junto à cabeceira de drenagem em Salinas, além de locais associados à presença de matacões e/ou de condições hidrossanitárias inapropriadas.

Após reconhecimento de campo, utilizando-se de fotointerpretação por meio de ortofotos de alta resolução espacial, a Defesa Civil identificou redução no total de imóveis, se comparado ao NADE/DRM-RJ, que trabalhou com uma contagem visual em campo, diminuindo o número de 441 para 413. Foram identificados 98 imóveis em risco alto/muito alto, 177 em risco intermediário e 138 em risco baixo. É necessário pontuar que este tipo de

identificação pode suprimir da contagem imóveis que possuam 2 ou mais pavimentos, conferindo maior consistência ao dado levantado em campo.

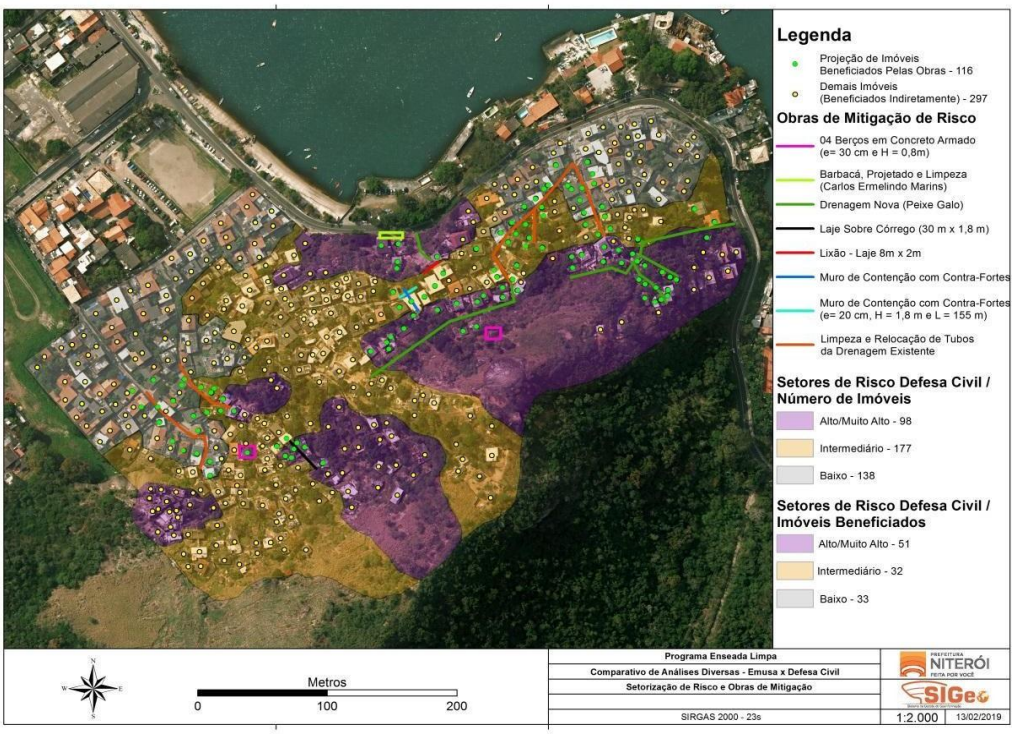


Figura 4 – Análise comparativa: Imóveis por setores de risco delimitados pela Defesa Civil, obras de mitigação propostas pela Emusa e número de casas diretamente beneficiadas sobrepostas em Salinas e Peixe Galo

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados da Defesa Civil de Niterói (2018) e Emusa (2018)

O mapeamento da Defesa Civil auxiliou na análise de quais moradias estariam aptas a receberem melhorias hidrossanitárias. As casas destinadas a interdição inseridas nas áreas de risco muito alto/alto foram excluídas do escopo de ação em um primeiro momento, tendo em vista esta condição verificada, e receberam atenção em setores específicos da prefeitura para o problema, tais como a própria Defesa Civil, Assistência Social e Habitação. Tal fato é relevante para o gestão pública uma vez que direciona melhor os investimentos na área e torna

as ações mais eficazes e eficientes. No entanto, cabe destacar que não se trata de desconsiderar os demais imóveis das referidas áreas de risco para melhorias, mas propor um encadeamento de ações das áreas com maior risco para as de menor.

Visando aumentar o número de residências em condições de receberem melhorias hidrossanitárias, as áreas anteriormente estudadas foram revisitadas pela EMUSA, Defesa Civil, coordenação do programa Enseada Limpa, além da Secretaria de Assistência Social e Direitos Humanos, culminando na etapa 3 e, de acordo com as recomendações dos órgãos responsáveis pelas etapas 1 e 2 desta 1ª fase do projeto, definidas as intervenções adequadas para cada setor, conforme a figura 4 demonstra. As obras necessárias apontadas englobam a construção de muro de contenção com contrafortes, instalação de 4 berços de concreto armado, limpeza e realocação de tubos da drenagem existente, estabelecimento de nova drenagem e implantação de uma área específica para lançamento de lixo, questão levantada de forma recorrente pela população local em distintas ocasiões.

Ademais, salienta-se que a análise comparativa trazida na figura 4 propiciou a identificação de 116 imóveis cuja tendência é serem beneficiados diretamente pelas intervenções e 297 a serem beneficiados indiretamente, uma vez que a implementação de locais para deposição de lixo de forma adequada e ligação do esgotamento sanitário tem impactos em toda a comunidade. Cabe esclarecer ainda que dentre os imóveis beneficiados diretamente, 51 estão localizados em setores de risco alto/muito alto, 32 em setores de risco intermediário e 33 em setores de baixo risco.

Por fim, a última etapa consiste na análise do diagnóstico da rede de esgotamento sanitário realizado pela Concessionária Águas de Niterói, conforme indica a figura 5. Foram identificadas 10 caixas de passagem existentes, mapeadas as tubulação de esgoto em três níveis (DN100 MM, DN150 MM e DN200 MM) e a galeria de águas pluviais da localidade. Além disso foram detectados 23 poços de visita e um canal de drenagem.

ISBN: 978-85-7282-778-2

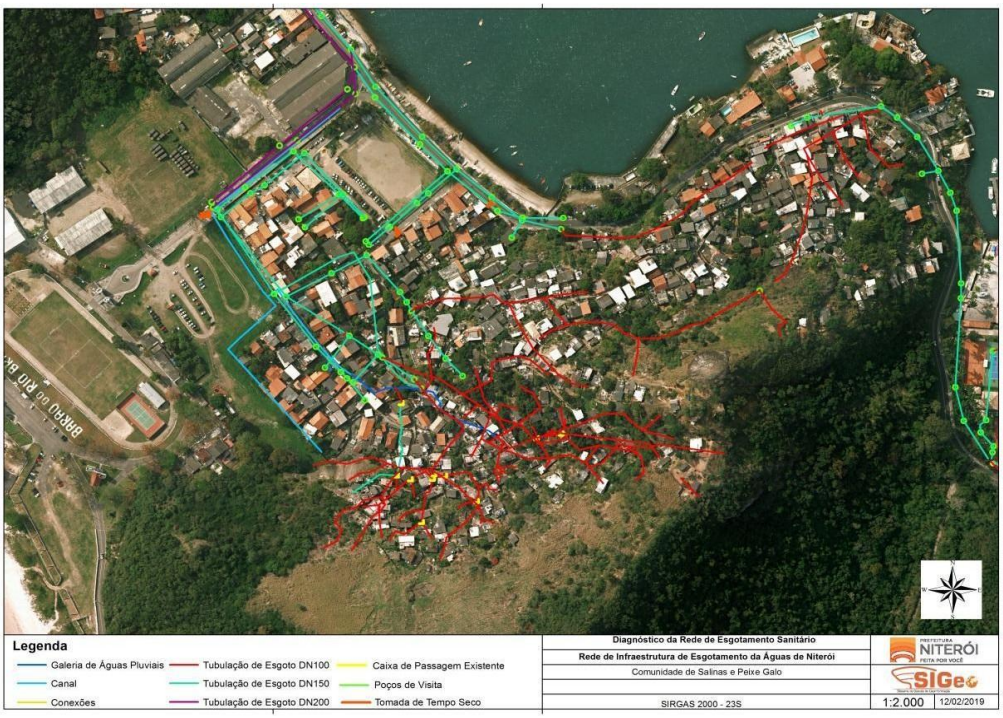


Figura 5 – Diagnóstico da rede de esgotamento sanitário das comunidades de Salinas e Peixe Galo

Fonte: Elaborado pelos autores com base no estudo da Concessionária Águas de Niterói (2016)

4. Considerações finais

O que fica claro nesse estudo de caso é a busca pela solução integrada de diversas questões latentes e aparentemente desconexas, mas que estão interligadas, com ações concretas e propostas de soluções em prol da melhoria da qualidade de vida dos residentes daquela região.

A parceria entre a Prefeitura de Niterói, o DRM-RJ e a Concessionária Águas de Niterói se mostrou não só produtiva e interessante ao longo de todas as ações, como fundamental. Tal integração entre diferentes esferas do poder público e privado na gestão do território tem mostrado resultados satisfatórios.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Por fim, é importante destacar que houve uma ação proativa junto ao Ministério Público estadual visando, também, segurança jurídica para o projeto. A coordenação do Programa Enseada Limpa o consultou no sentido de tornar conhecidas a proposta da gestão municipal e a avaliar de forma conjunta, considerando em ambas abordagens, técnica e jurídica, a viabilidade de intervir nas referidas áreas.

6. Referências Bibliográficas

CERQUEDA, M. L. A.; MAIA, L. E. M. S.; ALVES, A. P. R.; PEREZ, A.; DIAS, K. G. C.; ALMEIDA, Q.V.; CHAGAS, I. V. S; BARBOSA, W. M.; OLIVEIRA, E. A. *Carta de risco de movimentos gravitacionais de massa em Jurujuba, Niterói (RJ) – Peixe Galo e Salinas*. Anais do 49º Congresso Brasileiro de Geologia - Rio de Janeiro, 2018.

CERQUEDA, M. L. A.; MAIA, L. E. M. S.; ALVES, A. P. R.; PEREZ, A.; Dias, K. G. C.; ALMEIDA, Q.V.; CHAGAS, I. V. S.; MELLO, L. O. F; BARBOSA, W. M.; OLIVEIRA, E. *Apresentação do método utilizado pela Defesa Civil de Niterói/RJ no mapeamento de áreas de risco de movimentos gravitacionais de massa no município.* Anais do 49º Congresso Brasileiro de Geologia - Rio de Janeiro, 2018.

CONCESSIONÁRIA ÁGUAS DE NITERÓI. *Projeto Enseada Limpa*. Junho, 2016. (Arquivos internos).

MARICATO, E. *Metrópole, legislação e desigualdade*. Estudos Avançados, v. 17, n. 48, p. 151-166. Agosto, 2003.

NADE/DRM-RJ. *Mapeamento de Risco a Escorregamentos nas localidades Peixe Galo e Salinas, Jurujuba, Niterói-RJ*. Agosto, 2016. (Arquivos internos).

SILVA, A.F.; BRAGA, V.A.; MELLO, L.O.F.; RAMALHO, J.O. *O papel do mapeamento de risco a escorregamentos integrado à gestão municipal: o caso de Jurujuba, Niterói (RJ).* Anais do 49º Congresso Brasileiro de Geologia – Rio de Janeiro, 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

RISCO E VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL À DENGUE EM MANAUS-AM

Marcela Beleza de Castro [(a)], Rayane Brito de Almeida [(b),] Thalissa Beatrice Fernandes Soares [(c)]

[(a)] Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universiade Federal do Amazonas (PPGEOG-UFAM), marcelabelezah@gmail.com

[(b)] Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universiade Federal do Amazonas (PPGEOG-UFAM), raygeog@gmail.com

[(c)] Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pelotas (PROGRAU-UFPEL), thalissabeatrice@hotmail.com

Eixo: Risco e desastres naturais

Resumo/

O estudo analisou o padrão do risco de dengue e vulnerabilidade socioambiental em Manaus, entre 2010 a 2015. Os dados utilizados foram notificações de dengue por bairro e variavéis do CENSO de 2010. As análises foram realizadas segundo o Sistema Ambiental Urbano. Os resultados evidenciaram que houve um padrão espacial das notificações, configurando um "arco do risco de dengue" no sentido transversal da cidade (Zonas – Leste, Norte e Centro-Sul). Os bairros Jorge Teixeira (Zona Norte) e Cidade Nova (Zona Leste) foram os que registraram mais de 90% das notificações entre os anos de 2010 a 2015. Os principais criadouros corresponderam aos depósitos A2 e D2. No contexto da dengue em Manaus, a reprodução de áreas vulneráveis ao risco de dengue é reflexo das desigualdades socioespaciais discrepantes e fragilidades ambientais, isto é, interações na dinâmica entre sociedade e natureza que resulta em impactos socioambientais.

Palavras chave: Risco, Vulnerabilidade, Dengue, Manaus.

1. Introdução

Múltiplos são os determinantes sociais e ambientais na expansão de áreas vulneráveis a ocorrência de epidemias de dengue. A exemplo dos estudos de MENDONÇA *et al.* (2009, p.258) que destaca a "inadequada infra-estrutura urbana, o aumento da produção de resíduos não-orgânicos, os modos de vida na cidade, a debilidade dos serviços e campanhas de saúde pública, bem como o despreparo dos agentes de saúde e da população para o controle da doença". BARBOSA e SILVA (2015) acrescentam a questão da acessibilidade e precariedade dos serviços de saneamento básico, especificamente, a forma de abastecimento de água pela rede geral. CASTRO *et al*. (2014) discorrem sobre o processo de tratamento e armazenamento de água de modo irregular pela população, principalmente aquelas situadas em ocupações informais, pois, sem os seus devidos cuidados, tornam-se potenciais criadouros na propagação de doenças. Assim, corroboram JUNIOR e MENDONÇA (2012, p.173):

> O modo de vida dos habitantes poder ser considerado como um condicionante para a manifestação da dengue, pois independentemente do poder aquisitivo dos moradores, há diferenciações do tipo de tratamento que os mesmos têm com os recipientes propícios ao desenvolvimento de criadouros do mosquito da dengue.

A produção social do risco de dengue se dá na socioespacialidade do meio urbano e, conforme CASTRO *et al*. (2014, p.1032) "o risco é um fator complementar do arranjo socioespacial da cidade de Manaus. Pois, dita panoramas urbanos e modifica a fisiologia da cidade." E, enfatiza que "a dinâmica dos processos naturais e antrópicos relacionados à propagação da Dengue em áreas de risco acirram as elites (órgãos públicos de saúde, autoridades do estado e governo) a formularem políticas públicas adequadas à realidade local" (CASTRO *et al.,* 2014, p.1034). A incidência de dengue em Manaus, conforme os estudos de SANTOS (2015a, 2016b) afirmam que entender o processo saúde-doença é primordial na formulação de medidas de prevenção e predição, no que se refere, a espacialidade das áreas vulneráveis ao risco de dengue e o tratamento destas em períodos epidêmicos.

Segundo o estudo de ALMEIDA (2012), quando aborda os riscos ambientais e vulnerabilidades nas cidades brasileiras, este afirma a importância da identificação dos seus componentes, para tanto deve-se ter conhecimento acerca das pessoas mais vulneráveis, das áreas mais expostas a riscos e aos fatores que influenciam e produzem a vulnerabilidade e se concretizam em diferentes tipos de riscos. Quando se trata do risco epidemiológico, podemos acrescentar além desses fatores mencionados, os seus limites de duração, intensidades, repetições e acúmulos instantâneos durante um evento epidêmico. A exemplo das maiores epidemias de dengue em Manaus, registradas respectivamente nos anos de 2011 (63.157 notificações), 2001 (18.583 notificações) e 2013 (16.688 notificações). Cabe ressaltar que durante os últimos cinco anos houveram duas epidemias de dengue com registros acima de 10.000 casos e, que no ano de 2016 foram registradas 8.751 notificações, estando com média aproximada entre os anos epidêmicos em Manaus.

Nesse modo, este estudo objetivou analisar o padrão do risco de dengue e vulnerabilidade socioambiental em Manaus, entre 2010 a 2015.

ISBN: 978-85-7282-778-2

2. Materiais e Métodos

A unidade espacial de análise corresponde à cidade de Manaus composta por 63 bairros e dividida em seis zonas administrativas (Figura 1). GIATTI *et al.* (2015, p.76) destacam além das precárias infraestruturas urbanas da cidade, a influência por "fatores naturais inerentes a sua geografia [...] E, que "essa condição delineia peculiar fragilidade quanto a interferências nos ecossistemas e em seus serviços, com potencial reflexo na saúde pública".

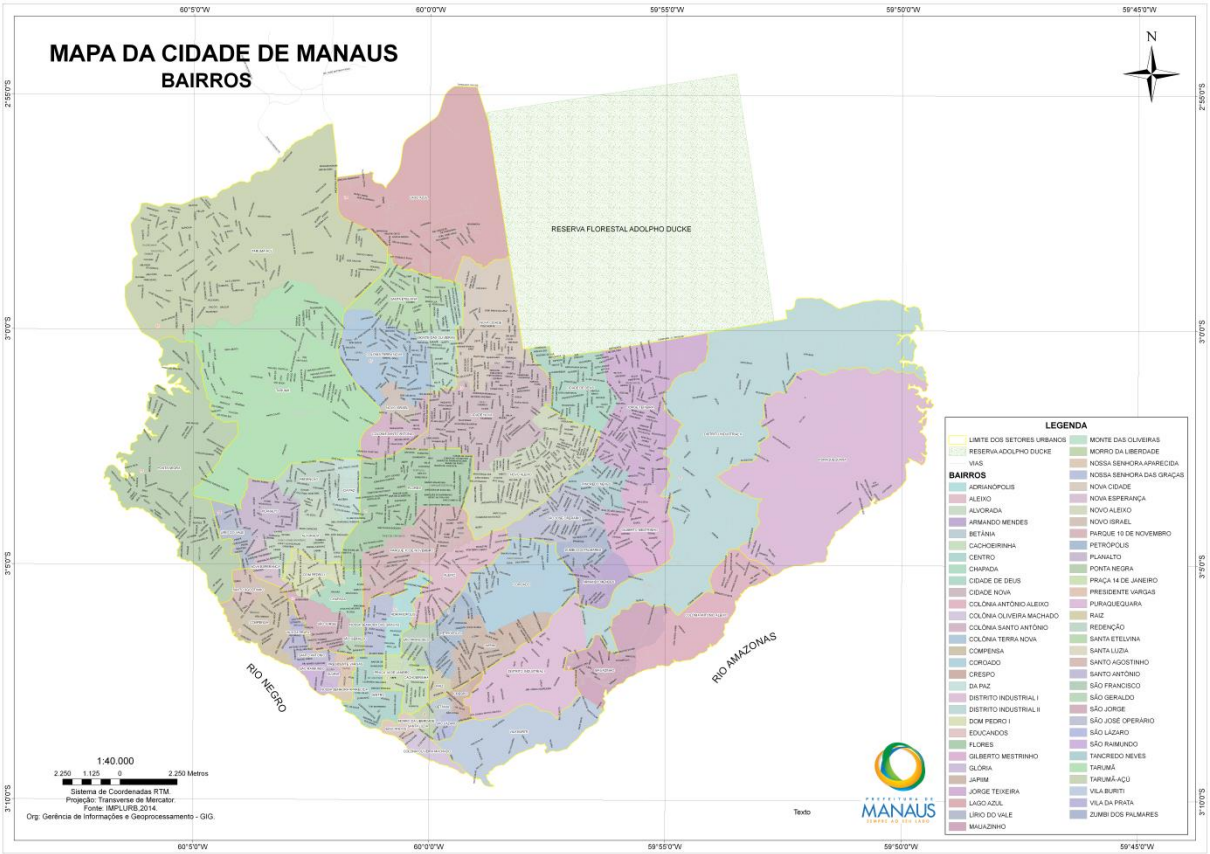


Figura 1 - Unidade espacial de análise – Manaus, AM. Fonte: IMPLURB, 2018.

Quanto à obtenção dos dados e técnicas de pesquisa aplicadas neste estudo, optou-se em utilizar dados epidemiológicos e entomológicos, obtidos na Secretaria Municipal de Saúde (SEMSA). Os dados entomológicos referem-se às séries históricas das notificações de dengue por bairro e entomológico quanto Levantamento Rápido de Índices para *Aedes aegypti* (LIRAa), especificamente, ao Índice Breteau (IB) que elenca os potenciais criadouros do *Aedes aegypti.*

Em relação aos dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no último CENSO de 2010, utilizou-se as variáveis: *Domicílios particulares permanentes,*

ISBN: 978-85-7282-778-2

segundo a forma de abastecimento de água e segundo o destino do lixo. Utilizou-se o programa Arcgis 10.3 para o georreferenciamento dos casos de dengue por bairro e o uso do Google Earth Pro na identificação de áreas vulneráveis ao risco de dengue. A análise sobre a espacialidade da dengue foi feita em cruzamento das notificações de dengue, potenciais criadouros, dados do IBGE e analisadas com base teórica-metodológica no Sistema Ambiental Urbano (MENDONÇA, 2004).

O Sistema Ambiental Urbano (SAU) é uma proposta de estudo e gestão da cidade como totalidade, visa contribuir na solução de problemas socioespaciais urbanos. Este teve como base em sua formulação o guia de gestão de ambientes urbanos para América Latina. (PNUD/UNOPS, 1997). Além disso, têm-se a ideia de Metabolismo Urbano – Metabolismo das cidades. A Figura 2 exemplifica a aplicação do SAU neste estudo, onde o Subsistema Natural e Subsistema Construído formam o input do SAU e o Subsistema Social como aquele que dá dinamicidade no Sistema por meio das ações humanas, atributos do sistema. Os problemas socioespaciais urbanos *(output)* advêm da interação entre os três Subsistemas natural, social, construído e suas aplicações se dão em forma de propostas no planejamento e gestão socioespacial urbana.

Figura 2: Sistema Ambiental Urbano aplicado no estudo da dengue.
Org. Autores, 2018. Adaptado de Mendonça (2004).

3. Resultados e discussões

A Figura 3 se refere ao mapeamento dos casos de dengue em Manaus, abrangendo os anos 2010 a 2015, o que possibilitou identificar o padrão espacial das ocorrências e potenciais criadouros conforme dos dados de Índice Bretau (IB). Neste intervalo de análise ocorreram duas epidemias da doença, em 2011 com 63.157 casos e em 2013 com 16.686 casos notificados.

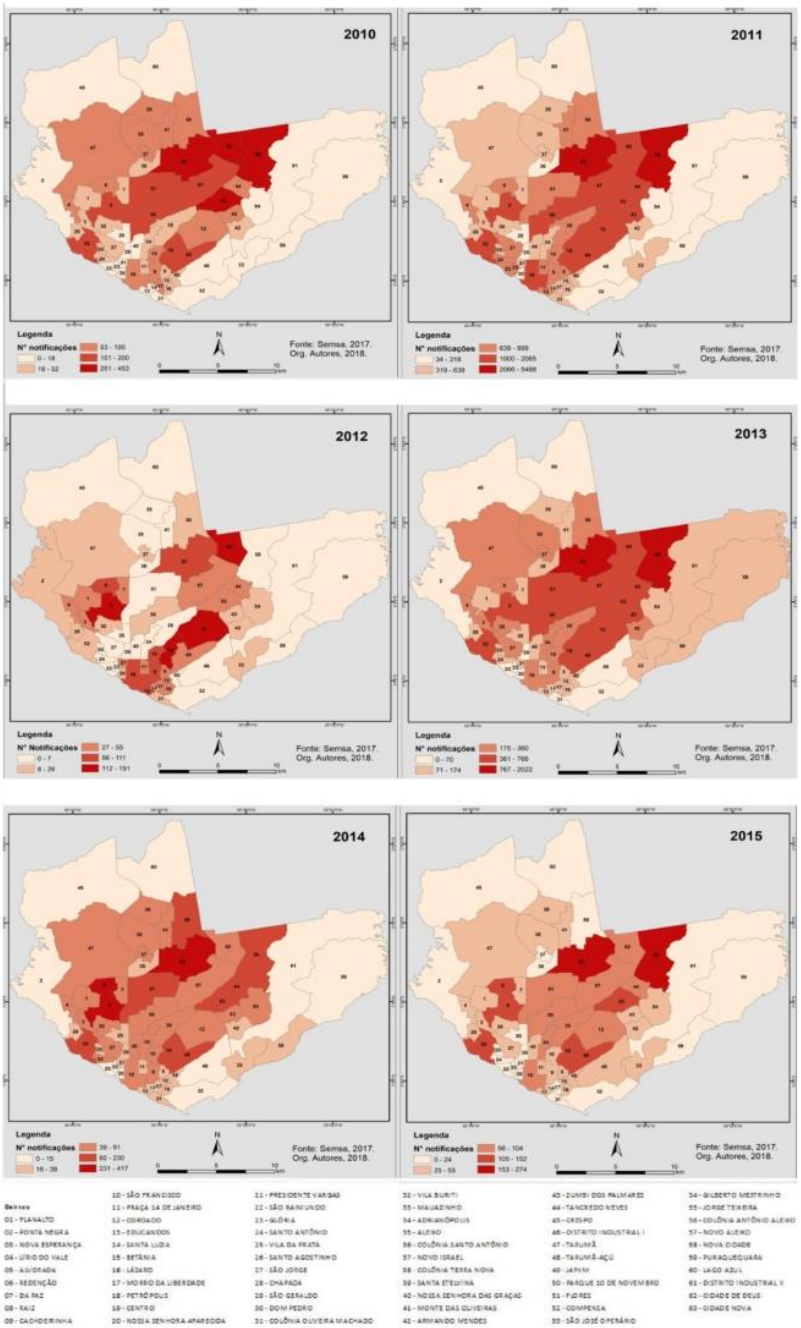


Figura 3. Série histórica dos casos notificados de dengue em Manaus.
Fonte: Semsa, 2017. Org. Autores, 2018.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Com base na Figura 3, os casos notificados de dengue predominaram principalmente nas zonas norte, leste, e centro-sul da cidade. No decorrer desses anos, Cidade Nova (Zona Norte) e Jorge Teixeira (Zona Leste) foram os bairros que apresentaram as maiores notificações, sendo em 2010 entre 201 a 453 casos, em 2011 entre 2.066 e 5.488 casos, em 2012 entre 112 e 191 casos, em 2013 entre 767 e 2.022 casos, em 2014 entre 231 e 417 casos e em 2015 entre 153 e 274 casos notificados de dengue. Foi identificado a ocorrência de um padrão espacial das notificações, configurando um "arco do risco de dengue" no sentido transversal da cidade (zonas – leste, norte e centro-sul). O que indica que as estruturas urbanas como serviços de saneamento básico nestas áreas são precárias no ponto de vista ambiental. Para tanto, buscou-se relacionar o LIRAa, especificamente, o IB que identifica os potenciais criadouros com as formas de abastecimento de água e coleta e destino de lixo.

Na Tabela 1 é evidenciado algumas váriaveis ambientais que são caracterizadas como depósitos predominantes pelo LIRAa, onde o grupo A identifica somente os depósitos usados para armazenamento de água, pela importância deste grupo, que se constitui, em grandes depósitos para armazenamento de água para a população, foram divididos em dois subgrupos (FVS, 2013): A1 refere-se aos depósitos de água elevado, ligado à rede pública e/ou ao sistema de captação mecânica em poço, caixas d'água, tambores, depósitos de alvenaria; o grupo A2 refere-se aos depósitos de nível do solo para armazenamento doméstico – tonel, tambor, barril, tina, depósitos de barro (filtros, moringas, potes), cisternas, caixas d'água, captação de água em poço/cacimba.

O grupo B refere-se Depósitos móveis – Vasos/frascos com água, pratos, garrafas retornáveis, pingadeira, recipientes de degelo em geladeiras, bebedouros em geral, pequenas fontes ornamentais, materiais em depósitos de construção (sanitários estocados, canos, etc.), objetos religiosos/rituais.

O grupo C refere-se aos depósitos fixos como tanques em obras de construção civil, borracharias e hortas, calhas, lajes e toldos em desnível, ralos, sanitários em desuso, piscinas não tratadas, fontes ornamentais; cacos de vidro em muros, outras obras e adornos arquitetônicos (caixas de inspeção/passagens).

O grupo D refere-se aos depósitos passíveis de remoção. Segundo o Ministério da Saúde (2013), este grupo foi dividido em dois subgrupos, para se conhecer e destacar a importância dos pneus e materiais rodantes, distinguindo-os dos demais depósitos passíveis de remoção por exigirem estratégia de ação diferenciada: D1 refere-se aos pneus e outros materiais rodantes (câmaras de ar, manchões); D2 refere-se aos resíduos sólidos (recipientes plásticos, garrafas PET, latas), sucatas, entulhos de construção.

O grupo E refere-se aos depósitos naturais, por exemplo, folhas (bromélias, etc.), buracos em árvores e em rochas, restos de animais (cascas, carapaças, etc.)

Também foi identificado na Tabela 1 os bairros onde o serviço de abastecimento de água por rede geral (água encanada) não atende todos os domicílios, há potencialidades de formação de criadouros de dengue. Visto que o depósito A1 é um dos que predominam em 61 dos 63 bairros em Manaus. O bairro Jorge Teixeira, por exemplo, apenas 56,29% dos

ISBN: 978-85-7282-778-2

domicílios são abastecidos pela rede geral (água encanada), deste modo, os demais domicílios buscam outras formas de abastecimento de água, onde 21,02% são poços ou nascentes dentro da propriedade, que pelo LIRAa é identificado pelo grupo C, e 21,29% são poços ou nascentes fora das propriedades, também do grupo C.

Dentre os sete tipos de depósitos classificados pelo LIRAa, cinco são predominantes no bairro Jorge Teixeira, estes são A2, B, C, D1 e D2. Outros apresentaram até três depósitos predominantes, como o bairro Dom Pedro I, Planalto, Aleixo, Chapada, Flores, São Geraldo, Adrianópolis, Coroado, Distrito Industrial II, São José Operário, Cidade de Deus, Novo Israel, Glória, Nova Esperança, Santo Antônio, Centro, Praça 14 de Janeiro e Presidente Vargas (A2, B e D2).

Os mesmos bairros citados são os que apresentam domicílios com abastecimento de água por rede geral abaixo de 90%, com exceção dos bairros Glória, Nova Esperança, Planalto, Praça 14 de Janeiro, Presidente Vargas e Santo Antônio. Mas estes apresentam mais de 10% dos domicílios com abastecimento de água por poços ou nascentes fora da propriedade, que corresponde ao grupo C, identificados como depósito predominante médio. O bairro Puraquequara, apresenta apenas 2% de seus domicílios com abastecimento de água encanado e 83,95% se abastecem por poços ou nascentes, o que corresponde ao grupo B do LIRAa.

Tabela I - Relação dos depósitos predominantes/LIRAa's
com a variável ambiental abastecimento de água do Censo de 2010.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Zonas	Bairros	Depósitos predominantes LIRAa's 2010 a 2015							Domicílios particulares permanentes, segundo a forma de abastecimento de água (%)					
		A1	A2	B	C	D1	D2	N	Rede geral	Poço ou nascente na propriedade	Poço ou nascente fora da propriedade	Carro-pipa ou água da chuva	Rio, açude, lago ou igarapé	Outra
Centro-Oeste	Alvorada								94,81	3,73	1,32	0,02	-	0,12
Centro-Oeste	Da Paz								88,7	10,8	0,48	-	-	0,03
Centro-Oeste	Dom Pedro I								88,47	11,11	0,36	-	0,02	0,04
Centro-Oeste	Planalto								91,48	8,12	0,33	0,02	-	0,05
Centro-Oeste	Redenção								90,14	7,68	1,74	0,03	0,02	0,38
Centro-Sul	Aleixo								71,08	21,97	6,53	0,02	0,09	0,31
Centro-Sul	Chapada								78,66	20,59	0,51	0,03	-	0,21
Centro-Sul	Flores								40,44	44,95	14,4	0,08	0,01	0,12
Centro-Sul	Nossa Senhora das Graças								75,56	23,5	0,56	0,02	-	0,36
Centro-Sul	Parque 10 de Novembro								59,22	36,78	3,86	0,03	0,01	0,11
Centro-Sul	São Geraldo								85,36	12,65	1,4	-	0,18	0,41
Centro-Sul	Adrianópolis								59,53	38,3	2,06	0,04	-	0,08
Leste	Armando Mendes								85,55	10,3	3,58	0,07	-	0,5
Leste	Colônia Antônio Aleixo								24,97	1,11	73,4	-	0,03	0,49
Leste	Coroado								83,94	15,03	0,91	0,02	-	0,1
Leste	Distrito Industrial II								30,69	35,52	31,37	0,1	1,06	1,25
Leste	Gilberto Mestrinho								49,17	11,48	38,03	0,31	-	1,01
Leste	Jorge Teixeira								56,29	21,02	21,29	0,2	0,01	1,18
Leste	Mauazinho								70,42	5,48	21,3	0,21	0,66	1,92
Leste	Puraquequara								2,02	13,09	83,95	0,14	0,72	0,07
Leste	São José Operário								87,9	8,05	3,78	0,08	-	0,19
Leste	Tancredo Neves								63,73	13,09	21,16	0,28	-	1,74
Leste	Zumbi dos Palmares								88,45	5,69	5,11	0,32	0,01	0,41
Norte	Cidade de Deus								56,14	17,47	25,27	0,12	0,01	0,99
Norte	Cidade Nova								85,22	9,49	4,98	0,03	0	0,28
Norte	Colônia Santo Antônio								53,45	36,34	9,64	0,07	0,15	0,35
Norte	Colônia Terra Nova								61,05	22,14	15,35	0,04	0,01	1,41
Norte	Lago Azul								4,59	44,71	43,86	0,32	0,8	5,72
Norte	Monte das Oliveiras								45,84	40,18	10,94	0,08	-	2,97
Norte	Nova Cidade								88,37	4,09	7,44	0,03	-	0,06
Norte	Novo Aleixo								69,96	21,12	8,39	0,07	0,01	0,45
Norte	Novo Israel								80,65	12,64	6,27	-	-	0,44
Norte	Santa Etelvina								70,34	23,31	3,98	0,06	0,02	2,3
Oeste	Compensa								98,06	1,75	0,15	0,01	0,01	0,03
Oeste	Glória								97,83	1,73	0,22	-	0,04	0,18
Oeste	Lírio do Vale								92,71	6,78	0,47	0,02	-	0,02
Oeste	Nova Esperança								91,41	8,37	0,18	0,02	-	0,02
Oeste	Ponta Negra								33,5	47,9	18,32	-	-	0,29
Oeste	Santo Agostinho								91,56	7,93	0,42	0,05	-	0,05
Oeste	Santo Antônio								98,15	1,63	0,08	-	-	0,14
Oeste	São Jorge								94	5,56	0,34	-	-	0,1
Oeste	São Raimundo								98,03	1,79	0,13	0,03	-	0,03
Oeste	Tarumã								23,59	27,47	47,35	0,03	0,01	1,55
Oeste	Tarumã-Açu								28,39	53,14	17,44	-	0,23	0,8
Oeste	Vila da Prata								97,96	1,79	0,22	-	-	0,04
Sul	Betânia								93,66	5,65	0,59	0,03	-	0,07
Sul	Cachoeirinha								93,83	5,44	0,63	0,04	-	0,06
Sul	Centro								88,33	10,78	0,75	0,05	0,01	0,07
Sul	Colônia Oliveira Machado								98,91	0,99	0,05	-	-	0,05
Sul	Crespo								96,46	2,91	0,5	-	-	0,12
Sul	Distrito Industrial I								83,54	14,21	2,25	-	-	-
Sul	Educandos								96,19	2,52	1,07	0,07	0,1	0,05
Sul	Japiim								96,2	3,17	0,46	0,01	-	0,16
Sul	Morro da Liberdade								98,29	1,35	0,29	0,03	-	0,03
Sul	Nossa Senhora Aparecida								89,08	9,76	1	-	0,1	0,05
Sul	Petrópolis								94,48	4,85	0,49	0,04	-	0,14
Sul	Praça 14 de Janeiro								95,97	3,56	0,36	-	-	0,11
Sul	Presidente Vargas								97,64	2,02	0,15	0,2	-	-
Sul	Raiz								94,47	5,32	0,11	-	-	0,11
Sul	Santa Luzia								97	2,43	0,23	-	0,17	0,17
Sul	São Francisco								92,84	6,76	0,35	-	-	0,05
Sul	São Lázaro								80,87	6,92	12,06	0,03	-	0,12
Sul	Vila Buriti								63,47	33,15	3,39	-	-	-

Predominância alta Predominância média Predominância baixa

Fonte: SEMSA, 2017. Org. Autores, 2018.

No que diz respeito à Tabela 2, esta relaciona os depósitos predominantes do LIRAa, em especial ao D1 e D2 por serem ligados aos entulhos e lixo, com a variável "coleta de lixo" do censo de 2010. Segundo esta tabela, foi identificado que dos 63 bairros de Manaus, 62 possuem o depósito predominante D2, isto é, 98,41% dos domicílios em Manaus apresentam

ISBN: 978-85-7282-778-2

entulhos e lixeiras viciadas nos logradouros, o que salienta a necessidade de um direcionamento das ações de mitigação da doença na cidade.

Tabela 2. Relação dos depósitos predominantes/LIRAa's com a variável ambiental coleta de lixo do Censo de 2010.

Zonas	Bairros	Depósitos predominantes LIRAa's 2010 a 2015							Domicílios particulares permanentes, segundo o destino do lixo (%)						
		A1	A2	B	C	D1	D2	N	Coletado por serviço de limpeza	Coletado em caçamba de serviço de limpeza	Queimado (na propriedade)	Enterrado (na propriedade)	Jogado em terreno baldio ou logradouro	Jogado em rio, lago ou mar	Outro destino
Centro-Oeste	Alvorada								97,49	2,18	0,04	-	0,02	0,21	0,05
Centro-Oeste	Da Paz								98,97	0,68	0,08	0,03	0,2	-	0,05
Centro-Oeste	Dom Pedro I								97,67	1,05	-	-	1,28	-	-
Centro-Oeste	Planalto								97,84	2,16	-	-	-	-	-
Centro-Oeste	Redenção								97,57	1,74	0,3	-	0,08	0,07	0,24
Centro-Sul	Aleixo								93,52	3,8	0,11	-	2,47	0,02	0,07
Centro-Sul	Chapada								93,38	6,62	-	-	-	-	-
Centro-Sul	Flores								93,19	6,59	0,05	-	0,09	0,01	0,06
Centro-Sul	Nossa Senhora das Graças								95,68	4,23	0,04	-	-	-	0,04
Centro-Sul	Parque 10 de Novembro								94,96	4,65	0,04	-	0,13	0,14	0,08
Centro-Sul	São Geraldo								94,08	1,72	0,14	-	2,39	1,63	0,05
Centro-Sul	Adrianópolis								97,17	2,56	-	-	0,27	-	-
Leste	Armando Mendes								95,22	3,39	0,31	0,01	0,88	0,1	0,09
Leste	Colônia Antônio Aleixo								97,4	0,33	1,54	0,08	0,41	0,13	0,1
Leste	Coroado								99,13	0,71	0,01	-	0,04	0,06	0,05
Leste	Distrito Industrial II								86,58	2,7	8,4	1,25	0,1	-	0,97
Leste	Gilberto Mestrinho								90,8	3,2	2,11	0,07	3,28	0,18	0,34
Leste	Jorge Teixeira								95,3	1,67	1,13	0,1	1,41	0,18	0,21
Leste	Mauazinho								90,58	2,97	2,15	0,07	4,03	0,16	0,04
Leste	Puraquequara								91,97	0,43	5,93	0,72	0,51	-	0,43
Leste	São José Operário								97,75	0,77	0,1	0,01	1,19	0,11	0,07
Leste	Tancredo Neves								97,67	0,71	0,67	0,04	0,44	0,44	0,03
Leste	Zumbi dos Palmares								98,85	0,4	0,32	-	0,06	0,27	0,1
Norte	Cidade de Deus								93,68	4,06	0,91	0,06	0,9	0,06	0,33
Norte	Cidade Nova								99,08	0,77	0,04	0	0,09	0,01	0,01
Norte	Colônia Santo Antônio								93,72	3,95	1,02	0,04	0,35	0,11	0,8
Norte	Colônia Terra Nova								87,09	12,27	0,45	0,03	0,12	0,01	0,03
Norte	Lago Azul								67,57	10,26	14,53	1,01	3,1	0,05	3,47
Norte	Monte das Oliveiras								87,9	8,96	0,56	0,05	0,31	0,1	2,12
Norte	Nova Cidade								95,7	3,55	0,4	0,04	0,12	0,05	0,14
Norte	Novo Aleixo								99,21	0,32	0,2	0,01	0,14	0,05	0,06
Norte	Novo Israel								98,6	0,25	0,71	-	0,29	-	0,15
Norte	Santa Etelvina								90,18	7,68	0,73	0,03	0,87	0,06	0,45
Oeste	Compensa								97,91	1,77	0,03	-	0,2	0,05	0,03
Oeste	Glória								97,26	0,31	0,04	-	0,18	2,21	-
Oeste	Lírio do Vale								99,96	0,02	-	-	0,02	-	-
Oeste	Nova Esperança								99,87	0,09	0,02	-	-	0,02	-
Oeste	Ponta Negra								94,73	4,28	0,14	-	0,07	0,78	-
Oeste	Santo Agostinho								89,58	8,97	-	-	0,16	-	1,29
Oeste	Santo Antônio								97,49	1,09	-	-	1,4	-	0,02
Oeste	São Jorge								93,01	6,67	-	-	0,14	0,19	-
Oeste	São Raimundo								93,72	4,69	0,03	0,03	1,44	0,08	0,03
Oeste	Tarumã								93,62	5,19	0,73	0,03	0,26	0,11	0,06
Oeste	Tarumã-Açu								89,67	5,76	3,54	0,51	0,1	-	0,42
Oeste	Vila da Prata								97,56	2,4	-	-	-	0,04	-
Sul	Betânia								79,61	16,8	-	-	1,96	0,28	1,34
Sul	Cachoeirinha								90,97	8,99	-	-	0,04	-	-
Sul	Centro								92,62	7,12	0,02	-	0,1	0,13	0,01
Sul	Colônia Oliveira Machado								98,62	0,59	-	0,05	0,59	-	0,15
Sul	Crespo								96,26	2,59	0,02	-	0,95	0,15	0,02
Sul	Distrito Industrial I								92,41	7,45	0,14	-	-	-	-
Sul	Educandos								86,04	6,33	0,15	0,02	5,88	1,47	0,1
Sul	Japiim								94,07	5,64	0,01	-	0,22	0,03	0,02
Sul	Morro da Liberdade								96,43	3,02	-	-	0,23	0,26	0,06
Sul	Nossa Senhora Aparecida								71,86	21,83	-	-	0,3	5,96	0,05
Sul	Petrópolis								95,87	2,63	0,02	-	1,47	-	0,02
Sul	Praça 14 de Janeiro								92,66	7,16	-	-	0,07	0,11	-
Sul	Presidente Vargas								81,23	13,4	0,05	-	2,76	2,56	-
Sul	Raiz								99,17	0,43	-	-	0,08	0,29	0,03
Sul	Santa Luzia								91,16	7,45	-	-	0,06	1,21	0,12
Sul	São Francisco								98,23	1,44	-	-	0,31	0,02	-
Sul	São Lázaro								90,1	8,84	-	-	0,97	0,09	-
Sul	Vila Buriti								73,45	25,42	1,13	-	-	-	-

Predominância alta Predominância média Predominância baixa

Fonte: SEMSA, 2017. Org. Autores, 2018.

Com base na Tabela 2, o bairro que apresentou baixo percentual de domicílios com serviços de coleta de lixo foi Lago Azul, com apenas 67,57% do lixo coletado, 10,26% é

ISBN: 978-85-7282-778-2

coleta em caçambas, 14,53% é queimado no próprio domicilio, 3,1% do lixo é jogado em terreno baldio ou em logradouros. Outros bairros que também apresentaram baixo percentual de coleta de lixo foram: Nossa Senhora Aparecida (71,86%), Vila Buriti (73,43%) e Betânia (79,61%).

Também foi identificado o alto percentual de lixos jogados em terrenos baldios, logradouros e em bairros que apresentam mais de 86% de coleta de lixo, estes são: Educandos (5,88%), Mauazinho (4,03%), São Geraldo (3,39%), Gilberto Mestrinho (3,28%), Lago Azul (3,1%) e Aleixo (2,47%). Tais porcentagens correspondem ao LIRAa, no qual predominou o depósito D2 e em seguida o D1.

Tanto na Tabela 1 como na Tabela 2, o bairro Jorge Teixeira apresentou situação de alta vulnerabilidade e risco socioambiental devido precariedades nos serviços de abastecimento de água e coleta e destino do lixo. O bairro Cidade Nova também se destaca, pela frequente quantidade elevada das notificações de dengue e o predomínio dos depósitos A2 e D2. Deste modo, a Figura 4 explicita à identificação de áreas vulneráveis à formação de criadouros nestes bairros.

Figura 4. Áreas vulneráveis à formação de potenciais criadouros do *Aedes aegypti*. A) e B) Rua Projeta, C) Rua Manoel Aziz Botelho, D) Rua 15 de Novembro - Cidade Nova; E) Rua Imbiri, F) Avenida Agrião, G) Rua Belfort Roxo, H) Rua Imbiri - Jorge Teixeira. Fonte: Google Earth Pro, 2017. Org. Autores, 2018.

Na Figura 4 é possível identificar os depósitos predominantes como A2 e D2 do LIRAa. Todavia, os entulhos encontrados nos bairros estão relacionados em parte por ocupações recentes, onde os materiais utilizados são potenciais a formação de criadouros, este exemplo pode ser observado nas fotos A, B e C. A autoconstrução é constituída pela classe social de baixo poder aquisitivo, o que reflete nos materiais inadequados nas construções, este exemplo pode ser observado nas fotos B, E e F. Na foto D é ilustrado entulhos, baldes e partes de máquina de lavar roupa, na parte externa domicilio e no logradouro. Na foto G é explicitado dois tipos de riscos, o geomorfológico (deslizamento) e o epidemiológico tendo como potencial criadouro a lixeira viciada, identificados como D2. Na foto H também fica explicitado a forma incorreta de armazenamento de água no ponto de vista ambiental, têm-se caixa d´água suspensa descoberta e insalubridade do acúmulo água nas "calçadas" com proximidades do reservatório identificado como A1.

3. Conclusão

Neste trabalho foi possível identificar e analisar, segundo o Sistema Ambiental Urbano, o padrão espacial das notificações de dengue na cidade de Manaus, na qual as zonas norte, leste e centro-sul foram as que registraram as maiores ocorrências de dengue, principalmente, os bairros Cidade Nova (zona norte) e Jorge Teixeira (zona leste). Também foi possível identificar os potenciais criadouros de dengue, os depósitos predominantes foram A2 e D2, onde estes estão relacionados com as precariedades de saneamento básico, estas precariedades foram identificadas principalmente em áreas de autoconstrução, pois são ocupadas por moradores de baixo poder aquisitivo e que constroem suas moradias com materiais inadequados, tornando-os potenciais criadouros de dengue.

No contexto da dengue em Manaus, a reprodução de áreas vulneráveis ao risco de dengue é reflexo das desigualdades socioespaciais discrepantes e fragilidades ambientais (formas de abastecimento e estocagem de água, coleta e destino dos resíduos sólidos), isto é, interações na dinâmica entre sociedade e natureza que resulta em impactos socioambientais.

4. Agradecimentos

À Secretaria Municipal de Saúde (Semsa), por ter cedido os dados das ocorrências de dengue, à Universidade Federal do Amazonas (UFAM), por ceder-nos toda estrutura necessária.

5. Referências Bibliográficas

ALMEIDA, L. Q. Riscos ambientais e Vulnerabilidades nas cidades brasileiras: conceitos, metodologias e aplicações. E. UNESP, 2012. Cultura Acadêmica. 2015p.

BARBOSA, I.R.; SILVA, L.P.; Influência dos determinantes sociais e ambientais na distribuição espacial da dengue no município de Natal-RN. Revista Ciência Plural. v.1, n.3, 2015, p. 62-75.

CASTRO, M.B.; ALMEIDA, R.B.; SANTOS, L.S.; COSTA, R.C. Clima urbano e risco de dengue em Manaus. In: Riscos, Vulnerabilidades y resiliência socioambiental para enrentar

los câmbios globales. Eje 5 – Desastres naturales, riesgos y vulnerabilidades em América Latina Y Península Ibérica. Santiago (Chile): 2014, p. 1027-1035.

GUIATTI,l l.; FREITAS, C.M.; DESMOULIÉRE, S.J.M.; MEDEIROS, M.S.; SILVA, M.B.C.; CHAGAS, M.B.R. Manaus, Cidade-Região e Capital da Amazônia modelo de desenvolvimento e pressões sobre os ecossistemas, seus serviços e saúde humana. In: Sustentabilidade, ambiente e saúde na cidade de Manaus. Eds. Edua, Fiocruz, Manaus., 2015, p. 49-72.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo demográfico. Manaus, 2010.

JUNIOR, A.J.; MENDONÇA, F. A problemática da dengue em Maringá-PR: Uma abordagem socioambiental a partir da epidemia de 2007. Revista Hygeia. v.8, n.15, 2012, p. 157-176.

MENDONÇA, F.A. S.A.U. – Sistema Ambiental Urbano: uma abordagem dos problemas socioambientais da cidade. In: Impactos socioambientais urbanos. Ed. UFPR, Curitiba, 2004, p.185-207.

MENDONÇA, F. A., SOUZA, A. V., DUTRA, D. A. Saúde pública, urbanização e dengue no Brasil. Revista Sociedade & Natureza. v.21, n.3 , 2009, p. 257-269.

SANTOS, L.S.; COSTA, R.C; CASTRO, M.B. A incidência de dengue e os fatores sociais em Manaus-Am. In: XVI Simpósio de Geografia Física e Aplicada. Territórios Brasileiros: Dinâmicas, potencialidades e vulnerabilidades. 4. Dinâmica da paisagem, recursos naturais e planejamento ambiental em áreas rurais e urbanas. Teresina, Piauí: 2015a, p. 2014-2013.

SANTOS, L. S. Clima urbano e dengue (2000-2012) na cidade de Manaus-Am. Manaus, Amazonas. 2016. 181 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Amazonas. Manaus, 2016b.

SEMSA - Secretaria Municipal de Saúde. Série histórica das notificações de dengue e Levantamento Rápido por Aedes aegypti. Manaus, 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

RISCO GEOTÉCNICO NA PLANÍCIE URBANA DA BACIA DO TUCUNDUBA EM BELÉM-PA

Jéssica Pinto Assunção [(a)]

[(a)] Faculdade de Geografia e Cartografia, Universidade Federal do Pará, jessica.assuncao1996@gmail.com.

Eixo: Riscos e desastres naturais

Resumo

A expansão da fronteira urbana sem critérios técnicos adequados, associada à segragação sócio-espacial na sociedade capitalista, impulsionaram a ocupação desordenada de áreas geomorfologicamente frágeis ao uso urbano. Esse processo de ocupação do espaço tem gerado resultados negativos, como é o caso da instalação de áreas de risco geotécnico. Tendo em vista que o processo de urbanização da cidade de Belém do Pará aconteceu de forma rápida e desordenada, o que impulsionou a ocupação de moradias em ambientes físicos caracterizados como frágeis ao uso e ocupação, este trabalho procura levantar quais os impactos geotécnicos causados pelos conjuntos de riscos geológicos/geomorfológicos, e ainda, analisar os impactos ambientais e sociais que afetam a planície urbana de Belém do Pará

Palavras chave: Risco, urbanização, geotecnia, impactos.

1. Introdução

A cidade de Belém do Pará está localizada em plena zona equatorial, em uma bifurcação entre o Rio Guamá e a Baia do Guajará, no lado direito do Delta do Rio Amazonas, caracteriza-se por um grande depósito aluvionar, enquadrada no contexto da bacia sedimentar amazônica, oriunda de sedimentos provenientes da era Cenozóica, períodos Terciário nas grandes profundidades e Quaternário nas formações mais superficiais, em perfis geotécnicos geralmente erráticos, com muita presença de argila mole e muito mole e com material orgânico, em camadas muitas vezes intercaladas por outras de maior resistência do tipo arenosa, siltosa ou mista (OLIVEIRA FILHO, 1981). O solo da cidade de Belém

apresenta baixa qualidade geotécnica, pois o perfil típico da topografia da cidade pode ser descrito como terrenos baixos e alagadiços e terras firmes de cotas mais elevadas, fatos que prejudicam a ocupação e construção de edficações, mas ainda assim não impediu que o processo de urbanização da cidade se intensificasse de maneira desordenada. De acordo com OLIVEIRA, Janete, FRANÇA, Carmena e BORDALO, Carlos (2005), a cidade se espraiou horizontalmente em direção à periferia, sobretudo, a partir da década de 70, assim como, se expandiu também, verticalmente, com maior força, na década de 80.

Diante do exposto, é importante abordar como categoria de análise o conceito de risco, pois sutentado em CASTRO, Cleber, PEIXOTO, Maria e RIO, Gisela (2005), o risco pode ser associado a priori as noções de incerteza, exposição ao perigo, perda e prejuízos materiais, econômicos e humanos em função de processos de ordem "natural" (tais como os processos exógenos e endógenos da terra) e/ou daqueles associados ao trabalho e às relações humanas.

O meio natural impõe obstáculos para a ocupação de certas áreas, mas é o meio social, ao ocupar as áreas naturalmente susceptíveis, que acaba provocando o surgimento do risco. Dessa forma, trazendo a análise para o contexto urbano de uma metrópole, as áreas desvalorizadas do espaço urbano são as ambientalmente mais frágeis à ocupação e susceptíveis ao desenvolvimento de processos de dinâmica superficial desencadeadores de risco, o que motiva a análise do risco geotécnico, geológico e geomorfológico na planície urbana de Belém-PA.

2. Materiais e Métodos

Para a realização do presente trabalho, os dados foram coletados através de revisão bibliográfica de livros, revistas e artigos que contemplam o tema sobre risco ambiental, geotecnia e risco geológico e geomorfológico. Um material muito importante que foi muito esclarecedor na análise do presente artigo foi o projeto básico de aterramento de áreas urbanas

alagadas de Belém do Pará: drenagem e pavimentação de áreas específicas da Prefeitura Municipal de Belém.

Foi realizada a delimitação da área de pesquisa e trabalho de campo na mesma, ao qual corresponde a uma região de baixada que faz parte da Bacia do Tucunduba, mais especificamente no canal José Leal Martins, um dos afluentes do igarapé do Tucunduba, localizado no bairro do Marco. Coletamos fotos das edificações e entrevistamos alguns moradores para tomar conhecimento sobre o histórico de intervenções de infraestrutura da prefeitura na área.

3. Resultados e discussões

Abordamos a ação antrópica como um dos principais elementos que causam o risco, pois a ocupação desordenada e intensa do espaço geram uma série de consequências, que atingem o meio ambiente, sociedade, solo e relevo. No processo de expansão urbana de Belém as ações antropogênicas trazem consequências até hoje, segundo Segundo Silva et al (2017), o processo de ocupação foi construído baseado em palafitas e, para promover o acesso da população, o local paulatinamente foi sendo aterrado com lixo, caroço de açaí, serragem e piçarra. As áreas urbanas consolidadas já perderam suas características naturais, pois os aterros e a impermeabilização do solo é tão presente que o descaracteriza, os processos pedogenéticos responsáveis pela formação e desenvolvimento do solo são substituídos pela ação do homem que retira e adiciona materiais ao meio ambiente.

A população de baixa renda que ocupa essas áreas topograficamente mais baixas, para fugir dos constantes alagamentos, deposita diversos tipos de materias para servir de aterro, materiais esses que são inadequados e pejudiciais para o escoamento da água, outro fator é a grande quantidade de material depositado no solo, pois o aumento do peso sob o solo da planície alagável causa grande pressão principalmente em períodos de cheia, o que pode causar a subsidência desses terrenos inconsolidados.

O tombamento das residências é o risco que tras a "possibilidade de perdas", pois de acordo com CASTRO, Cleber et al (2005), a existência de um risco só se constituí quando há a valorização de algum bem, material ou imaterial, pois não há risco sem a noção de que se pode perder alguma coisa. A planície periférica da bacia do Tucunduba apresenta um terreno de elevada instabilidade e baixa capacidade de suporte, esses fatores quando somados à enchentes, alagamentos e aterros inadequados causam a instabilidades das edificações construídas, causando grandes rachaduras, tombamentos e possível perda do imóvel.

Figura 1 – Evidente desnível do solo com o piso da residência, causado devido a grande quantidade de material depositado para o aterro do terreno.

Figura 2 – Tombamento de residência devida gradual subsidência do terreno.

Em Belém, as planícies tecnogênicas tornaram-se áreas críticas devido aos processos de enchentes e inundações associadas a áreas de alta densidade populacional, são zonas que estão sujeitas a danos da integridade física e a perdas materiais permanentes. Os problemas geotécnicos da planície afetam centenas de moradias da população de baixa renda que sofre com problemas de subsidência com perdas permanentes da infraestrutura de suas moradias. LUZ, Luziane Mesquita da, et al (2018).

4. Considerações finais

Os impactos ambientais, sociais e estruturais gerados em um área antropizada são inúmeros, podemos destacar o desmatamento, lixo, poluição, alagamentos, fissuras, fraturas, crateras no solo, etc. A lista de riscos induzidos por atividades humanas são muito extensas, e a cidade de Belém, em conjunto com o crescimento demográfico e intensa urbanizaçã do sítio se tornou vulnerável aos mais diversos tipos de riscos geológicos, geomorfológicos e geotécnicos.

As características urbanas precárias ficam ainda mais evidentes, pois este é um problema secular que até hoje não tem a devida atenção dos órgãos públicos competentes e gestores da cidade. Dessa forma, o conceito de risco abordado como categoria de análise neste trabalho nos mostra que não se pode pensar em risco sem considerar alguém que corre risco, ou seja, a sociedade.

5. Referências Bibliográficas

Belém dos 400 anos: Análises geográficas e impactos antropogênicos na cidade. Chistian Nunes da Silva ... [et al], organizadores_ Belém: GAPTA/UFPA, 316 p, 2017.

CASTRO, C. M. de, PEIXOTO, M. N. O, RIO, G. A. P. do. Riscos Ambientais e Geografia: Conceituações, Abordagens e Escalas. Anuário do Instituto de Geociências, UFRJ, 2005.

OLIVEIRA FILHO, Ubirajara Marques. Fundações profundas. Belém, 1981.

OLIVEIRA, J. M. G. C. de, FRANÇA, C. F e BORDALO, C. A. L. A verticalização em Belém-Pará, Brasil, nos últimos trinta anos: a produção de espaços segregados e as transformações socio-ambientais. Anais do X Encontro de Geógrafos da América Latina, Março, 2005, Universidade de São Paulo.

PENTEADO, A. R. Belém – Estudo de geografia urbana. Belém: Edufpa., 1968, 2 vols., (Coleção Amazônica, Série José Veríssimo).

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 À INUNDAÇÃO NA ÁREA URBANA DO MUNICÍPIO DE ASSÚ-RN, BRASIL.

Gilciane Kariny da Costa Frutuoso[(a)], Marina Ribeiro Teixeira [(b)], Alfredo Marcelo Grigio[(c)]

[(a)] Discente do Mestrado Acadêmico de Geografia/ Universidade Estadual do Rio Grande do Norte, Email:frutuosogilciane02@gmail.com
[(b)] Discente do Curso de Gestão Ambiental/ Universidade Estadual do Rio Grande do Norte, Email: marinarts12@gmail.com
[(c)] Prof. Dr do Programa de Pós-graduação em Geografia/Faculdade de Ciências Econômicas-FACEM, Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Email:alfredogrigio1970@gmail.com

Eixo: Riscos e Desastres Naturais

Resumo

Os desastres naturais podem ser acompanhado constantemente nos jornais que apresenta-se como fenômenos naturais que atingem áreas ou regiões habitadas pelo homem, causando-lhe danos e situações de perigos, com base em estudos realizados por Medeiros (2018), Costa et, al. (2015), Costa (2012) na microrregião do Vale do Açu, estado do Rio Grande do Norte. O presente artigo abordará o risco de inundação na área urbana do município de Assú/RN. A metodologia empregada está baseada na proposta de Julião et. al. (2009), trabalhar-se-á somente com a aplicação da variável declividade no ambiente urbano, auxiliando assim na elaboração do Plano Municipal Emergencial – PME e na revisão do Plano Diretor Municipal – PDM no planejamento e ordenamento do território. Portanto, este artigo levará aos órgãos competentes a proposição de medidas de redução e mitigação de áreas de risco à inundação, com a articulação de políticas públicas de prevenção de desastres ambientais.

Palavras chave: Risco; Inundação; Urbano.

1. Introdução

Os desastres naturais podem ser acompanhado constantemente nos jornais, sejam eles locais, regionais, nacionais e até mesmo internacionais. Diante disso, vivemos a merces de constantes desastres naturais que segundo Tominaga, et, al. (2009), são fenômenos naturais que atingem áreas ou regiões habitadas pelo homem, causando-lhe danos e situações de perigos. Conforme a Defesa Civil Nacional (2017, p.22), o desastre é tratado como sendo o "resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem, sobre um ecossistema

(vulnerável), causando danos humanos, materiais e/ou ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais".

Sendo assim, só se classifica um evento como um desastre quanto esse afeta uma sociedade trazendo danos e prejuízos sociais, econômicos e ambientais, caso isso não ocorra tal situação é tratada como um evento natural. E dentre os diversos tipos de risco na sociedade, para Dagnino e Carpi Jr (2007), enfatiza os riscos naturais, tecnológicos e sociais. E esse estudo se propõe a tratar em específico do risco natural, ou seja, os eventos ou acontecimentos classificados como inundações.

Em função da problemática, o objetivo do artigo abordar o risco na área urbana do município de Assú, localizado na microrregião do Vale do Açu, estado do Rio Grande do Norte, compreenderá, a inter-relação entre a malha urbana e a acumulação potencial de escoamento superficial, recorrendo de acontecimentos ou eventos hidrológicos no que concerne a inundação.O trabalho submetido passará pela apreciação da Comissão Científica e o autor será notificado do aceite (com ou sem modificações) ou recusa do trabalho.

2. Materiais e métodos

O método utilizado para este artigo, tem como intuito a proposta de Julião et, al. (2009), orienta que esta avaliação deve ter sempre por base a totalidade da bacia hidrográfica e os componentes que diretamente influenciam a susceptibilidade natural, apresentando a proposta de variáveis tais como: a área de acumulação potencial do escoamento superficial (dimensão da área de drenagem e a definição da magnitude da própria rede de drenagem), a permeabilidade (relação entre a água infiltrada e a água disponível para o escoamento direto) e o declive (fundamental no dinamismo do escoamento superficial).

Nessa etapa, trabalhar-se-á com a aplicação da variável declividade sob a perspectiva de auxiliar na elaboração de um Plano Municipal Emergencial - PME e na revisão do Plano Diretor Municipal – PDM para um planejamento e ordenamento territorial. Para isto utilizou o levantamento do acervo teórico e conceitual, conforme os trabalhos realizados por Medeiros (2018), Costa et, al. (2015) e Costa (2012), no que diz respeito, a aplicação da identificação e

mensuração de risco a inundação, afetando diversas comunidades que vivem em áreas de riscos e de vulnerabilidade devido aos eventos de inundação. Portanto, tendo como embasamento a utilização do relatório da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM (2013), apresentando a delimitação de 4 setores de risco que identifica a problemática de risco de inundações que tomaremos como base na análise das áreas dos bairros que estão inseridos neste setor de risco e os valores de declividade neste ambiente.

3. Resultados e discussões

Na representação do mapa de declividade (**Figura 1**), observa-se a área urbana do município de Assú, destacam-se as áreas de relevo plano que corresponde especificamente entre parte do bairro Farol, seguido dos bairros São João, parte do Centro, Bela Vista e Casa Forte, apresentando uma variação de 0 à 4 %. De acordo com Medeiros (2018), quando ocorrem as inundações as primeiras ruas a serem atingidas são a Rua José Leão (bairro São João) e a Moisés Soares (bairro Centro), que são próximas ao leito do rio Piranhas-Açu.

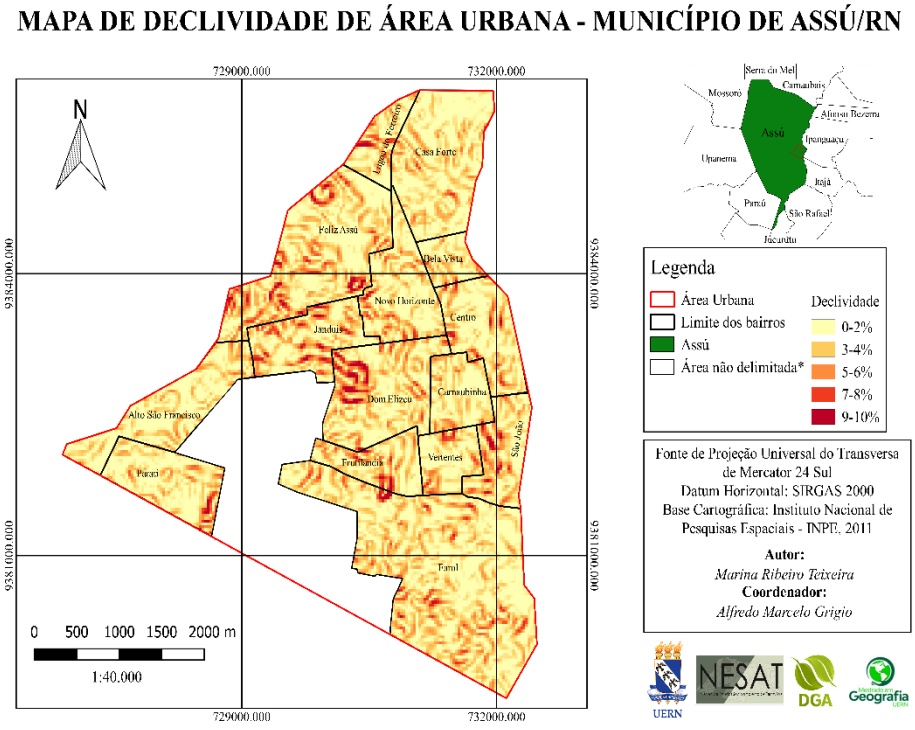


Figura 1 – Declividade da Área Urbana do município de Assú/RN.
Fonte: Marina Ribeiro Teixeira, 2019.

Nestas áreas consideravelmente plana, apontado por Costa (2012), menciona-se que a área urbana de Assú, encontra-se parcialmente inserida na planície de inundação do rio Piranhas-Açu, apresentando dados de uma altitude que varia de 30 a 76 metros no sentido leste a oeste, mostrando a recorrência de inundações nestas áreas em específico aos bairros do Centro, São João e Bela Vista e Casa Forte (**Figura 2-A**), dos quais constataram-se alguns transtornos referentes a alagamentos (**Figura 2-B**) em pontos críticos da malha urbana que tem se intensificado, trazendo impactos e danos materiais a população (**Figura 2-C**).

Figura 2 – (**A**). Inundação na área urbana do município de Assú/RN, 2008. (**B**) Alagamento em umas das principais vias de circulação da cidade, 2018. (**C**) Desabamento da residência com o acúmulo de águas pluviais em janeiro de 2017 . **Fonte:** Arquivo dos autores, 2018.

Os resultados acima enfocaram que muitos dos fatores que possam determinar esse risco à inundação a população desta área é a construção irregular nestas áreas já consideradas de risco, mas que quando foram construídas não existia a Lei do Parcelamento do Solo Urbano. Com isso, os alagamentos são determinados pela ineficiência e inadequação do sistema de drenagem pluvial (embora que algumas medidas estão sendo tomadas como ampliação das estruturas de escoamento superficial), somada ao descarte indevido de resíduos sólidos (lixo) nas vias pública, ocasionando o entupimento dos bueiros, a impermeabilidade do solo e o acúmulo de água da chuva advindo das áreas mais elevada da malha urbana, agravando os pontos de alagamentos durante o período de chuva.

4. Considerações finais

A área urbana do município de Assú é caracterizada de forma abrangente por um relevo plano, apresentando chuvas concentradas que passa dos 100 milímetros diários que favorecem o rápido escoamento superficial, associada ao aumento da urbanização,

impermeabilização do solo que facilita o aumento da velocidade do escoamento superficial, trazendo como consequência, a ocorrência de alagamentos concentrado em alguns pontos da cidade. Mas tendo em vista que para os efeitos da urbanização, é necessário a aplicação de medidas de redução e mitigação de áreas de risco a inundação, tendo como suporte o ajustamento para estas áreas, adequando uma melhor qualidade de vida para à população e ao meio ambiente. Com isto, este artigo levará aos órgãos competentes a proposição de medidas que vise à redução e mitigação dessa problemática com a articulação de políticas públicas de prevenção de desastres ambientais.

5. Referências Bibliográficas

COSTA, J.R.S.C. **Análise da vulnerabilidade e gestão de risco a desastres por inundação em municípios do Vale do Açu/RN**. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa/PB, 2012.

COSTA, J.R.S.C; SILVEIRA, A. H. M; FILGUEIRA, H.J.A. Avaliação do Manejo de Desastres e Proteção Financeira à Inundação no Vale do Açu/RN. **Revista Holos**, Natal/RN, Ano 31, Vol.5, p.34-43, 2015.

CPRM - Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais. **Ação emergencial para delimitação de áreas em alto e muito alto risco a enchentes, inundações e movimentos de massa: Assú, RN**. Ministério de Minas e Energia, Brasília/DF, 2013.

DAGNINO, R.S; CARPI JR.S. "Risco ambiental: conceitos e aplicações". **In Climatologia e Estudos da Paisagem**. Rio Claro, v.2 n.2, p.50-87, 2007.

DEFESA CIVIL NACIONAL. **Glossário de Proteção e Defesa Civil**. Manual de Proteção e Defesa Civil, 5ª Ed. Brasília: Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil, 2017.

JULIÃO, R. P; NERY, F; RIBEIRO, J. L; BRANCO, M. C; ZÊZERE, J. L. **Guia metodológico para a produção de cartografia municipal de risco e para a criação de sistema de informação geográfica (SIG) de base municipal.** ANPC, Lisboa, 2009.

MEDEIROS, M.D. **Eventos Hidroclimáticos Extremos e Vulnerabilidade Socioambiental a Inundações No Baixo – Açu-RN**. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza/CE, 2018.

TOMINAGA L. K. (Org.) **Desastres naturais:** conhecer para prevenir. 1. ed. São Paulo: Instituto Geológico, 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

RISCOS DE INUNDAÇÃO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CACHOEIRA, BRASIL: ANÁLISE A PARTIR DO MODELO HAND

Kaique Brito Silva [(a)], Raul Reis Amorim [(b)]

[(a)] Instituto de Geociências da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. kaiquesilva@ige.unicamp.br

[(b)] Instituto de Geociências da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. raulreis@unicamp.br

Eixo: RISCOS E DESASTRES NATURAIS

Resumo

Cidades inseridas na Bacia Hidrográfica do rio Cachoeira, região Sul da Bahia, são constantemente atingindas por inundações devido a configurações que vão desde o clima tropical, feições de relevo, chegando até a falta de governança de riscos e desastres. O objetivo do trabalho foi identificar através do modelo geográfico HAND, quais são as áreas que realmente detém de suscetibilidade a inundações ao longo da bacia hidrográfica. No total, a classe que representa "suscetibilidade alta" detém cerca de 2.000 hectares, sobretudo as margens dos rios Salgado, Colônia e Cachoeira. Esta mesma classe representa 70% das áreas urbanas mapeadas. Os resultados contribuem para atestar cartograficamente o contexto ambiental das inundações, que ocorrem periódicamente nas cidades de Itabuna, Itapé, Ibicaraí, Floresta Azul e Itororó.

Palavras chave: Inundações; suscetibilidade, Sul da Bahia, modelo hidrológico.

1. Introdução

Eventos de enchentes e posteriores inundações podem ser atualmente compreendidos a partir uma escala de paisagem, isto é, vistos e compreedidos "de cima" devido ao melhoramento do mapeamento de áreas com determinada suscetibilidade (SILVA et al., 2015; AMORIM, et al., 2017). Nas duas primeiras décadas do século XXI, as principais publicações científicas sobre riscos e desastres a partir de inundações trazem consigo diversas formas de mapeamento do relevo

que são traduzidas como indicadores de cenários de risco iminente. Exemplos dessa diversidade são os trabalhos da chamada "cartografia das enchentes e inundações", que destacadamente têm estudos de caso em localidades de clima chuvoso ao longo do ano (COSTA et al., 2018). Como indicativo dessa linha de pesquisa, observa-se o trabalho Amorim et al. (2017), que analisou as condições de bacias hidrográficas no Rio de Janeiro e identificou locais suscetíveis segundo o cruzamento de atributos socioambientas; Já Colombo et al. (2018) e Fontão et al., (2018) estudaram bacias hidrográficas nos estados de Minas Gerais e no Espírito Santo considerando, sobretudo, o mapeamento de estruturas urbanas sobre cenários de instabilidade geológica (encostas).

Atualmente é possível realizar mapeamento de riscos de inundações com auxílios de modelos hidrológicos, como é o caso do HAND (Height Above the Nearest Drainage ou Altura Acima da Drenagem mais Próxima). Através do cruzamento de dados topograficos e hidrológicos em sistemas de informações geográficas, o mesmo disponibiliza detalhadamento os contornos geográficos de áreas com alta, média ou baixa suscetibildiade de inundações. O grande destaque desse modelo são as posteriores análises ambientais que colhem dados gerados e relacionam com o uso da terra de determinada bacia hidrográfica. Isso permite, em níveis detalhados, entender o comportamento do acúmulo de água em períodos de chuva forte, e tomar decisões para gerir essas áreas e antever desastres. A principal pesquisa sobre o HAND e suas funções e desenvolvimento é de Nobre et. Al. (2016), que possibilitou a prefeitura de Blumenau – SC utilizar representações espaciais detalhadas das áreas com alto risco de inundaçoes.

Nesse contexto, o objetivo central dessa pesquisa foi aplicar o modelo HAND para a Bacia Hidrográfica do rio Cachoeira, Nordeste do Brasil. Inserida em clima tropical, historicamente apresenta problemas relacionados a inundações nas cidades ao longo das margens dos rios principais. Existe uma demanda bibliográfica que revele os contornos de inundações na área.

ISBN: 978-85-7282-778-2

2. Metodologia

2.1 Contexto da BHRC

A bacia hidrográfica do rio Cachoeira localiza-se no sul do estado da Bahia, Nordeste do Brasil. Tem centróide nas coordenadas 15º2'S e 39º30' W (Figura 1) e drena uma área de 4.222 km². Seus principais rios são Colônia, Salgado e Cachoeira. Essa bacia hidrográfica fornece água para o abastecimento público de cerca de 500.000 habitantes distribuídos nas cidades de Itororó, Itajú do Colônia, Ibicaraí, Floresta Azul, Itapé, Ilhéus e Itabuna, tendo a ultima a maior população, estimada em 220.300 habitantes (IBGE, 2015). Segundo Silva et al. (2018b), prevalece na área os tipos climáticos Af e Aw, classificados como Tropical Úmido de Floresta e Subúmido, respectivamente, e ambos sem estação seca definida. Segundo Thornthwaite (1948), Alvares, Stape e Sentelhas (2013) e Silva et al. (2016), esse clima caracteriza-se também pelas métricas de temperatura média de 24ºC, e precipitação anual acima de 2.000 mm. Ainda segundo os autores, os valores de chuva indicam que essa região é um domínio com níveis pluviométricos similares ao clima Amazônico.

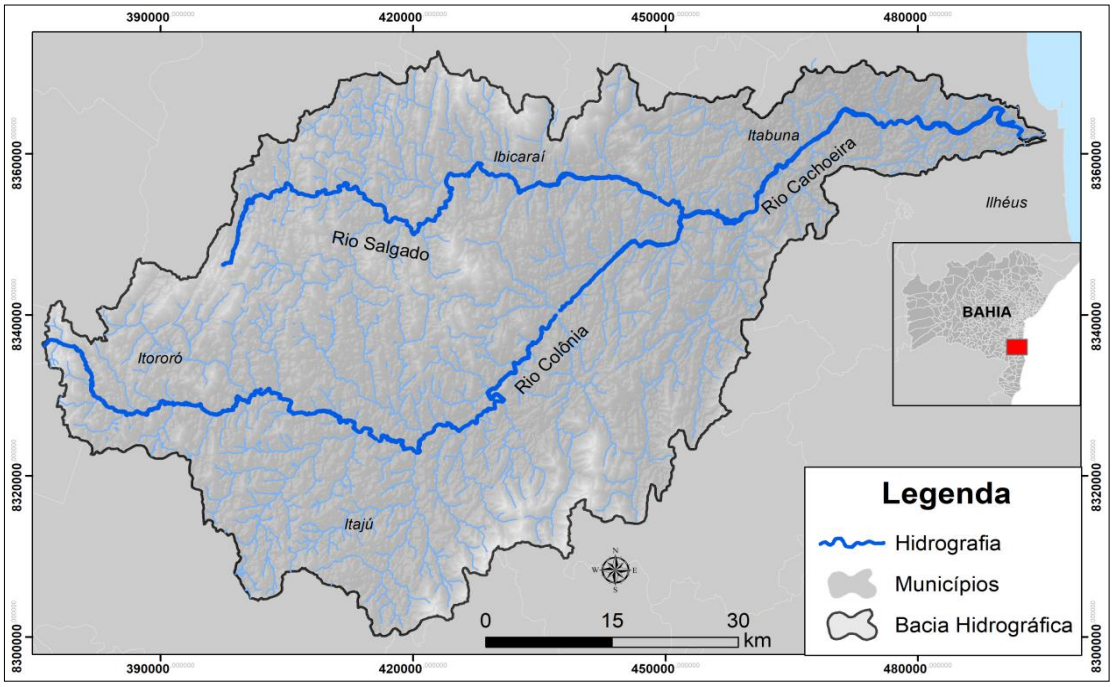


Figura 1 – Bacia Hidrográfica do rio Cachoeira

ISBN: 978-85-7282-778-2

Os rios da bacia hidrográfica do rio Cachoeira drenam uma litologia constituída predominantemente de rochas ígneas intrusivas, da família do Ortognaisse (Maciços Cristalinos Pré-Crambianos). Segundo Silva e Amorim (2018) e Silva *et al*., (2018), compõem basicamente dois grandes grupos: o cinturão Itabuna\Itapetinga e o Complexo Ibicuí, que afloram como ocorrências de Tonalitos, Charnockitos, Sienitos, Quartizitos e Basaltos. Esse litotipo condiciona uma hidrologia fissural e molda em aproximadamente 80 % a hidrografia para o tipo Dentrítica.

2.1 Aplicação do Modelo HAND

A aplicação do HAND é dada em dois momentos, sendo o primeiro a elaboração do Modelo Digital de Elevação (MDE), e por fim a classificação dos limites com suscetibilidade a inundações. Foram utilizadas a cartas topográfica da Bahia de escala 1:100:00, especificamente as folhas Camacan (SD-24-Y-D-III), Itabuna (SD-24-Y-B-VI) (SUDENE, 1977b), Ibicaraí (SD-24-Y-B-V) (SUDENE, 1977c), Itapetinga (SD-24-Y-D-I) (SUDENE, 1977d), Itaju do Colônia (SD-24-Y-D-II), que compreende os limites da área em estudo. Dessas cartas, selecionaram-se os vetores "pontos cotados", "curvas de nível" e "rede de drenagem". Gerou-se um MDE através da ferramenta *Topo To Raster* no Sistema de Informação Geográfica (SIG) ArcGIS 10.5.1.

No SIG *TerraHidro*, foi discretizado o MDE gerado em parâmetros para alimentar o HAND. Os parâmetros que o modelo requer são: Fill (Preenchimento de Depressões); Flow Direction (Direção de Fluxo); Flow Accumulation (área Acumulada); e Stream Definition (Definição da Rede de Drenagem Raster). Os parâmetros são arquivos raster que, processados juntos, geram a representação final do modelo. Posteriormente, esse raster foi classificado com objetivo de representar, por gradação de cores, os intervalos que indicam o potencial de inundação em cada polígono gerado. O arquivo final desse geoprocessamento é no formato *.tif*. De volta ao ArGis 10.5.1, a imagem raster do modelo foi reclassificada, agrupando em cores diferentes as respectivas classes de Alta, Média e Baixa suscetibilidade a inundações. Por fim, com a ferramenta *Reclass* (reclassificação em Análise Espacial), a imagem raster foi convertida para o formato vetorial, onde se calculou a área em hectares de cada classe de susceibilidade.

ISBN: 978-85-7282-778-2

3. Resultados e Discussões

3.1 Níveis de Suscetibilidade da BHRC

Os resultados estimados pelo modelo demonstram que aproximadamente 30% da bacia hidrográfica do rio Cachoeira se enquadram na classse definida como "alta suscetibilidade". Em números geográficos, isso significa que 123.251,52 hectares pertencem ao contexto de elevados riscos de enchentes, e posteriores inundações. Observando a Figura 2, é possível compreender que o comportamento dessas ocorrências é um padrão que relaciona a presença de rios a partir da 2ª ordem hierárquica com fundos de vale. Isso ocorre em todos os cursos da área em estudo. Dessa forma, tanto as áreas de vale encaixado no alto e médio curso da bacia, quanto às planícies mais próximas ao exutório, detém de áreas com elevada suscetibilidade apontadas pelo HAND.

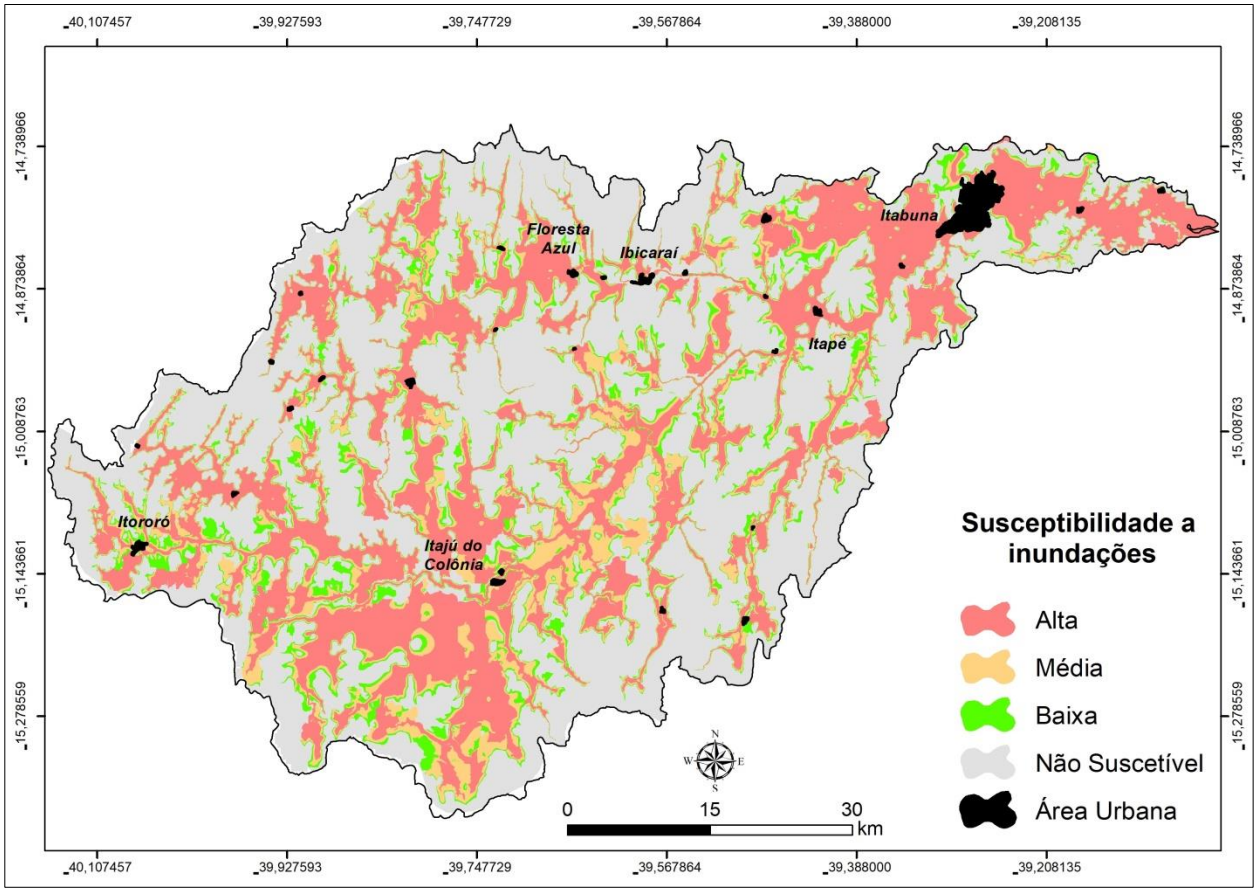


Figura 2 – Suscetbilidade a inundações na bacia hidrográfica do rio Cachoeira.

As classes de "média" e "Baixa" suscetibilidade compõem cerca de 20% do total das classes mapeadas (Tabela 1): áreas com suscetibilidade mediana se localizam nos perímetros das áreas com elevados riscos de enchentes, e de baixo risco são zonas a montante das citadas. Basicamente, as classes de "média" suscetibilidade são contornos topográficos que dividem as áreas de alto e baixo risco, tendo seus nuances diretamente ligados às formas de relevo. Isso significa geograficamente, segundo o modelo, que essas áreas serão inundadas em eventos extremos de precipitação, bem como as zonas de baixa suscetibilidade. Segundo Silva et al., (2016) e Silva et al., (2018b), chuvas intensas na região são aquelas que apresentam valores acima de 300 mm em um período de dez (10) dias. Observando os dados topográficos inseridos no processamento do HAND, nota-se que as encostas de morros até 20º são sinôminos dessas áreas. A grande exceção são as áreas da bacia hidrográfica do rio Cachoeira identificadas como brejos, que são partes rebaixadas da paisagem não conectadas com a rede hidrográfica, ou seja, são sistemas lenticos. Isso significa novamente que a suscetibilidade estará ligada a períodos de precipitações intensas.

Tabela I – Métricas das classes de suscetibilidade

Classe	Área (ha)	Percentual (%)
Alta	123.251,52	29,07
Média	48.424,46	11,42
Baixa	30.753,73	7,25
Não susceptível	221.571,41	52,26

A classe "não susceptível" predomina em toda a bacia hidrográfica do rio Cachoeira (dimensão dobrada em relação à soma das classes de risco). Isso é traduz um contexto geomorfológico composto majoritariamente por morros e serras, conforme as publicações de Mattos et al. (2018) e Silva et al. (2018b). Considerando somente as áreas identificadas como suscetíveis, a classe "alta" representa 61% por cento do total, enquanto as classes "média" e "baixa" 24% e 15% respectivamente. Segundo Amorim et al., (2017) essa volume acima de 50%

ISBN: 978-85-7282-778-2

de áreas com elevada suscetibilidade a inundações são números que indicam uma considerável vulnerabilidade a inundações em uma bacia hidrográfica.

3.2 Implicações nas áreas urbanas

O que os resultados do HAND possibilitam para a bacia hidrográfica do rio Cachoeira é uma constatação sistematizada dos eventos de inundações que observamos ao longo de décadas na região, que afetam cerca de 500.000 pessoas em períodos de chuvas intensas. Por se tratar de uma região que predomina um clima tropical úmido (SILVA et al. 2018b), é comum uma retratação de perdas (humanos e materias) nas cidades de Itabuna, Itapé, Ibicaraí e Floresta Azul em função do repentino aumento nos níveis de vazão dos rios que perpassam essas cidades. Dessa forma, as populações ribeirinhas sempre são condicionadas a situações de riscos iminentes. O único trabalho bibliográfico acerca de inundações e enchentes na bacia hidrográfica do rio Cachoeira trata apenas de um trecho urbano na cidade de Itabuna, realizado por Hora e Gomes (2009). Ao longo do rio Cachoeira, os autores identificaram de forma analógica (através de cartas topográfcias impressas) as cotas de altura do relevo e inferiram evetuais áreas de riscos para os ribeirinhos.

Figura 2 – A) Danos em Itapé (2016); B) Situação de inundação em Itabuna (2018)

Em termos de dimensões, a sobreposição entre as áreas urbanas e as áreas classificadas como alta suscetibilidade mostram um percentual de 71.6 %. A tradução desse valor indica uma altíssima

urbanização sobre áreas de várzea, ribeirinhas. A clássica necessidade de acesso a água em núcleos urbanos, a ausência de sistemas de abastecimentos eficazes e sobretudo a ausência de planos diretores de crescimento nessas cidades, são os principais fatores que contribuem para esse cenário de uso da terra na bacia hidrográfica do rio Cachoeira. No total, a toda a bacia hidrográfica em estudo detém de 1926,59 hectares de cidades sobre áreas de riscos identificados.

Tabela I – Área urbana sobre áreas de alta suscetibilidade

Área Urbana Susceptível	Área (ha)	Percentual (%)
Alta	1.926,59	71,6
Média	230,11	8,3
Baixa	531,91	20,1
Total	2.688,61	100

Em trabalhos de campo nas cidades da bacia hidrográfica do rio Cachoeira, além do cenário apresentado na Figura 3, é possível identificar na paisagem elementos que indicam a ocorrência de inundações que ocorrem de forma cíclica ao longo de um período, no mínimo, bianual. Considerando a metodologia apresentada por Amorim et al., (2017), dentre os elementos identificados nos trabalhos de campo elencam- se: (1) marcas das inundações anteriores nas edificações habitadas e/ou utilizadas como estabelecimentos comerciais; (2) áreas destruídas e não reconstruídas; (2) problemas ambientais decorrentes da falta de infraestruturas que agravam o efeito das inundações; (4) intervenção no canal para o extrativismo mineral; e (5) realização de obras para mitigar efeito das inundações. A excessão nesse apunhado está na cidade de Itabuna, onde o item 5 não foi observado.

Também são perceptíveis alguns problemas ambientais oriundos da falta de infraestruturas que agravam o efeito das inundações: o destaque, em todas as cidades, é a ausência de um completo saneamento básico, o que leva ao lançamento dos efluentes domésticos diretamente nos principais rios da bacia hidrográfica do rio Cachoeira. Como observado nas cidades de Floresta Azul e Ibicaraí, é um padrão em bairros ribeirinhos o lançamento de águas servidas (esgoto doméstico e

ISBN: 978-85-7282-778-2

rede pluvial) no rio Salgado. Como consequência, a presença de esgoto não tratado e do lixo no ambiente hidrográfico podem ocasionar doenças a população durante os episódios de cheias.

3. Conclusões

O modelo HAND demonstrou eficácia no mapeamento de áreas com eventuais riscos de enchentes e inundações. Aplicabilidade do modelo, dessa forma, é reconhecida como suficiente para mapeamento de áreas de risco a inundações em qualquer bacia hidrográfica que detenha de informações geográficas.

Para a bacia hidrográfica do rio Cachoeira, observamos que o contexto geográfico acentuam os eventuais riscos a inundação em todos os cursos da bacia hidrográfica. A posição das cidades de forma ribeira também é um destaque dessa análise. Com exceção de Itabuna, os demais municípios são considerados pequenos, e as ausências de receitas não possibilitam por si custear as obras de mitigação das inundações e as obras de prevenção a novos desastres. Itabuna, que conta com um PIB maior em relação às outras cidades, infelizmente também não lança mão de medidas de prevenção e gestão de desastres a partir das inundações. Existe uma tendência de continuidade de inundações a partir desse cenário de estado ambiental, que infelizmente é oriundo de décadas passadas.

4. Agradecimentos

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), processo nº. 2018/09401-1 pelo auxílio à pesquisa.

5. Referências Bibliográficas

AMORIM, R. R. REIS, C. H. FERREIRA, C. Mapeamento dos geossistemas e dos sistemas antrópicos como subsídio ao estudo de áreas com riscos a inundações no baixo curso da bacia hidrográfica do rio Muriaé (Rio de Janeiro–Brasil). **Territorium**, n. 24, p. 89-114, 2017.

COLOMBO, D. H. COVIZZI, F. VANZELA, L. S. Analysis morphometry and disponibility the water in watershed in ribeirão reserva, triangulo mineiro. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, vol. 12(1), p. 22-49. 2018

COSTA, A. CONCEIÇÃO, R. AMANTE, F. The floods and urban growth of Rio de Janeiro city: studies toward an cartography of urban floods. **Geo UERJ**, vol. 32, p. 25-85. 2018.

FONTÃO, P. A. B. ZAVATTINI, J. A. SHERIDAN, S. C. ARMOND, N. B. Gênese das chuvas em são paulo (sp): estudo comparativo entre a "spatial synoptic classification" e a" análise rítmica em climatologia". **Revista Brasileira de Climatologia**, vol. 23. 2018.

HORA, S. B. GOMES, R. L. Mapeamento e avaliação do risco a inundação do Rio Cachoeira em trecho da área urbana do Município de Itabuna/BA. **Sociedade & Natureza**, v. 21, n. 2, 2009.

MATTOS, J. B., SILVA, K. B., DA SILVA, R. J. Natural factors or environmental neglect? Understanding the dilemma of a water crisis in a scenario of water plenty. **Land Use Policy**, vol. 82, 509-517. 2019.

NOBRE, A. D. Luz Adriana Cuartas, Marcos Rodrigo Momo,Dirceu Luís Severo, Adilson Pinheiro, Carlos Afonso Nobre. HAND contour: a new proxy predictor of inundation extent. **Hydrological Processes**, vol.30, p. 320–333. 2016.

SILVA, K. B. AMORIM, R. R. REGO, N. A. C. A representação dos geossistemas com ênfase no estudo dos recursos Hídricos na Bacia Hidrográfica do rio Bachoeira, Brasil. **Revista Caminhos de Geografia** vol. 19, n. 67, p. 53–67. 2018 (b).

SILVA, K. B. AMORIM, R. R. Representação de Geossistêmas em Estudos de Arqueologia da Paisagem: Ambientes Ancestrais em Ilhéus, Nordeste do Brasil. **Revista Do Departamento De Geografia**, vol. 36, p. 91-103, 2018.

SILVA, K. B. AMORIM, R. R., MATTOS, J. B. Aspectos físicos da Bacia Hidrográfica do rio Salitre: uma contribuição para estudos de Geossistemas. **Acta Geográfica**, vol. 12(29), p. 33-45. 2018 (a).

SILVA, K. B. GOMES, R.L. REGO, N.A.C. Social And Environmental Hydrographics Implications Of The Land Use In The Plain And Coastal Boards Between Ilhéus And Olivença – Ba. **Journal Of Hyperspectral Remote Sensing**. vol. 5, p. 13-26. 2015

SILVA, K. B. REGO, N. A. C. SANTOS, J. W. B. COSTA, P. A. Identification of urban heat islands as a subsidy for creation of green areas. **Gaia Scientia**, vol. 10(4), p. 209-222. 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

RISCOS GEOLÓGICOS: ESCORREGAMENTOS NA ÁREA URBANA DO MUNICÍPIO DE ÓBIDOS/PA

Joselito Santiago de Lima [(a)], Luciana Martins Freire [(b)]

[(a)] Campus Óbidos / Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, joselito.lima@ifpa.edu.br

[(b)] Campus Universitário de Ananindeua / Faculdade de Geografia, Universidade Federal do Pará, lucianamf@ufpa.br

Eixo: Riscos e desastres naturais

Resumo

Este trabalho apresenta uma análise das áreas susceptíveis a ocorrência de escorregamentos na cidade de Óbidos/PA. A metodologia utilizada para o trabalho foi baseada em levantamentos bibliográficos, levantamento cartográfico e trabalho de campo. A cidade Óbidos está localizada na região oeste do Estado do Pará, margem esquerda do Rio Amazonas, região conhecida como garganta do Rio Amazonas. Geologicamente, está inserida nos domínios da Bacia Sedimentar do Amazonas pertencente à Formação Alter do Chão e no domínio geomorfológico dos Baixos Platôs da Amazônia Centro- Oriental. O solo é arenoso, bastante friável, o que o torna susceptível a processos erosivos acelerados combinados com a falta de infraestrutura básica e altas precipitações geram situação de risco de escorregamento e desabamento de casas nas áreas de encosta. Dessa forma, o objetivo principal deste trabalho é identificar as principais áreas de risco existentes no sitio urbano de Óbidos e suas implicações socioambientais.

Palavras-chave: Riscos Geológicos, Erosão, Escorregamentos, Impactos Socioambientais, Óbidos-PA.

1. Introdução

Nas últimas décadas os estudos sobre desastres naturais ganharam notoriedade no cenário nacional e passaram a ser cada vez mais presente na rotina das pessoas que habitam em áreas consideradas de risco de ocorrência desses fenômenos. De acordo com Oliveira (2010), desastre natural é todo fenômeno natural de grande intensidade, agravado ou não pela atividade humana. Os fenômenos associados a desastres naturais são decorrentes de fatores naturais diretamente ligados a dinâmica interna e externa da terra e fatores humanos.

No território brasileiro, assim como no Estado do Pará, não se verifica a ocorrência de fenômenos de elevada magnitude provocados pelas forças internas da terra, como: terremotos, vulcanismo e abalos sísmicos. no entanto, a ocorrência de desastres naturais no Brasil está associada a ação de agentes externos. Desse modo, os desastres naturais oriundos de fatores naturais são cada vez mais frequentes na Amazônia paraense, destacando-se a ocorrência de enchentes, inundação, estiagem processos erosivos e movimentos de massa, entre outros.

Desse modo, assim como em vários municípios brasileiros, o município de Óbidos (figura 1) devido a suas características físico-ambientais combinada com as formas de uso e ocupação do solo, em geral, ocupações irregulares em áreas de encostas e planícies de inundação, resultam na formação de áreas de risco a desastres naturais. “Ocupação de encostas sem nenhum critério técnico ou planejamento bem como a ocupação das planícies de inundação dos principais cursos d’água que cortam a grande maioria dos municípios brasileiros tem sido os principais causadores de mortes e das grandes perdas materiais” (BRASIL, p.01, 2012).

O Município de Óbidos pertence à região oeste do Estado do Pará e está localizado na margem esquerda do rio amazonas no trecho mais estreito e de maior profundidade do

ISBN: 978-85-7282-778-2

seu curso. Sua sede municipal, apresenta as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 01° 54' 7" Sul, Longitude: 55° 31' 11" Oeste. Óbidos possui uma extensão territorial de 28.021,443 km² e população estimada de 50.727 pessoas e está distante 1.100km da cidade de Belém, capital do Estado (IBGE, 2017).

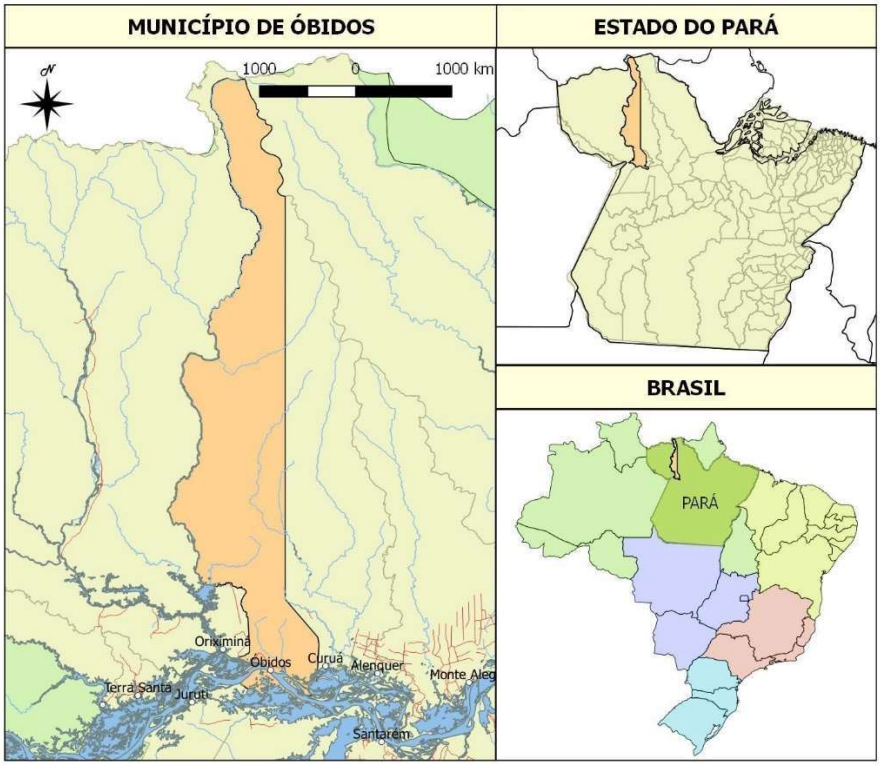


Figura 01 – Localização do município de Óbidos Fonte: Elaborado por Luciana Freire (2018)

Quanto as características dos componentes ambientais, Óbidos está inserida geologicamente nos domínios da Bacia Sedimentar do Amazonas, pertencente à Formação Alter do Chão (K2E1ac), Coberturas Superficiais Cenozoicas e Erepecuru-Trombetas, as quais são compostas por diversas litologias (CPRM, 2008). No que se refere a geomorfologia, o município está inserido nos domínios geomorfológicos dos Baixos Platôs da Amazônia Centro-Oriental, Planaltos Dissecados da Borda Norte da Bacia do Amazonas,

Superfícies Aplainadas do Norte da Amazônia e Planaltos Residuais do Norte da Amazônia (CPRM, 2013). Os solos são dos tipos: Argissolo Vermelho-Amarelo, Latossolo Amarelo, Neossolos Guartizarênico e Gleissolo Háplico (EMBRAPA, 2016).

De acordo com Mendonça e Danni-Oliveira (2007), o clima do município é do tipo 1b- Clima equatorial com subseca, com precipitações que chegam aos 2000mm anuais. Quanto a hidrografia e a vegetação, o município apresenta respectivamente o rio Amazonas como principal curso d'água, que corta o município de Oeste para Leste, e a floresta tropical dividida em três ambientes ecológicos: terra-firme, várzea e igapó (SEMCUT, 2018).

Embora se verifique a ocorrência de diversas tipologias de risco na área pesquisada, o objetivo do presente trabalho é analisar as áreas de risco a movimentos de massa, os escorregamentos, na cidade de Óbidos/PA, e suas principais implicações socioambientais.

2. Materiais e Métodos

Os procedimentos metodológicos adotados nesta pesquisa foram divididos em três etapas sendo elas: Levantamento bibliográfico, Levantamento Cartográfico e Trabalho de campo.

O levantamento bibliográfico consistirá na obtenção de informações relacionadas à temática da pesquisa, que subsidiará um arcabouço teórico. Para tanto, foram feitas consultas a livros, periódicos e artigos científicos, teses de doutorado e dissertações de mestrado disponíveis no acervo das bibliotecas da Universidade Estadual do Pará (UEPA), Universidade Federal do Pará (UFPA), Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA) e consulta webgráfica.

O levantamento cartográfico consistiu na aquisição de bases cartográficas, em

ISBN: 978-85-7282-778-2

formato shapefile do município citado, junto a órgãos oficiais de âmbito federal e estadual. Os dados vetoriais, pontos, linhas e polígonos, serão adquiridos junto ao Instituto Brasileiro de Pesquisa e Estatística (IBGE) e pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM). Com as bases cartográficas, e as informações coletadas através dos trabalhos de campo foi confeccionado o mapa referente à localização das áreas. O trabalho cartográfico foi realizado através do software livre do QGIS versão 2.18 Las Palmas.

O trabalho de campo foi indispensável para o reconhecimento da área de estudo, pois é através dele que serão feitas observações in loco sobre a realidade terrestre, além de dirimir quaisquer dúvidas sobre as informações coletadas. Durante os trabalhos de campo a utilização do GNSS (*Global Navigation Satellite System*) através do sistema de navegação GPS (*Global Positioning System*), aparelho Garmin eTrex 20, para a marcação de pontos georreferenciados de áreas relevantes a pesquisa e utilização de Câmera Digital Sony Cyber-shot DSC-H300 20.1M para documentação fotográfica.

3.Resultados e Discussões

A cidade de Óbidos está assentada "[...] sob um tabuleiro dissecado apresentando uma estreita faixa entre a praia e a encosta ou falésia fluvial com cerca de 50m de altura e uma declividade de 90 graus" (CPRM, 2012). Ao longo dessa encosta, área que compreende os bairros Santa Terezinha e Centro, foram identificados cinco setores de risco que foram classificados de acordo com os eventos naturais que ali ocorrem e suas formas de uso e ocupação do solo.

Desse modo, se verifica nas áreas de encostas da cidade de Óbidos uma susceptibilidade muito alta para ocorrência de movimentos de massa. Esses movimentos morfodinâmicos são caracterizados pelo transporte coletivo de material rochoso e/ou de solo, onde a ação da gravidade tem papel preponderante, podendo ser potencializado, ou não, pela ação da água (GUERRA e MARÇAL, 2006).

ISBN: 978-85-7282-778-2

ÁREAS DE RISCO NA SEDE DO MUNICIPIO DE ÓBIDOS/PA				
Bairros	Setores	Coordenadas Geográficas	Tipologia de Risco	Classificação do Risco
Santa Terezinha	Cemitério São João Batista	S 01° 54′45” W 55° 31′ 13”	Movimentos de Massa	Muito alto
	AABB	S 01° 54′26” W 55° 31′ 35”		
	Matadouro	S 01° 54′07” W 55° 31′ 58”	Movimentos de Massa	Muito alto
Centro	Praça Barão do Rio Branco	S 01° 55′01” W 55° 31′ 06”	Movimentos de Massa	Muito alto
	Forte Pauxis	S 01° 55′ 06” W 55° 31′ 00”	Movimentos de Massa	Alto

Fonte: Adaptado de CPRM, 2012.

Vários fatores podem suscitar movimentos de massa entre eles, cita-se: o papel da estrutura geológica, do regolito e solos, da geomorfologia, da declividade, da pluviosidade, da cobertura vegetal e da ação antrópica. Em vista disso, considerando os agentes específicos associados aos diversos materiais implicados, o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN) classifica os movimentos de massa em quatro tipologias principais, sendo elas:
Quedas/Tombamentos/Rolamentos;deslizamentos/Escorregamentos; Fluxo de Detritos e lama; e Subsidência e Colapsos

A cidade Óbidos está sob ação da dinâmica fluvial do rio Amazonas que atua na base da encosta de forma significativa, trabalhando na modelagem dos terraços fluviais e provocando assim processo erosivo. A infiltração da água nos sedimentos inconsolidados concorrem para o desequilíbrio dessa encosta, provocando movimentos de massa do tipo escorregamento (figura 2). Os escorregamentos, também chamados de deslizamentos, são

ISBN: 978-85-7282-778-2

processos de movimentos de massa que envolvem materiais que recobrem as superfícies das vertentes ou encostas, tais como solos, rochas e vegetação" (TOMINAGA; SANTORO; AMARAL, 2009).

Figura – 2 Escorregamentos em área de encosta da cidade de Óbidos Fonte: Joselito Lima, 2018.

Essa tipologia de movimento de massa é popularmente conhecida na região amazônica como terras caídas. Esse termo é utilizado pelas populações ribeirinhas da região amazônica para designar o processo natural de erosão fluvial. De acordo com Carvalho (2006), terras caídas designa movimentos de massa comuns nas margens de rios de água branca, como o rio amazonas, tais como: escorregamento, deslizamento, desmoronamento e desabamentos. Esse fenômeno é o principal responsável pelas transformações na paisagem ribeirinha e por causar diversos danos socioambientais.

Os escorregamentos que ocorrem nas áreas de encostas da cidade apresentam uma elevada energia devido a acentuada declividade, característica que concorre para a mobilização do material rochoso ou intemperizado para o leito do rio. Esse tipo movimento de massa pode ocasionar desastres relacionados com o desabamento de áreas residenciais que se encontram no topo da encosta, soterramento das habitações que se situam em seu sopé e até mesmo colocando em risco as vidas humanas que utilizam a faixa de praia para

ISBN: 978-85-7282-778-2

atividades de lazer (figura 3).

Figura – 3: Habitação localizada no sopé da encosta Fotos: Joselito Lima (2018)

Apesar de se tratar de um fenômeno natural, as ações antrópicas também contribuem para a fragilização dessas áreas. A supressão da cobertura vegetal, principalmente para a expansão urbana, em área de solo arenoso, bastante friável, no topo da encosta combinado com a falta de infraestrutura básica e altas precipitações contribui para tornar a área susceptível a erosão de forma acelerada desencadeando assim o surgimento de feições erosivas, tais como ravinas e voçorocas (figura 4).

Outro fator importante é a navegação fluvial, de longo curso e cabotagem, com embarcações de grande calado. Navios cada vez mais potentes e navegando com velocidade em desacordo com as normas da autoridade marítima favorecem um maior deslocamento de massa líquida e incidência constante dos banzeiros (termo regional da Amazônia que designa ondas causadas pela pororoca ou por outra razão que chegam com muita intensidade nas praias de rio) cada vez maiores, fato que potencializa a capacidade solapamento na base da encosta.

Figura - 4 Feição erosiva do tipo Voçoroca Fotos: Joselito Lima (2018)

De acordo com a Marinha do Brasil (2015), as embarcações são proibidas de passarem com velocidade superior a 5 nós e com distância inferior a 150 metros das margens, evitando assim possíveis danos às encostas fluviais, além de instalações e embarcações atracadas em portos ou trapiches flutuantes. Desse modo, o não cumprimento da norma também contribui para intensificar o processo de erosão fluvial na base da encosta (figura 5).

Figura 5- Navio porta-contêineres, em curso, em frente ao município de Óbidos
Fonte: Joselito Lima (2018)

ISBN: 978-85-7282-778-2

Além das situações já mencionadas, inclui-se ainda o risco da perda de bens materiais de grande valor histórico e cultural, a exemplo do rico patrimônio histórico e arquitetônico de origem portuguesa. A cidade de Óbidos, pelo seu traçado urbano e suas edificações de inspiração lusitana, é considerada a cidade com mais características da cultura portuguesa na linha do equador (FAPESPA, 2016), com sobrados, casarios e fortificação (o Forte Santo Antônio dos Pauxis, por exemplo, construído após o período Regencial) que estão próximos a vertente da encosta, fato que coloca em risco a perda desse patrimônio

4.Considerações Finais

Apesar de constituírem fenômenos naturais, os riscos geológicos são agravados pela ação antrópica, o que pode levar a ocorrência de desastres com perdas de vidas humanas,

materiais, econômicas e ambientais de grande proporção impactando de forma negativa na vida da população afetada.

Dessa forma, a presente pesquisa constituiu um estudo sobre a ocorrência de riscos a escorregamentos na cidade de Óbidos, os quais são agravados pelo processo de uso e ocupação do solo de forma desordenada de áreas que são impróprias para ocupação humana, a exemplo de áreas de encosta. A ocupação irregular de áreas de encostas tem levado a população que habita essas áreas a conviver periodicamente com a ocorrência de movimento de massa (escorregamento de encostas). pois estão sujeitas à dinâmica natural do rio amazonas.

Desse modo, é de fundamental importância que os municípios criem políticas públicas voltadas para o planejamento urbano com a criação de programas na área de habitação com a finalidade de remanejar as populações, que habitam áreas consideradas de

ISBN: 978-85-7282-778-2

risco de movimentos de massa, para outros setores da cidade, com uma infraestrutura básica adequada, e que tenham instrumentos legais a exemplo dos planos diretores municipais (PDM) e órgãos fiscalizadores afim de inibir a ocupação dessas áreas.

Referências Bibliográficas

CARVALHO, J. A. L. **Terras Caídas e Consequências Sociais**. Paraná da Trindade, município de ltacoatira-Am Brasil, 2006. (Dissertação). Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2006.

CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS. **Deslizamentos**. Disponível em: <https://www.cemaden.gov.br>. Acesso em: 14 Agosto. 2018. COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS (CPRM) - Serviço Geológico
do Brasil. Ministério de Minas de Energia. **Geodiversidade do estado do Pará** / Organização Xafi da Silva Jorge João, Sheila Gatinho Teixeira, Dianne Danielle Farias Fonseca. - Belém: CPRM, 2013.

_____. Ministério de Minas de Energia. **Ação emergencial para reconhecimento de áreas de alto e muito alto risco a movimentos de massa e enchentes**: Atualização de Mapeamento. CPRM, 2012.

FUNDAÇÃO AMAZÔNIA DE AMPARO A ESTUDOS E PESQUISAS (FAPESPA). **Estatísticas Municipais Paraenses: Óbidos**. / Diretoria de Estatística e de Tecnologia e Gestão da Informação. – Belém, 2016.

GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. dos S. **Geomorfologia Ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand do Brasil, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cidades**. 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 10 fevereiro. 2018.

MARINHA DO BRASIL. **Normas e Procedimentos da Capitania Fluvial de Santarém**. Santarém: Marinha do Brasil, 2015. Disponível em: https://www.marinha.mil.br/cfs/sites/www.marinha.mil.br.cfs/files/npcf.pdf. Acesso em: 30 jul. 2018.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia**: noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: oficina de texto, 2007.

OLIVEIRA G.G. - **Modelos para Previsão, espacialização e análise das áreas inundáveis na bacia hidrográfica do Rio Caí, RS**. 2010, 149 f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

SEMCULT. **Óbidos**: Aspectos Históricos, Geográficos, Físicos, Naturais e Econômicos. Secretaria de Cultura, Turismo e Meio Ambiente. Disponível em: http://pesquisador.net.br/obidos/documentos/doc_obidos_1.pdf>. Acesso em 12/02/2018.

TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. (orgs.). **Desastres naturais**: conhecer para prevenir. São Paulo: Instituto Geológico, 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

RISCOS GEOMORFOLÓGICOS NA OCUPAÇÃO DE ENCOSTAS URBANAS DA CIDADE DE PARIPUEIRA – ALAGOAS

Monique Lira da Silva [(a)], Nivaneide Alves de Melo Falcão [(b)]

[(a)] IGDEMA/ Universidade Federal de Alagoas, monikelyra@hotmail.com
[(b)] IGDEMA/ Universidade Federal de Alagoas, nivaneide.melo@igdema.ufal.br

Eixo: Riscos e desastres naturais

Resumo/

No município de Paripueira podemos observar o aumento da população sem o acompanhamento de uma política de planejamento urbano. Proporcionando não só uma perda da qualidade social, mas também a diminuição de áreas protegidas. Para a realização desse trabalho houve o reconhecimento do local e a observação dos pontos mais críticos para registrar e evidenciar na paisagem de estudo os processos erosivos e movimentos de massas. Tendo como objetivo principal compreender como as formas do relevo e os tipos de uso e ocupação do solo da cidade de Paripueira - AL favorecem os riscos geomorfológicos. O município passa por problemas ambientais não só pela influência de alguns aspectos geográficos, mas também pela falta de uma política de planejamento urbano. A área urbana do município está inserida em uma área de alto risco de suscetibilidade a riscos geomorfológicos. Sendo o levantamento deste mapeamento uma boa ferramenta para auxiliar decisões.

Palavras chave: áreas de riscos, deslizamentos, erosão

1. Introdução

O processo de urbanização na maior parte dos grandes centros do Brasil tem ocorrido de forma espontânea sem haver um planejamento territorial adequado. Paripueira, assim como a maioria das cidades brasileiras, não teve um planejamento territorial onde prezasse por uma melhor distribuição da população; observou-se nas últimas décadas uma rápida expansão na sua área urbana, que está assentada sob terrenos da Formação Barreiras, apresentando composição geológica de sedimentos pouco consolidados, ou seja, possui por si só uma suscetibilidade natural a processos morfodinâmicos da paisagem, como escorregamentos. Os

órgãos inerentes à prefeitura municipal, que gerenciam o planejamento territorial e, por conseguinte, emitem relatórios de licenciamento ambiental para construção de empreendimentos, não têm dado a devida atenção para os parâmetros geomorfológicos, pedológicos e climáticos da região. As formas como se dá a ocupação do espaço urbano ou rural no Brasil tem provocado sucessivos e inúmeros problemas ambientais, como a degradação da cobertura vegetal, perda da biodiversidade, obstrução e alteração da rede de drenagem, transmissão de doenças por veiculação hídrica, acúmulo de lixo, contaminação de solo e água, poluição do ar, água e solo, perda de terras produtivas, desencadeamento de processos erosivos, entre tantos outros. As consequências são desastrosas, como enchentes, deslizamentos, assoreamentos de rios, voçorocas, desertificações e arenizações (SANTOS, 2007). Em consequência dessas modificações abruptas a dinâmica ambiental foi influenciada e modificada, sendo assim um grande problema, pois essa dinâmica que é responsável por manter os sistemas físicos em equilíbrio.

2. Materiais e Métodos

Para atender os objetivos propostos neste trabalho elencaram-se alguns procedimentos metodológicos: trabalho de campo, registros fotográficos, levantamentos bibliográficos e elaboração de mapas. A atividade de campo ocorreu no mês de março de 2018, por todo o município de Paripueira, teve como objetivo o reconhecimento do local e a observação dos pontos mais críticos para registrar e evidenciar na paisagem de estudo os processos erosivos e movimentos de massa. Para subsidiar as discussões, realizou-se o registro fotográfico em alguns pontos do município. Para o mapa de declividade foi usada imagens orbitais de radar do sensor AlosPalsar com resolução de 12,5 metros. A base vetorial utilizada foi do Instituto do Meio Ambiente (IMA) e da Embrapa. Através da álgebra de mapas foi gerado o mapa de zoneamento do município, utilizando os mapas de declividade, solos e uso e ocupação do solo onde foram rasterizados. Para cada indicador desse foi inserindo um peso de relevância, como pode ser observado na tabela I.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Tabela I - Pesos dos produtos no processo de álgebra. Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

CLASSES	PESOS
DECLIVIDADE	0,35
COBERTURA DA TERRA	0,30
SOLOS	0,20
ORIENTAÇÃO DAS VERTENTES	0,15

A área de estudo é o município de Paripueira que está localizado no litoral norte alagoano, limitando-se, ao sul com o município de Maceió, capital alagoana, ao norte com o município de Barra de Santo Antônio, a oeste com o município de Rio Largo e a leste com o Oceano Atlântico, conforme Fig. 01. Segundo o IBGE (2010), Paripueira possui 11.347 habitantes e 122,05 hab/Km².

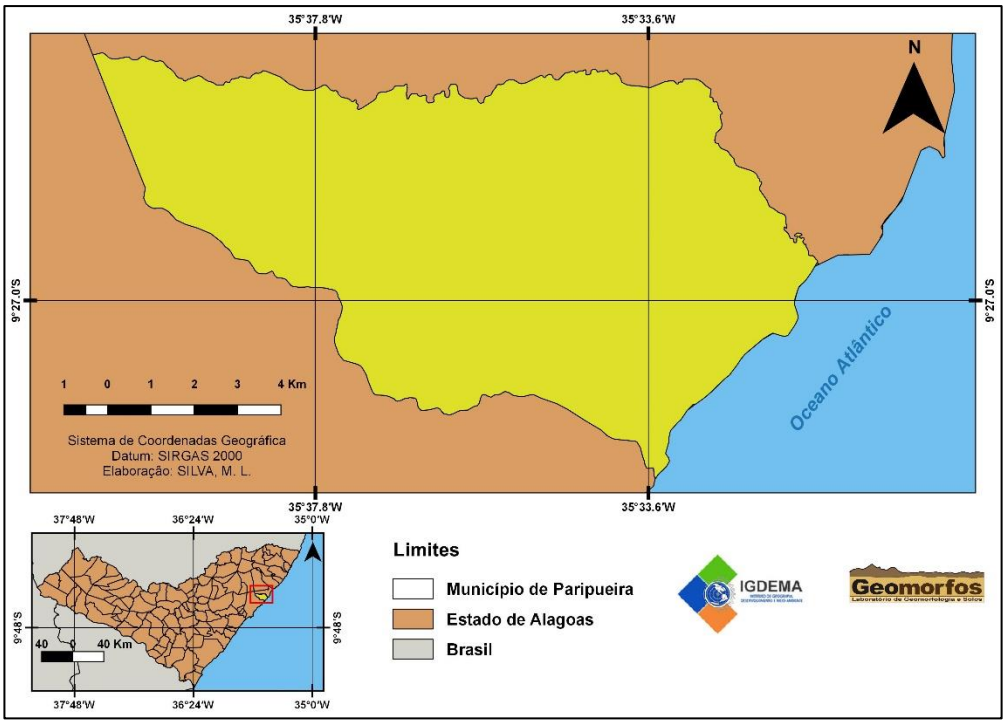


Figura 1: Mapa de Localização do Município de Paripueira no Estado de Alagoas.

O clima é do tipo Tropical Chuvoso com verão seco, o período chuvoso começa no outono tendo início em fevereiro e término em outubro. A precipitação média anual é de 1.634.2 mm. A vegetação é predominantemente do tipo floresta subperenifólia secundária, com partes de floresta subcaducifólia e cerrado degradado. O município de Paripueira encontra-se geologicamente inserido na Província Borborema, representada pelos litótipos da Formação Barreiras, Depósitos Flúvio-lagunares e Depósitos Litorâneos (CPRM, 2005). Os solos dessa unidade geoambiental são representados pelos Latossolos e Argissolos nos topos do Tabuleiro Costeiro, em menor ocorrência pelos Argissolos com fragipan e Plintossolos. Nas pequenas depressões nos tabuleiros e em áreas dissecadas e nas encostas encontram-se os Argissolos e Plintossolos. Nas áreas de várzeas são mapeadas pequenas manchas de Gleissolos e Neossolos Flúvicos. De acordo com o Serviço Geológico do Brasil (2005), o relevo de Paripueira faz parte da unidade dos Tabuleiros Costeiros. Esta unidade acompanha o litoral de quase todo o Nordeste Brasileiro, apresenta altitude média de 50 a 100 metros. Compreende platôs de origem sedimentar, que apresentam grau de entalhamento variável, ora com vales estreitos e encostas abruptas, ora abertos com encostas suaves e fundos com amplas várzeas.

3. Resultados e Discussão

Há de se notar que a área de estudo vem se expandindo em ritmo acelerado e a junção dos fatores, do meio físico, já naturalmente suscetível, com o meio antrópico, expandindo-se de forma irregular, causam diversos problemas ambientais que vão repercutir nos sistemas geomorfológicos, como agravamento dos processos erosivos e desencadeamento de escorregamentos, caracterizando o risco geomorfológico e aumento da vulnerabilidade da área estudada. A pesquisa aplicada envolve-se diretamente com a coleta e análise de dados geomorfológicos, em função de objetivos para o uso do solo, inserindo-se nos procedimento de planejamento, manejo e tomada de decisão acerca de potencialidades para a ocupação, tendo assim a contribuição da geomorfologia para ampliar o conhecimento e a compreensão dos fluxos interativos com os demais componentes do geossistema (CORRÊA E GIRÃO,

2004). Essas informações alcançadas pelas pesquisas geomorfológicas são importantes para a organização do espaço, como uso do solo, planejamento urbano e manejo. Com o planejamento de ocupação é possível prever e evitar problemas ambientais. Com a falta de espaço, a população mais carente, na maioria das vezes, ocupa áreas com suscetibilidade de riscos ambientais. No caso da área de estudo, essa ocupação se deu por sua proximidade com o mar, onde se formou um uma colônia de pescadores. Outro fator de crescimento foi a expansão turística do Estado de Alagoas e a proximidade a Maceió, capital alagoana, em torno de 25 km. O crescimento da população e a falta de planejamento territorial fez com que surgissem problemas ambientas e sociais no município de Paripueira. Um dos fatores do meio físico que acelera esses problemas é a topografia do local, devido a maior declividade nas áreas de encostas. No município não há a aplicação das políticas de planejamento, como por exemplo, tratamento de esgoto devidamente correto, associado a retirada da vegetação secundária, deixando o solo exposto e com isso gerando processo erosivo. Atingindo não só a população que reside na parte alta, como também na parte baixa da cidade. O processo erosivo encontrado na área de estudo é causado pela água da chuva, mais também pela água despejada pelos esgotos das moradias nas encostas. A inclinação e o comprimento das encostas também interferem com a velocidade de escoamento das águas superficiais, que aumenta com a inclinação e com o comprimento da encosta, o que resulta em uma maior efetividade dos processos erosivos. O início do processo erosivo é quando as gotas de chuvas começam a bater no solo (splash) fazendo com que as partículas do solo se separem preenchendo os espaços, formando uma crosta. Consequentemente, dificultando a infiltração, ou em algumas partes, têm-se a saturação do solo pela ocorrência de grande quantidade de água. Com o solo saturado esse começa a formar poças, podendo iniciar o escoamento superficial. A água acumula-se em depressões (microtopografia) na superfície do solo, até que começa a descer a encosta, através de um lençol, que pode evoluir para uma ravina. Esse escoamento de lençol se dá quando a água que se acumula nas depressões do terreno começa a descer pela encosta quando o solo está saturado e as poças não conseguem mais conter essa

água, esse tipo de processo também é conhecido como por fluxo laminar, provocando erosão em lençol, ou erosão laminar (GUERRA, SILVA E BOTELHO, 2007). Nesse estágio do processo erosivo, começa a ocorrer uma pequena incisão no solo, em espacial onde o fluxo de água começa a se concentrar, podendo dar início a formação de ravinas. Através dessas informações adquiridas podemos adiantar que o município sofre de questões ambientas não só pela influência de alguns aspectos geográficos, mas também pela falta de uma política de planejamento que vise a conservação do local e a qualidade de vida da sociedade. Como podemos observar em campo e comprovar através do mapa de declividade (Fig. 02), Paripueira é um município que possui classes de declividades que vão do plano até o forte montanhoso, aumentando assim a suscetibilidade para áreas de risco geomorfológico; já que na área urbana do município se encontra praticamente toda em uma classe de declividade do tipo montanhoso (45-74%). Assim como mapa hipsométrico (fig. 3) que mostra as altimetrias do município.

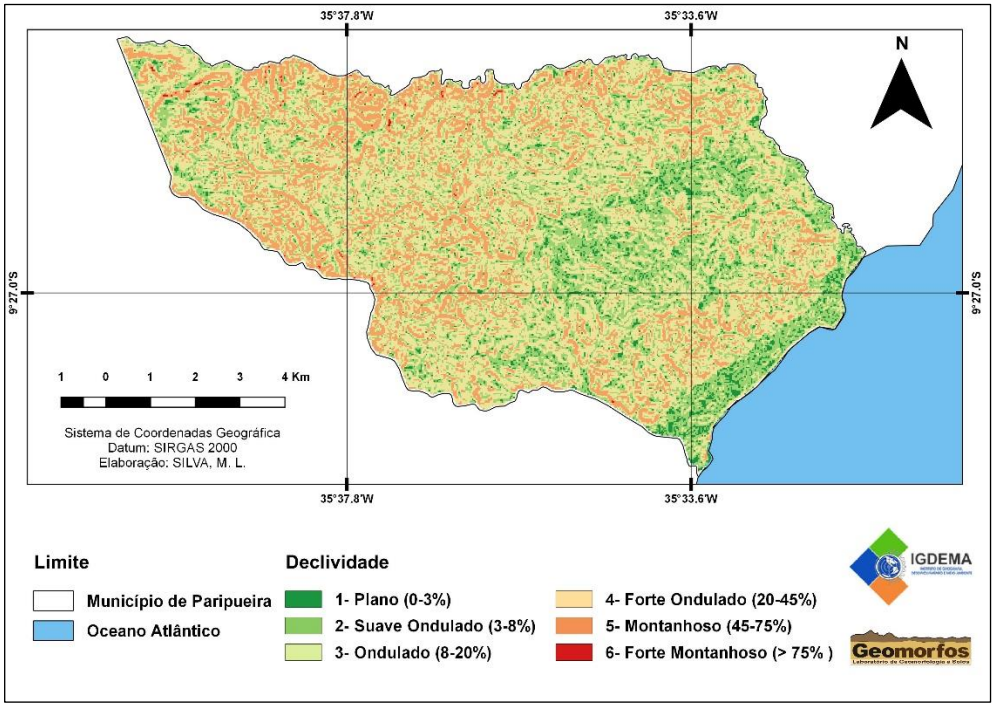


Figura 2: Mapa de Declividade do Município de Paripueira

ISBN: 978-85-7282-778-2

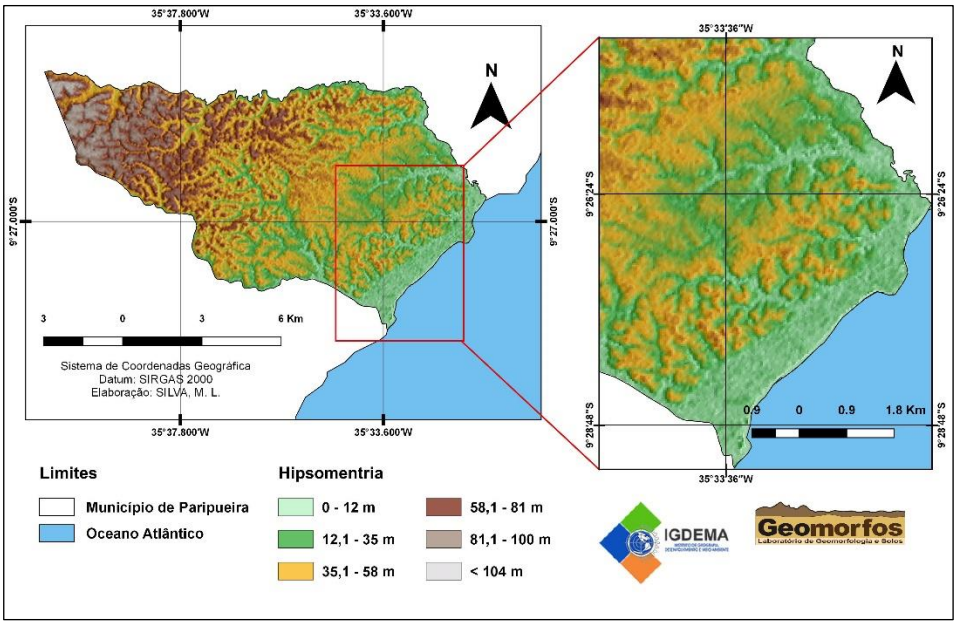


Figura 3: Mapa Hipsométrico do Município de Paripueira

O principal processo geomorfológico que ocorre nessas áreas depois da erosão são os movimentos de massa. Os rastejos são movimentos lentos, que envolvem grandes massas de materiais, cujo deslocamento resultante ao longo do tempo é mínimo (mm a cm/ano). Os escorregamentos são processos marcantes na evolução das encostas, caracterizando-se por movimentos rápidos (m/h a m/s), com limites laterais e profundidade bem definidos (superfície de ruptura). Podem envolver solo, saprolito, rocha e depósitos. São subdivididos em função do mecanismo de ruptura, geometria e material que mobilizam. O principal agente deflagrador deste processo são as chuvas. As corridas de massa são movimentos gravitacionais de massa complexos, ligados a eventos pluviométricos excepcionais. Ocorrem a partir de deslizamentos nas encostas e mobilizam grandes volumes de material, sendo o seu escoamento ao longo de um ou mais canais de drenagem, tendo comportamento líquido viscoso e alto poder de transporte (IPT, 2007). Com os mapas gerados e seus cruzamentos pôde-se gerar o mapa de zoneamento do município onde o resultado já era previsto pela observação em campo, o aprofundamento na literatura e os mapas usado como base, que a área urbana do município de Paripueira está inserido em uma área de alto risco de

suscetibilidade a riscos geomorfológicos. Sendo comprovada a presença desses processos citados e seu perigo para a população na Fig. 04, em que o Risco Alto está concentrado na Zona Urbana, onde se concentram os problemas de deslizamentos e erosão.

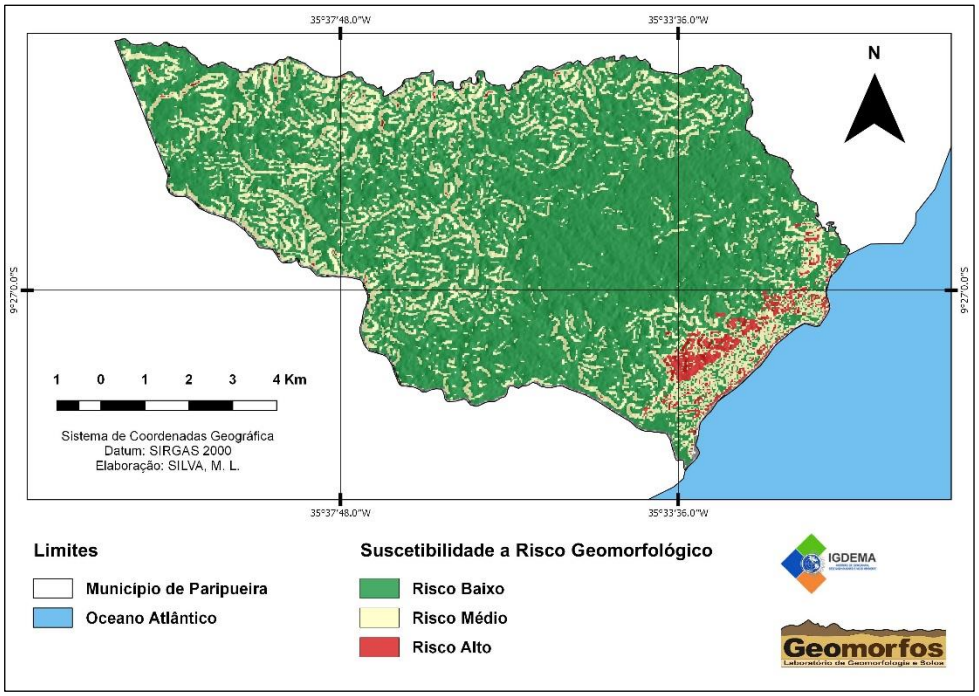


Figura 4: Mapa de Zoneamento de Risco Geomorfológico

A expansão urbana deu-se em áreas próximas ao litoral, no qual passa por vários pontos de erosão marinha, nas proximidades de pequenos canais fluviais que cortam a cidade e deságuam no mar e nas encostas ou em suas bases, ocorrendo uma concentração habitacional que facilita o processo erosivo e os deslizamentos, principalmente, nos períodos chuvosos nos meses de abril a julho.

4. Considerações Finais

As análises dos documentos cartográficos, do reconhecimento de campo e avaliação das variáveis ambientais do município evidenciaram o domínio dos ambientes antropizados, em detrimento aos ambientes naturais. Sendo esses ambientes principalmente as encostas ocupadas para moradias permanentes. Destacando a influência do tipo de relevo para

ISBN: 978-85-7282-778-2

determinada área ser suscetível a riscos geomorfológicos, como sua declividade, já que ajuda no movimento gravitacional, ou seja, no transporte de material. Assim como o uso do solo que pode ser considerado agente acelerador para que esses riscos aconteçam, isso ocorre pelo uso/manejo de forma errada dessas áreas. Analisando a relação entre essas ocorrências podemos obter os níveis de suscetibilidade da área. Neste caso, para esse planejamento territorial se faz necessário o conhecimento da área através do uso do solo e cobertura vegetal para poder subsidiar avaliações ambientais - dentre eles o zoneamento de riscos geomorfológicos. Sendo o levantamento deste mapeamento uma boa ferramenta de orientação à tomada de decisão, deixando clara a necessidade de um grupo de profissionais de várias áreas, onde cada um aplica seus conhecimentos, porém todos com um único objetivo que é evitar transtornos à população. A ocupação em área de risco no Brasil é o principal exemplo dessa falta de gestão para que possa evitar esses transtornos, possibilitando que essas pessoas deixem essas áreas e que esses lugares possam ser recuperar seu equilíbrio natural. De forma geral, alguns dos aspectos físicos da área de Paripueira denotam um ambiente de elevada fragilidade ambiental verificado a partir do resultado da planimétrica de suas classes e a ocupação urbana em encostas ou nas proximidades com os pequenos canais fluviais que cortam o município.

5. Referencias Bibliograficas

CORRÊA, B.C.A E GIRÃO, O. A contribuição da Geomorfologia para o Planejamento da Ocupação de Novas Áreas. REVISTA DE GEOGRAFIA. Recife-UFPE-DCE/NAPA, V.21, Nº 2, Páginas 36-58, julho, 2004

CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Paripueira, Estado de Alagoas. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

GUERRA, T.J.A.; SILVA, S.A.; BOTELHO, M.G.R. EROSÃO E CONSERVAÇÃO DOS SOLOS: CONCEITOS, TEMAS E APLICAÇÕES. Rio de Janeiro: Bertrand. ed. 3, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Cidades Paripueira. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/al/paripueira/panorama acessado em: 22/02/19.

MINISTÉRIO DAS CIDADES - IPT. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Mapeamento de riscos em encostas e margens de rios. Brasília: Ministério das Cidades. Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007. 176 p. Disponível em: http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNPU/Biblioteca/PrevencaoErradicacao/Livro_Mapeamento_Enconstas_Margens.pdf. Acesso em: 8/ago de 2018.

SANTOS, R. F. (Org.). Vulnerabilidade Ambiental– Brasília: MMA, 2007.ISBN 978-85-7738-080-0

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

SALVADOR: UMA CIDADE COM UM HISTÓRICO CRESCENTE DE DESASTRES EM SUAS ENCOSTAS[1]

SALVADOR: A CITY WITH A GROWING HISTORY OF DISASTERS IN ITS SURFACES

Cleidson Gomes de Oliveira [(a)], Dante Severo Giudice [(b)]

[(a)] Geografia/IFCH, Universidade Católica do Salvador-UCSAL cleidsongeohumanas@gmail.com

[(b)] Geografia/IFCH, Universidade Católica do Salvador-UCSAL, dansegu@gmail.com

Eixo: 11 - Riscos e desastres naturais

Resumo

O presente artigo, tem como objetivo principal, fazer um levantamento acerca do histórico dos deslizamentos de terra que aconteceram nas encostas, ao longo da história da capital baiana, Salvador. Esses desastres ocorrem desde a sua fundação, no ano de 1549 até os dias atuais. Por isso, a analise temporal será desde o ano de sua fundação, em 1549, até o ano de 2015.

Palavras chave: Encostas, deslizamento de terra, histórico, capital soteropolitana

ABSTRACT

The main objective of this article is to survey the history of landslides that occurred on the slopes throughout the history of the capital of Bahia, Salvador. These disasters occur from its foundation in the year 1549 to the present day. Therefore, the temporal analysis will be from the year of its foundation, in 1549, until the year 2015.

KEY WORDS: Slopes, landslide, historical, Soteropolitan capital.

[1] Este trabalho tem o apoio do Grupo de Pesquisa em GeoAmbiental (GPGA) vinculado ao Instituto de Filosofia e Ciências Humanas-IFCH, da Universidade Católica do Salvador-UCSAL.

1. INTRODUÇÃO

O Estado da Bahia tem a maior área costeira do Brasil, como também a cidade de Salvador é uma das capitais com um dos litorais mais extensos do país. A capital baiana nasceu em uma península banhada pelo Oceano Atlântico ao lado Leste, e pela Baia de Todos os Santos no seu lado Oeste. Esta península está quase que em sua totalidade situada em um embasamento cristalino com rochas sedimentares e metamórficas, que faz parte da bacia sedimentar do Recôncavo baiano.

Salvador é uma cidade que possui um relevo na sua maior parte muito acidentado, em que encontramos morros com seus topos a meia laranja, formados há milhões de anos pelos agentes internos e externos da Terra. Por ser uma cidade costeira, no período do inverno, ela recebe chuvas "torrenciais e frontais", vindas muitas vezes do atlântico, acompanhadas de ventos alísios de até 40 km/h, onde esses ventos fazem com que as precipitações caiam na cidade com muito mais intensidade atingindo as encostas. Essas por sua vez, quase sempre sem a sua cobertura vegetal, original, com construções irregulares sem que haja um acompanhamento técnico adequado para tais construções.

Isso faz com que o terreno fique saturado "*encharcado*", tudo isso propicia aos acidentes geológicos (movimento de massa). Há alguns relatos sobre a historicidade dos deslizamentos de terras em Salvador, que são datados de poucos anos após à época da sua fundação, na localidade da sua mais conhecida encosta "*Gabem ou Falha da Escarpa*", que separa a capital, em duas cidades; "*cidade baixa e cidade alta*". Esse desnivelamento entre as duas partes da cidade, compreende uma altitude em torno dos 75 a 80mts de elevação.

Esses deslizamentos começaram a ocorrer quando deram início ao aterramento na área do bairro do Comércio, onde encontramos alguns dos mais conhecidos "cartões postais" da cidade, (*o Elevador Lacerda, o Mercado Modelo, e onde se encontra também, o Porto Marítimo da capital baiana*); os deslizamentos se dava, quando os escravos raspavam a face da encosta para construírem as ladeiras que fazem a ligação entre os dois pontos da cidade, e aproveitavam

o material solto do talude, para fazerem o aterramento da área, na época, para a construção do Porto de Salvador no século XVII; a terra sedia e alguns trabalhadores eram soterrados.

Existe um desencontro muito grande entre profissionais da área e os órgãos competentes no que diz respeito ao número de área de risco identificados na capital baiana. Esse desencontro de informações, pode causar transtornos irreversíveis para boa parte da população que habitam essas áreas de riscos, podendo deixar de receber as vistorias técnicas dos órgãos competentes, para fins de serem contemplados com as contenções das encostas, como os muros de arrimos, limpeza e implantação de cobertura vegetal (graminhas), para conter os escorregamentos, e a fixação da "Geomanta" que, segundo engenheiros da área, são menos onerosas aos cofres públicos, em comparação à cobertura de concreto.

A prefeitura de Salvador através da Coordenadoria de Defesa Civil-CODESAL (2004), lançou um documento, o "Plano Diretor de Encostas-PDE, no qual mostra todo um histórico sobre os acidentes geológicos e os tipos de encostas na cidade do Salvador. Este documento dá para a prefeitura e suas secretarias, respaldo técnicos para implantarem planos de ações nas encostas da capital em dias de fortes chuvas caso haja a necessidade de intervenções das mesmas, por causa dos movimentos de massa.

O PDE (2004), levantou em inventário feito na época de sua criação, cerca de 1.070 áreas de riscos geológicos na cidade. Segundo o site G1 (2018), à própria CODESAL informa que a cidade tem cerca de 600 áreas de risco; isso mostra o desencontro de informações sobre a real quantidade de área de risco na cidade de Salvador, como mostra o mapa a seguir.

Pode se verificar assim, que a maior concentração de deslizamentos de massa que ocorre na cidade, se dá entre as regiões do Miolo da cidade, no Subúrbio Ferroviário e no Centro Antigo.

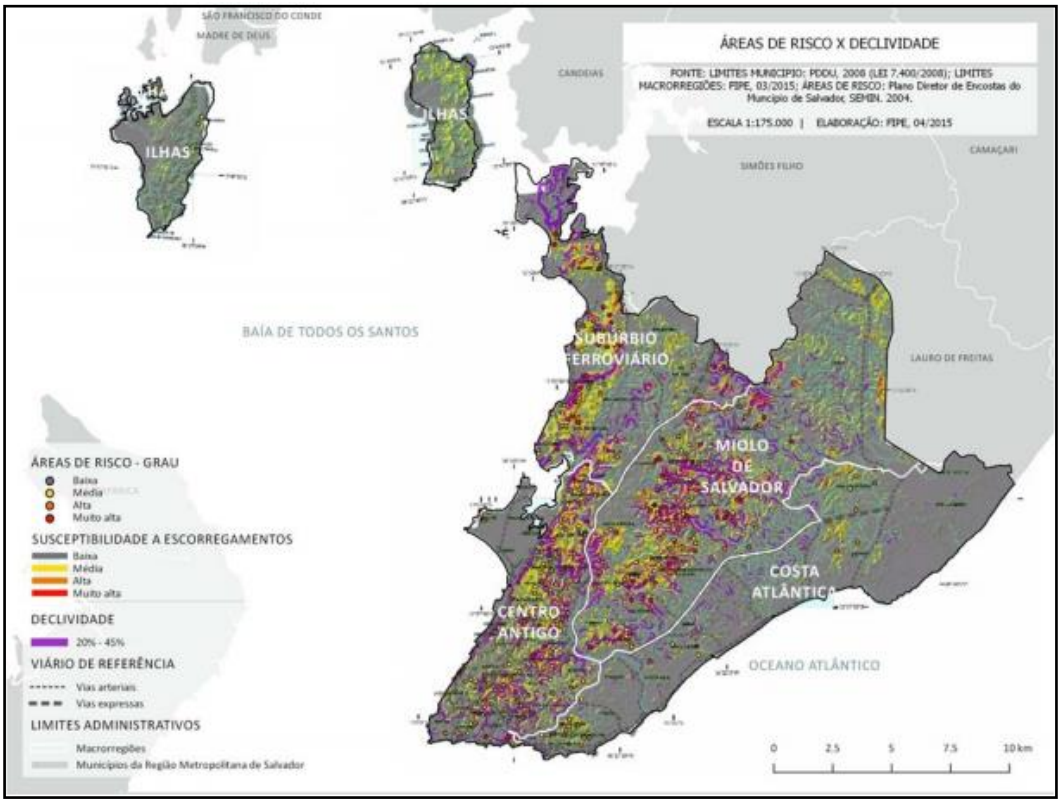


FIGURA 1 – Distribuição espacial dos pontos de riscos vistoriados na fase do inventário pelo Plano Diretor de Encosta-PDE, 2004.
FONTE: CODESAL-PDE, 2004.
Elaborado pela Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas-Fipe, 2015.

Já a figura 2 a seguir, mostra as áreas de riscos geológicos da cidade, segundo o Grau de perigo para cada área e sua população que vive no entorno das encostas. A classificação de risco de se dá de maneira crescente como risco (Baixo, Médio, Alto e Muito Alto). Essa ordem de classificação se dá de muitas maneiras, como: (a altura da encosta, o declive da mesma, a exposição do seu solo sem a cobertura vegetal, a deposição de lixo e entulhos e o corte do talude, modificando sua estrutura original.

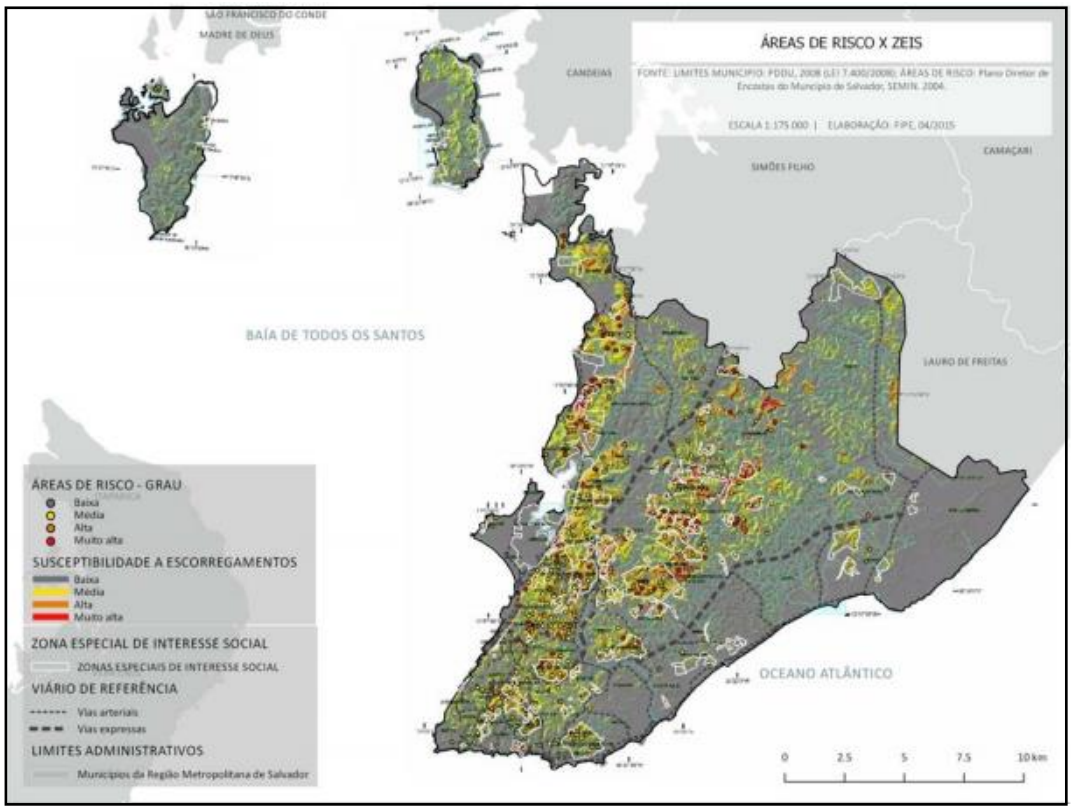


FIGURA 2 – Distribuição espacial dos pontos de riscos classificados por Grau de risco
FONTE: CODESAL-PDE, 2004.
Elaborado pela Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas-Fipe, 2015.

A divisão da cidade de Salvador é feita pela Falha da Escarpa, sendo ao lado esquerdo a cidade baixa que compõe a região do Comércio, antigo Centro Financeiro da cidade, a Baixa do Bonfim, que compõe diversos bairro dessa localidade, e a Península Itapagipana no bairro da Ribeira, e também, é nessa área da Falha da Escarpa e na região da cidade baixa, que se concentra a maior parte das áreas de risco. À direita, encontra-se a cidade alta, que compõe a maior parte do território seguindo em direção norte, fazendo divisa com os municípios de Lauro de Freitas e Simões Filho. Este trabalho retratará os acontecimentos geológicos ocorridos ao longo da história da cidade de Salvador desde a sua fundação em 1549, até o ano de 2015.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Usamos nessa seção, uma metodologia qualitativa de levantamentos bibliográficos, em site de notícias de grande respaldo nos meios de comunicação; foram levantados dados da Coordenadoria de Defesa Civil de Salvador (CODESAL) e, também fomos buscar nos arquivos de jornais da época, notícias sobre o assunto para podermos nos fundamentar sobre os conteúdos expostos no corpo do texto. Como o objetivo inicial de produção desse trabalho, seria todo baseado em recortes e imagem dos jornais locais impressos, na época, essa ideia inicial acabou sendo inviável, pelo auto custo cobrado pelas empresas jornalísticas, para ceder-nos cópias dos materiais guardados em seus arquivos. Por esse impasse, algumas das notícias acerca do assunto, foram retirados de sites não menos importantes, e com credibilidade, tanto quantos os próprios jornais em questão.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Cronologias dos desastres segundo a CARG

A Coordenadoria das Áreas de Risco Geológico-CARG, se valendo das informações obtidas ao longo dos anos, sobre os acidentes geológicos ocorridos na cidade do Salvador desde o ano da sua fundação, até o final dos anos de 1990, criou um quadro com a cronologia dos acidentes, mostrando em quais áreas ocorreram os acidentes junto com as respectivas consequências causadas pelos mesmos, como está exposto no quadro 01 a seguir.

Quadro 1 – Registro de ocorrência de acidente nas encostas de Salvador-BA. Dos séculos XVI ao XX, de 1551 a 1990.

REGISTRO DE OCORRÊNCIA DE ACIDENTE NAS ENCOSTAS DE SALVADOR																														
SÉCULOS																														
XVI	XVII	XVIII								XIX					XX															
ANO																														
1551	1671	1714	1716	1721	1732	1748	1754	1797	1797	1813	1843	1846	1873	1880	1926	1935	1964	1966	1968	1969	1971	1975	1978	1989	1990	1992	1993	1994	1995	1996	1998	1990
LOCAL																														
ESCARPA DA FALHA													FONTE NOVA	ESCARPA DA FALHA		DIVERSOS BAIRROS	LOBATO	DIVERSOSB AIRROS	BAIXA DO FISCAL	ESCARPA DA FALHA	DIVERSOS BAIRROS	ESCARPA DA FALHA		DIVERSOS BAIRROS		NOVA BRASÍLIA		DIVERSOS BAIRROS		BARRA	DIVERSOS BAIRROS
CONSEQUÊNCIAS																														
SEM REGISTRO DE PEDRA	PERDAS HUMANAS E MATERIAIS									PERDAS MATERIAIS				PERDAS HUMANAS E MATERIAIS							PERDAS MATERIAIS				PERDAS HUMANAS E MATERIAIS					

FONTE: Coordenadoria das áreas de risco geológico – CARG
Modificado pelo autor

Percebemos que no século XVI, mais precisamente no ano de 1551, não houve registro de perda humana ou de bens materiais. Partindo dos séculos XVII e XVIII, que correspondem aos anos 1671 a 1797, na localidade da Falha da Escarpa, que divide a cidade em cidade alta e cidade baixa, houve acidentes com perdas de vidas humanas e bens materiais. No século XIX, entre os anos de 1813 a 1880, ocorreram acidentes tanto na Falha da Escarpa, como na área do antigo Estádio da Fonte Nova, como perdas humanas e bens materiais.

Dos anos de 1926 a 1999, que corresponde ao século XX, ocorreram acidentes tanto com perdas humanas, como com perdas de bens materiais; esses sinistros abrange uma área bem maior da cidade, como a Falha da Escarpa, diversos bairro que não especificaram sua identificação, o bairro do Lobato na Av. suburbana, A Baixa do Fiscal, na cidade baixa, o bairro de Nova Brasília na periferia da cidade e o bairro da Barra, bairro de alto padrão da cidade.

3.2 O início dos desastres pelos municípios baianos e a capital Salvador

Em maio de 1989, uma boa parte dos municípios baiano foram atingidos por fortes chuvas que deixou milhares de famílias desabrigadas e desalojadas em virtude das enchentes

dos rios e dos deslizamentos de terras em todas essas áreas. A população ribeirinha do município de Santo Amaro da Purificação sofreu danos com a enchente do Rio Subaé, o Distrito de Arembepe em Camaçari, ficou parcialmente ilhado por causa da cheia de sua lagoa, deixando a sua vila totalmente ilhada. A estrada do coco, no litoral norte do Estado, ficou em vários trechos totalmente alagados por causa das cheias do Rio Jacuípe (JORNAL A TARDE, 1989).

Não diferente das demais localidades, agora no município de Lauro de Freitas, que já havia mais de mil famílias, e cerca de duas mil pessoas desabrigadas, o então prefeito decretou o município em estado de calamidade pública, por causa das enchentes do Rio Ipitanga, (JORNAL A TARDE, 1989).

Ainda de acordo com essa edição do jornal A Tarde (1989), às ocorrências de ameaças de desabamentos e alagamentos começaram em Salvador na madrugada de 19 de maio de 1989, em vários bairros da cidade como: Canabrava, Castelo Branco, São Caetano, São Marcos, Pau da Lima, Fazenda Grande do Retiro, Cajazeiras, Águas Claras, Chácara Nogueira. Esses bairros, e em muitos outros, já existem um grande histórico de acidentes geológicos, justamente por causa de sua configuração geológica e geográfica nas áreas de risco, por causa das edificações irregulares ocupadas pelas populações de baixa renda. Só na cidade foram contabilizadas nesse período cerca de 71 (setenta e uma) vidas humanas perdidas.

De acordo com o site G1-BA (2018), o IBGE divulgou relatório de pesquisa, na qual a cidade de Salvador tem uma população que atinge cerca de 1.200.000 (*um milhão e duzentas mil pessoas*) vivendo em área de riscos como: (*área de alagamento, desabamento e deslizamento*).

Mas, nesses períodos de fortes chuvas, o que mais chocou a opinião pública da época, foi o deslizamento de terra em uma encosta do bairro de São Caetano que faz divisa com o bairro de Plataforma no subúrbio ferroviário da cidade. Esse deslizamento acabou por levar morro a baixo, parte dos 50 apartamentos de um Motel: (um total de 35 apartamentos), do "*Motel Mustang*", que consequentemente culminou com a morte de 8 (oito) pessoas entre clientes e funcionários do estabelecimento. E na sequência, atingiu alguns automóveis que

passavam pelo local, e até mesmo a atingir uma madeireira que se encontrava no lado oposto das duas pistas em frente ao talude (JORNAL A TARDE, 1989).

3.3 As ameaças de riscos foram ignoradas

Segundo o jornal *A Tarde* (1989), técnicos da Superintendência Manutenção e Conservação da Cidade (Sumac), revelou que o *Motel Mustang* não poderia ser construído naquela localidade, já que a Encosta que deslizou era uma área de aterro e com muito entulho, não possibilitando a construção de uma edificação desse porte. O jornal ainda noticiou que a autorização para a construção havia sido feita de forma irregular pelos órgãos competentes. E mesmo com algumas interdições por motivos de rachaduras e pequenos deslizamentos, o estabelecimento continuava em funcionamento, ignorando todos os sinais de uma "tragédia anunciada" por parte da ganância empresarial, cominando com a negligência/imprudência e imperícia dos órgãos públicos na hora de se fazer valer as suas obrigações de fiscalização.

3.4 Resposta ao desastre

Na madrugada da sexta-feira, 19 de maio de 1989, a polícia militar foi chamada pelo "Serviço de Rádio 190", para que deslocasse até o local, caso houvesse a real necessidade de evacuar o estabelecimento, e assim o faria. A resposta foi relativamente rápida, já que o 8º Batalhão de Polícia Militar atuava em toda a área do subúrbio ferroviário, logo em seguida o prédio veio a baixo soterrando clientes e funcionários, que outrora já haviam reclamado com o gerente, dos perigos de trabalhar ali, e estavam com medo do estabelecimento desabar. A magnitude da força do desabamento foi tão intensa, que o barro que correu da Encosta, se sobrepôs às duas pistas até atingir a madeireira em frente à Encosta. Técnicos da SUMAC, junto com corpo de bombeiros iniciaram os trabalhos logo de imediato, usando máquinas para tentarem resgatar alguns sobreviventes.

Nesse mesmo período, em 1989, uma Encosta desabou, arrastando inúmeras casas e barracos no bairro do Calabetão, provocando o óbito de 12 pessoas.

No bairro do Lobato, na Av. Suburbana, a Encosta desabou por cima de 8 (oito) residências, soterrando 7 (sete) pessoas da mesma família.

De acordo com CODESAL (2004), citado por Santana (2004, p. 07) vários deslizamentos ocorreram na cidade nos anos de 1995 e 1996. Foram registrados deslizamentos no bairro de Vila Canária, periferia da Cidade, com uma morte. O bairro do Novo Marotinho também na periferia, contabilizou 3 (três) óbito em 1996, depois de um deslizamento de terra. Já nos bairros de São Gonçalo do Retiro e em Cajazeiras-VI, somam juntos 53 (cinquenta e três) óbitos depois das Encostas desabarem sobre as residências. O bairro de Castelo Branco também em 1996, registrou um óbito por esses mesmos motivos anteriores. Em 1996 e 2015, o bairro do Barro Branco sofre com duas tragédias anunciadas. Em 1996, a encosta desabou sobre as casas, soterrando e vitimando fatalmente 18 pessoas; em 2015, a tragédia se repete, dessa vez o número de vítimas fatais totaliza 08 (oito) óbitos e 04 (quatro) feridos.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As Comissões de Defesa Civil dos grandes centros urbanos nasceram na década de 1970, em cumprimento a determinação do Governo Federal para que seu objetivo maior seja de promover a segurança das populações das cidades contra todos os tipos de desastres, (CODESAL, 2014).

A Coordenadoria de Defesa Civil de Salvador, CODESAL, desde o ano de 1976, vem atuando dentro das suas possibilidades, em conjunto com várias secretarias municipais ligadas diretamente ao gabinete do prefeito, com o objetivo de coordenar e ao mesmo tempo, tentar mitigar os efeitos deletérios dos desastres causados à população de sua cidade; ela também faz parceria com o Corpo de Bombeiros e a Polícia Militar.

Com todos esses esforços, é notório que a rapidez e a qualidade dos atendimentos à população, estão muito a quem de um resultado satisfatório, para um órgão de suma

importância, para uma capital que é considerada uma metrópole, em que residem em torno de 3 milhões de habitantes. Por outro lado, a população dessas áreas, têm que se conscientizar dos riscos eminentes e a vulnerabilidade em que elas se encontram, já que a percepção dos riscos, só são descobertos quando já é tarde, e não tem muita coisa o que fazer. Os poderes públicos têm também a sua parcela de culpa, porque uma de suas obrigações é de fiscalizar esses terrenos, na obrigação de restringir as ocupações desordenadas no âmbito das políticas públicas de uso e ocupação do solo, pelo Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano, (PDDU), ou pelo Estatuto das Cidades em vigor.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CODESAL**. Coordenadoria de Defesa Civil de Salvador** Chuvas já causaram 65 mortes na cidade. Jornal A Tarde, Salvador-ba, 20 mai 1989, p. 6.

_____. **Coordenadoria de Defesa Civil de Salvador**, Disponível em: <http://www.defesacivil.salvador.ba.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=20&Itemid=119> acesso em: 03/09/2014.

_____, PDE. **Experiência do município de salvador na gestão de risco de deslizamentos de encosta através da CARG – coordenadoria das áreas de risco geológico**. Disponível em: <https://docplayer.com.br/960165-Experiencia-do-municipio-de-salvador-na-gestao-de-risco-de-deslizamentos-de-encostas-atraves-da-carg-coordenadoria-das-areas-de-risco-geologico.html>. Acesso em: 17 de janeiro de 2019.

SALVADOR, Fipe. **Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas**. **SECRETARIA MUNICIPAL DE URBANISMO – SUCOM. PLANO SALVADOR 500**. 2015. Disponível em: http://www.cms.ba.gov.br/uploads/pddu/Caracterizacao%20Atual.pdf. Acesso em: 17 de março de 2019.

G1-BA. **Com quase metade da população em áreas com risco de desabamento e alagamento, Salvador lidera índice nacional do IBGE. 2018.** Disponível em: <https://g1.globo.com/ba/bahia/noticia/com-quase-metade-da-populacao-em-areas-com-risco-de-desabamento-e-alagamento-salvador-lidera-indice-nacional-do-ibge.ghtml>. Acesso em: 17 de janeiro de 2019.

JORNAL A TARDE**. Cresce número de vítimas das chuvas**. Salvador-BA. 21 mai. 1989, p. 6.

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

UM ESTUDO SOBRE AS CAUSAS DE ALAGAMENTO EM FEVEREIRO DE 2017 NO MUNICÍPIO DE CAMPO NOVO DO PARECIS – MATO GROSSO

Vergínia Rodrigues de Mello[(a)], Luís Flávio de Araújo [(b)] Rodrigo Marques[(c)]

[(a)] Professora da Secretaria Municipal de Educação de Campo Novo do Parecis-MT e Secretaria Estadual de Educação de Mato Grosso - SEDUC, mello.verginia@gmail.com
[(b)] Acadêmico de Geografia, Departamento de Geografia/Instituto de Geografia, História e Documentação - IGHD, Universidade Federal de Mato Grosso, lfaraujo21@hotmail.com
[(c)] Professor do Departamento de Geografia/Instituto de Geografia, História e Documentação - IGHD, Universidade Federal de Mato Grosso, rodrigomarques@ufmt.br

Eixo: Riscos e Desastres Naturais

Resumo/

Este trabalho tem o objetivo de discutir os alagamentos causados no município de Campo Novo dos Parecis devidos às chuvas que ocorreram entre 09 e 11/02/2017, afetando áreas residenciais e agrícolas. Para a análise foram utilizados dados de duas estações meteorológicas automáticas e uma estação pluviométrica manual, localizadas neste município, sendo comparado com dados de altimetria e também boletins e cartas sinóticas. Foi observado que desde o início de janeiro/2017 os índices pluviométricos foram elevados, e nos dias 08 e 09/02 foram registrados mais de 200 mm de chuva. Entretanto, além da possível saturação do solo já no mês de janeiro, se constatou que o bairro Jardim das Palmeiras que foi alagado se localiza em uma área mais baixa da cidade, o que direciona causando acúmulo de água decorrente de escoamento superficial.

Palavras chave: precipitação, alagamento, altimetria, Campo Novo do Parecis-MT

1. Introdução

Considerando o contexto das mudanças climáticas globais, o aumento da temperatura média global pode estar associado ao aumento de eventos extremos, conforme Silva Dias (2014). Para Garcia et al. (2018) que estudou eventos extremos de precipitação na bacia hidrográfica do Rio Jundiaí-SP, a ação antrópica no ambiente não contribui para a adaptação às mudanças climáticas. Avaliou que as alterações causadas podem agravar os impactos de eventos com maior intensidade de precipitação, uma vez que se aumenta a ocupação de áreas que são suscetíveis a inundação. Também apontou que a conservação do uso do solo contribui para o equilíbrio dos ecossistemas, pois facilita a recarga dos aquíferos aumentando a disponibilidade hídrica. Assim, este trabalho tem por objetivo analisar a precipitação ocorrida entre os meses de janeiro e fevereiro de 2017, no município de Campo Novo do Parecis – MT, avaliando as possíveis causas dos alagamentos ocorridos no início de fevereiro, uma vez que cerca de 10% da população da cidade foi desalojada nesta ocorrência.

2. Materiais e Métodos

2.1. Área de Estudo

O município de Campo Novo dos Parecis se localiza na região oeste do Estado de Mato Grosso, sendo criado pela Lei Estadual nº 5.315, em 04/07/1988, com população estimada para 2018 de 34.558 (IBGE, 2019a). Instalado na unidade geomorfológica da Chapada dos Parecis, com solo latossolo vermelho distrófico de espessura desenvolvida o que apresenta um grande potencial para armazenamento de água, entretanto, as ações de drenagem para agricultura tem comprometido este armazenamento (Moreira e Vasconcelos, 2007), uma vez que o município apresentava cerca de 725 mil hectares plantados com fins agrícolas em 2017 (IBGE, 2019b). Possui clima Mesotérmico Quente e Úmido dos Parecis e Xingu-Araguaia, tipo III B1, com altitudes entre 400 e 600 metros, pluviosidade anual média entre 1900 a 2000 mm com estação seca entre maio e setembro e chuvosa entre outubro e abril.

Apresenta temperaturas médias oscilam entre 23 e 24 °C, máxima de 31,2°C e mínima de 18,1°C (Tarifa, 2011).

2.2. Metodologia

Para a realização deste trabalho, foram utilizados dados de precipitação de duas estações meteorológicas automáticas localizadas no município de Campo Novo dos Parecis - MT, sendo uma da rede do INMET (2018, Lat -13.785907°; Long -57.838485°) e uma da Fazenda Porta do Céu cedidos pela Sra. Andréia Cervo Stefanello (Lat: -13.685033°; Long: -57.891934°), além de dados de uma estação pluviométrica manual cedidos pelo Sr. João Francisco Dellapiane (Lat -13.668333°; Long -57.954722°) próxima ao centro da cidade (Figura 1). Para a análise sinótica dos eventos ocorridos, foram utilizados cartas e boletins sinóticos fornecidos pelo CPTEC (2019). A análise altimétrica foi realizada a partir da base de dados Topodata (INPE, 2019), além de fotografias cedidas pela Diretoria de Proteção e Defesa Civil de Campo Novo dos Parecis – MT e Sindicato dos Produtores Rurais de Campo Novo do Parecis.

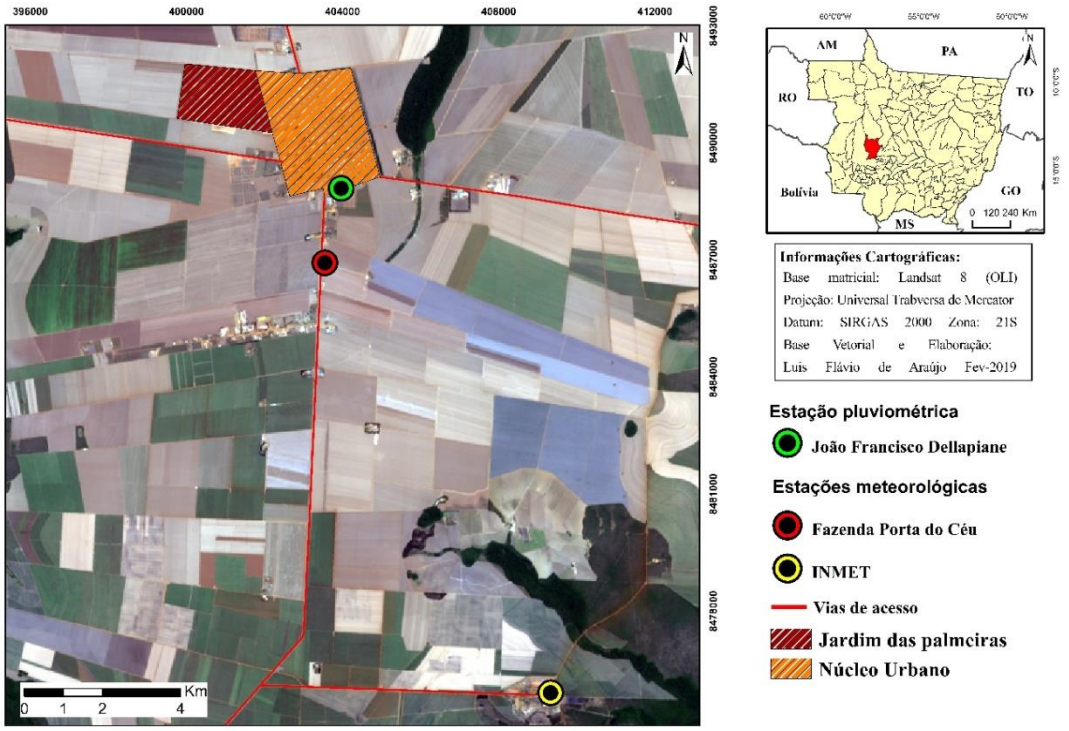


Figura 1 - Mapa da localização do município de Campo Novo do Parecis com as estações meteorológicas e pluviométrica utilizadas neste trabalho. Autor: Luís Flávio de Araújo, 2019.

3. Resultados e Discussões

Analisando os dados da Figura 2, verifica-se a precipitação diária das estações meteorológicas do INMET, Fazenda Porta do Céu e Francisco Dellapiane. Os dados mostram que no mês de janeiro já tinham ocorrido precipitações superiores a 100 mm, registrados pelas estações do INMET e Francisco Dellapiane, bem como eventos superiores a 60 mm registrados pelas três estações. No mês de fevereiro, na data dos alagamentos, foram observadas na estação pluviométrica João Francisco Dellapiane (localizada mais próxima do centro do município), precipitações de 132 mm e 128 mm nos dias 08/02 e 09/02 respectivamente, totalizando 260 mm de chuva em apenas dois dias. A estação do INMET registrou 65 mm no dia 09/02, enquanto que a estação Fazenda Porta do Céu registrou 53,8 no dia 09/02 e 106,2 mm no dia 11/02.

Considerando os valores mensais das três estações (Figura 3), verificou-se que o mês de janeiro já apresentou elevada precipitação, com valores que variaram de 368,8 mm na Fazenda Porta do Céu a 558 mm na Francisco Dellapiane. Conforme Tarifa (2011), a precipitação anual para a região varia entre 1900 a 2000 mm, com estações alternadas de seca (maio a setembro) e chuvosa (outubro a abril). Considerando uma precipitação anual de 2000 mm, as estações meteorológicas da Fazenda Porta do Céu e do INMET e a pluviométrica João Francisco Dellapiane registraram respectivamente em janeiro/2017, volumes correspondentes a 18%, 21% e 28% da precipitação anual. Enquanto que em fevereiro/2017, a precipitação registrada representou respectivamente 26,5%, 21,5% e 35,8% do volume total anual esperado. Ou seja, em apenas dois meses a estação da Fazenda Porta do Céu registrou 44,5% do volume máximo esperado para todo ano, enquanto que na estação do INMET foi de 42,5% e na João Francisco Dellapiane foi de 63,8%.

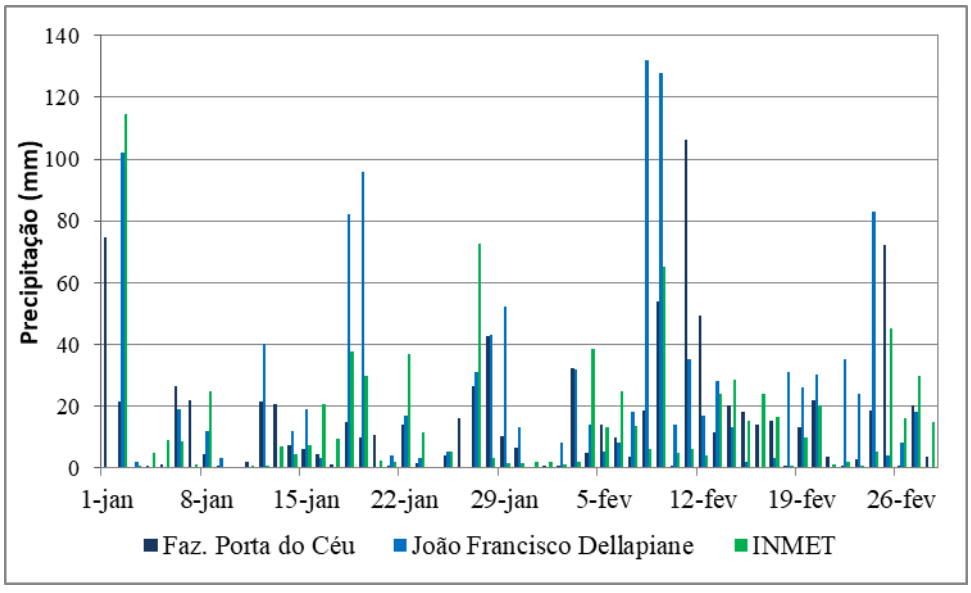


Figura 2 – Precipitação diária em Campo Novo dos Parecis - MT nos meses de janeiro e fevereiro de 2017.

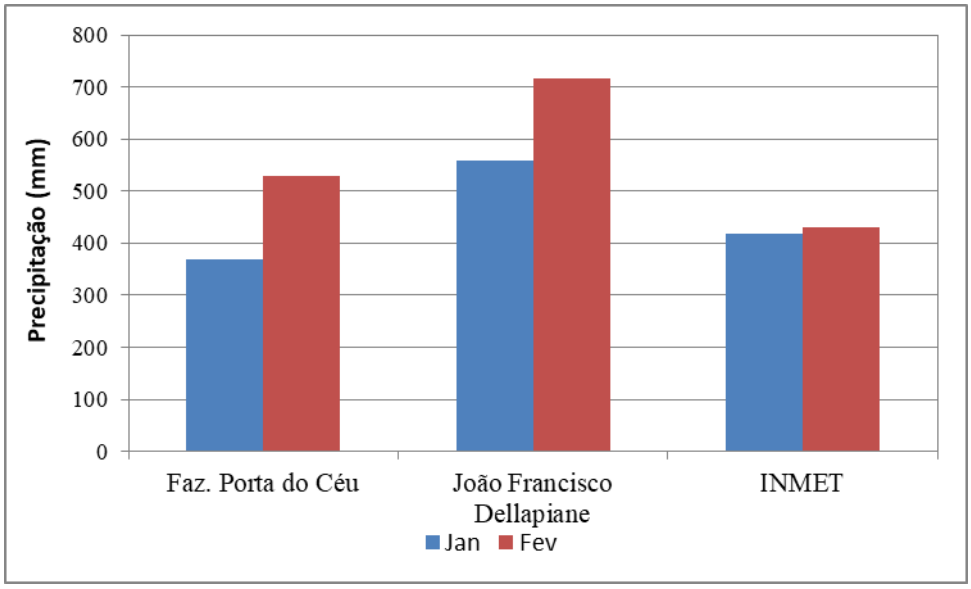


Figura 3 – Precipitação mensal em Campo Novo dos Parecis - MT em janeiro e fevereiro de 2017.

As chuvas neste período estão associadas a intensificação da Alta da Bolívia, conforme a Figura 4, onde se observa uma grande circulação anticiclônica que atuou entre os dias 09 e 11/02 no nível de 200 hpa sobre parte do Centro Oeste e Norte do Brasil, resultante de forte convergência em baixos níveis, o que gerou instabilidades e muita chuva (CPTEC, 2019).

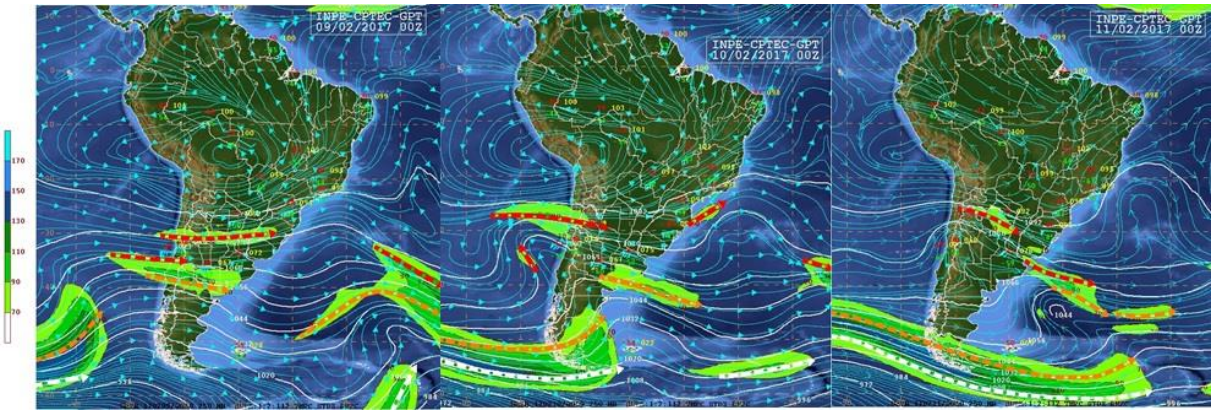


Figura 4 - Circulação Atmosférica em altos níveis (200 hpa), sendo possível identificar uma circulação anticiclônica (Alta da Bolívia – AB) atuando no centro da América do Sul, sobre o Centro Oeste e Norte do Brasil. Fonte: CPTEC, 2019.

Com a intensificação dos eventos de chuva ocorridos entre os dias 8 e 11 de fevereiro, houveram vários alagamentos tanto na área urbana quanto na zona rural de Campo Novo dos Parecis. Entre as notícias dos alagamentos, matéria do dia 11/02 informava que o número de desalojados era de cerca de mil pessoas (disponível em http://g1.globo.com/mato-grosso/noticia/2017/02/chuva-alaga-casas-e-moradores-sao-resgatados-de-barco-em-cidade-de-mt.html), enquanto que no dia 13/02 era noticiado que o número de pessoas obrigadas a deixar suas residências era de cerca de três mil pessoas (disponível em http://g1.globo.com/mato-grosso/noticia/2017/02/chuva-forte-alaga-plantacoes-em-campo-novo-do-parecis-mt.html).

Deve-se observar que no mês de janeiro ocorreram fortes chuvas mas que não causaram os mesmos danos, e que possivelmente pode ter corroborado para saturação do solo pela água. Estudo realizado por Bono et al. (2012) em áreas de latossolo vermelho distrófico em área de Cerrado, mostra que o uso de lavoura contínua diminui drasticamente a capacidade de infiltração de água do solo, pois ocorre a compactação do solo em função do uso de maquinários e implementos, bem como a drenagem deste tipo de solo impacta na capacidade de armazenar água no solo (Moreira e Vasconcelos, 2007). Outro ponto que deve ser avaliado é a localização do Bairro Jardim das Palmeiras, pois o mesmo se encontra em uma área mais baixa na Chapada dos Parecis, tendo em seu entorno áreas mais elevadas (Figura 5 e 6). Considerando que a cidade de Campo Novo do Parecis está assentada em uma área plana, é natural que com as chuvas, o escoamento superficial direcione a água para a área mais baixa, neste caso, onde o bairro Jardim das Palmeiras foi instalado. As áreas de lavoura onde ocorreram os alagamentos também se deram por conta de altitudes inferiores às do entorno, o que concentrou o grande volume de chuva nas áreas mais baixas (Figura 7).

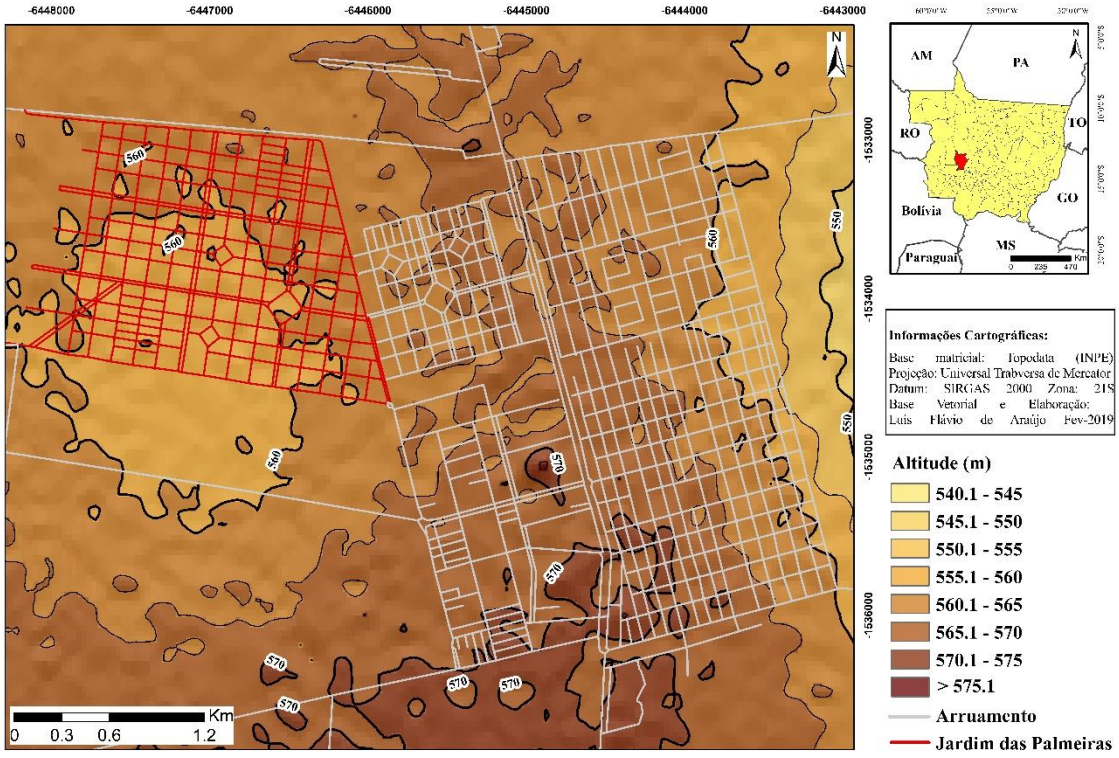


Figura 5 - Mapa da altimetria do sítio urbano de Campo Novo do Parecis - MT. Elaboração: Luís Flávio de Araújo, 2019.

Figura 6 - Vista do bairro Jardim das Palmeiras durante alagamento em fevereiro/2017.
Fonte: Defesa Civil – MT

Figura 7 - Vista de lavoura atingida pela chuva no dia 11/02/2017 no município de Campo Novo do Parecis.
Fonte: Giovana Velke/Sindicato Rural de Campo Novo do Parecis

4. Considerações Finais

Os alagamentos ocorridos no Bairro Jardim das Palmeiras estão associados ao escoamento superficial provocado pelos eventos de grande intensidade, acumulando a água em parte deste bairro que apresenta altitude mais baixa que o entorno. Estes fatos devem fazer com que o crescimento do perímetro urbano e assentamento de novos bairros sejam implementados com maior cuidado pelo poder público, evitando a ocupação de áreas mais baixas que estarão mais suscetíveis a alagamentos, como é o caso do bairro Jardim das Palmeiras.

5. Agradecimentos

Agradecemos a colaboração do Sr. Juliano Olejas (Diretor Executivo de Proteção e Defesa Civil de Campo Novo do Parecis – MT), da Sra. Léa de O. Martins Scariot (Sindicato de Produtores Rurais de Campo Novo do Parecis – MT), do Sr. João Francisco Dellapiane (estação pluviométrica manual), da Sra. Andréia Cervo Stefanello (estação meteorológica da Fazenda Porta do Céu), do INMET pelo acesso aos dados da estação e CPTEC pelo acesso aos Boletins Técnicos de Análise Sinótica.

6. Referências Bibliográficas

BONO, J. A. M., MACEDO, M. C. M, TORMENA, C. A. et al . Infiltração de água no solo em um latossolo vermelho da região sudoeste dos cerrados com diferentes sistemas de uso e manejo. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa , v. 36, n. 6, p. 1845-1853, Dec. 2012 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832012000600019&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 10 de fev. 2019. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832012000600019.

Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC). **Boletim Técnico: Análise Sinótica 09/02/2017-00Z, 10/02/2017-00Z, 11/02/2017-00Z**. Disponível em: http://tempo.cptec.inpe.br/boletimtecnico/pt. Acesso em: 10 de fev. 2019.

GARCIA, J. R., MIYAMOTO, B. C. B., MAIA, A. G. Eventos extremos de precipitação: identificação e análise da bacia hidrográfica do Rio Jundiaí, São Paulo, **Confins**, 37, 2018. Acesso em: 12 de fev. 2019. URL : http://journals.openedition.org/confins/15586 ; DOI : 10.4000/confins.15586

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Cidades e Estados**. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mt/campo-novo-do-parecis.html. Acesso em: 10 de fev. 2019a.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Produção Agrícola Municipal – 2017**. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html?=&t=o-que-e. Acesso em: 10 de fev. 2019b.

Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). **Estação meteorológica de observação de superfície automática**. Disponível em: http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas. Acesso em: 19 de nov. 2018.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). **Topodata: banco de dados geomorfométricos do Brasil. Variáveis geomorfométricas locais**. São José dos Campos, 2008. Disponível em http://www.dsr.inpe.br/topodata/. Acesso em: 10 de fev. 2019.

MOREIRA, M. L. C., VASCONCELOS, T. N. N. (orgs). **Mato Grosso: solos e paisagens**. Cuiabá: Entrelinhas, 272 p., 2007.

SILVA DIAS, M. A. F.. Eventos Climáticos Extremos. **Revista USP**. São Paulo, n° 103, p.33-40, 2014.

TARIFA, J. R. **Mato Grosso: Clima – análise e representação cartográfica**. Cuiabá: Entrelinhas, 102 p., 2011. (Série recursos naturais e estudos ambientais).

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 AO DESASTRE DA SECA NA REGIÃO NORDESTE DO BRASIL

Prof. João Luís Sampaio Olímpio[(a)]

[(a)] Instituto Federal do Ceará, campus Quixadá, joao.olimpio@ifce.edu.br

Eixo: Riscos e Desastres Naturais

Resumo/

A região Nordeste do Brasil é palco de crises motivadas por eventos naturais adversos, sobretudo aqueles deflagrados pelas secas, as quais frequentemente ocasionam inúmeros danos às vidas e a organização social e econômica. Posto isto, a presente investigação tratou da vulnerabilidade ao desastre das secas. Para tanto, foi elaborado um índice estatítisco que integrou variavéis indicativas do fenômeno, abrangendo aspectos diversos, tais como demografia, condições socioeconômicas, situação domiciliar e dos estabelecimentos rurais. Foram atribuídas ponderações para as variaveis a partir da técnica multivariada de análise fatorial. Os resultados foram espacilizados em um SIG. Foi determinado que os municípios de maior vulnerabilidade estão situados nas porções noroeste e oeste do Nordeste, abrangendo parte considerável do Maranhão e, em menor frequência, do Piauí. Por outro lado, as capitais e as cidades de influência regional e local se encontram em situações mais amenas.

Palavras chave: vulnerabilidade; seca; estiagem; desastres naturais.

1. Introdução

Os desastres naturais são uma constante no Brasil, seja em espaços urbanos, seja nos rurais, tendo origens diversas, como na variabilidade climática, em processos erosivos exacerbados, nos movimentos de massa ou nas epidemias. Portanto, os desastres naturais são fenômenos históricos e contemporâneos deste espaço geográfico, uma vez que sempre estiveram presentes e que certamente produziram alterações no modo vida e na organização da estrutura produtiva.

Exemplo disto é a região do Nordeste do Brasil (NEB) em que os eventos periódicos de secas e, em menor grau, as precipitações intensas, construíram a cultura, a estrutura social e econômica, bem como a formação territorial. O Nordeste é uma das cinco regiões geográficas em que o Brasil, apresentando uma população de 53.081.950 habitantes, em 2010. Nesta região estão incluídos nove estados, os quais apresentam similaridades entre si, mas, sobretudo diferenças, sejam relativas à diversidade de paisagens naturais e humanizadas, sejam devido às características da estrutura social e econômica ou das distinções étnico-culturais. Contudo, atualmente, a seca é o evento produtor de crises generalizadas na região, pois entre 2012 e 2017 as precipitações têm sido inferiores às normais e insuficientes para atender a demanda hídrica. A consequência é o racionamento de água nas cidades e a sua total indisponibilidade nas comunidades rurais, além de prejuízos econômicos.

Corrobora para o fortalecimento dos estudos de desastres, as possíveis alterações ocasionadas pelas mudanças climáticas. Seguindo as previsões do *Intergovernmental Panel on Climate Chang*e (IPCC) é esperada, em cenários críticos, que a magnitude e a frequência de eventos extremos se intensifiquem, resultando no recrudescimento de tensões sociais e em desequilíbrios econômicos, sobretudo em países técnica e economicamente menos desenvolvidos, os quais terão maiores dificuldades para adaptar-se as novas condições ambientais (SOLOMON *et al*., 2007). Desta situação emergem estudos que investigam o comportamento dos processos naturais em um panorama de mudança global, notadamente daqueles deflagradores de desastres, bem como os que averiguam as formas como os grupos sociais e as políticas públicas têm agido para adaptar-se aos novos cenários em construção. É este o contexto vivenciado nos municípios nordestinos.

O presente artigo tem por objetivo principal determinar a intensidade da vulnerabilidade aos desastres naturais relacionados à ocorrência de eventos indutores da escassez hídrica (secas e estiagens) nos municípios que compõem a região do Nordeste do Brasil. A vulnerabilidade pode ser entendida como uma estimativa da capacidade dos grupos sociais de resistir e de adaptar-se às adversidades, bem como de promover o seu bem-estar (OLÍMPIO, 2017). Neste sentido, busca-se a identificação do estado da arte de tais riscos por meio da mensuração, integração e análise de critérios indicadores da situação vivenciada na região.

ISBN: 978-85-7282-778-2

2. Materiais e Métodos

A execução das atividades para a construção da pesquisa foi realizada segundo um roteiro metodológico de investigação composto de cinco etapas, a saber: 1 - definição da área e objeto de estudo; 2 – revisão da literatura; 3 - coleta e organização de dados; 4 – produção do material cartográfico; 5 – elaboração de um índice síntetico de vulnerabilidade.

Na etapa inicial ocorreu a delimitação da área de interesse e do fenômeno a ser investigado a partir da observação dos desastres naturais mais recorrentes no território brasileiro e quais os espaços eram mais frequentemente impactados. Neste sentido, chegou-se ao desastre provocado pela escassez hídrica na região Nordeste. A revisão da literatura consistiu no levantamento de publicações que versam sobre os temas de interesse da pesquisa. Na terceira etapa foi levantado um conjunto de dados censitários dos municípios do NEB. Em seguida, os mesmos foram integrados aos dados geográficos representativos dos municípios da região através de um Sistema de Informação Geográfica (SIG).

Na etapa posterior ocorreu a construção de um índice para a determinação da vulnerabilidade. O mesmo foi denominado de Índice de Vulnerabilidade aos Desastres Naturais (IVDEN). No quadro 1 são apresentadas as 28 variáveis utilizadas, abrangendo os critérios demografia, estrutura etária, estrutura habitacional, educação, saúde, arranjo familiar, econômica, renda, trabalho, condições econômicas e situação dos estabelecimentos rurais.

Quadro I – Variáveis para a determinação da vulnerabilidade

Variáveis	Fonte
Percentagem da população residente no município em relação à população residente no NEB	IBGE (2010a)
Percentagem da população municipal que reside em domicílios rurais	
Percentagem da população residente no município com deficiência permanente	
Percentagem da população residente no município com 14 anos ou menos	
Percentagem da população residente no município com 70 anos ou mais	
Densidade demográfica municipal	
Percentagem municipal de domicílios particulares permanentes sem abastecimento de água	
Percentagem municipal de domicílios particulares permanentes sem esgotamento sanitário[1]	
Percentagem municipal de domicílios particulares permanentes sem coleta de lixo	

Continua.

[1] Inclui os domicílios que não possuem banheiro e nem sanitários, domicílios que possuem sanitário, mas que não estão ligados à rede geral de esgoto ou pluvial ou não têm fossa séptica.

Variáveis	Fonte
Percentagem municipal de domicílios particulares permanentes sem energia elétrica	IBGE (2010a)
Percentagem municipal de domicílios particulares permanentes precários[2]	
Média municipal de residentes por domicílio	
Percentagem municipal da população analfabeta	
Percentagem de domicílios particulares permanentes cujo responsável pelo domicílio possuía até 17 anos de idade	
Percentagem de domicílios particulares permanentes cujo responsável pelo domicílio possuía até 70 anos ou mais	
Percentagem de domicílios particulares permanentes cujo responsável pelo domicílio era analfabeto	
Percentagem municipal de domicílios particulares permanentes cujo responsável era do sexo feminino	
Percentagem municipal de mulheres com 10 anos ou mais que tiveram filhos nascidos mortos	IBGE (2010b)
Percentagem de crianças com menos de um ano de idade desnutridas em 2010	BRASIL (2016)
Percentagem de domicílios particulares permanentes com rendimento nominal mensal domiciliar de até um salário mínimo[3]	IBGE (2010a)
Percentagem de domicílios particulares permanentes sem rendimento nominal mensal domiciliar[4]	
Percentagem da população economicamente ativa desocupada na semana de referência	IBGE (2010b)
Percentagem de domicílios particulares permanentes sem rendimento nominal mensal domiciliar cujo responsável era do sexo feminino	
Percentagem municipal de pessoas com 10 a 17 anos de idade ocupadas na semana de referência	
Percentagem de estabelecimentos agropecuários que não receberam orientação técnica	IBGE (2006)
Percentagem de produtores rurais sem área	
Percentagem de estabelecimentos agropecuários com terras degradadas	
Percentagem do Produto Interno Bruto municipal de 2010 em relação ao Produto Interno Bruto do NEB	IBGE (2010)

Fonte: elaborado pelo autor, baseado em dados do IBGE (2010a; 2010b; 2006) e Brasil (2016).

Foram calculadas as percentagens e razões de cada variável em relação à quantidade de domicílios ou pessoas presentes em cada município. Apenas para as variáveis "população residente no município" e Produto Interno Bruto as percentagens foram obtidas em relação ao NEB como um todo.

[2] Inclui habitações em casa de cômodos, cortiço, cabeça-de-porco, oca e maloca.
[3] No ano de 2010, o salário mínimo do Brasil era de 510,00 reais, valor estabelecido pela Lei n° 12.255, de 15 de junho de 2010. Disponível em: <www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12255.htm>. Acessado em: 11 de ago. de 2016.
[4] A categoria sem rendimento inclui os domicílios em que a pessoa responsável recebia somente benefícios.

Em seguida, foi necessária a padronização do conjunto de dados das variáveis, porque os mesmos possuem grandezas e unidades de medida distintas. Para tanto, os dados foram inseridos na equação 1 (MEDEIROS; SOUZA; SANTOS, 2014):

(1)

$$I_{ps} = \frac{I_s - I_{-v}}{I_{+v} - I_{-v}}$$

Onde: Ips = valor padronizado do indicador "I" no município "s"; Is = valor do indicador "I" no município "s"; I-v = menor valor do indicador "I" no universo de municípios, e; I+v = maior valor do indicador "I" no universo de municípios.

Todavia, a percentagem do PIB municipal possui uma relação inversamente proporcional das demais variáveis, de tal forma que a equação 1 foi adaptada com intuito de reorientar os dados, fazendo, assim, que os valores maiores sejam indicativos de piores situações. Abaixo é demonstrada a equação 2, utilizada na padronização desta variável.

(2)

$$I_{ps} = 1 - \frac{I_s - I_{-v}}{I_{+v} - I_{-v}}$$

Ambas as equações retornam um conjunto de valores que varia de 0 (zero) a 1 (um), sendo que, para os dados selecionados, os mais próximos de 1 (um) apresentam condições mais agravantes, enquanto aqueles mais próximos de 0 (zero) correspondem as melhores situações.

Foram atribuídos pesos em função da variância do conjunto de variáveis. As ponderações foram obtidas através da técnica estatística multivariada de análise fatorial, tendo sido empregado o método Análise de Componentes Principais (ACP). Kubrusly (2001) demonstrou a possibilidade do emprego das cargas fatoriais da ACP para ponderação empírica de variáveis aplicáveis em índices multivariados. De início, foi verificado se a base de dados é adequada para utilização da ACP, conforme o roteiro metodológico apresentado por Filho e Silva-Jr. (2010) (QUADRO 2).

Quadro II – Procedimentos metodológicos para verificação da adequabilidade da base de dados

O que deve ser observado	Técnica empregada	Resultado aceitável	Resultado obtido
Nível de mensuração	-	Variáveis contínuas ou discretas	Discretas
Número de observações	-	> 100	1.794
Razão entre o número de casos e a quantidade de variáveis	Divisão simples	≥ 5	70,5
Padrão de correlação entre as variáveis	Coeficiente de correlação	Maior parte dos coeficientes de correlação deve apresentar valores acima de 0,30.	6,962%
	Teste de *Kaiser-Meyer-Olklin* (KMO)	≥ 0,5	0,790
	Estatística de *Bartelett Test of Spherecity* (BTS)	p < 0,05	0,000

Fonte: baseado em Filho e Silva-Jr. (2010).

Convém ressaltar que o resultado obtido no coeficiente de correlação indica baixa correlação entre os dados. Em uma análise de redução de variáveis, este caso implicaria na retirada de variáveis da análise. No entanto, como o objetivo do trabalho é ponderar as variáveis, elas permaneceram. A confiabilidade dos dados foi estimada através do coeficiente de Cronbach, o qual apresentou valor de 0,767, considerado de alta confiabilidade. Depois foi determinada a quantidade de fatores extraídos, cujo objetivo é representar o padrão de correlação entre o conjunto de variáveis. Assim, empregou o critério de Kaiser que considera a apenas a extração dos fatores com autovalores acima de um. Conforme o método, para o conjunto de variáveis analisadas foram extraídas oito componentes (Tabela 1).

Tabela I – Variância das variáveis selecionadas

Componente	Autovalor	Variância (%)	Variância acumulativa (%)
1	6,650	23,750	23,750
2	4,669	16,677	40,426
3	2,140	7,643	48,069
4	1,711	6,111	54,180
5	1,402	5,006	59,186
6	1,146	4,092	63,278
7	1,092	3,899	67,177
8	1,004	3,586	70,763

Fonte: autor.

As componentes extraídas explicam 70,763% do conjunto de dados. Em seguida, os fatores foram rotacionados pelo método Varimax para, posteriormente, serem geradas pontuações (Tabela 2).

ISBN: 978-85-7282-778-2

Tabela II – Ponderação das Variáveis

Variáveis		Pesos	Variáveis		Pesos
V1	**PTOTA**	-0,66922385	**V15**	**PCH70**	-1,662451186
V2	**PRURA**	1,061960971	**V16**	**PCHAN**	0,738512335
V3	**PDEFI**	0,224264853	**V17**	**PCHML**	0,619054974
V4	**PINFA**	1,435780823	**V18**	**MFLOB**	0,328786429
V5	**PIDOS**	-1,776899362	**V19**	**CDESN**	0,276075362
V6	**DEDEM**	-0,582387347	**V20**	**DR1SM**	0,418671845
V7	**DAGUA**	1,207551292	**V21**	**DSREN**	0,680584635
V8	**DESGO**	0,928736381	**V22**	**PEADE**	0,347561789
V9	**DLIXO**	1,166886958	**V23**	**MSREN**	0,645485662
V10	**DENER**	1,112185513	**V24**	**PTINF**	1,328722266
V11	**DPREC**	-0,243399563	**V25**	**ERSOR**	-0,415392756
V12	**MRDOM**	1,278328573	**V26**	**PRSAR**	0,816008524
V13	**PANAF**	0,753829313	**V27**	**ERTDE**	0,744601604
V14	**PCH17**	0,623686563	**V28**	**PIB**	0,66493827

Fonte: autor.

Finalmente, foi aplicada a equação 3 para definir os resultados do Índice de Vulnerabilidade aos Desastres Naturais.

(3)

$$I_{sj} = \frac{\sum_i a_i x_{ij}}{n_i}$$

Onde: Isj = resultado do índice no município "j"; a_i = peso da i-ésima variável, dado que a = p.f, onde "p" é o coeficiente de pontuação da componente mais explicativa e "f" é o auto-valor desta componente; x_{ij} = valor da i-ésima variável observada para j-ésima município; n_i = número de variáveis.

3. Resultados e Discussões

As investigações acerca da vulnerabilidade são instrumentos que clarificam a leitura da realidade no entorno da organização espacial de ativos em um dado espaço geográfico. No contexto latino-americano esta investigação é representada pela desigualdade na locação de recursos e, por consequência, há diferentes níveis de vulnerabilidade. Deste modo, apontam para uma situação crucial: os eventos adversos geram danos distintos em cada porção geográfica, em virtude da presença ou não

de ativos potencializadores da proteção social e minimizadores dos riscos. Assim, parte-se do pressuposto que o estudo da vulnerabilidade contribui para a compreensão dos riscos que os diferentes grupos sociais experimentam ao serem submetidos aos perigos naturais de mesma intensidade (BRAGA, OLIVEIRA, GIVISIEZ, 2006).

Resultados obtidos indicam que para o período analisado, a vulnerabilidade média nos municípios do NEB foi de nível médio. Na tabela 4 está exposta a distribuição dos municípios, segundo as classes de vulnerabilidade e por estado a que pertencem.

Tabela 4 – Distribuição dos municípios entre as classes de vulnerabilidade

Estados	Muito Baixa	Baixa	Média	Alta	Muito Alta	Total
AL	1	12	29	47	13	102
BA	85	155	108	63	6	417
CE	16	75	72	20	1	184
MA	2	6	31	86	92	217
PB	61	81	52	28	1	223
PE	33	55	64	29	4	185
PI	14	38	70	68	34	224
RN	61	69	33	4	0	167
SE	6	32	26	10	1	75
Total	279	523	485	355	152	1.794
Total (%)	15,55	29,15	27,03	19,79	8,47	100,00

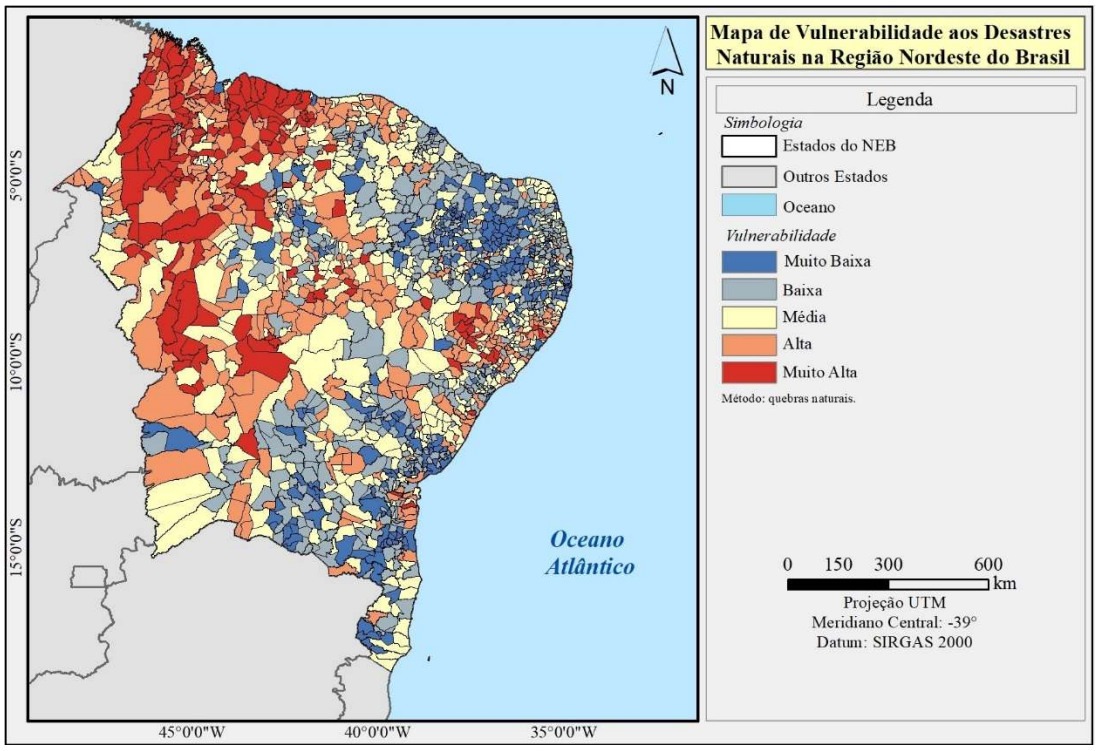
Fonte: elaborado pelo autor.

Observa-se que a distribuição dos municípios entre as classes é dada pelo predomínio de unidades municipais com vulnerabilidade baixa (VB) e média (VM), com 29,15% e 27,03%, respectivamente. Em seguida, 19,79% estão em situação de vulnerabilidade alta (VA) e 15,55% muito baixa (VMB). Por último, 8,47% dos municípios encontram-se na pior condição.

A distribuição espacial dos resultados do IVDEN está demonstrada na figura 1. Observa-se que existe uma concentração de municípios de vulnerabilidade muito alta nas porções noroeste e oeste do NEB, abrangendo parte considerável do Maranhão e, em menor, frequência do Piauí. Em termos absolutos, estes dois estados apresentaram a maior quantidade de municípios nesta condição, com 60,53% e 22,37%, respectivamente.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Figura 1 – Mapa de vulnerabilidade aos desastres naturais da região Nordeste do Brasil



Fonte: autor.

Em contrapartida, são observados municípios com condições amenas e severas convivendo lado a lado. De maneira geral, nos primeiros estão aqueles centros que possuem maiores capitais sociais e econômicos e detêm os maiores investimentos em infraestrutura básica, de modo a favorecer o estabelecimento de uma centralidade construída pela estrutura de oportunidades neles presentes. Por seu turno, nos municípios em condições mais adversas essa estrutura é menor, resultando em uma grande pressão sobre poucos recursos municipais e na dependência socioeconômica e dos serviços administrativos públicos presentes nos centros.

Nos 152 municípios de vulnerabilidade muito alta concatenam-se as piores situações entre as variáveis selecionadas, refletindo na exposição às adversidades sociais, econômicas e até mesmo à manutenção da vida. Desta maneira, tais municípios apresentam uma maior predisposição ao estabelecimento de crises que podem evoluir para desastres dependendo da intensidade do impacto dos

ISBN: 978-85-7282-778-2

processos naturais. No quadro 3 estão elencados os vinte municípios do Nordeste de maior vulnerabilidade.

Quadro III – Municípios de maior vulnerabilidade

Ordem	Município	Estado	Ordem	Município	Estado
1°	Marajá do Sena	MA	11°	Marajá do Sena	MA
2°	Belágua	MA	12°	Belágua	MA
3°	Cachoeira Grande	MA	13°	Cachoeira Grande	MA
4°	Santo Amaro do Maranhão	MA	14°	Santo Amaro do Maranhão	MA
5°	Fernando Falcão	MA	15°	Fernando Falcão	MA
6°	Centro Novo do Maranhão	MA	16°	Centro Novo do Maranhão	MA
7°	Pedro do Rosário	MA	17°	Pedro do Rosário	MA
8°	Primeira Cruz	MA	18°	Primeira Cruz	MA
9°	Presidente Juscelino	MA	19°	Presidente Juscelino	MA
10°	Afonso Cunha	MA	20°	Afonso Cunha	MA

Fonte: elaborado pelo autor.

O estado do Maranhão destaca-se negativamente ao constatar-se que 42,40% dos seus municípios apresentam vulnerabilidade muito alta. Os resultados expõem um potencial alarmante para o surgimento de adversidades, bem como indicam que as unidades destacadas estão muito suscetíveis aos desequilíbrios sociais manifestados em cenários de crise econômica e desestruturação de políticas sociais.

Embora o Maranhão não esteja sob o domínio climático semiárido, a crise ambiental em construção também representa um cenário de risco para o mesmo, pois nas próximas décadas é esperada a elevação da variabilidade pluviométrica e a expansão das áreas semiáridas degradadas (SOLOMON, *et al.,* 2007). Neste contexto, possivelmente ocorrerá o acirramento das demandas por recursos naturais pela população e pelos agentes econômicos, implicando pauperrimamente dos grupos já vulneráveis e ampliação das desigualdades socioeconômicas.

Na classe de vulnerabilidade muito alta também são destacáveis os municípios localizados nos sertões de Alagoas, na região do médio São Francisco, pois abrangeram 8,55% (13) da classe. Na mesma situação estão treze municípios dispersos entre cinco estados. Apenas o Rio Grande do Norte não possuiu municípios nesta condição. O IVDEN também agrupou 355 municípios com alta

ISBN: 978-85-7282-778-2

vulnerabilidade, sendo que a distribuição espacial dos mesmos esteve concentrada nos estados do Maranhão (24,23%) e Piauí (19,15%) dos municípios desta classe.

Desta forma, foi evidenciado que os estados do Maranhão e Alagoas apresentam a maior parte dos seus territórios em condições de alta ou muito alta vulnerabilidade aos desastres naturais, na medida em que os indicadores traduziram o nível de desproteção em que vive a população destes espaços. Situação semelhante também ocorre no Piauí onde estas classes abarcam 45,54% dos municípios.

Ao analisar o mapa de vulnerabilidade observa-se expressiva desigualdade socioespacial e intra-regional, tendo em vista que são registradas concentração de espaços sob condições de baixa e muito baixa vulnerabilidade, principalmente nas regiões metropolitanas, em centros regionais interioranos e ao longo da porção centro-oriental do NEB.

A vulnerabilidade baixa está presente em 28,15% dos municípios do NEB, sendo assim, a classe de maior representatividade. Embora seja registrada a presença desta classe em todos os estados, há expressiva discrepância entre os totais estaduais. Com efeito, na Bahia há 29,64% do total de municípios, enquanto no Maranhão existem apenas 1,15%.

Na classe de vulnerabilidade muito baixa estão, dentre outros, as capitais nordestinas, além de municípios que exercem influência regional e local, como Olinda – PE, Campina Grande – PB, Caicó – RN e Juazeiro do Norte – CE. A classe abrange 15,55% dos municípios do NEB, sendo que a maioria encontram-se nos estados da Bahia (30,47%), Paraíba (21,86%) e Rio Grande do Norte (21,86%). Porém, no Maranhão existem apenas dois municípios nesta classe (São Luís e Imperatriz), em Alagoas somente um (Maceió) e em Sergipe há seis (Aracaju, Ribeirópolis, Cumbe, Itabi, Cedro de São João e Propriá).

4. Considerações Finais

Neste trabalho foi investigado a vulnerabilidade aos desastres naturais nos municípios do Nordeste do Brasil, especialmente à escassez hídrica, sob uma perspectiva da análise integrada dos fatos naturais, sociais e econômicos formadores deste espaço geográfico. Perante os resultados alcançados verificou-se que a região é fortemente vulnerável às adversidades ocasionadas pelos desvios negativos da pluviosidade, as quais desorganizam o sistema produtivo e afetam a qualidade de vida de parte da população. Tal circunstância é especialmente recorrente naqueles espaços situados no tipo climático

ISBN: 978-85-7282-778-2

semiárido, espaço natural de maior suscetibilidade à ocorrência de secas, cujos efeitos são agravados pelo contexto da natureza da superfície e pelos aspectos sociais, econômicos e estruturais que suscitam o modelo de uso e ocupação predominante.

Embora a seca seja o fenômeno físico e natural ao meio, os seus efeitos não o são. As medidas para combate à seca passam fundamentalmente pelo fortalecimento das estruturas de oportunidades. A posse destes ativos garantirá o aumento da resistência e da capacidade de adaptação dos grupos sociais às adversidades há tempos conhecida.

Conclui-se que a metodologia desenvolvida ao longo desta investigação tem potencial de ser replicada em outros contextos geográficos, haja vista que o método apresentou resultados satisfatórios e devido à maleabilidade do emprego de variáveis, em função da sua disponibilidade em cada área de estudo.

5. Referências Bibliográficas

BRAGA, T. M; OLIVEIRA, E. L; GIVISIEZ, G. H. N. Avaliação de metodologias de mensuração de risco e vulnerabilidade social a desastres naturais associados à mudança climática. **São Paulo em perspectiva**, v. 20, n. 1, p. 81-95, 2006.

FILHO, D. B. F; SILVA-JR., J. A. Visão além do alcance: uma introdução à análise fatorial. **Opinião Pública**, Campinas, v. 16, n. 1, p. 160-185, 2010.

KUBRUSLY, L. S. Um procedimento para calcular índices a partir de uma base de dados multivariados. **Pesquisa Operacional**, v. 21, n. 1, p. 107-117, 2001.

MEDEIROS, C. N; SOUZA, M. J. N; SANTOS, J. O. Análise das condições de vulnerabilidade social do município de Caucaia (CE). **Geografia**, Rio Claro, v. 39, n. 2, p. 383-401, 2014.

OLÍMPIO, J. L. S. **Análise multicritério do risco de desastres naturais: um estudo sobre a seca na região Nordeste do Brasil**. Fortaleza: UFC, 2017, 242p. Tese de Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

SOLOMON, S; QIN, D; MANNING, M; MARQUIS, M; AVERYT, K; TIGNOR, M. M. B; MILLER JR., H. L. (eds.). **Climate Change 2007**: the Physical Science Basis. Cambridge University Press, Cambridge, 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

Vulnerabilidade Social nas áreas de Inundações do Canal Cipriano Santos, Bairro da Montese, Belém- PA

Adrielle Pena Lopes Carneiro [(a)], Augusto Maciel Costa [(b)] José Edilson Cardoso Rodrigues [(c)]

[(a)] Faculdade de Geografia e Cartografia, Universidade Federal do Pará, adriellelopes96@gmail.com
[(b)] Faculdade de Geografia e Cartografia, Universidade Federal do Pará, augustocosta080@gmail.com
[(c)] Faculdade de Geografia e Cartografia, Universidade Federal do Pará, jecrogrigues@yahoo.com.br

Eixo: Riscos e desastres naturais

Resumo

O crescimento acelerado da cidade de Belém propiciou a ocupação de áreas próximas a canais, principalmente por pessoas de baixa renda, ao passar dos anos às inundações nessas áreas tornou-se mais frequente devido principalmente, à falta de planejamento dos órgãos público associados com a questão do lixo, a impermeabilização do solo e a retirada da cobertura vegetal. Moradores dessas áreas estão suscetíveis a doenças, acidentes e perdas materiais e comprometimento nos indicadores sociais, a exemplo deste trabalho, o Canal da Cipriano Santos, localizado próximo à área central de Belém, deixou evidente que os setores censitários mais suscetíveis à inundação apresentaram os piores índices nos quesito moradia e renda, o contrário acontece com os setores que possuem menor vulnerabilidade às inundações, apresentado bom índices, o que comprova o quanto as áreas de inundações afeta nos indicadores sociais dos moradores do entorno do canal, deixando-os em extrema vulnerabilidade social.

Palavras chave: Vulnerabilidade, Inundações, Riscos, Setor Censitário.

1. Introdução

A aceleração da urbanização e a carência de um planejamento urbano ocasionou a segregação socioespacial das grandes metrópoles, e consequentemente em Belém não foi diferente, a ocupação de áreas sem infraestrutura durante a formação da cidade por parte da população, principalmente as de baixa renda, que se encontram vulneráveis a diversos riscos, como as inundações em área de canais. “A vulnerabilidade pode ser entendida como a suscetibilidade, por parte do ser humano, a um perigo ou dano” (BRAGA; OLIVEIRA;

GIVISIEZ (2006), apud ESTEVES, 2011). Desse modo, a vulnerabilidade aumenta potencialmente a exposição a danos, de acordo com as condições e situações dificuldades em se recuperar dos danos sofridos. A vulnerabilidade pode ser tratada em nível diferente, tanto coletivamente ou individualmente.

No entanto é de suma importância frisar a associação da vulnerabilidade ao risco, mesmo sendo conceitualmente distintas. Segundo a PNUD (2007, apud ESTEVES, 2011) "risco implica a exposição a perigos externos em relação aos quais as pessoas têm um controle limitado, a vulnerabilidade mede a capacidade de combate a tais perigos sem que se sofra, em longo prazo, uma potencial perda de bem-estar", portanto um tema bastante relevante na discussão geográfica.

O presente trabalho propõe fazer uma análise sobre vulnerabilidade socioeconômica, no canal Cipriano Santos, relacionando-o com as inundações, utilizando como recorte espacial setores censitários. A área de estudo está localizada no Bairro da Montese em Belém-PA, inserida na bacia hidrográfica urbana do Tucunduba, o mesmo apresenta uma extensão de 1,15 km, e encontra-se entres as latitudes 1°26'58.43"S e 1°26'55.24"S e nas longitudes 48°26'49.56"O e 48°27'25.37"O, conforme a Figura 1. De acordo com a sua geomorfologia, grande parte da área é de planície com cotas topográficas de 4 m. Segundo o Censo Demográfico realizado pelo IBGE no ano de 2010, oito setores censitários abrange o canal e possuem uma população de 9.557 habitantes divididos em 2.591 domicílios numa área de quase 0,5 km².

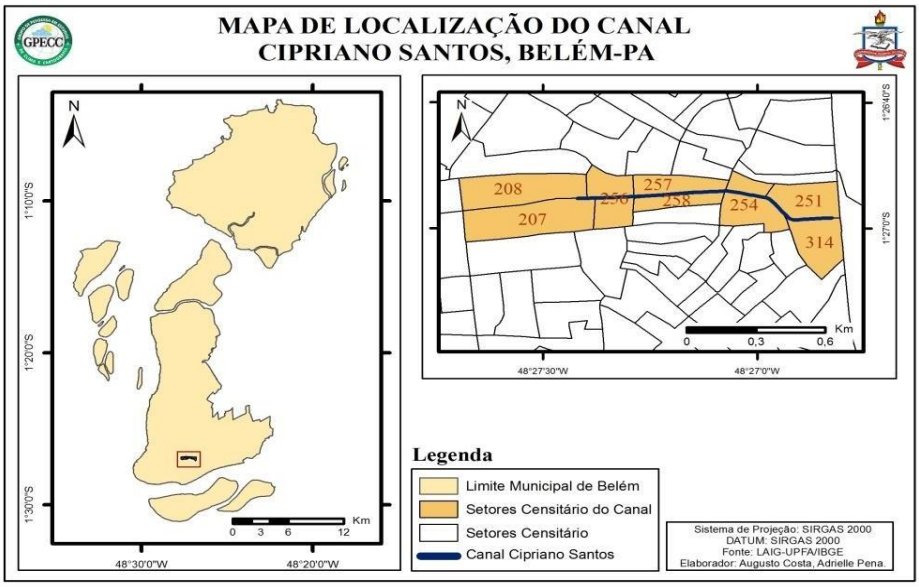


Figura 1 - Mapa de Localização

2. Materiais e Métodos

No processo de desenvolvimento desse artigo, primeiramente foi realizado uma revisão bibliográfica sobre o assunto pertinente a esta pesquisa. Utilizou-se shapefile da companhia de pesquisa de serviços minerais (CPRM) e foi desempenhado minuciosamente um levantamento de dados coletados pelos setores censitários: 207, 208, 251, 254, 256, 257, 258 e 314 considerando os três últimos números do código setor disponibilizado pelo IBGE no censo de 2010, extraindo os dados de domicílio, pessoas residentes, tipos de moradias e a renda salarial. Para produção de mapas temáticos de inundações, usando como referência a classificação do CPRM das áreas vulneráveis, os dados extraídos foram inseridos na planilha do Excel para a obtenção de informações socioeconômicas. Posteriormente, foram processadas em um sistema de informação geográfica (SIG) por meio do programa ArcGis, versão 10.2.2, para a elaboração de base cartográficas.

3. Resultados e Discussões

As modificações no sitio da área, causou degradação ambiental no local, principalmente com as intervenções antrópicas, substituindo a vegetação original por superfícies impermeáveis, e assim, reduzindo a infiltração, evapotranspiração e consequentemente, aumentando o escoamento superficial, sendo estes fatores agravantes para a elevação de inundações da região, principalmente devido à falta de planejamento na área, o que contribui muito nas inundações, que abrange 90% da área estudada, sendo 40% desta, considerada de alto risco às inundações, em especial os setores 254, 257 e 258 de acordo com o que mostra a Figura 2 no mapa de setores por renda, maioria dos moradores dessa área possuem renda de até um salário mínimo, os únicos dois setores que apresentam renda superior a um salário são os mesmo que possuem os menores índices de vulnerabilidade à inundações, no caso os setores censitário 207 e 208.

A Figura 2 traz consigo também, o mapa da situação das moradias, as quais são classificadas como semi-adequada pelo IBGE (2010) a qual define como “domicílios que atendem de uma a duas características de adequação as quais: abastecimento de água, rede de esgoto ou fossa séptica, coleta de lixo direta ou indireta”, este tipo de moradia se faz presente em todo perímetro do canal, as inundações contribuem muito para essa situação representada no mapa.

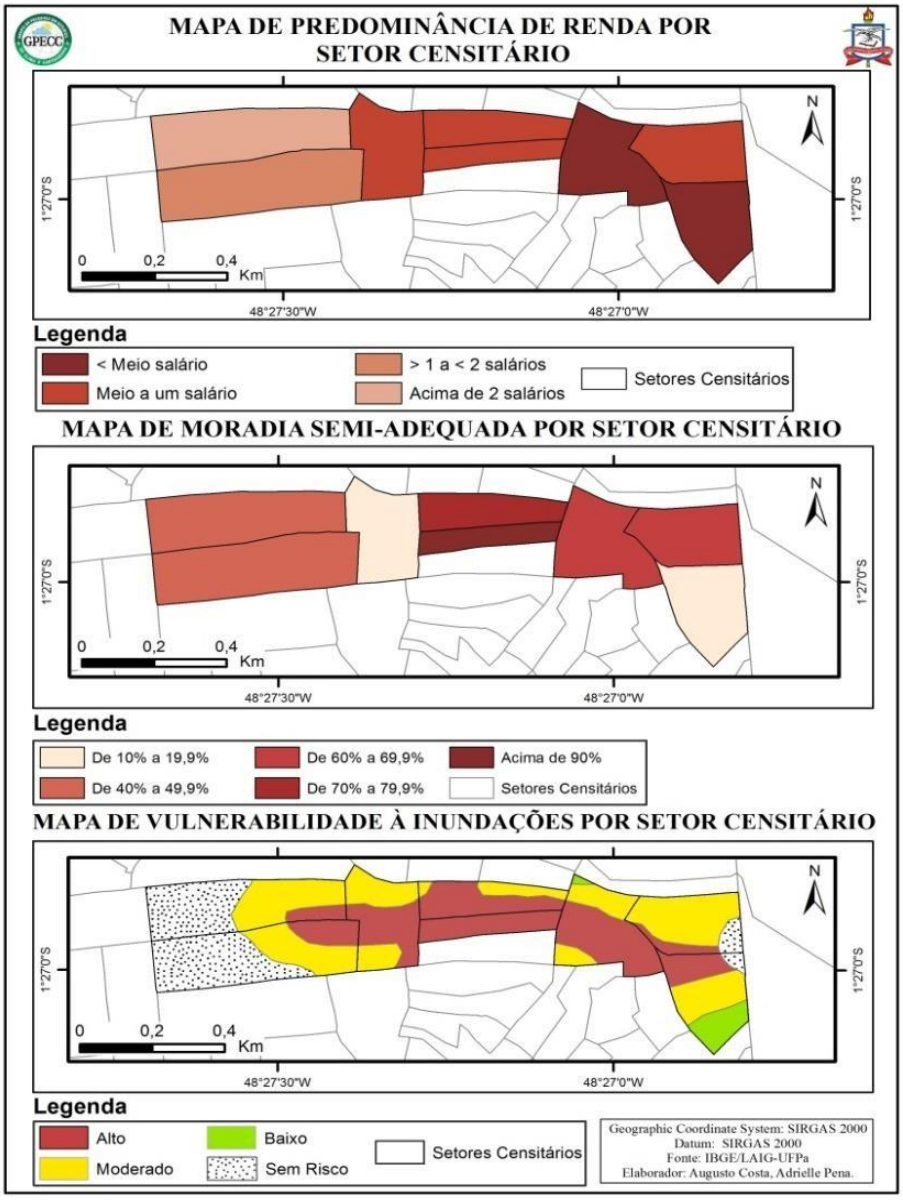


Figura 2 - Mapa de renda, moradia e inundação.

Os setores 257 e 258 são aqui também os mais precários em termos de moradia, tendo este último, mais de 90% das moradias semiadequada, há exceções aqui, os setores 207 e 208, considerados os setores até então menos vulneráveis a inundações, possuem quase metade das moradias nesta modalidade, ao contrário dos setores 256 e 314, onde ambos possuem os melhores índices no quesito moradia, tendo mais de 80% das moradias considerado adequada, possuem risco considerável às inundações.

4. Considerações Finais

Este trabalho deixou evidente o quanto às consequências da expansão urbana e a precariedades de infraestruturas no local e com a antropização desagradou ambientalmente o canal, assim, aumentou significamente o risco de inundações devido ao solo impermeável e alto escoamento superficial. Na análise geral dos dados, foi possível observar que o setor mais crítico é 258, seguindo pelos setores 257 e 254, enquanto os melhores índices estão nos setores 208 e 207, isso evidencia o quanto a vulnerabilidade social está relacionando às inundações, visto que os setores censitários com os melhores índices no geral, apresentam baixa vulnerabilidade às inundações e assim vice e versa.

Pode ser comprovado aqui, que as áreas com alta e média vulnerabilidade à inundação determinam negativamente nos indicadores sociais dos moradores do entorno do canal, visto que as condições econômicas da maioria das famílias impossibilita com que esta se mude para um local adequado, e assim acabam adaptando-se as condições precárias, arriscando-se a conviver de forma natural a tais riscos.

5. Referências Bibliográficas

CPRM. **Cartas de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações – Pará**. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Prevencao-de-Desastres-Naturais/Cartas-de-Suscetibilidade-a-Movimentos-Gravitacionais-de-Massa-e-Inundacoes---Para-5078.html> Acesso: dez.2018.

ESTEVES, C. **Risco e Vulnerabilidade Socioambiental:** Curitiba, Caderno Ipardes. v.1, n.2, p. 62-79. jul/dez. 2011

IBGE. **Censo Demográfico 2010**: Características urbanísticas do entorno dos domicílios. Rio de Janeiro, p.1-175, 2010.

IBGE. **Índice de organização de território**. Disponível em: ftp://geoftp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/ Acesso: dez.2018

PRATES, T.; AMORIM, R. **Vulnerabilidade Socioambiental das Áreas Sujeitas às Inundações no Município de São João Da Barra, RJ, Brasil**. Revista do Departamento de Geografia, p. 164-171, jun.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 GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

Vanessa Cristina Silva (a), Alan de Almeida Teixeira (b), Cecília Félix Andrade Silva(c)

(a) Licenciada em Geografia. Pós-graduada em Docência em Geografia e Práticas Pedagógicas pela Universidade Cândido Mendes. Técnica em Mineração – Adjetivo Cetep. E-mail: vanessa.cristina1977@hotmail.com

(b) Discente no curso de Licenciatura em Geografia; Instituto Federal de Minas Gerais, Campus Ouro Preto; E-mail: alan.a.teixeira@hotmail.com

(c) Coordenadoria da Geografia – CODAGEO. Prof.ª Doutora no Instituto Federal de Minas Gerais, Campus Ouro Preto, Minas Gerais. E-mail: cecilia.andrade@ifmg.edu.br

Eixo: Riscos e desastres naturais

Resumo

O intenso processo de urbanização configurado na cidade de Ouro Preto – MG, a partir dos anos 70, aliado ao baixo poder aquisitivo da população e da ausência de políticas habitacionais provocou um extenso e longo processo de ocupação de áreas geologicamente desfavoráveis ao uso do solo. As ocupações ocorreram sobre áreas de antigas minerações de ouro e que se encontram desativadas, com diversas ocorrências de processos desencadeadores de movimento de massa. O trabalho apresenta as discussões e resultados obtidos por meio da adaptação da metodologia Dal'Asta. A partir da pesquisa de campo foi realizada a identificação de oito moradias em situação de risco e associadas à morfodinâmica da encosta, considerando geoindicadores como: cortes e aterros na vertente, proximidade da moradia do corte, sinais de movimentos de massa e a presença de raízes de árvores expostas. Os riscos são identificados pela possibilidade de movimentos de massa localizados induzidos pela ação antrópica.

Palavras chave: Movimento de massa. Uso e ocupação do solo. Áreas de risco.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, os movimentos de massa quando ocorridos provocam relevantes prejuízos socioeconômicos e acidentes fatais. As ocorrências de movimentos gravitacionais de massa na cidade de Ouro Preto estão ligadas à complexa influência dos fatores naturais e das intervenções antrópicas. De acordo com Bigarella et al. (2003, p. 1026):

> As condições que favorecem os movimentos de massa dependem principalmente da estrutura geológica, da declividade da vertente (forma topográfica), do regime de chuvas (em especial de episódios pluviais intensos), da perda de vegetação e da atividade antrópica, bem como pela existência de espessos mantos de intemperismo, além da presença de níveis ou faixas impermeáveis que atuam como planos de deslizamentos. (BIGARELLA et al., 2003, p. 1026).

Os movimentos de massa são desencadeados por uma série de processos naturais da evolução das vertentes, porém, podem ser intensificados pela ação antrópica e, assim, modificadores da paisagem de modo geral. Segundo Pinto et al (2012, p. 5), esses movimentos gravitacionais de massa são classificados de acordo com o clima, litologia, velocidade do deslocamento, declividade, mergulho e composição do material existente na vertente.

De acordo com Guerra (2011, p. 14), o uso e a ocupação do solo podem causar imensuráveis prejuízos socioeconômicos:

> A intervenção humana sobre o relevo terrestre quer em áreas urbanas ou rurais demanda a ocupação e a transformação da superfície do terreno. Dependendo do tamanho dessa intervenção, das práticas conservacionistas utilizadas e dos riscos geomorfológicos envolvidos, os impactos ambientais associados poderão causar grandes prejuízos ao meio físico e aos seres humanos (GUERRA, 2011, p. 14).

A cidade de Ouro Preto apresenta riscos geológicos em variados pontos, e como consequência a ocorrência de eventos dessa natureza afeta uma grande parcela da população e do patrimônio, principalmente no bairro Piedade, que apresenta durante sua formação histórica um número considerável de deslizamentos e ocupação de áreas com terrenos

ISBN: 978-85-7282-778-2

instáveis de antigas áreas de mineração. Nesse sentido, este trabalho tem como objetivo descrever a interferência da ação humana e os processos desencadeadores de movimentos gravitacionais de massa, tendo como estudo de caso as áreas de risco geológico das vertentes do bairro Piedade, no município de Ouro Preto – MG.

De acordo com Zanirato et al (2010, p. 2) o risco é um produto social, cuja percepção é subjetiva e técnica. Ele envolve especialistas que o diagnosticam, mas deve mobilizar também especialistas em comunicar seus efeitos ao público, muitas vezes distante da compreensão do potencial de perigo que um acontecimento pode acarretar. Portanto, acredita-se que o estudo contribuirá para a compreensão da dinâmica geológica, servindo para alertar a sociedade de forma geral sobre os cuidados a serem tomados na decisão para a construção de moradias, pois o município apresenta diversos problemas de ocupações irregulares no meio físico.

A hipótese que norteia a investigação é a de identificar o grau de exposição de risco em relação aos moradores e as edificações do bairro, avaliando a vulnerabilidade das edificações com baixo padrão construtivo e dos moradores que residem ou trabalham no local em questão. A escolha desta área de estudo ocorreu em função da proporção e das alterações geomorfológicas da paisagem local resultante das antigas áreas de mineração sendo uma área vulnerável aos processos desencadeadores de movimentos de massa.

2. Procedimentos Metodológicos

2.1. Pesquisas bibliográficas e análise de documentos

A metodologia de levantamento de dados foi baseada em referencial teórico, complementando-se de base cartográfica existente da área de estudo e análise in loco (campo). Esta fase contou com ampla pesquisa bibliográfica para a obtenção de dados referentes aos conceitos e terminologias acerca do tema estudado, bem como a identificação e a compreensão dos movimentos gravitacionais de massa ocorridos no município de Ouro

ISBN: 978-85-7282-778-2

Preto e a demonstração dos fatores condicionantes referentes as alterações geomorfológicas, principalmente aos eventos relacionados com o bairro Piedade.

Realizou-se as pesquisas bibliográficas que ocorreram com a consulta a dados secundários que constam em artigos, monografias, livros, dissertações e teses relacionadas à área de estudo e ao assunto em questão. Também foram consultados os artigos da COMDEC (Coordenadoria Municipal de Defesa Civil de Ouro Preto), a fim de analisar o histórico de ocorrências de movimentos de massa na sede de Ouro Preto e no bairro em questão.

Ainda em gabinete, ocorreu a análise de bases cartográficas (mapas geológicos, topográficos, geomorfológicos e de risco) do bairro Piedade e município de Ouro Preto, com a sua demonstração na área de estudo.

2.2 Trabalho de Campo

Para a realização da pesquisa de campo foi adaptada a metodologia de acordo com a Dal'Asta et al (2005, p. 899) que contém os seguintes geoinidicadores que foram observados para a definição das moradias em risco: cortes e aterros na vertente, cicatrizes de movimentos de massa, presença de raízes de árvores expostas, trincas (moradia/terreno), muros e paredes embarrigados, degraus de abatimento e árvores, postes e muros inclinados. Esses geoindicadores são importantes no contexto de geológico-geomorfológico de Ouro Preto porque podem revelar condições que favoreceriam os movimentos de massa. Neste trabalho, não foram atribuídos pesos aos geoindicadores utilizados.

Os procedimentos metodológicos para a execução deste trabalho consistiram, basicamente, tanto na identificação e descrição dos processos desencadeadores encontrados (processo natural) quanto nas interferências antropogênicas ocorridas no bairro Piedade e caracterização e descrição das moradias em situação de risco.

Nesta fase foram realizados trabalhos de campo para o reconhecimento da área e identificação das moradias em situação de risco, considerando a caracterização geológica, geotécnica, geomorfológica, pedológica, hidrológica e a declividade do terreno e as

ISBN: 978-85-7282-778-2

principais características do uso e ocupação urbana do bairro Piedade. Diante disso, foram feitos registros fotográficos dos processos desencadeadores identificados no campo para ilustrar a pesquisa e identificação dos pontos estudados utilizando GPS (Sistema de Posicionamento Global).

Na pesquisa de campo do bairro Piedade, foram identificados e analisados 8 (oito) pontos. Desses oito, cinco estão situados junto ao corte na base da encosta, dois na meia-encosta e um no topo da encosta. Depois das análises de reconhecimento da área, o trabalho de campo começou com a avaliação dos processos desencadeadores de riscos. A seguir são apresentadas as descrições de cada um dos pontos catalogados no bairro Piedade.

3. Resultados e discussões

A área de estudo compreende o bairro Piedade, localizado no município de Ouro Preto, conforme Figura 1. Trata-se de uma área densamente povoada, onde ocorrem com certa regularidade movimentos de massa.

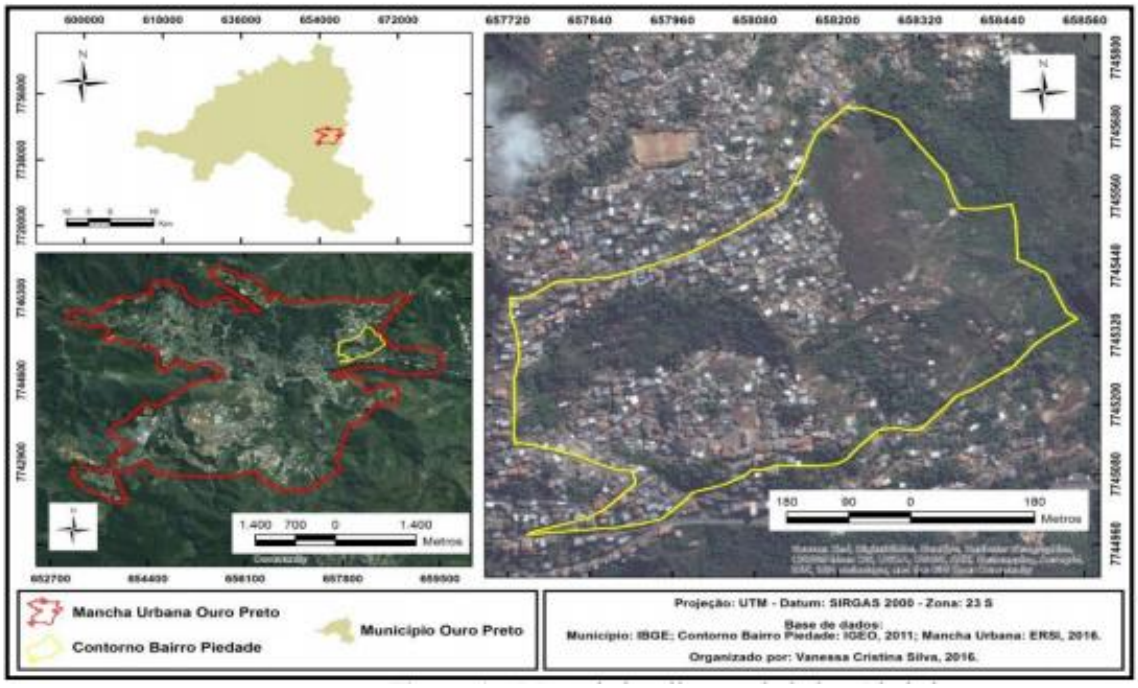


Figura 1 - Mapa de localização do bairro Piedade

ISBN: 978-85-7282-778-2

Nas bases das vertentes foram identificados cortes que se caracterizam como um dos geoindicadores apontados metodologicamente, com ocupação estabelecida muito próxima da mesma. A surgência d'agua identificada ao longo da base na encosta também amplia as áreas de risco. Segundo Dal'Asta et al. (2005, p. 900), tanto a atividade mineradora como a ocupação urbana provocaram a remoção da vegetação e a exposição dos horizontes mais susceptíveis do solo à erosão. A retirada da vegetação aumenta o escoamento superficial e, consequentemente, os processos desencadeadores de risco.

Cunha (1991, p. 27) enfatiza que a vegetação atua no sentido de favorecer a estabilidade das encostas, através do reforço mecânico (raízes) e redistribuição da água da chuva, além de protegê-lo contra a erosão. Nesse contexto, o corte na vertente além de trazer consigo o desmatamento de uma determinada área, altera o equilíbrio estático da mesma, que tende a locomover-se até que atinja um novo estágio de equilíbrio. Por essa razão, foi considerado como um dos geoindicadores na análise dos fatores que desencadeiam o processo de deslocamento de massa.

Segundo relato de moradores há ocorrência de deslizamento no local no período de chuva quando a ação da água satura o solo, diminuindo a resistência ao cisalhamento. Segundo Bigarella (2003), a força disponível ou o esforço de cisalhamento da água é função do impacto das gotas de chuva, da declividade da vertente, da espessura do fluxo, da velocidade do fluxo e do comprimento da vertente.

Nas áreas situadas na meia encosta devido à acentuada declividade em torno de 30 e 100% (68% do total), as moradias foram implantadas em patamares, por meio do seccionamento da vertente, gerando, dessa forma, a alteração da geometria da encosta e a retirada da cobertura vegetal e da camada superficial do solo. Com isso existe o aumento da possibilidade de ocorrência de movimentos de massa localizados. Em determinadas moradias o risco de movimento de massa é duplo, podendo ocorrer tanto no talude localizado atrás dela, como no patamar em que fica assentada.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Outro fator que acentua o risco nesta área é que grande parte das moradias está construída sobre substrato formado de material de antigas áreas de mineração. Este material inconsolidado é altamente instável, devido à variedade de seus constituintes, podendo proporcionar desde porções de solo até blocos de rocha. Segundo Sobreira (2001, p. 13), uma vez cessadas as atividades de mineração, os processos erosivos e de movimentação de massa passaram a comandar a geodinâmica superficial da serra, fazendo com que muitas áreas, com o passar do tempo, atingissem um estado de equilíbrio, na maioria das vezes precário.

Outra situação de risco na meia encosta associa-se à possibilidade de tombamento de árvores e deslocamento de blocos (matacão) que podem atingir as moradias existentes, onde a construção dessas acelera os processos erosivos (Figura 2). Além disso, as moradias construídas muito próximas dos taludes apresentam risco de movimento de massa e queda de bloco, podendo atingir as que estão construídas no nível inferior.

Figura 2 - Área evidenciando movimento de massa

Na área existe ainda um solo residual alóctone, proveniente da mineração de ouro do século XVIII, com baixa instabilidade geotécnica e que aparentemente pode se apresentar

ISBN: 978-85-7282-778-2

semiconsolidado pelo processo de laterização, fenômeno que, por vezes, confunde a população local ao transmitir uma falsa impressão de estabilidade. O acumulado pluviométrico do mês de janeiro registrado naquele dia já ultrapassava os 450mm, sendo que naquela madrugada registrou-se uma chuva expressiva que durou aproximadamente três horas. A deficiência e até mesmo a ausência de um ordenamento superficial das águas pluviais através de um sistema bem dimensionado de drenagem, desponta como sendo uma das causas mais relevantes das movimentações de massa registradas no local.

Segundo Tominaga et al. (2009, p. 22), os topos de morros são naturalmente suscetíveis a escorregamentos, com potencial de se tornarem áreas de risco, ao serem ocupados.

A ausência de fiscalização urbana faz com que a encosta analisada seja ocupada por moradores, cujas moradias apresentam, via de regra, baixo padrão construtivo, devido à deficiência de políticas de habitações na cidade. Observou-se que o movimento ocorrido na área foi do tipo queda de blocos que se desprenderam e rolaram até a base da encosta. Foram encontrados blocos rochosos de variados tamanhos em um determinado local e solo instável bastante erodido no topo da encosta, que pode ocasionar novas ocorrências de queda de blocos. Este conjunto de fatores mencionados anteriormente deixa o local susceptível a movimentos de massa.

Os geoindicadores identificados foram as trincas nas residências e no terreno e sinal de cerca inclinada, além de concentração de água em superfície devido o sistema de drenagem precário. Esses fatores permitem uma compreensão clara de que existe, ainda que de forma lenta, um deslocamento de materiais a jusante que pode ser acelerado bruscamente durante um período chuvoso. Quanto à vegetação, se caracteriza em pequeno e grande porte, tendo inclusive bananeiras no entorno da encosta, que promovem um acúmulo de água no solo, fazendo-o saturar com mais facilidade.

4. Considerações finais

As ações antrópicas no meio físico interferem na morfodinâmica das encostas, intensificando ou induzindo a ocorrência de processos desencadeadores de risco. A área que abrange o bairro Piedade reflete em seu espaço o que vem ocorrendo de forma indevida ao longo dos anos nas demais áreas urbanas do município de Ouro Preto, em que a parcela da população carente de capital financeiro é forçada a residir em áreas geomorfologicamente inadequadas para ocupação.

No bairro Piedade, as áreas de risco geológico estão associadas à intensa atividade mineradora do passado, à interferência da ação humana e aos processos desencadeadores de movimentos gravitacionais de massa. Atualmente, existem moradias sujeitas a rolamentos de blocos de rocha, escorregamentos localizados e tombamento de árvores, o que se pode inferir a partir da observação dos geoindicadores dos movimentos de massa como: trincas em moradias e terrenos, cicatrizes de movimento de massa, inclinação de árvores, postes, muros e cercas. Cabe ressaltar que, embora existam variados tipos de geoindicadores, todos devem ser considerados em conjunto, não havendo sobreposição entre eles, nem mesmo tendo caráter hierárquico de importância.

Observa-se ainda, determinadas medidas mitigadoras precárias que não são eficientes, como as contenções das encostas utilizando lona e implantação de sistema de drenagem precário feitas pelos moradores locais. A deficiência de um sistema superficial das águas fluviais por meio de uma drenagem bem dimensionado aponta como sendo um dos motivos mais importantes da movimentação de massa.

A partir das análises realizadas foram definidas três situações de risco no bairro Piedade: a primeira associada às moradias situadas na base da encosta, onde os principais problemas associam-se a proximidade dessas moradias com os cortes realizados por processos antrópicos, a segunda situação diz respeito às moradias situadas na meia encosta, onde os riscos associam-se aos cortes e aterros realizados para construção das moradias, raízes de árvores expostas por erosão e a terceira está associada as moradias situadas no topo da encosta.

ISBN: 978-85-7282-778-2

A verificação da área de risco corroborou para a pesquisa, uma vez que confirmou que o ponto apresenta alto risco de processos desencadeadores de movimento de massa, indicando também uma alta susceptibilidade erosiva. Diante do exposto devem-se aplicar medidas estruturais para a prevenção nas áreas de risco geológico, dentre elas: obras com estruturas de contenção, obras de drenagem, reurbanização e recuperação de áreas. Dessa forma, uma medida emergencial do setor público seria a fiscalização das ocupações urbanas dos locais susceptíveis a movimentos de massa, impedindo assim o aparecimento de novas áreas de risco geológico e o agravamento das existentes.

A análise e descrição das situações de risco existentes no setor norte da cidade de Ouro Preto no bairro Piedade, constitui-se uma relevante ferramenta no planejamento do uso e ocupação do solo, assim como na definição de estratégias para a Coordenadoria Municipal de Defesa Civil de Ouro Preto, o planejamento urbano, as políticas sociais e ambientais junto à população instalada nestas áreas.

5. Referências Bibliográficas

BIGARELLA, J. J.; BECKER, R. D.; PASSOS, E. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. Florianópolis: Ed. Da UFSC, v. 2, 1996. 875 p.

BIGARELLA, J. J.; PASSOS, E. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais. Florianópolis**: Ed. Da UFSC, v. 3, 2003. p. 877 – 1436.

CUNHA, M. A. (coord.). **Manual de Ocupação de Encostas**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1991. 217 p.

CUNHA, S. B. da.; GUERRA, A. J. T. **Geomorfologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2ª. ed. 2001.

CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. Degradação Ambiental. In: **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 337-379, 2003.

DAL'ASTA, A. P.; RECKZIEGEL, B. W.; ROBAINA, L. E. de S. Análise de áreas de risco geomorfológico em Santa Maria – RS: O caso do Morro Cechela: **Anais do XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada** – 05 a 09 de setembro de 2005 – USP. p. 896 – 905.

GUERRA, A. J. T. Encostas Urbanas. In: GUERRA, A. J. T. (Org.). **Geomorfologia Urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 13 – 39, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 272 p.

PINTO, R. P.; PASSOS, E.; CANEPARO, S. C. **Classificação dos movimentos de massa ocorridos em março de 2011 na Serra da Prata, estado do Paraná**. GEOINGÁ: Revista do programa de pós-graduação em geografia. Maringá. v. 4, n. 1, p. 3 – 27, 2012.

PINTO, R, P.; PASSOS. E; CANEPARO, S. C. **Considerações a respeito dos condicionantes utilizados em pesquisas envolvendo movimentos de massa**. GEOINGÁ: Revista do programa de pós graduação em geografia. Maringá. v. 5, n. 1, p. 102 – 124, 2013.

SÃO PAULO, SECRETÁRIO MUNICIPAL DAS SUBPREFEITURAS. **Política municipal de gerenciamento de riscos ambientais em áreas de ocupação precária**. São Paulo: Assessoria de Comunicação da Secretária Municipal de Subprefeituras, 2003. 60 p.

SOBREIRA, F. G.; FONSECA, M. A. **Ação Antrópica e Processos em Encostas em Ouro Preto, Brasil**. In: VII Simpósio Nacional de Controle de Erosão Goiânia (GO), 2001.

TOMINAGA, L. K. Escorregamentos. In: T, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. **Desastres naturais: Conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico, 2009.

ZANIRATO, S. H. Crise, práxis e autonomia: espaços de resistência e de esperanças – Espaço de Socialização de Coletivos –, 2010, Porto Alegre, **Avaliação da vulnerabilidade socioambiental em cidades brasileiras. Um estudo sobre a cidade de Ouro Preto.** Anais XVI Encontro Nacional dos Geógrafos. Porto Alegre, 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

ÁREAS SUSCETÍVEIS A INUNDAÇÕES E ALAGAMENTOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO PROENÇA, CAMPINAS-SP

Rosiney dos Santos Ferreira [(a)], Gabriel da Silva Lima [(b)], Raul Reis Amorim [(c)]

[(a)] Departamento de Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), E-mail: rosiney.ferreira@bol.com.br

[(b)] Departamento de Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), E-mail: gabrielgeo2009@hotmail.com

[(c)] Departamento de Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), E-mail: raulreis@unicamp.br

Eixo: RISCOS E DESASTRES NATURAIS

Resumo

O objetivo deste trabalho é caracterizar as áreas sujeitas às inundações na Bacia Hidrográfica do Córrego Proença, situada na área urbana do município de Campinas. Para atender ao objetivo proposto, elaborou-se o mapa de suscetibilidade às inundações na escala 1:2.000 e os mapas de densidade de edificações, densidade de bueiros e o mapa de áreas verdes da área em estudo. Constatou-se que as principais ocorrências atingem ruas e avenidas centrais da cidade causando danos materiais, de vida e interferem na mobilidade da população.

Palavras chave: inundações, área urbana, bacia hidrográfica, suscetibilidade.

1. Introdução

Desastres hidrometeorológicos é todo evento ocasionado por ação natural violenta que envolva fenômenos atmosféricos, climáticos e hidrológicos. Dentre os diversos eventos, podemos destacar as ocorrências de cheias ou enchentes, inundações e alagamentos, eventos estes que costumam causar danos naturais, sociais e econômicos, dependendo da intensidade com que afetam um determinado ponto.

As cheias, as inundações e os alagamentos estão ligados a um ponto comum – a água. Esses eventos geralmente estão relacionados ao aumento da precipitação, cujas ocorrências se dão em nosso território comumente no verão, podendo deixar rastros de destruição e danos que periodicamente assolam aqueles que vivem em áreas de alta suscetibilidade a esses fenômenos (AMARAL e RIBEIRO, 2009; BRASIL, 2008).

Cabe aqui dizer que, no decorrer da história humana, os cursos d'água (corpo hídrico) sempre serviram de referência para as aglomerações humanas, pois, fixando residências próximas dos leitos de rios, garantia-se assim a manutenção de necessidades básicas, como o alimento e própria água. É justamente esta ideia a que sustenta uma afirmação de Costa (2001) *apud* Reis, Amorim e Ferreira (2015) quando este diz que é por isso que a ocupação dos fundos de vale é algo muito comum.

No entanto, com o desenvolvimento da urbanização e com o crescimento desenfreado das cidades, os fundos de vales foram sendo ocupados das mais variadas formas, como, por exemplo, para servir de moradia a muitos grupos humanos. Vale ressaltar, contudo, que tais moradias pertencem, muitas vezes, a famílias de baixa renda – possivelmente influenciadas pelo baixo valor atribuído a essas terras –, que, com o passar dos tempos, foram se espraiando ainda mais pela planície de inundação. Essas famílias, ainda, são as que ficam em constante alerta com as enchentes nos períodos de grande precipitação, aguardando, sem poder fazer muita coisa, o exato momento de serem afetados por inundações e por alagamentos.

Em se tratando dos fenômenos destacados no parágrafo acima, chamamos a atenção para as ocorrências que se dão no município de Campinas (SP), principalmente na área urbana. De acordo com o mapa de pontos críticos de inundação e alagamento apresentado pelo Plano Diretor do município de Campinas (2017), há vinte e oito pontos críticos de inundação e quatorze, de alagamentos. A intensidade dos eventos é categorizada em uma escala que varia entre baixa, média e alta. Considerando, por um lado, a quantidade significativa de áreas mapeadas pela prefeitura, sendo estas majoritariamente de intensidade média e alta, e, por outro o fato da existência de possíveis áreas ainda não catalogadas, julgamos pertinente produzir uma

compreensão sobre as áreas de ocorrências, bem como sobre os próprios eventos que se dão no município. Tendo o exposto, o objetivo deste trabalho é caracterizar as áreas sujeitas às inundações na Bacia Hidrográfica do Córrego Proença, situada na área urbana do município de Campinas.

2. Materiais e Métodos

2.1. Área de Estudo

A Bacia Hidrográfica do Córrego Proença apresenta aproximadamente área de 35.86 km², e está totalmente inserida na área urbana do município de Campinas. Esta bacia hidrográfica é afluente do ribeirão Anhumas, que deságua no rio Atibaia. Na área em estudo localiza-se a região central da cidade, onde situam-se a sede da prefeitura municipal, zonas comerciais e bairros residenciais consolidados (Figura 1).

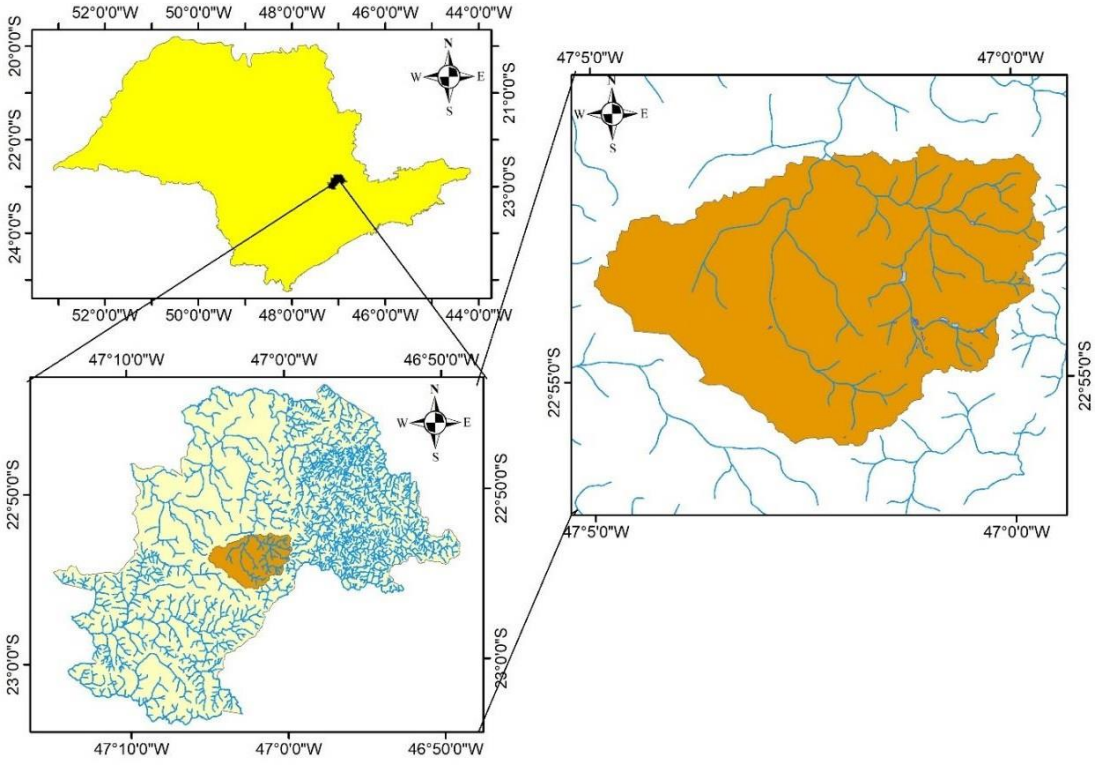


Figura 1 – Localização da área de estudo: bacia hidrográfica do córrego Proença.
Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) / Prefeitura Municipal de Campinas.

2.2. Procedimentos Metodológicos

Para atender ao objetivo proposto, primeiramente foi necessário definir a escala de mapeamento. A proposta do projeto é a adoção da escala 1:2.000. Para tal, utilizou-se a base cartográfica disponibilizada pela prefeitura de Campinas. Para gerar o Modelo Digital de Terreno (MDT) foi utilizado o software *ArcGIS 10.6* no modulo *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 "limite da bacia hidrográfica".

Na sequência, foi necessário preencher as pequenas imperfeições do MDT e remover todas as depressões presentes no arquivo *raster*. Para tal utilizou-se o comando *Fill (Preencher)*, no módulo *ArcToolBox,* na ferramenta *Hidrology*.

De posse do MDT, converteu-se o arquivo para um formato em 8 *bits*, compatível com o software *TerraViewHidro 4.2.2,* com a ferramenta *Hydrological Tools.* Neste software se definirão as áreas sujeitas às inundações a partir da adoção do algoritmo HAND (***H**eight **A**bove the **N**earest **D**rainage*, ou Altura Acima da Drenagem mais próxima).

O Modelo *HAND* gera mapas de proximidades topográficas ou desníveis relativos a cursos d'água. Estes desníveis relativos indicam a suscetibilidade às inundações de cada ponto na paisagem, mostrando como a topografia da bacia hidrográfica pode se comportar em períodos com maior entrada de água em excesso fluindo na superfície. Observou-se que para a área de estudo, que os canais estão canalizados e aterrados, o modelo também demarcou áreas com suscetibilidade aos alagamentos.

Para a criação do Modelo HAND, é necessário o processamento do MDT e elaboração de três produtos: a direção de fluxo, a área de contribuição e a extração da rede de drenagem. Para determinar no modelo HAND aplicado às áreas suscetíveis às inundações, é necessário na ferramenta Editar Legenda do *TerraViewHidro 4.2.2,* indicar 3 fatias e atribuir como valor mínimo 0 e valor máximo 10. Desta forma, o software determinará como classes de suscetibilidade Alta (0 a 3,30); Média (3,31 a 6,60) e Baixa (6,61 a 10,0).

Afim de validar a veracidade do modelo HAND realizou-se trabalhos de campo na área de estudo. As áreas visitadas foram selecionadas a partir do inventario dos episódios de inundações ocorridos preteritamente na área em estudo, pois a ocorrência de episódios anteriores é um indicativo da veracidade da aplicação do modelo. Para tal, foram consultados os bancos de dados digital do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (SI2D) do antigo Ministério da Integração Nacional e reportagens dos jornais que circulam na cidade de Campinas. Para este trabalho, buscou-se os episódios que foram notificados/noticiados nos últimos 3 anos

Além do mapa de suscetibilidade às inundações, elaborou-se o mapa de densidade de edificações, a partir da base de dados da prefeitura de Campinas (escala 1:2.000) e o mapa de densidade de bueiros, também obtido da mesma base de dados. Os mapas de densidade foram elaborados a partir da proposta de *Kernel*, no software Arc GIS 6. Estes mapas foram inter-relacionados com o mapa de suscetibilidade às inundações, para verificar a infraestrutura afetada (edificações) e infraestrutura de drenagem (bueiros) e sua interface com às inundações.

Para a área em estudo, também se identificou as áreas verdes com objetivo de identificar áreas de permeabilidade.

3. Resuldados e Discussões

A bacia hidrográfica do córrego Proença drena os corpos hídricos da porção central da cidade de Campinas, e apresenta-se densamente urbanizada. Ao observar a Figura 2, observa-se que às principais vias de circulação da região central da cidade (Avenida Barão de Itapura, Avenida Andrade Neves, Avenida Anchieta, Avenida Norte-Sul, Avenida Princesa D'oeste e Rua Barão de Jaguara) estão em áreas sujeitas com suscetibilidade alta às inundações.

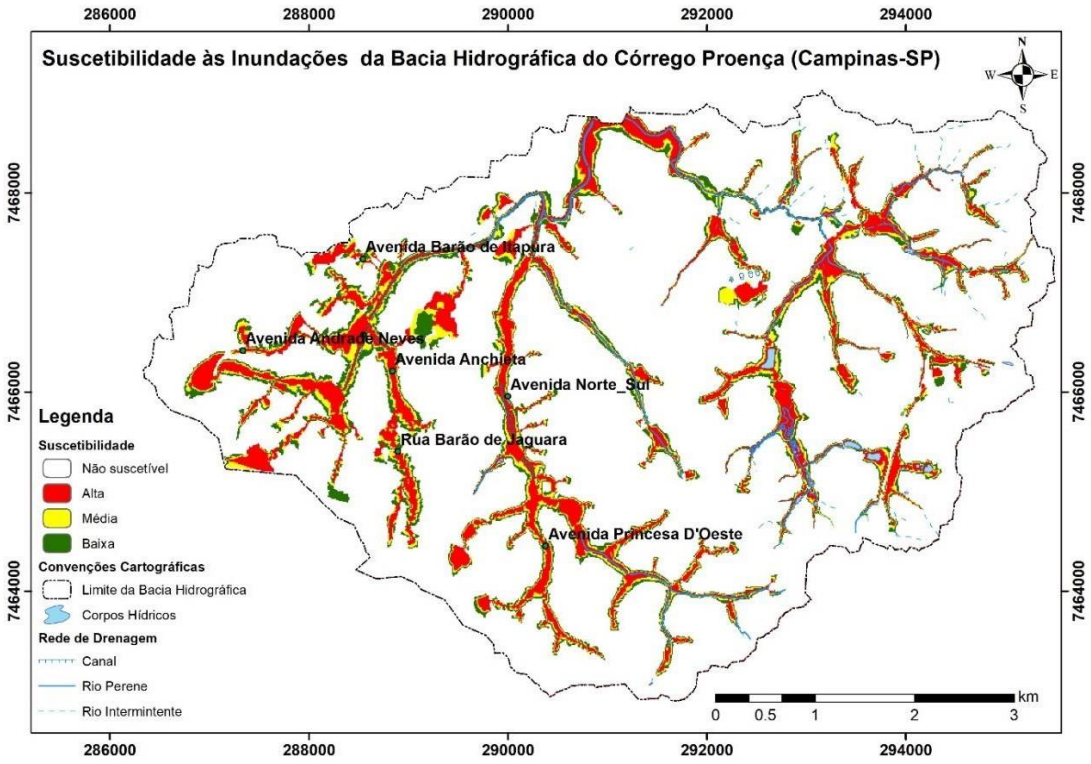


Figura 2 – Mapa de suscetibilidade às inundações da bacia hidrográfica do córrego Proença.

A grande densidade de edificações no entorno dos canais e rios na área em estudo, alterou a dinâmica dos sistemas fluviais, substituindo a cobertura vegetal natural ao entorno dos canais por superfícies impermeáveis, aumentando as taxas de escoamento e diminuindo o volume de infiltração. Observando as Figuras 3 e 4, concluiu-se que a bacia hidrográfica do córrego Proença é conforme Christofoletti (1979) considerada um sistema controlado, pois ocorreu alterações na dinâmica dos fluxos de matéria e energia por conta da intervenção antrópica no sistema. Ocorreu a canalização dos cursos d'água, substituição da zona permeável por edificações, arruamentos, modificando assim, a dinâmica da água tanto nos processos de infiltração como de escoamento superficial. O principal impacto da alteração dos sistemas é percebida na área em episódios de chuvas torrenciais, pois ocorrem inundações e alagamentos.

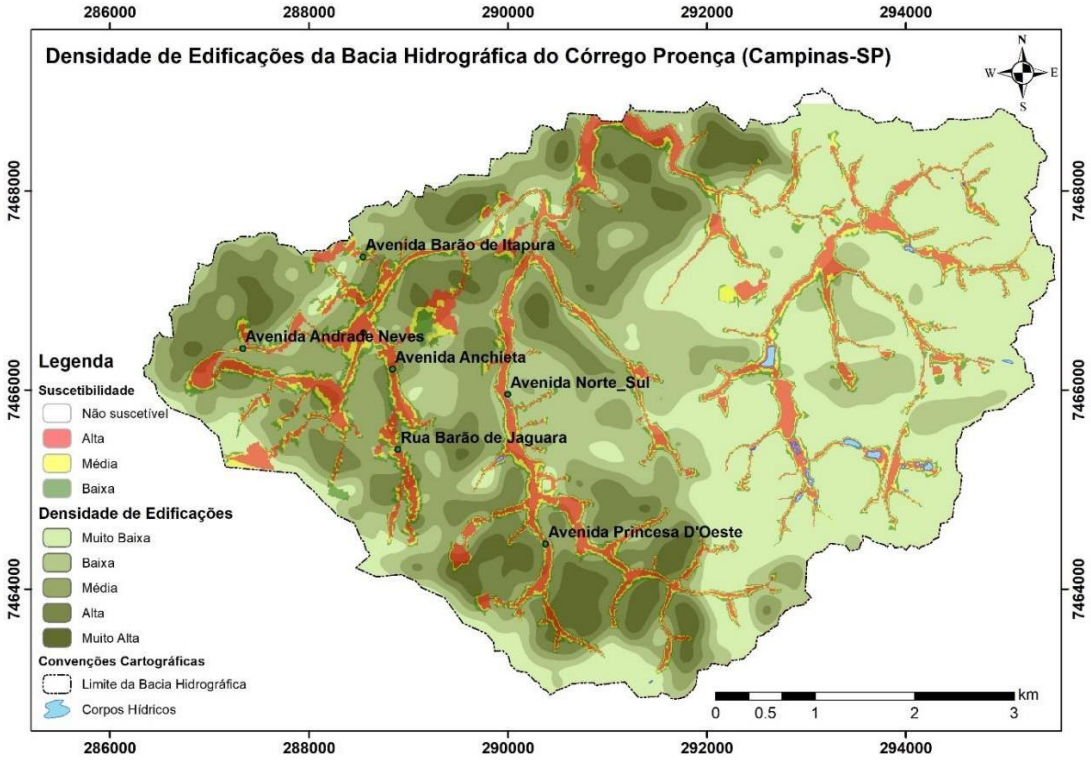


Figura 3 – Mapa de densidade de edificações da bacia hidrográfica do córrego Proença.

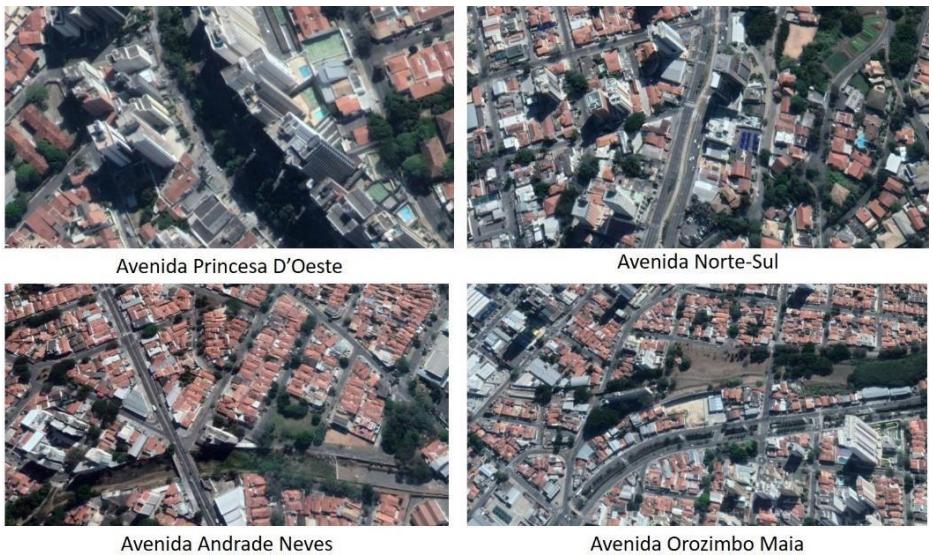


Figura 4 – Imagens aéreas das principais vias suscetíveis às inundações na bacia hidrográfica do córrego Proença.

Entre os anos de 2017 e 2019 foram noticiados pelo portal de notícias G1 05 episódios de inundações e alagamentos na área em estudo, o que mostra que os problemas relacionados a drenagem na área são recorrentes. A tabela I apresenta um resumo das áreas afetadas e dos impactos associados a cada episódio.

TABELA I – Episódios de inundações, áreas afetadas e impactos associados aos episódios de inundações na bacia hidrográfica do córrego Proença.

Data	Localidades	Impactos
21/11/2017	Avenida Orosimbo Maia	• Uma morte • Obstrução das vias de acesso • Acúmulo de lixo • Danos à infraestrutura e patrimônio
03/11/2018	Avenida Princesa D'Oeste Avenida Orosimbo Maia Avenida Norte-Sul	• Obstrução das vias de acesso • Acúmulo de lixo • Danos à infraestrutura e patrimônio
25/11/2018	Avenida Orosimbo Maia Avenida Norte-Sul	• Obstrução das vias de acesso • Acúmulo de lixo • Danos à infraestrutura e patrimônio
01/12/2018	Avenida Orosimbo Maia Avenida Anchieta	• Obstrução das vias de acesso • Acúmulo de lixo • Danos à infraestrutura e patrimônio
25/01/2019	Avenida Princesa D'Oeste Avenida Orosimbo Maia Avenida Norte-Sul	• Uma morte • Obstrução das vias de acesso • Acúmulo de lixo • Danos à infraestrutura e patrimônio

Fonte: Portal de notícias G1.

Considerando que os episódios de inundações na área em estudo são recorrentes, e que entre os anos de 2003 e 2019 ocorreram sete óbitos, a adoção de medidas estruturais e não estruturais na área em estudo é fundamental, para evitar danos. A Figura 5 mostra a densidade de bueiros na bacia hidrográfica do córrego Proença. Observa-se que a densidade de bueiros é muito alta em apenas alguns trechos com suscetibilidade alta às inundações e alagamentos. Uma área que sofre periodicamente com inundações é o rio canalizado no entorno da Avenida Princesa D'Oeste, e que apresenta densidade média de bueiros. É importante frisar que, não é apenas a densidade de bueiros que podem auxiliar na drenagem da água pluvial: é necessário

que ocorra manutenção periódica desses sistemas de drenagem, através de ações não estruturais de limpeza e substituição de tubulação danificada. Outra ação importante é o aumento de áreas permeáveis nestas zonas, com a ampliação de áreas verdes.

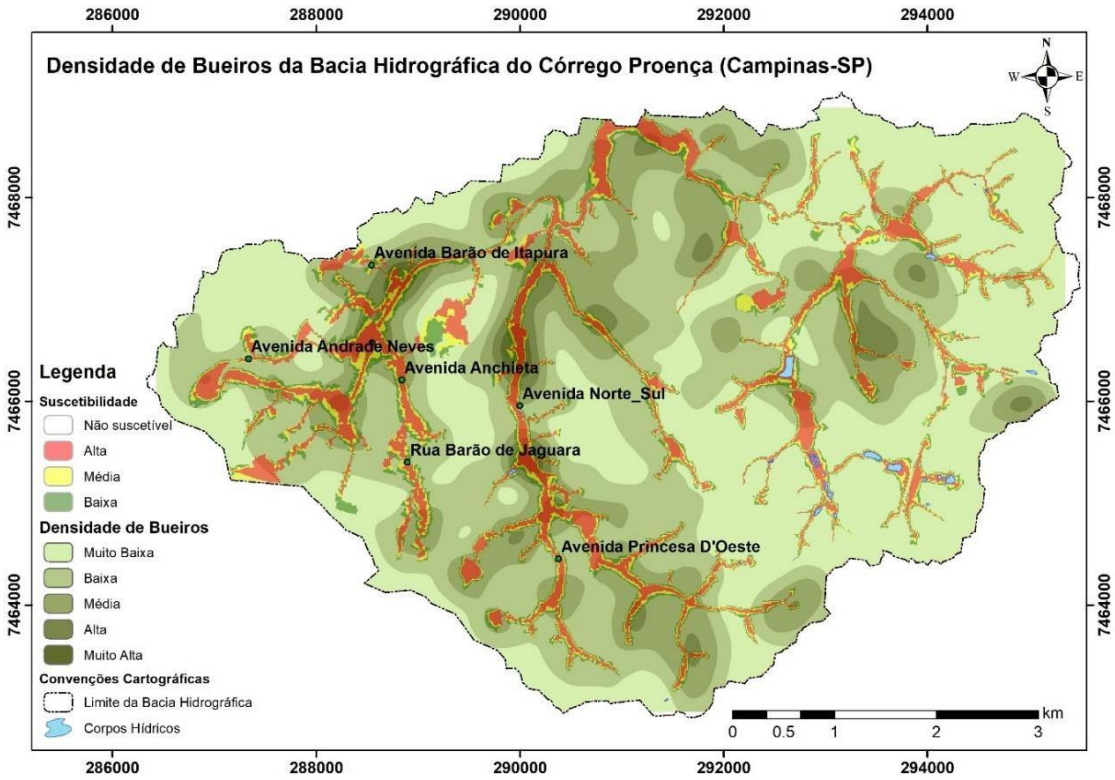


Figura 5 – Mapa de densidade de bueiros da bacia hidrográfica do córrego Proença.

Na bacia hidrográfica do córrego Proença, existem áreas verdes. Destacamos a área do Parque Ecológico Emílio José Salim e o Bosque dos Jequitibás, que contribuem com o aumento das taxas de infiltração em áreas com alta suscetibilidade às inundações (Figura 6). As áreas verdes situam-se nas porções nordeste e sudeste da área em estudo, coincidindo com as áreas de menor densidade de edificações (Figura 3) e menor densidade de bueiros (Figura 5).

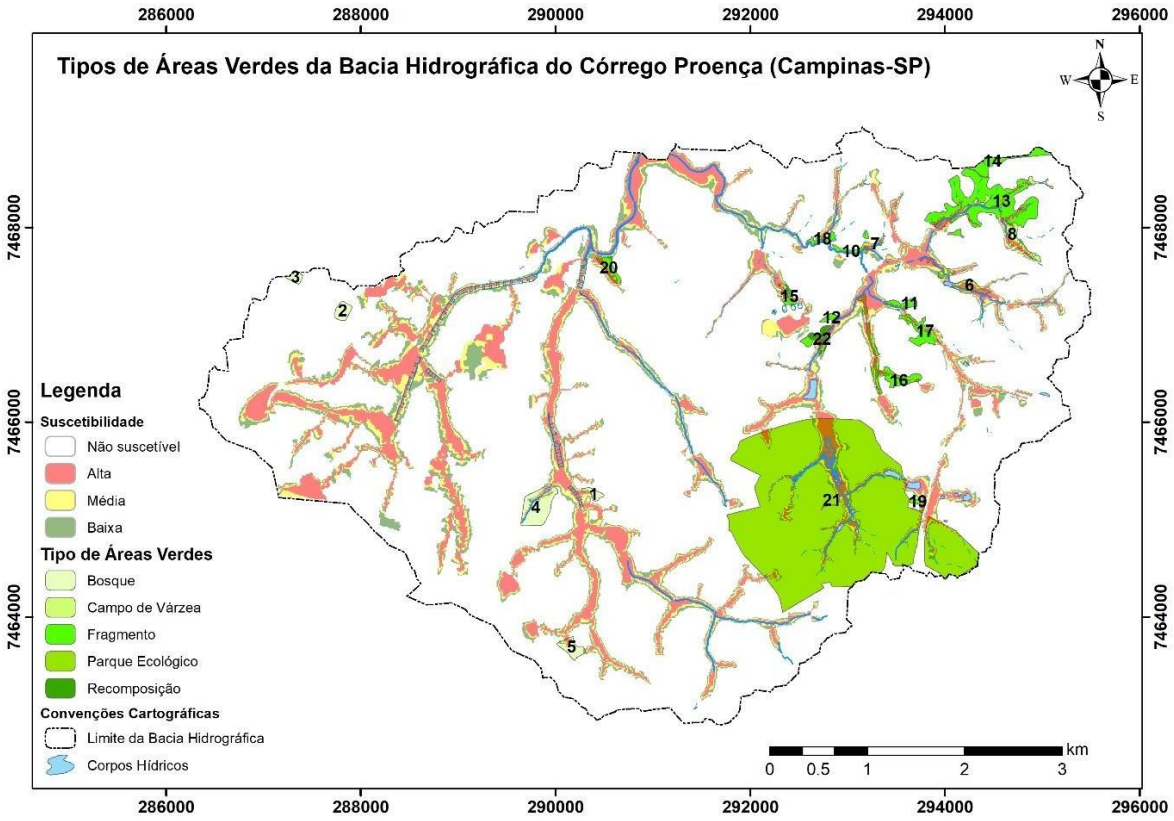


Figura 6 – Mapa de Tipo de áreas verdes da bacia hidrográfica do córrego Proença.

Legenda: 1. Bosque do Guarani; 2. Bosque dos Alemães; 3. Bosque dos Italianos; 4. Bosque dos Jequitibás; 5. Bosque São José; 6. Campo de Várzea Campo da Concordia; 7. Campo de Várzea Córrego Invernada; 8. Campo de Várzea fazenda Brandina; 9. Campo de Várzea FEAC; 10. Fragmento FES Córrego Invernada; 11. Fragmento FES Mato Dentro; 12. Fragmento FES Córrego Vila Brandina; 13. Fragmento FES Fazenda Brandina; 14. Fragmento FES Fazenda São Quirino – Nogueirópis. 15. Fragmento FES FEAC; 16. Fragmento Floresta Mista Bairro das Palmeiras; 17. Fragmento Floresta Mista córrego do Mato Dentro; 18. Fragmento Floresta Mista Córrego Invernada;19. Fragmento Floresta Mista Rodovia Roberto Magalhães Teixeira; 20. Fragmento Floresta Mista Vila Guararapes; 21. Parque Ecológico Monsenhor Emílio José Salim; 22. Recomposição Córrego Vila Brandina.

4. Considerações Finais

A bacia hidrográfica do córrego Proença apresenta episódios recorrentes de inundações e alagamentos, casos relacionados a precipitações torrenciais, de curta duração, com grande volume de água acumulada, e que a área apresenta déficit de drenagem por conta do seu alto índice de impermeabilização.

As áreas afetadas são densamente ocupadas por edificações que apresentam diferentes usos: moradia, serviços públicos e estabelecimentos comerciais. A cada evento de precipitação, a população fica apreensiva, uma vez que o transbordamento dos corpos hídricos na área ocorre num intervalo de tempo muito curto, e os episódios dos últimos 15 anos, além de prejuízos na mobilidade da população e danos materiais, também ocasionaram óbitos.

5. Agradecimentos

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), processo nº. 2018/09401-1 pelo auxílio à pesquisa.

3. Referências Bibliográficas

AMARAL, R.; RIBEIRO, R. R. Inundação e enchentes. In: TOMINAGA, L. K. et al. (Orgs). **Desastres Naturais:** conhecer para prevenir. São Paulo: Instituto Geológico, 2009.

BRASIL. Ministério do Planejamento e Orçamento. **Glossário de defesa civil:** estudos de riscos e medicina de desastres. Coordenação: Antônio Luiz Coimbra de Castro. 2. ed. Brasília: Departamento de Defesa Civil, 1998.

CAMPINAS. Secretaria Municipal de Planejamento e Urbanismo. **Plano Diretor 2017.** Campinas: Prefeitura Municipal, 2017.

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de Sistemas em Geografia**. São Paulo: Hucitec, 1979. p. 01-55.

REIS, C. H.; AMORIM, R. R. ; FERREIRA, C. Caracterização do uso e ocupação das terras de áreas com risco à inundação em Cardoso Moreira e Italva, Rio de Janeiro. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 16, n. 55, p. 01-17, Set. 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

ÍNDICE DE RISCO GEOMORFODINÂMICO: UM ESTUDO DE CASO DE OCUPAÇÃO "DESORGANIZADA" EM ÁREA DE ENCOSTA NA SERRA DO VELOSO EM OURO PRETO-MG

Denise Aparecida Antunes [(a)] Fabricio Teixeira de Melo [(a)], Cecília Félix Andrade Silva [(b)] Jairo Rodrigues Silva [(b)]

[(a)] Mestrandos do Programa de Pós-graduação em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental do Instituto Federal de Educação e Tecnologia de Minas Gerais, daa21@hotmail.com; e fabricio.melo@av.eng.br
[(b)] Professores Doutores em Geografia do Programa de Pós-graduação em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental do Instituto Federal de Educação e Tecnologia de Minas Gerais, cecilia.andrade@ifmg.edu.br e jairo.rodrigues@ifmg.edu.br

Eixo: Riscos e desastres naturais

Resumo

As ocupações desordenadas do solo, nos últimos tempos, mudaram drasticamente a paisagem, como também desencadeando o aceleramento dos processos erosivos e acarretando em impactos negativos no meio ambiente. Nesse contexto, a importância de técnicas de melhoramento e detecção, análise e monitoramento da evolução dos processos erosivos (WOLFF, 2010). O objetivo do trabalho foi identificar geoindicadores que podem indicar os riscos de movimentos de massa na área de estudo, vistas a mitigação dos prejuízos socioambientais. O estudo foi pautado na metodologia de análise geomorfológica apresentada por Ab'Saber (1969) sistematizada em três níveis: compartimentação topográfica; estrutura superficial; e fisiologia da paisagem, que compuseram de forma quali-quantitativa o índice de risco geomordinâmico para cada ponto de coleta. Os índices de risco geomordinâmico dos pontos coletados na encosta do bairro São Francisco em Ouro Preto/ MG foram "Alto". Assim, aumenta-se a probabilidade de ocorrência de movimentos de massa, principalmente por deslizamentos de terra.

Palavras chave: processos erosivos, geoindicadores, movimento de massa

1. Introdução

Os indicadores geológicos naturais endógenos (litológicas, estruturais, lito-estruturais, etc) e naturais exógenos (eólico, pluvial, vegetação, etc) causam mudanças rápidas no meio ambiente proporcionando uma análise de perigo na evolução da paisagem de um ecossistema (MONECHE, 2012). Mas são as resultantes de ações humanas que nos últimos tempos mudaram drasticamente a paisagem.

Segundo KOBIYAMA *et al* (2006) que classifica os desastres quanto à intensidade, de pequeno a muito significativo através da correlação entre prejuízo e PIB, coloca que o desastre muito significativo, quando o prejuízo é acima de 30% do PIB do município, não será superado sem que receba ajuda externa.

Daí a importância de técnicas de melhoramento e detecção, análise e monitoramento da evolução das erosões (WOLFF, 2010), para isso é necessário um estudo multifocal para detectar, analisar áreas com processos erosivos, levando em consideração os elementos geológicos, pedológicos, hidrogeológicos, climáticos e biológico da região.

No município de Ouro Preto, Minas Gerais, a ocupação desordenada do solo é um problema detectado por anos em diversas literaturas. Segundo Ferreira (2011), a partir de 1960 a expansão da população para bairros de periferia da cidade ocasionou os primeiros registros de movimento de massa, principalmente os escorregamentos, ocorridos em períodos chuvosos. Silva. (2012) observa que a falta de um planejamento adequado, que leva em consideração as particularidades do meio físico, as condições socioeconômicas e as tendências de desenvolvimento da área urbana, propicia as erosões urbanas.

Uma forma de identificar e quantificar os efeitos das ações antrópicas derivadas da expansão urbana é a utilização de geoindicadores, estes são medidas de superfície ou próximo da superfície de fenômenos e processos geológicos que variam significativamente no período de 100 anos ou menos e que proveem de informações para avaliações ambientais (BERGER,1997).

Nesse contexto, esse trabalho teve como objetivo identificar nas áreas de riscos através da utilização de geoindicadores, principalmente relacionados aos movimentos de massa (deslizamento), aquelas que possuem maior índice geomorfodinâmico resultantes das ações antrópicas sobre o relevo de encosta. Dessa forma, propiciar a tomada de decisões técnicas, públicas e institucionais vistas a mitigação dos prejuízos socioambientais.).

2. Definição da Área de Estudo

Foi escolhida a Serra do Veloso (trecho da Serra de Ouro Preto). A Serra de Ouro Preto representa geomorfologicamente o flanco sul da estrutura regional conhecida na literatura como Anticlinal de Mariana (Nalini Jr, 1993). A Serra do Veloso está inserida nos limites geopolíticos do bairro São Francisco e os bairros do entorno: São Cristóvão, Água Limpa, Nossa Senhora do Rosário, Nossa Senhora do Pilar e Centro. Todos pertencentes ao munícipio de Ouro Preto/ MG. Essa área pode ser localizada pela coordenada de referência X

655753 e Y 7746158 (Datum Sirgas 2000, Fuso 23K) (Figura 1 – A). Com recorte espacial para análise geomorfológica foi escolhida uma sub-bacia do curso d'água sem nome da margem esquerda do ribeirão do Funil, cuja área de drenagem é de aproximadamente 244 hectares e com um perímetro 6,59 quilômetros, conforme Figura 1 – B)..

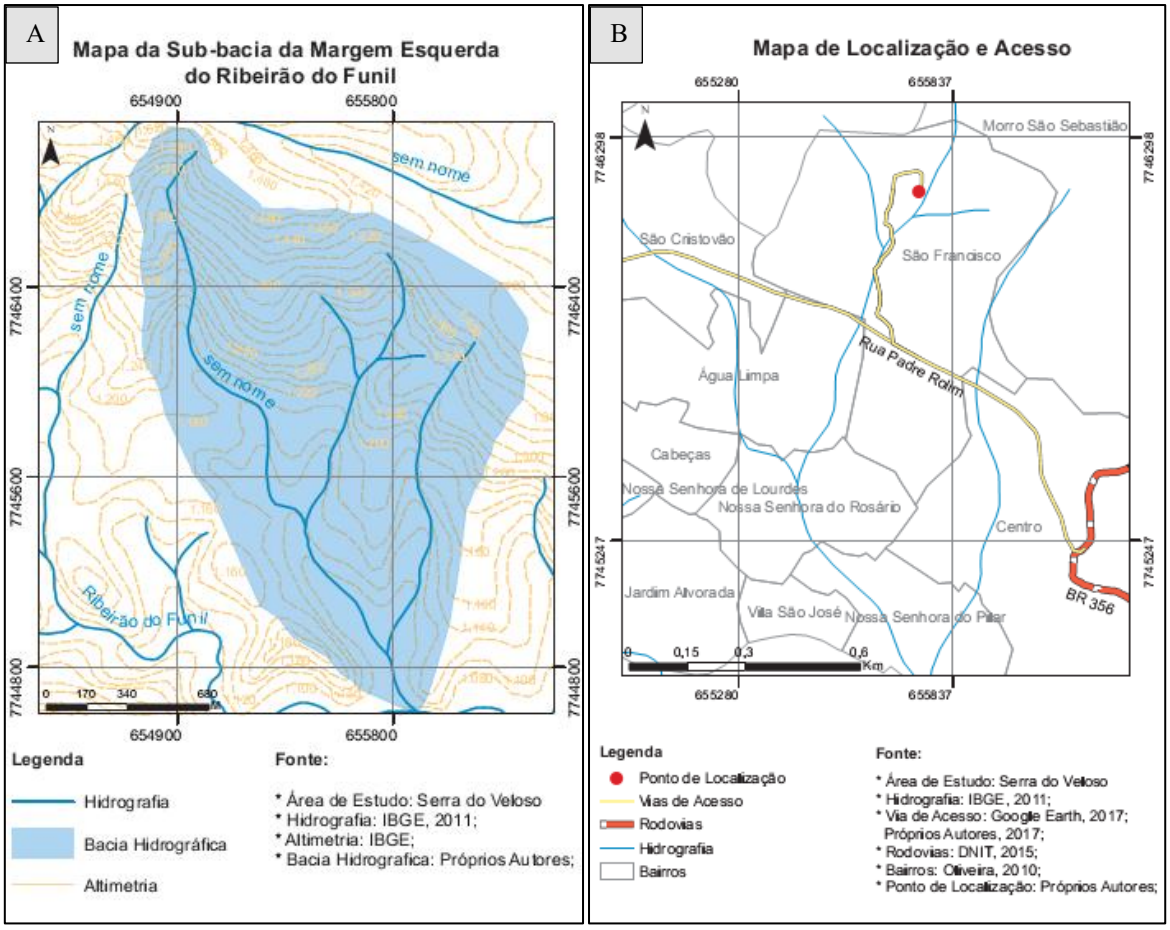


Figura 1: A) Mapa de localização e acesso ao Bairro São Francisco e outros, Ouro Preto/ MG. B) Mapa da sub-bacia da margem esquerda do ribeirão do Funil.

A área urbana de Ouro Preto nas últimas décadas avançou sobre os quartzitos, filitos e xisto do Grupo Sabará nos bairros de Santa Cruz e Novo Horizonte e nos bairros São Sebastião, Nossa Senhora da Piedade e São Francisco também nos quartzitos filitos e conglomerados do Grupo Caraça, e sobre as rochas calcissilicáticas, dos metaconglomerados e das formações ferríferas do Grupo Nova Lima nos bairros São Sebastião e Morro São João (Oliveira, 2010). Esses avanços corroboram com o perigo, entre 1988 a 2003, o Corpo de Bombeiros registrou 415 de ocorrências de escorregamento em Ouro Preto resultantes de práticas inadequadas de construção, deposição irregular de lixo, esgoto e água servida sem canalização, entre outros (Castro, 2006). Isto posto, insere-se a área de estudo, que apresenta as características geomorfológicas favoráveis à análise de perigo, resultante da ocupação "desorganizada" que avança sobre a Serra do Veloso.

3. Metodologia

Os trabalhos de estudo foram pautados na metodologia de análise geomorfológica apresentada por Ab'Saber (1969) sistematizada em três níveis: compartimentação topográfica (encosta, bacia hidrográfica, bairros, etc); estrutura superficial (susceptibilidade do solo a erosão); e fisiologia da paisagem (processos geomorfodinâmicos atuais). Esses três níveis de compreensão compuseram de forma quali-quantitativa do índice de risco geomordinâmico com resposta numérica e cartográfica. Para os parâmetros qualitativos que fazem parte do índice adotou-se conceitos do Manual de Deslizamento proposto por Highland e Bobrowsky (2008) e para os parâmetros quantitativos que formaram o índice baseou-se em valores de pesos e notas, corrigidos para a geomorfologia da área de estudo.

3.1. Materias e Métodos

De forma a ficarem alinhados com a proposta metodológica, os materiais utilizados para elaboração também foram divididos em três etapas para atender a sistematização proposta por AB'Saber (1969).

1- Compartimentação topográfica da área de estudo a partir de dados geotopográficos tratados em ambiente de Sistema de Informações Geográficas – SIG;

2- O levantamento da composição lito-tectônicos das paisagens geomorfológicas da área de estudo ocorreu através do conhecimento das características físicas e químicas dos solos (tipos de solos) foi possível correlacionar sua suscetibilidade a erosão com a declividade, agravada pela expansão urbana desordenada e ao fator climático das chuvas.

3- A fisiologia da paisagem se deu por meio do levantamento de dados amostral que foi realizado em 31 de julho de 2016 por três grupos que percorreu pelas vias de acessos (ruas e vielas) os terços médio e superior da área de estudo. O caminhamento foi aleatório (sem definição de rota) cada grupo ao percorrer as vias de acesso buscou características que poderiam indicar os movimentos de deslizamentos. Deparada com a situação a equipe marcava o ponto de coordenada, coletava a altitude, capturava fotos e anotava na ficha presença ou não dos indicadores geomorfodinâmicos.

No total foram 34 pontos coletados na sub-bacia da margem esquerda do ribeirão do Funil. Os grupos A, B e C coletaram 15 pontos no terço médio-superior, 9 pontos no terço médio e 10 pontos no terço superior, respectivamente. O terço inferior não foi alvo de esforço nesse trabalho.

3.2. Escolha dos Indicadores Geomorfodinâmicos

A escolha dos indicadores geomorfodinâmicos seguiu orientações do Manual de Deslizamento (2008), conforme mencionado anteriormente. Assim, buscou as características que podem indicar os riscos de movimentos de deslizamentos na área de estudo:

- Cortes e aterros nas vertentes; Proximidades das moradias do corte; Cicatrizes de movimentos de massa; Presença de raízes de árvores expostas; Degraus de abatimentos;
- Árvores, muros, cercas e postes inclinados; Erosões nas margens dos canais fluviais; Movimentos de massas; Plantio de bananeiras; Incidência de erosão nas raízes de vegetação de médio e grande porte nas proximidades das casas

Conforme o mesmo manual, ressalva que algumas das características aqui apresentadas também podem ter outras causas que não deslizamentos, como inchaço de solos.

3.3. Elaboração do Coeficiente de Risco Geomorfodinâmico (f)

O Coeficiente de Risco baseou-se em fatores que causam mudanças rápidas no meio ambiente, em função do risco de deslizamentos. Contudo a maneira que esses fatores influenciam no risco é diferente entre eles e em cada um deles. Fez necessário uma matriz que considerasse a importância do risco sobre cada fator e estratificasse em faixas (baixa, médio e alto) este risco de deslizamento. O resultado foi o coeficiente de risco (f) para cada fator, que nada mais é a resultante da "Importância do Fator" sobre o "Risco de Deslizamento", conforme Tabela 1.

Tabela 1**:** Coeficiente de Risco Geomorfodinâmico.

Fatores	**Importância (I)**	**Risco (R)**			**Coeficiente de Risco (f)**		
		Baixo	**Médio**	**Alto**	**Baixo**	**Médio**	**Alto**
Ocupação Antrópica (A)	50%	5%	20%	75%	0,0250	0,1000	0,3750
Declividade (B)	20%	5%	30%	65%	0,0100	0,0600	0,1300
Pluviometria (C)	20%	5%	40%	55%	0,0100	0,0800	0,1100
Suscetibilidade do Solo a Erosão (D)	10%	5%	30%	65%	0,0050	0,0300	0,0650
		Coeficiente de Risco (f)			**= (I) * (R)**		

Ocupação Antrópica (A); Declividade (B); Pluviometria (C); e Suscetibilidade do Solo a Erosão (D); Importância do Fator (I); Risco de Deslizamento (R) Coeficiente de Risco (f) = (I) * (R), fator adimensional.
Fonte: Próprios Autores

O resultado do Coeficiente de Risco (f) pode ser representado de outra forma, com base no conhecimento da estrutura superficial da paisagem da área de estudo e dos agentes que as modelam (Tabela 2).

Tabela 2: Classificações do Coeficiente de Risco.

Fatores	Coeficiente de Risco (f)			Coeficiente de Risco (f)		
	Baixo	Médio	Alto	Baixo	Médio	Alto
Ocupação Antrópica (A) (%)	0,0250	0,1000	0,3750	< 50	50 ≤ A < 80	≥ 80
Declividade (B) (Graus)	0,0100	0,0600	0,1300	< 5	5 ≤ B < 45	≥ 45
Pluviometria (C) (mm/ano)	0,0100	0,0800	0,1100	< 100	100 ≤ C < 300	≥ 300
Suscetibilidade do Solo a Erosão (D)	0,0050	0,0300	0,0650	Latossolos	Cambissolos	Argissolos

Ocupação Antrópica (A); Declividade (B); Pluviometria (C); Suscetibilidade do Solo a Erosão (D); e Coeficiente de Risco (f). Fonte: Próprios Autores

Enfim, para escolher qual será o Coeficiente de Risco de cada de fator é necessário buscar o conhecimento da estrutura superficial, ou seja, A) Qual o nível de ocupação antrópica da área de estudo? B) Qual a declividade da área de estudo? C) Quanto de chuva precipita na bacia? D) O tipo de solo para a área de estudo é suscetível à erosão, e quanto é está suscetibilidade?

3.4. Elaboração do Fator de Correção do Índice de Risco Geomorfodinâmico (F)

Estabelecido o Coeficiente de Risco (f), o Fator de Correção (F) é soma dos coeficientes de risco dos fatores: "Ocupação Antrópica"; "Declividade"; "Pluviometria"; e "Suscetibilidade do Solo a Erosão", cujo resultado corresponde ao aumento do risco em tantos por cento (Tabela 3).

Tabela 3: Fator de Correção do Índice Geomorfodinâmico.

Fator	Coeficiente de Risco (f)			Coeficiente de Risco (f) do Fator
	Baixo	Médio	Alto	
Ocupação Antrópica (A)	0,0250	0,1000	0,3750	A = [Baixo] ou [Médio] ou [Alto]
Declividade (B)	0,0100	0,0600	0,1300	B = [Baixo] ou [Médio] ou [Alto]
Pluviometria (C)	0,0100	0,0800	0,1100	C = [Baixo] ou [Médio] ou [Alto]
Suscetibilidade do Solo a Erosão (D)	0,0050	0,0300	0,0650	D = [Baixo] ou [Médio] ou [Alto]
	Fator de Correção			**= ∑(A + B + C + D) + 1**

Ocupação Antrópica (A) (%): sendo, Baixa: A < 50; Média: 50 ≤ A < 80; e Alta: A ≥ 80; Declividade (B) (Graus): sendo, Baixa: B < 5°; Média: 5° ≤ B < 45°; e Alta: B ≥ 45°; Pluviometria Média Anual (C) (mm/ano): sendo, Baixa: C < 100; Média: 100 ≤ C < 300; Alta: C ≥ 300; Suscetibilidade do Solo a erosão (D): Baixa: Latossolos, etc; Média: Cambissolos, etc e Alta: Argissolos, etc; Coeficiente de Risco (f); Fator de Correção (F) = ∑(fA + fB + fC + fD) + 1, fator adimensional. Fonte: Próprios Autores

Fator de Correção (F) do Índice de Risco Geomorfodinâmico para a área de estudo é 1,37, ou seja, 37% a mais de risco Risco Geomorfodinâmico (Tabela 4).

Tabela 4: Fator de Correção do Índice Geomorfodinâmico para a Área de Estudo.

Fator	Coeficiente de Risco (f)			Coeficiente de Risco (f) do Fator
	Baixo	Médio	Alto	
Ocupação Antrópica (A)	0,0250	0,1000	0,3750	A = 0,1 = Médio

Fator	Coeficiente de Risco (f)			Coeficiente de Risco (f) do Fator
	Baixo	Médio	Alto	
Declividade (B)	0,0100	0,0600	0,1300	B = 0,13 = Alto
Pluviometria (C)	0,0100	0,0800	0,1100	C = 0,11 = Alto
Suscetibilidade do Solo a Erosão (D)	0,0050	0,0300	0,0650	D = 0,03 = Médio
Fator de Correção (F) = ∑(A + B + C + D) + 1				**= ∑(0,1 + 0,13 + 0,11 + 0,03) + 1 = 1,37**

Coeficiente de Risco do Fator Ocupação Antrópica (fA) = 0,1; Coeficiente de Risco do Fator Declividade (fB): 0,13; Coeficiente de Risco do Fator Pluviometria (fC) = 0,11; Coeficiente de Risco do Fator Suscetibilidade do Solo a Erosão (fD): 0,03; Fator de Correção (F) para a área de estudo = 1,37 = 37%. Fonte: Próprios Autores

3.5. Elaboração do Índice de Risco Geomorfodinâmico Ajustado (H'')

O Índice de Risco Geomorfodinâmico (H) deve ser entendido como uma resposta geormorfodinâmica entre os fatores de risco as características que indicam deslizamento e as condições sociais da população de um determinado lugar e momento (adaptado de Egler, 1996). É o resultado da presença dos Indicadores Geomorfodinâmicos, através de uma média ponderada do peso (importância) e o grau (avaliação) destes sobre a área de estudo, corrigido e ajustado para os cenários de riscos. O Índice de Risco Geomorfodinâmico Ajustado (H") é exclusivo para cada ponto de coleta, sendo assim cada ponto representa um índice de criticidade de risco que vai de "Sem Risco", "Tolerável", "Alto" e "Crítico" (Tabela 5).

Tabela 5: Índice de Risco Geomorfodinâmico ajustado (H")

Indicadores Geomorfodinâmicos	Presença do Indicador (A)	Peso do Indicador (B)	Grau do Indicador (C)	Índice de Risco do Indicador (X)
Cortes e aterros nas vertentes	[0] ou [1]	3	[1] ou [2] ou [3]	A * B * C
Proximidades das moradias do corte	[0] ou [1]	3	[1] ou [2] ou [3]	A * B * C
Cicatrizes de movimentos de massa	[0] ou [1]	2	[1] ou [2] ou [3]	A * B * C
Presença de raízes de árvores expostas	[0] ou [1]	1	[1] ou [2] ou [3]	A * B * C
Degraus de abatimentos	[0] ou [1]	2	[1] ou [2] ou [3]	A * B * C
Árvores, muros, cercas e postes inclinados	[0] ou [1]	2	[1] ou [2] ou [3]	A * B * C
Erosões nas margens dos canais fluviais	[0] ou [1]	3	[1] ou [2] ou [3]	A * B * C
Movimentos de massas	[0] ou [1]	2	[1] ou [2] ou [3]	A * B * C
Plantio de bananeiras	[0] ou [1]	1	[1] ou [2] ou [3]	A * B * C
Incidência de erosão nas raízes de vegetação de médio e grande porte nas proximidades das casas	[0] ou [1]	2	[1] ou [2] ou [3]	A * B * C
Índice de Risco Geomorfodinâmico (H'')			**= ∑(X)/∑(C)*19,8412* F**	

Total dos Indicadores Geomorfodinâmico = 10; Presença do Indicador Geomorfodinâmico (A): sendo, 1 = Presente; 0 Ausente; não classifica Peso e Grau de Geoindicadores "Ausentes"; Peso do Indicador Geomorfodinâmico (B): sendo 1 = Normal; 2 = Alta; e 3 = Muito Alta (pré-definido para á área de estudo); Grau do Indicador Geomorfodinâmico (C), sendo 1 = Baixa; 2 = Normal; 3 = Alta; Índice do Indicador: X. = (A * B * C); Índice de Risco Geomorfodinâmico Ajustado: H'' = ∑(X)/∑(C)*F*19,84%, sendo H ≤ 25% "Sem Risco", 25% < H ≤ 50% Tolerável; 50% < H ≤ 75% Alto; e H ≥ 75% Crítico. Fonte: Próprios Autores

3.6. Elaboração do Mapa de Risco Geomorfodinâmico

O mapa de Risco Geomorfodinâmico tratou os dados geogeotopográficos em ambiente de Sistema de Informações Geográficas – SIG de forma a representar o risco de deslizamento a partir dos Índices de Riscos Geomofordinâmicos Ajustados (H') para cada ponto de coleta, que na sua distribuição geográfica representa o potencial risco de deslizamentos influenciada pela estrutura superficial da paisagem.

4. Resultados e Discussão

Os Índices de Risco Geomorfodinâmico para todos os Pontos de Coleta na encosta do bairro São Francisco e entorno, inseridos na sub-bacia da margem esquerda do ribeirão do Funil em Ouro Preto/ MG foi "Alto", tanto no terço médio quanto no terço superior da encosta (Tabela 6).

Tabela 6: Índice de Risco Geomorfodinâmico Ajustado (H).

Ponto de Coleta	Terço médio-superior Índice de Risco Ajustado (H'')	Terço médio Índice de Risco Ajustado (H'')	Terço superior Índice de Risco Ajustado (H'')
GEO 01	57,76	57,99	57,38
GEO 02	64,55	64,07	63,42
GEO 03	61,61	61,91	67,15
GEO 04	52,55	62,36	67,95
GEO 05	60,4	57,56	67,15
GEO 06	65,69	54,36	63,95
GEO 07	62,72	58,54	71,09
GEO 08	54,36	50,18	66,72
GEO 09	64,07	54,36	52,85
GEO 10	51,16	---	57,99
GEO 11	51,34	---	---
GEO 12	54,36	---	---
GEO 13	62,13	---	---
GEO 14	66,01	---	---
GEO 15	54,36	---	---

Vermelho: Crítico; Laranja: Alto; Amarelo: Tolerável. Fonte: Próprios Autores

Entretanto dentro das faixas estabelecidas para cada nível de criticidade desse índice, têm-se Indicadores Geomorfodinâmicos que podem tender o índice para Crítico ou tender para o Tolerável, exemplos a seguir: Ponto de Coleta GEO 08: Terço Médio e Ponto de Coleta GEO 07: Terço Superior:

O Ponto de Coleta identificado como GEO 08: Terço Médio tendeu ao nível de criticidade tolerável porque dos 10 geoindicadores listados 04 não estavam presentes, sendo eles: Degraus de abatimentos; Árvores, muros, cercas e postes inclinados; Erosões nas margens dos canais fluviais; e Plantio de bananeiras. Mas, principalmente porque os avaliadores entenderam que o nível do Grau dos Indicadores Geomorfodinâmicos eram na sua maioria Normais (Tabela 7).

Tabela 7: Índice de Risco Geomorfodinâmico Ajustado (H) para o Ponto GEO 08: Terço Médio.

Indicadores Geomorfodinâmicos	**Presença do Indicador (A)**	**Peso do Indicador (B)**	**Grau do Indicador (C)**	**Índice de Risco do Indicador (X)**
Cortes e aterros nas vertentes	1	3	2	6
Proximidades das moradias do corte	1	3	2	6
Cicatrizes de movimentos de massa	1	2	2	4
Presença de raízes de árvores expostas	1	1	2	2
Degraus de abatimentos	0	0	0	0
Árvores, muros, cercas e postes inclinados	0	0	0	0
Erosões nas margens dos canais fluviais	0	0	0	0
Movimentos de massas	1	2	2	4
Plantio de bananeiras	0	0	0	0
Incidência de erosão nas raízes de vegetação de médio e grande porte nas proximidades das casas	1	2	1	2
Índice de Risco Geomorfodinâmico (H'') = ∑(X)/∑(C)*19,8412* F				**50,18**

Fonte: Próprios Autores

Enquanto o Ponto de Coleta identificado como GEO 07: Terço Superior tendeu ao crítico, mesmo também com a ausência de 04 geoindicadores, porém o peso dos indicadores presentes eram maiores, quando comparados ao GEO 08: Terço Médio e ainda os avaliadores entenderam que o nível do Grau dos Indicadores Geomorfodinâmicos eram mais severos, classificado de Normal à Alta (Tabela 8).

Tabela 8: Índice de Risco Geomorfodinâmico Ajustado (H) para o Ponto GEO 07: Terço Superior.

Indicadores Geomorfodinâmicos	**Presença do Indicador (A)**	**Peso do Indicador (B)**	**Grau do Indicador (C)**	**Índice de Risco do Indicador (X)**
Cortes e aterros nas vertentes	1	3	3	9
Proximidades das moradias do corte	1	3	3	9
Cicatrizes de movimentos de massa	1	2	2	4
Presença de raízes de árvores expostas	0	0	0	0
Degraus de abatimentos	1	2	2	4

Indicadores Geomorfodinâmicos	Presença do Indicador (A)	Peso do Indicador (B)	Grau do Indicador (C)	Índice de Risco do Indicador (X)
Árvores, muros, cercas e postes inclinados	0	0	0	0
Erosões nas margens dos canais fluviais	0	0	0	0
Movimentos de massas	1	2	3	6
Plantio de bananeiras	1	1	2	2
Incidência de erosão nas raízes de vegetação de médio e grande porte nas proximidades das casas	0	0	0	0
Índice de Risco Geomorfodinâmico (H'') = ∑(X)/∑(C)*19,8412* F				**50,18**

Fonte: Próprios Autores

Para finalizar, o resultado qualitativo-quantitativo da análise sistêmica da realidade do bairro São Francisco e entorno desse trabalho culminou no Mapa de Potencial Risco de Movimento de Massas (Figura 2).

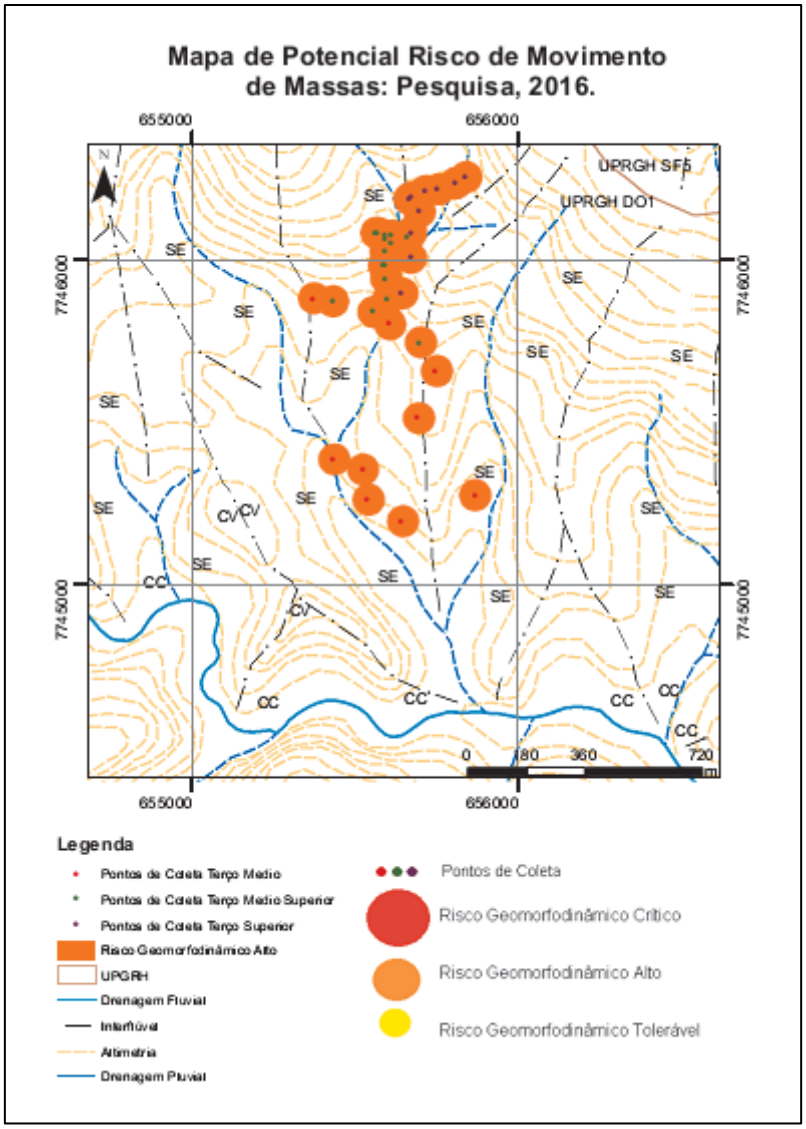


Figura 2: Mapa de Risco Geomorfodinâmico. Fonte: Próprios Autores

5. Considerações Finais

A Lei Complementar Nº 93 de 2011, que estabelece normas e condições para o uso e ocupação dos solos, inclusive parcelamento no munícipio de Ouro Preto, não permite o parcelamento do solo em terrenos com declividade igual ou superior a 30% (trinta por cento), salvo se atendidas exigências específicas. Como foi apresentado a área de estudo localizada no bairro São Francisco e entorno, está acima dessa declividade, portanto, pode-se inferir que a ocupação ali é antrópica consolidada (sem planejamento/ desordenada) e/ou irregular.

Através dos resultados obtidos, constatou-se que á área em questão foi caracterizada como de alto índice de risco geomorfodinâmico, aumenta-se assim a probabilidade de ocorrência de movimentos de massa, principalmente os relacionados aos deslizamentos de terra. Desta forma, é de fundamental importância que ações governamentais voltadas para o planejamento urbano e relocação destas habitações sejam realizadas afim de evitar e prevenir a ocorrência de novos desastres sócio-ambientais.

Há de considerar também que a ausência de geoindicador não elimina a presença de risco, por esse fato cabe e recomenda-se para a metodologia complementações, vistas a aprimorar sistematicamente o Índice de Risco Geomorfodinâmico, com resposta mais fidedignas a realidade da área estudada.

Referências Bibliográficas

AB'SABER, A. N. Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quarternário. Geomorfologia, n18, IG-USP, São Paulo, 1969.

BERGER,A.R. The geoindicator concept and its application: Na introduction. In:Geoindicators: Assessing rapid environmental champs in Earth systems. Balkema, Rotterdan, Cap.1,p.14.1997.

BRASIL, Lei Complementar Municipal Nº 93 de 20 de janeiro de 2011. Estabelece normas e condições para o parcelamento, a ocupação e o uso do solo urbano no Município de Ouro Preto. Ouro Preto, MG, 20 jan. 2011. Disponível em: http://www.ouropreto.mg.gov.br/uploads/prefeitura_ouro_preto_2015/arquivos_veja_tambem/lei-complementar-93-parcelamento-uso-e-ocupa-o-do-solo.pdf.

CASTRO, J.M.G. Pluviosidade e movimentos de massa nas encostas de Ouro Preto. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)-Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2006.

EGLER; C. A. G. Risco Ambiental como critério de Gestão do Território: uma aplicação à Zona Costeira Brasileira. In: Revista Território – UFRJ, 1(1), 1996, Rio de Janeiro, p. 31-41

FERREIRA, T. A. Impactos socioambientais e áreas de risco em Ouro Preto (MG). TGI, Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo (DG/USP), 2011, 115p.

HIGHLAND, L.M., and BOBROWSKY, Peter, 2008, The landslide handbook – A guide to understanding landslides: Reston, Virginia, U.S. Geological Survey Circular 1325, 129p. Tradução. O Manual de Deslizamento. Um Guia para Compreensão de Deslizamentos.

KOBIYAMA, M; Et all. Prevenção de Desastres Naturais: Conceitos Básicos. Curitiba: Ed. Organic Trading, 2006

MONECHE, M. S. F. Análise da distribuição dos fatos geomorfodinâmicos para identificação de zonas de perigos naturais. Dissertação (Pós-Graduação em Geografia) Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória 2012.

Nalini Jr. H. A. Análise estrutural descritiva e cinemática do flanco sul e terminação perclinal do Anticlinal de Mariana e adjacências, região sudeste do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil. Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Dissertação de Mestrado, 132p, 1993.

OLIVEIRA, L. D. Ocupação Urbana de Ouro Preto de 1950 a 2004 e atuais tendências. Tese (Mestrado em Ciências Naturais) Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2010.

SILVA, J.R. Conformidades e conflitos ambientais no município de Ouro Preto como apoio à gestão e planejamento municipal. 2012. 242f. Tese (Doutorado em Geografia) Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2012

WOLFF, T.W.R. Contribution à l'analyse de l'erosion intra-urbane à Kinshasa. (RDC). Revue belge de géographie. Belge. v.3. p.293-314, oct.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

A INFLUÊNCIA DA AÇÃO ANTRÓPICA E DOS CONDICIONANTES DO MEI FÍSICO NO DESASTRE 2009/2010 EM ANGRA DOS REIS - RJ

Rodolfo Baêsso Moura [(a)], Kátia Canil [(b)]

[(a)] Programa de Pós Graduação Planejamento e Gestão do Território - Universidade Federal do ABC, mourabrodolfo@gmail.com

[(b)] Centro de Engenharias, Modelagem e Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal do ABC, katia.canil@ufabc.edu.br

Eixo: Riscos e Desastres Naturais

Resumo/

O município de Angra dos Reis, situa-se no Estado do Rio de Janeiro na região do Planalto Altântico, e escarpas da Serra da Bocaina. Apresenta um histórico de ocorrências de deslizamentos, sendo o desastre de 2009/2010 um dos mais severos, registrando 53 vítimas fatais e grandes prejuízos econômicos. Para estabelecer o planejamento de ações de prevenção e mitigação é fundamental conhecer os aspectos dos meios físico e antrópico e fazer uma análise integrada desses condicionantes. Com a aprovação da Lei 12.608/12 que institui a Política de Proteção e Defesa Civil, algumas ações nesse sentido foram iniciadas, mas ainda estão longe de ser concretizadas. A leitura do munícipio de Angra dos Reis é um desses exemplos.

Palavras chave: Angra dos Reis, Desastres, Deslizamentos, Planejamento, Gestão de Riscos

1. Introdução

O município de Angra dos Reis, situado no Estado do Rio de Janeiro apresenta um histórico de registros de deslizamentos. No final do ano de 2009 e início de 2010, ocorreu um evento pluviométrico de grande intensidade e magnitude, que deflagrou movimentos gravitacionais de massa de grande porte, atingindo todo território angrense, tendo com resultado 53 vítimas fatais, além danos a infraestrutura, o que foi considerado um dos maiores cenários de desastre na área municipal (PMAR, 2010). A Figura 1 apresenta a localização da área central do município.

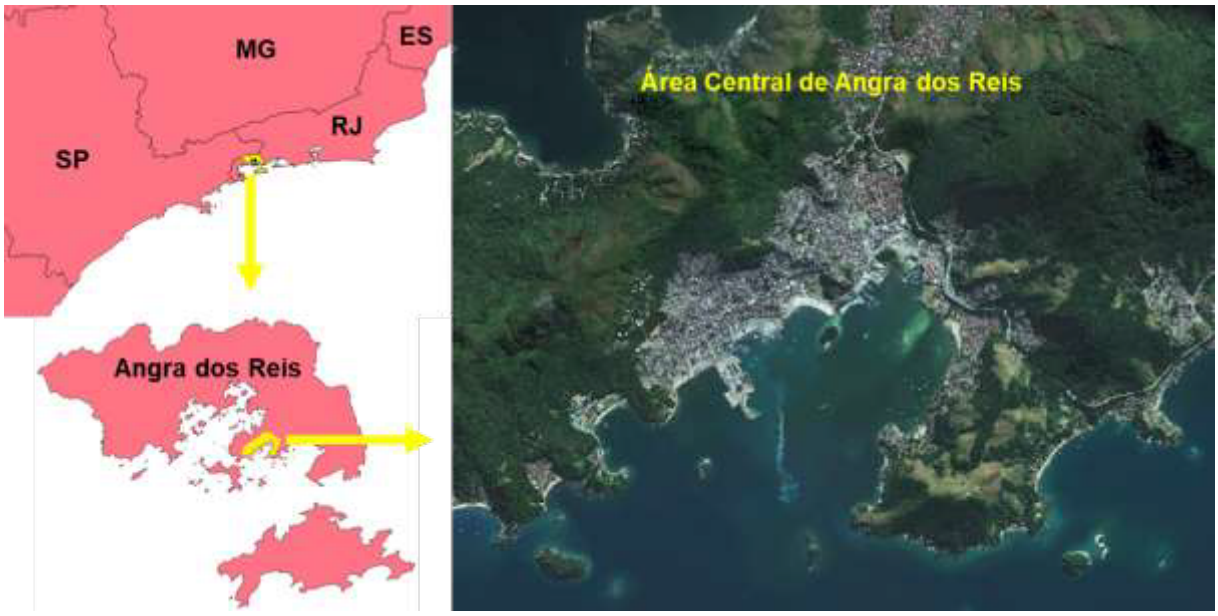


Figura 1 – Localização da área central de Angra dos Reis.

Esse evento ocorreu logo após o desastre de Santa Catarina em 2008, coincidindo com o momento de avanços das políticas públicas em gestão de riscos no país e que veio consolidar com o desastre ocorrido na Serra Fluminense um ano depois (janeiro/2011) e depois com a aprovação da Lei 12.608/12 (Política Nacional de Proteção e Defesa Civil). Nesse sentido, foram inúmeras as ações para o mapeamento das áreas de risco e elaboração de instrumentos de planejamento e prevenção. Como parte dessa ação, esse artigo tem por objetivo expor o fato

histórico do desastre de 2009/2010 e discutir a importância do conhecimento dos condicionantes físicos e antrópicos para compreender a dinâmica do processo e destacar que essa leitura é fundamental para a definição de ações de prevenção e planejamento urbano para evitar a formação de novas áreas de risco, bem como ações estruturais com definição de obras de estabilidade nos trechos que oferecem riscos à população.

2. O Desastre de 2009/2010

A ocorrência de processos gravitacionais de massa são frequentes na área do município de Angra dos Reis, principalmente deflagrados por eventos extremos, causando prejuízos econômicos e perdas de vidas humanas. Constam, no histórico de deslizamentos, dois eventos de grande magnitude. Em 27 de fevereiro de 1985, ao longo da rodovia Rio-Santos próximo as usinas nucleares, ocorreram deslizamentos na ordem de 2,8 milhões de metros cúbicos após uma chuva de 129 mm, provocando diversos estragos, porém sem o registro de óbitos. Já em 8 de dezembro de 2002, após uma chuva de 323 mm, ocorreram deslizamentos e inundações em 30 bairros, o local mais afetado foi o bairro da Japuíba (cerca de 4 km do centro) destruindo aproximadamente 100 casas e deixando 40 vítimas fatais (LACERDA; COELHO NETTO; SATO 2016, p.59).

No dia 27 de janeiro de 2010, a Secretaria Nacional de Defesa Civil do Ministério da Integração Nacional reconheceu o estado de calamidade pública em Angra dos Reis, em virtude dos deslizamentos deflagrados devidos à chuva intensa que atingiu o munícipio entre os dias 30 de dezembro de 2009 e 01 de janeiro de 2010. Foram registrados pelo pluviômetro instalado na sede da Defesa Civil, no bairro São Bento, 417 mm de chuva em 36,5 horas, ultrapassando a média de todo mês de dezembro, que era de 225,3 mm. Foram registrados processos de deslizamentos em 61 bairros dos 118 do município, com um prejuízo estimado de R$ 247 milhões (PMAR, 2010).

Além dos prejuízos econômicos, relacionados aos danos e destruição de residências, comércios, vias públicas, acessos e estradas, somaram-se 53 óbitos em meio aos deslizamentos, sendo 32 vítimas do deslizamento na Enseada do Bananal em Ilha Grande e 21 vítimas no deslizamento no Morro da Carioca, próximo à área central do município, o que rendeu uma forte exposição à mídia (Figura 2).

ENCOSTA desabada também na Estrada do Contorno, próximo ao Bonfim, em Angra

MAIS UMA encosta que cedeu em outro morro no Centro de Angra dos Reis

MAIS CLAREIRAS no Centro de Angra, em outra favela afetada pela chuva

A CRATERA aberta na entrada de Angra: se chover, Rio-Santos será interditada

Prefeitura: turismo não parou

• O presidente da Fundação de Turismo de Angra dos Reis (TurisAngra), Marcus Venissius Barbosa, afirmou ontem que, apesar das tragédias que aconteceram na Enseada do Bananal e no Morro da Carioca, a infraestrutura turística na Ilha Grande e no restante da cidade está funcionando normalmente. Ontem à noite, no entanto, a assessoria de imprensa da própria prefeitura de Angra divulgou uma nota informando que interditou 12 casas da Praia Vermelha, que fica longe de Bananal, por risco de desabamento. A ação, diz a nota, fez com que 70 moradores ficassem temporariamente desabrigados. Houve problemas ainda na Praia de Ubatubinha, na Enseada do Sítio Forte

Cerca de 50 donos de hotéis e pousadas da Ilha Grande e de Angra dos Reis se reuniram à tarde com o presidente da TurisAngra, preocupados com a repercussão da tragédia do réveillon, como cancelamentos de hospedagem.

Figura 2 – Página 9 do jornal "O Globo" do dia 4 de janeiro de 2010, com destaque para os deslizamentos no centro da cidade. Fonte: Jornal O Globo, 2010.

3. Histórico de Ocupação da Área Central de Angra dos Reis

O processo de ocupação e de formação do núcleo urbano do município de Angra dos Reis inicia-se em meados do século XVI por meio da colonização portuguesa (IBGE, 2013).

As condições de porto natural, por ser uma cidade litorânea favoreceram essa ocupação pelos portugueses que constituíam a Vila dos Reis Magos (NASCIMENTO; SAMPAIO, 2015), atual área central do Município. Sua localização geográfica permitiu que Angra dos Reis fosse um entreposto portuário de escoamento de produção de mercadorias vinculadas aos primeiros ciclos econômicos do Brasil (ABREU, 2005).

Até o início do século XIX o crescimento econômico da cidade acontece sobre forte influência do mercado portuário e consequentemente dos ciclos econômicos e de seus produtos de destaque como a cana, o gado, o ouro e o café. O escoamento da produção cafeeira fez do porto de Angra dos Reis um dos mais importantes do Brasil no auge da economia cafeeira, e o tráfico de escravos também foi bem presente nas transações do porto. A intensa atividade portuária, ponto alto na economia angrense, necessitou de novas infraestruturas, principalmente de transporte, fazendo com que novos povoados surgissem próximos aos caminhos abertos para escoamento da produção (SANTOS, 2009).

A crise do café e a abolição da escravatura, no final do século XIX, fizeram com que a economia municipal retrocedesse (SANTOS, 2007), passando por um período de despovoamento, crise no comércio local, redução dos serviços urbanos e deterioração das construções (ABREU, 2005, p. 31). Esse quadro começa a reverter em meados do século XX, quando Angra dos Reis passa a contar com uma sequência de investimentos e projetos federais vultosos que impactaram o seu crescimento econômico e populacional, e que tiveram como consequência transformações espaciais e sociais, destaca-se a requalificação do porto, a chegada da ferrovia, a construção do Estaleiro Verolme, da Rodovia Federal BR-101 (Rio-Santos), da Central Nuclear e do Terminal Petrolífero da Baía da Ilha Grande (TEBIG). A Figura 3 demonstra a expansão territorial da área central do município.

Figura 3 – Evolução da mancha urbana no centro. (3a) Ocupação até 1940 (3b) Ocupação atual. Fonte: Centro de Estudos Ambientais – Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Urbano – PMAR, 2015.

A partir da estabelecimento dos principais motores de transformação da cidade no final dos anos 70, a população da cidade quase duplica em uma década, passando de 58 mil 1980 para 86 mil habitantes em 1991. Os novos investimentos no setor industrial, principalmente em exploração de petróleo e gás, e a promoção da cidade como polo turístico propiciou que o número de habitantes quase quadruplicasse em relação a 1980. Segundo dados do IBGE atualmente Angra dos Reis tem uma população de pouco mais 200 mil habitantes.

A expansão urbana e o crescimento da população para atender as atividades econômicas levaram a intensificação da ocupação, sobretudo a população de baixa renda, em terrenos do município caracterizados pela sua fragilidade do ponto de vista geológico-geomorfológico, configurando o estabelecimento de assentamentos precários de alta vulnerabilidade, contribuindo signficativamente para o aumento do risco de desastres, considerando as características do meio físico do município.

4. Condicionantes geológico-geotécnicos e aspectos do relevo da área afetada pelo desastre

Situado no área do Planalto Atlântico, corresponde à região do Planalto e Escarpas da Serra da Bocaina (Ross, 1992), o munípio de Angra dos Reis é caracterizado por relevo de Morros (morros altos com rampas de colúvio e depósito de tálus), sustentados por gnaisses e migmatitos. Apresentam declividades predominantemente acima de 17º e altas amplitudes, e solos pouco desenvolvidos (Cambissolos). De acordo com a Carta Geotécnica de Aptidão Urbana (1:10.000), DRM, 2015, as principais unidades geológico-geotécnicas, agrupadas de forma a permitir a compreensão dos processos gravitacionais de massa, indicam que os terrenos do município são caracterizados por setores com afloramentos rochosos suscetíveis a quedas e deslizamento de lascas e zonas de concentração de blocos in situ ocasionando possíveis rolamentos. Em outros trechos o manto de intemperismo apresenta profundidade irregular, sendo perfis com solos mais rasos, diretamente sobre a rocha e associado a declividades mais acentuadas, gerando deslizamentos rápidos podendo evoluir para corridas de massa, e perfis com solos residuais espessos que estão associados a deslizamentos em cortes executados em encostas, que em períodos de chuvas fortes poder ter área de atingimento variável. Há também depósitos de talús oriundos de deslizamentos de solo e rolamento/queda de blocos e dependendo do grau de energia do processo resultam das corridas de massa o que indica a instabilidade local. Na linha faixa litorânea, planícies costeiras e fluviomarinhas, terraços e depósitos tecnogênicos são afetados pelas inundações.

De acordo com a classificação taxonômica do relevo proposta por Ross (1992) as formas de relevo são classificadas considerando o grau de detalhamento dessas feições, tendo como objetivo representá-lo em seus aspectos fisionômicos, relacionando-os com as informações da morfogênese. Desta forma, pode-se estabelecer uma ordem cronológica do tempo geológico, partindo da formação mais antiga (Unidade Morfoestrutural) até a mais recente (formas de processos atuais – deslizamentos) (AMARAL; ROSS, 2006, p. 4).

Os táxons do relevo em escala de detalhe estão ilustrados no (Quadro I) e pelas figuras 4, 5, 6 e 7.

Quadro I – Classificação taxonômica da área central de Angra do Reis. Fonte: Moura, 2018.

1º TÁXON	2º TÁXON	3º TÁXON	4º TÁXON	5º TÁXON					6º TÁXON
Morfoestrutura	Morfoescultura								
	Unidade morfoescultural	Padrões de formas semelhantes	Tipos de formas relevo	Tipos de vertentes	Morfometria		Litologias dominantes	Tipos de solos dominantes	Formas de processos
					Declividades	Altimetrias			
Planalto Atlântico	Região do Planalto e Escarpas da Serra da Bocaina	Morros	Morros altos e rampas de colúvios/ depósito de tálus	Vertentes Côncavas	de 10 a 35° de 18 a 70%	100 a 400m	Gnaisses / Migmatitos	Cambissolo Háplico	Deslizamentos Quedas de blocos
				Vertentes Convexas	de 10 a 35° de 18 a 70%	100 a 400m	Gnaisses / Migmatitos	Cambissolo Háplico	Deslizamentos Quedas de blocos
				Vertentes Retilíneas	de 10 a 35° de 18 a 70%	100 a 400m	Gnaisses / Migmatitos	Cambissolo Háplico	Deslizamentos Quedas de blocos
		Planície e terraços	Planícies costeiras e fluviomarinhas	-	de 0 a 5° de 0 a 9%	0 a 20	Depósitos quaternários/ fluviomarinhos	Gleissolos	Inudações
			Depósitos tecnogênicos	-	0°	0	Aterros	-	Inudações

Figura 4 – 4º Táxon – Morros altos e planícies fluviomarinhas. São áreas densamente ocupadas, com melhor infraestrutura nas planícies e com o predomínio dos assentamentos precários em processo de expansão em direção aos morros altos. Fonte: Moura, 2016.

Figura 5 – 5º Táxon – Vertente côncava com alta declividade (indica alta suscetibilidade para ocorrência de deslizamentos). Fonte: Moura, 2017.

Figura 6 – 6 Táxon – Cicatriz de deslizamento no Morro da Carioca. Fonte: Moura, 2016.

Figura 7 – 6 Táxon – Planície de inundação no Parque das Palmeiras. Fonte: Moura, 2017.

5. Leitura e análise integrada dos condicionantes dos meios fisico e antrópico para ações de planejamento e gestão de riscos

O desastre de 2009/2010 em Angra dos Reis não deve ser avaliado isoladamente, como sendo resultado de um evento extremo em que suas consequências fossem imprevisíveis. A ocorrência de um desastre tem relação direta com o que se chama construção social do risco que é agravada pelos fatores de vulnerabilidade e severidade da ameaça (CARDONA, 1993, 2001; BLAIKIE, 1996; LAVELL, 2000).

Para um efetivo planejamento territorial é necessário identificar os aspectos físicos e antrópicos do território, planejamento esse que deve levar em conta as potencialidades dos recursos e as fragilidades dos ambientes naturais, bem como a capacidade tecnológica, o nível sociocultural e os recursos econômicos da população atingida (ROSS 1992, p. 16). A compartimentação sistemática considerando os atributos do meio físico para compreender os processos (movimentos gravitacionais de massa e inundações) dentro do contexto regional é fundamental para subsidiar as diretrizes para expansão, ocupação, consolidação das áreas urbanas e ou realização de obras de contenção em situações com problemas instalados.

O fator vulnerabilidade dos moradores e das comunidades em ambientes naturalmente frágeis do ponto de vista ambiental, é um outro aspecto a ser considerando nessa equação para o entendimento das situações de risco. Conhecer o processo histórico, a precariedade e a alta densidade construtiva, e a ausência ou deficiência da infraestrutura local são elementos essenciais que devem fazer parte da análise desse contexto, pois muitas situações de risco podem acabar tornando-se um desastre, quando somam-se condições externas e incontroláveis (como a ocorrência de um evento extremo) e o descaso do poder público no processo de ordenamento territorial.

6. Considerações Finais

Embora o município de Angra dos Reis, o após o desastre de 2009/2010, tenha recebido e implementado diferentes medidas estruturais e não estruturais melhorando a situação para o enfrentamento de situações de risco, não há garantias de que um desastre nas mesmas proporções venha a ocorrer novamente. Muitas são as lacunas para incorporar os aspectos do meio físico integrado à dinâmica do uso e ocupação do solo para efetiva gestão de riscos. É preciso uma mudança de paradigma no processo de planejamento urbano, territorial e ambiental considerando a integração de elementos naturais e antrópicos. A Lei 12.608/12, por conta de seus instrumentos, tais como as Cartas de Suscetibilidade, Cartas de Risco e Cartas Geotécnicas de Aptidão à Urbanização tem sido o caminho para superar essas barreiras, mas ainda muito longe de uma concepção de planejamento dos modelos praticados em outros países.

7. Referências Bibliográficas

ABREU, Cássio Veloso de. **Urbanização, apropriação do espaço, conflitos e turismo:** um estudo de caso de Angra dos Reis. 2005. 162 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2005.

AMARAL, Rosangela do; ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. A classificação taxonômica do relevo como um instrumento de gestão territorial: uma aplicação ao parque estadual do morro do diabo, município de Teodoro Sampaio (SP). In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 6., 2006, Goiânia. **Anais...** Goiânia, 2006.

BLAIKIE, Piers et al. **Vulnerabilidad:** El entorno social, politico económico de los desastres. Bogotá: La Red, 1996.

CARDONA, Omar Dario. **Evaluación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo: elementos para el ordenamiento y la planeación del desarrollo**. In: MASKREY, A. (Org.) Los desastres no son naturales. La Red: Bogotá, 1993.

CARDONA, Omar Dario**. La necesidad de se repensar de maneira holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo**: una crítica y una revisión necesaria para la gestión. Conferência sobre Teoria e Prática sobre Vulnerabilidade em Desastres. Universidade de Wegeningen: Holanda, 2001.

DRM. **Cartografia Geotécnica de Aptidão Urbana, com análise de risco associado a escorregamentos, na escala 1:10.000, de 10 municípios fluminenses:** Município Angra dos Reis. Rio de Janeiro: DRM, 2015.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Histórico:** Angra dos Reis. 2013. Disponível em: <http://cod.ibge.gov.br/V9R>. Acesso em: 10 fev. 2019.

LACERDA, Willy Alvarenga; COELHO NETTO, Ana Luiza; SATO, Anderson Mululo. Technical report on landslide related disasters in Brazil. In: HO, Ken; LACASSE, Suzanne; PICARELLI, Luciano. **Slope Safety Preparedness for Impact of Climate Change.** [s.l.]: CRC Press, 2016. p. 45-70.

LAVELL, Allan. **Desastres durante una década**: lecciones y avances conceptuales y prácticos en América Latina (1990-1999). La Red: Bogotá, 2000.

MOURA, Rodolfo Baêsso. **Análise pós-desastre no município de Angra dos Reis, RJ**: uma contribuição para elaboração de indicadores de resiliência. 2018. 131 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Planejamento e Gestão do Território, Universidade Federal do ABC, Santo André, 2018.

NASCIMENTO, Ana; SAMPAIO, Andréa. O Centro de Angra do Reis, RJ: paisagem, morfologia urbana e identidade. In: CONFERÊNCIA DO PNUM, 4., 2015, Brasília. **Anais...** Brasília: Pnum, 2015. p. 1 - 17.

PMAR – Prefeitura Municipal de Angra dos Reis. **Ministério reconhece calamidade pública em Angra**. 2010.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. **Registro cartográfico dos fatos Geomórficos e a questão da taxonomia do relevo**. Revista do Departamento de Geografia, São Paulo, n. 6, p.17-29, 1992.

SANTOS, Luiz Augusto de Faria dos. Angra dos Reis: Transformações socioeconômicas e mudanças demográficas. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE IMIGRAÇÃO, 5., 2007, Campinas. **Anais...** Campinas, 2007. p. 1 – 26

SANTOS, Luiz Augusto de Faria dos. **Relações entre território, atividade econômica e migrações – Configuração espacial no município de Angra dos Reis:** Um foco na escala local - A Vila do Frade. 2009. 162 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Estudos Populacionais e Pesquisas Sociais, Escola Nacional de Ciências Estatísticas, Rio de Janeiro, 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

A URBANIZAÇÃO EM ÁREAS PERIFÉRICAS COMO FATOR DE RISCO AMBIENTAL NA BACIA DO RIO TUCUNDUBA: ESTUDO DE CASO EM BELÉM - PA

Nailton Nascimento da Silva [(a)], Gustavo Fernandes Pinheiro [(b)], Luciana Martins Freire [(c)]

[(a)] Campus Universitário de Ananindeua / Faculdade de Geografia, Universidade Federal do Pará, nailton20nv@gmail.com
[(b)] Campus Universitário de Ananindeua / Faculdade de Geografia, Universidade Federal do Pará, gustavogeofernandes@gmail.com
[(c)] Campus Universitário de Ananindeua / Faculdade de Geografia, Universidade Federal do Pará, lucianamf@ufpa.br

Eixo: Riscos e desastres naturais.

Resumo

O presente trabalho tem como objetivo analisar os fatores de riscos ambientais na bacia do rio Tucunduba Belém – PA, em decorrência da urnanização, apresentando um estudo de caso. Na área de estudo selecionada, observou-se que o processo natural da geomorfologia fluvial daquele espaço foi altamente modificado por conta das ações antrópicas, por meio do processo de urbanização desenfreado, o que torna fator de risco eminente. Constatou-se fatores de diversas atividades, tais como: canalizações, despejo de lixo a céu aberto, despejo de esgoto, enchentes, ocupações irregulares, entre outros processos, sugerindo-se a criação de meios alternativos para a preservação daquela bacia e processo de conscientização e educação ambiental da população de forma a colaborar com a preservação.

Palavras Chave: Fatores de Riscos; Urbanização; Rio Tucunduba; Belém – PA.

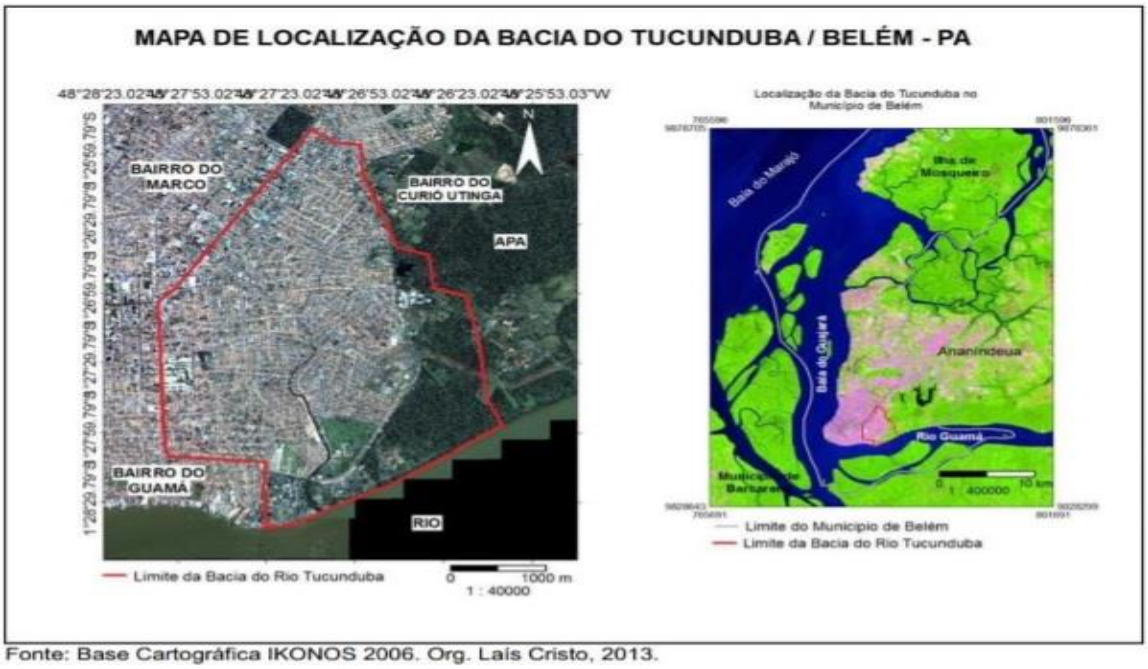
1. Introdução

Os rios da região Amazônica exercem uma enorme influência no modo de vida das pessoas dessa região, uma vez que são fundamentais para diversas atividades humanas, como o transporte, alimentação, o abastecimento de água e o lazer. Diante disso, observa-se essa íntima relação tradicionalmente estabelecida pela quantidade de moradias que ocupam as suas margens. Porém, alguns rios perdem a capacidade de oferecer esses recursos por conta da ação antrópica sobre eles, sendo o que aconteceu com o rio Tucunduba, localização no município de

Belém/PA. Em um longo processo que envolve ocupação desordenada e outros fatores, situações diversas o transformaram em depósito de lixo e esgoto.

As relações entre cidades e seus rios, frequentemente, estão associadas a um estado de permanente conflito. Canalizações, despejos de esgoto, enchentes, ocupações irregulares, entre outros processos contribuem significativamente para a contaminação e consequentemente para a degradação dos rios (AGUIAR, 2000). A população urbana expandiu-se de forma rápida e sem o devido planejamento, gerando assim impactos negativos significantes, como a poluição e a degradação ambiental, comprometendo assim a saúde humana e, por consequência, a qualidade de vida da população.

Neste contexto, procurou-se identificar os impactos nos canais fluviais localizados nos bairros por onde o rio percorre. Para Christofoletti (1980), a drenagem fluvial é composta por um conjunto de canais de escoamento inter-relacionados que forma a bacia de drenagem, definida como uma área drenada por um determinado rio ou por um sistema fluvial. A quantidade de água que atinge os cursos fluviais está na dependência do tamanho da área ocupada pela bacia, da precipitação total e de seu regime. Segundo Cunha & Guerra (1996), a bacia hidrográfica apresenta-se como uma unidade integradora, compreendida de forma sistêmica para a análise da dinâmica dos processos naturais e sociais. A presente pesquisa tem como área de estudo a bacia do rio Tucunduba, localizada na porção Sul de Belém do Pará (figura 01). Esta situação fica evidente e foi observada num estudo de caso em um canal localizado em um dos bairros por onde o rio percorre, nesse caso o bairro do Guamá, no canal Mundurucus.



Fonte: Base Cartográfica IKONOS 2006. Org. Laís Cristo, 2013.

Figura 01: Localização da Bacia do Tucunduba.

2. Materiais e Métodos

Para o desenvolvimento dessa pesquisa, inicialmente foi realizado o levantamento bibliográfico referente à área de estudo, informações relacionadas à temática da pesquisa, tais como conceitos que subsidiarão um arcabouço teórico, a exemplo: geomorfologia fluvial, bacias hidrográficas e canalização artificial. Para tanto, foram feitas consultas a livros, artigos científicos, teses de doutorado e dissertações de mestrado disponíveis nas bibliotecas da Universidade Federal do Pará (UFPA), além de ampla consulta *webgráfica*. Posteriormente, foram realizados trabalho de campo, etapa indispensável para o reconhecimento da área de estudo, pois é através dele que foram feitas observações *in loco* sobre a realidade do rio, além de desfazer possíveis dúvidas sobre as informações coletadas. Os dados de campo foram coletados com o intuito de identificar os pricipais fatores de riscos ambientais no entorno do rio. Acrescenta-se, ainda ao trabalho de campo, a realização de entrevistas com atores sociais, para efeito de confimação ou negação de algumas informações coletadas.

3. Resultados e discussões

Através dos estudos bibliográficos e reconhecimento de campo, constatou-se que a bacia hidrográfrica do rio Tucunduba é caracterizada por diversos fatores de riscos causados pricicipalmente pela expanção urbana e falta de conscientização da população, ou seja, falta de educação ambiental no descarte do lixo. Observa-se também um número crescente de formas de controle inadequado próximo aos cursos de água. Nesse caso, com o despejo inadequado do lixo nas margens do canal verificou-se que está totalmente alterado pela ação humana (figura 02). Suas margens viraram concreto e asfalto, a água de coloração cinza quase não escoa mais. Esses fatos repercutem na dinâmica natural da geomorfologia fluvial e, consequentemente, nas formas de uso tradicional da população local ocasionando fatores de riscos ambientais e humanos. Desse modo, o processo de urbanização sem planejamento tende a reduzir e degradar ainda mais. As intervenções modificam a dinâmica dos processos fluviais, levando ao aumento das cheias e inundações na área de intervenção das bacias (CUNHA, 2005).

Figura 2 – Manejo indevido do lixo sobre as margens e dentro do canal. Ao fundo a ocupação espontânea. Fotos: Nailton Nascimento (fevereiro, 2019)

4. Considerações Finais

Os processos de impactos sobre os recursos hídricos na área de estudo são reflexos da combinação de fatores urbanos, como especificado na pesquisa a exemplo dos canais, relacionados ao rápido processo de expansão urbana. No entanto, a falta de políticas públicas, conscientização da comunidade quanto ao descarte do lixo e de educação ambiental, acarretam variados níveis de poluição dos cursos de água, resultantes do lançamento de efluentes domésticos e industriais. É de suma importância projetos de recuperação das áreas já degradadas identificadas durante o trabalho de campo. Diante do exposto, tornam-se necessários estudos mais aprofundados acerca dos processos físicos e das práticas sociais envolvidas na dinâmica da bacia do rio Tucunduba.

Referências Bibliográficas

AGUIAR, S.A. **Degradação socio ambiental: um estudo sobre a população residente a proximidade da foz do igarapé Tucunduba (Belém/Pará).** Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização em Educação Ambiental, Núcleo de Meio Ambiente, UFPA, Belém, PA. 49 pp. 2000.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**- Ed. Edgard Blücher, 2a. ed. São Paulo, 1980
CONCEIÇÃO, A. L. da. **Cartografia do Município de Ananindeua**. Belém: CPRM/SEICOM, 1998

Cunha, S. B. 2005. **Canais fluviais e questão ambiental**. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. A questão ambiental: diferentes abordagens. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil

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

DESASTRES AMBIENTAIS EM ÁREAS DE RISCOS GEOLÓGICOS DO CENTRO URBANO EM ANANINDEUA-PA

José Mendes de Campos Neto [(a)], Luciana Martins Freire [(b)] Claudio Henrique Sampaio Lopes [(c)]

[(a)] Campus Universitário de Ananindeua / Faculdade de Geografia, Universidade Federal do Pará, netoc359@gmail.com

[(b)] Campus Universitário de Ananindeua / Faculdade de Geografia, Universidade Federal do Pará, lucianamf@ufpa.br

[(c)] Campus Universitário de Ananindeua / Faculdade de Geografia, Universidade Federal do Pará, claudio.sampaio2704@gmail.com

Eixo: Riscos e Desastres Naturais

Resumo

A referida pesquisa justifica-se pela necessidade de construir um conjunto de reflexões acerca das transformações socioespaciais, que tem como enfoque o município de Ananindeua-PA e seus processos históricos de formação urbano-regional no ambiente metropolitano paraense. Ao longo dos anos, o município apresentou uma relação conflituosa com seus rios e encostas, através da canalização, enchente, ocupações irregulares, despejo de esgoto, dentre outros processos que evidenciaram a temática dos desastres ambientais e riscos geológicos na localidade.

Palavras chave: riscos geológicos, centro urbano, degradação dos rios; Ananindeua-PA.

1. Introdução

O município de Ananindeua, localizado no nordeste do Estado do Pará, faz parte da Região Metropolitana de Belém – RMB. De acordo com o último censo demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), representa o segundo município paraense mais populoso, registrando um total de 471.980 habitantes, com população estimada em 2017 de 516.057 habitantes. A partir de 1991 o contingente populacional de Ananindeua

cresceu de forma acentuada e passou a apresentar uma elevada taxa de urbanização, cerca de 99,8 (RODRIGUES; SOBREIRO FILHO; OLIVEIRA NETO). O crescimento populacional vertiginoso se deu por conta de sua localização conveniente com relação a capital Belém e por políticas implantadas pelo estado para o "desenvolvimento", entretanto as políticas implantadas não deram conta do contingente populacional culminando na produção de área de ricos geológicos e desastres naturais no município de Ananindeua, que enfrenta sérios problemas no seu centro urbano, assunto que vamos tratar ao longo do presente trabalho.

Os desastres fazem parte do conjunto de fenômenos da natureza relacionadas aos aspectos ambientais, sejam de origem climática ou geológica. De acordo com Almeida (2012), o conceito de *desastre* pode ser interpretado como um evento concentrado no tempo e no espaço, que afeta uma determinada comunidade a partir de um severo impacto negativo, por muitas vezes destruidor e irreversível, o qual gera perdas humanas e materiais. Uma vez que se sabe da possibilidade de ocorrência de desastre, tem-se o termo risco. Contudo, o termo *risco* só tem um entendimento completo quando acompanhado de um segundo termo, tal como um adjetivo, caracterizando-se de acordo com a temática tratada: risco geológico, risco ambiental, risco tecnológico, risco natural, risco social, risco biológico, risco econômico, entre outros.

2. Materiais e Métodos

Os procedimentos metodológicos adotados nesta pesquisa consistem em levantamento bibliográfico, levantamento Cartográfico e Trabalho de campo. O levantamento bibliográfico baseia-se no levantamento histórico da formação do município de Ananindeua, para tornar evidente o crescimento populacional vertiginoso a partir de 1990, e para obtenção de levantamentos que subsidiarão um arcabouço teórico relacionado a temática da pesquisa.

O levantamento cartográfico consiste na arrecadação de dados vetoriais (pontos, linhas e polígonos) que foram adquiridos junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e pela Companhia de Pesquisa de

Recursos Minerais (CPRM). O trabalho de campo foi imprescindível para que haja o reconhecimento da área proposta relacionada a pesquisa, pois é através dele que foram feitas observações *in loco* sobre a realidade terrestre.

3. Resultados e discursões

Na atualidade são marcantes as notícias relacionadas aos desastres naturais, os quais tem provocado danos e catástrofes reconhecidas em todo o país. Dentre esses, os mais recorrentes estão relacionados as inundações, enxurradas e movimentos de massa, que segundo o *Atlas Brasileiro de Desastres Naturais,* desenvolvido pelo Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil - CEPED da Universidade Federal do Santa Catarina – UFSC (CEPED, 2012) estão taxados como aqueles que ocasionam o maior número de mortes entre os anos de 1991 e 2010 em um comparativo junto a estiagem e seca, vendavais e alagamentos, que são eventos recorrentes nos noticiários em diferentes regiões do Brasil (FIGURA 01).

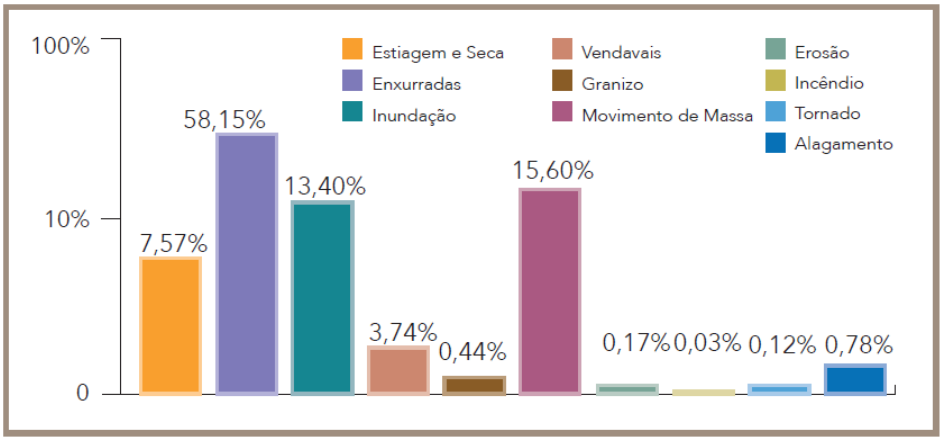


Figura 01 – Gráfico representando mortos por tipo de desastre

Fonte: CEPED, 2012.

Vale ressaltar o papel do homem como agente geológico, uma vez que são registrados cada vez mais o intenso e acelerado uso e ocupação de terra. Apesar de parecer pontual, a interferência antrópica afeta significativamente os eventos geológicos, uma vez que compõe

um sistema integrado na paisagem. O resultado da necessidade capitalista de apropriação dos materiais e da transformação das paisagens, marcado por um intenso dinamismo (FIGUEIRA, 2010).

A exploração dos recursos naturais é evidenciada pelos elevados índices anuais de desmatamento da vegetação nativa, "reflexo do modelo de desenvolvimento adotado para a Região Amazônica na década de 1970, que priorizou o crescimento econômico em detrimento da preservação ambiental e do bem-estar social" (GORAYEB et al 2009, p.60). No mesmo ritmo, há o aumento do processo de urbanização do território amazônico, através de políticas públicas urbanas induzidas pelo Estado, a qual ocorreu de forma frágil, entre os anos de 1960 a 1980. Um dos principais problemas no município de Ananindeua é acumulo de lixo doméstico e uma infinidade de resíduos inorgânicos nas margens dos rios da cidade causando alagamentos, enxurradas dentre outras consequências (Figura 02). Fatores que foram gerados não somente pelo crescimento populacional desordenado, mas sim pela ineficiência do município em intervir nos modelos de ocupação para evitar a produção de áreas de riscos geológicos.

Figura 02 - Rio Maguari-Açu / Foto: Neto Campos, Janeiro/2019

A falta de saneamento básico é um fator condicionante para a permanência dessas áreas degradadas em Ananindeua. Segundo o Instituto Trata Brasil (2017), os porcentuais da

população que tem tratamento de esgoto em sua residência são inferiores a 4%. Por conta dessa condição, o município gastou equivalente 19,4 milhões na saúde com doenças relacionadas ao saneamento básico.

4. Considerações finais

O desenvolvimento desta pesquisa possibilitou uma análise de como os presentes danos ao rio, seja em torno de sua mata ciliar e/ou no despejo de resíduos em seu percurso, trazem riscos ambientais e geológicos, trazendo também risco às estruturas construídas em torno do mesmo. A partir da baixa estruturação do saneamento básico do município de Ananindeua, compreende-se que a prefeitura, conciliando com a população local, pode elaborar vias para conservação dos rios e nascentes e elaborar projetos de drenagem de maneira a não afetar a qualidade e/ou o fluxo destes. Eventualmente, o reflexo destas deve diminuir os impactos resultantes pela construção histórica de Ananindeua, trazendo melhor qualidade de vida e saúde à população das regiões mais afetadas.

Referências Bibliográficas

ALMEIDA, L. Q. **Riscos ambientais e vulnerabilidades nas cidades brasileiras**: conceitos, metodologias e aplicações. São Paulo, SP: Cultura Acadêmica, 2012.

GORAYEB, A.; LOMBARDO, M. A.; PEREIRA, L. C. C. Condições Ambientais em Áreas Urbanas da Bacia Hidrográfica do Rio Caeté – Amazônia Oriental – Brasil. **Revista da Gestão Costeira Integrada** 9(2), 2009. p. 59-70.

MONTEIRO, C. A. F. **Geossistemas:** A História de uma Procura. São Paulo, SP: Contexto, 2000.

RODRIGUES, J. C.; SOBREIRO FILHO, J.; OLIVEIRA NETO, A. O Rural e o Urbano na Amazônia Metropolitana: reflexões a partir de Ananindeua, Pará. **Revista NERA**. 2018, ano 21, n. 42, pp. 256-280.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. **Planejamento e Gestão Ambiental**: subsídios da Geoecologia das Paisagens e da Teoria Geossitemas. Fortaleza, CE: Editoral UFC, 2013.

SCHNEIDER, et al. **Amazônia Sustentável: limitantes e oportunidades para o desenvolvimento rural**. Banco Mundial, Brasília; Imazon, Belém, 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

DESASTRES NATURAIS ASSOCIADOS A INUNDAÇÕES EM ÁREAS URBANAS

Julliane Proença Kurasz [(a)], Rafael Adriano de Castro [(b)], Elias Machado [(c)]

[(a)] Departamento de Geografia, Universidade Estadual do Centro Oeste, ju-kurasz@hotmail.com

[(b)] Departamento de Geografia, Universidade Estadual do Centro Oeste, rafael_acastro@hotmail.com

[(c)] Departamento de Geografia, Universidade Estadual do Centro Oeste, eliaspoker89@gmail.com

Eixo: Riscos e desastres naturais

Resumo

Em virtude da urbanização inadequada em áreas de planície de inundação ou de várzea, o processo de escoamento superficial a jusante acaba sendo intensificado, o que acarreta em maiores casos de inundações. No município de Guarapuava/PR, por exemplo, notícias de que os córregos e rios transbordam e alagam as casas nas suas proximidades são frequentes. Nesse sentido, o objetivo desse estudo foi identificar e avaliar as áreas de maior perigo, risco e vulnerabilidade a esses eventos. Assim, para diminuir os problemas encontrados para e pela inundação, foram propostas algumas medidas mitigadoras estruturais e não-estruturais, de acordo com as características encontradas nas áreas classificadas como suscetíveis a ocorrência desses eventos.

Palavras chave: Planície de inundação, urbanização inadequada, risco, perigo, vulnerabilidade.

1. Introdução e Justificativa

A combinação de mudanças climáticas e a crescente urbanização traz grandes desafios para o planejamento e gestão de cidades (BERTILSSON, et. al., 2018), principalmente quando se trata de inundações. Estas fazem parte de um processo natural, que quando ocorrem em bacias urbanas geram consequências negativas, pois a presença humana faz com que esse fenômeno afete os processos econômicos e sociais da comunidade, assim como ocasiona danos humanos, materiais e ambientais. Dessa maneira, as inundações são intituladas “desastres naturais” por se tratarem de um evento natural (cheias) que afeta a vida do homem.

Um dos principais motivos para que esses desastres ocorram vem da organização das cidades, que tendem a ser cada vez mais densamente povoadas com áreas que crescem rapidamente e muitas vezes com infraestrutura insuficiente. Essa característica ocasiona a ocupação indevida de áreas ribeirinhas à cursos fluviais. Além disso, a transformação de superfícies naturais em superfícies artificiais causa um aumento na frequência de inundações devido à baixa infiltração da água da chuva (HUONG e PATHIRANA, 2013).

Assim, uma vez que a urbanização acarreta modificações na resposta hidrológica líquida e sólida na área urbana, Douglas (1985) destaca que as áreas com mais de 90% de superfície impermeáveis geram escoamento superficial rápido. Isso faz com que chegue aos canais de drenagem um grande fluxo d'água, provocando o aumento na altura, na capacidade e na competência dos fluxos.

Nesse sentido, a urbanização age nas inundações modificando a paisagem, os caminhos de fluxo e os canais dos rios, o que resulta na degradação ambiental e maiores ocorrências de eventos adversos.

Este é o caso de Guarapuava-PR, onde notícias de que os córregos e rios transbordam e alagam as casas nas suas proximidades, são frequentes. Isso porque nesta região a ocupação de áreas de várzeas e ribeirinhas aos cursos fluviais suscetíveis a cheias e inundações se processa de forma inadequada, principalmente na periferia urbana o que acaba intensificando os problemas socioambientais (VESTENA, SCHMIDT, 2009).

Apesar das preocupações crescentes, os eventos de inundação continuam a causar danos extensivos em todo o mundo, mesmo nos países desenvolvidos, onde a capacidade de investimento é maior (BERTILSSON, et. al., 2018).

Esta situação indica a necessidade de mudar a estratégia de gestão de inundações urbanas. A identificação e o mapeamento das áreas mais suscetíveis a inundações são essenciais para a tomada de decisão, assim como, o risco e o perigo a desastre deve ser considerado para a elaboração e aprovação do Plano Diretor dos municípios (VESTENA, 2017).

Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo identificar e avaliar onde existe maior perigo e risco à esse desastre natural, assim como o grau de vulnerabilidade da população em áreas suscetíveis a inundação em Guarapuava.

2. Materiais e Métodos

2.1. Área de Estudo

A área de estudo foi o município de Guarapuava: uma cidade média localizada no Centro-Sul do Paraná (Figura 1). Esta possui 180.334 habitantes, segundo estimativas do IBGE de 2018. O município também dispõe de um clima subtropical que resulta em temperaturas com caráter mesotérmico: inverno frio e verão amenizado pelas altitudes, com chuvas abundantes e distribuídas ao longo do ano (THOMAZ; VESTENA, 2003).

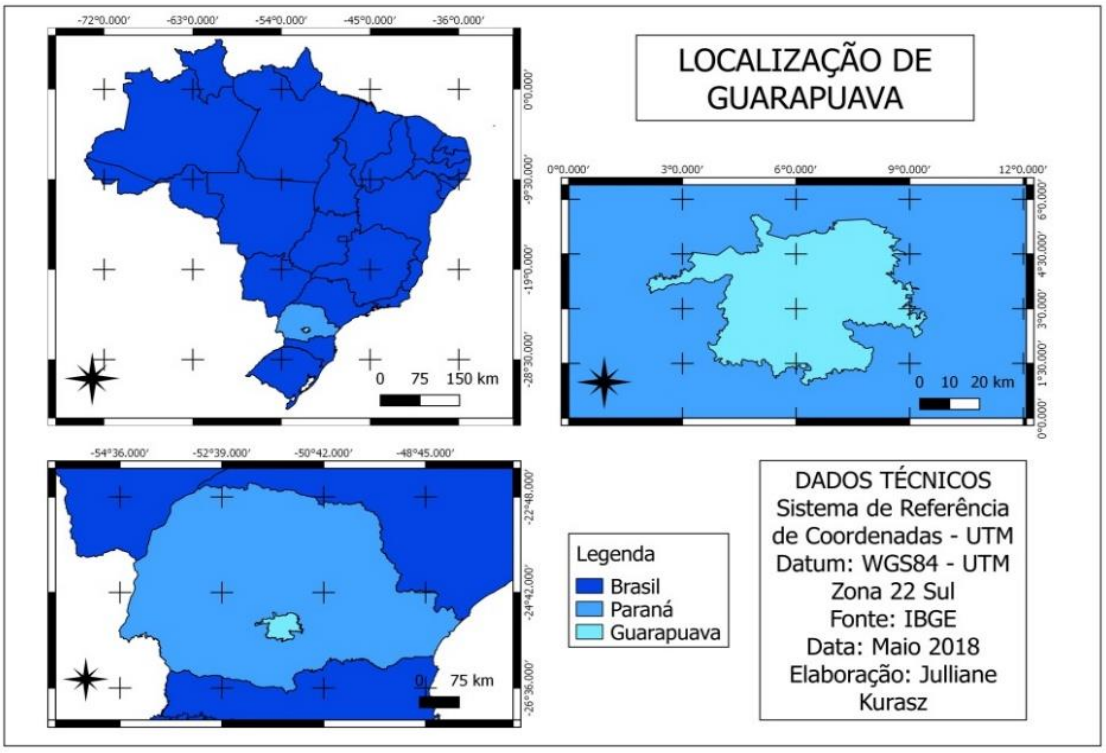


Figura 1 – Mapa de localização de Guarapuava/PR.
Fonte: IBGE, 2018.

2.2. Metodologia

Os principais procedimentos metodológicos adotados foram: revisão teórica sobre o tema, obtenção da base cartográfica e processamento dos dados espaciais e atividade de campo.

A revisão teórica consistiu na definição de três termos indispensáveis para analises de desastres naturais: Perigo, Vulnerabilidade e Risco. Dessa maneira, perigo pode ser definido como qualquer condição potencial ou real que pode vir a causar morte, ferimento ou danos a propriedade (CASTRO, 1998).

Esse termo pode ser empregado para definir as consequências objetivas de um acontecimento possível, que pode decorrer de um processo natural, tecnológico, social e econômico (VESTENA, 2017). Assim, o perigo está diretamente ligado ao evento e a

ameaça dele para a sociedade. A vulnerabilidade é a disposição de uma sociedade ou individuo em sofrer danos, ou seja, ela revela a fragilidade do sistema social em uma área definida (VESTENA, 2017). E, por fim, o termo "risco", que é a probabilidade e/ou a percepção da comunidade sobre a possibilidade de o dano ocorrer (VESTENA, 2017).

A base cartográfica utilizada foram arquivos vetoriais da área urbana de Guarapuava, tais como o perímetro urbano oficial e a delimitação da área inundável do município. Dessa maneira, o levantamento de campo foi realizado no dia 29 de outubro de 2018, sob perfeitas condições atmosféricas, em pontos selecionados aleatoriamente dentro da delimitação dessa área (Figura 2). Para a verificação da situação de vulnerabilidade, risco e perigo, foram determinados critérios para determinar o grau de suscetibilidade da sociedade que reside e trabalha nessas áreas, tais como, a exposição da população ao desastre, uso e ocupação indevida, pobreza, características das edificações, saneamento básico, nível de conhecimento e percepção do risco, entre outros fatores.

Posteriormente, as análises foram realizadas por meio da compilação, sobreposição e ponderação das informações obtidas da revisão, do levantamento de campo e dos mapas temáticos realizados a partir da base cartográfica.

3. Resultados e Discussões

Ao compreender o desastre natural e estudar o município de Guarapuava é possível afirmar que o potencial de dano relacionado às inundações é influenciado principalmente pela urbanização nas planícies de inundação. A ocupação dessas áreas ocorreu devido a rápida urbanização sem planejamento do município, fazendo com que a população se instalasse, cada vez mais, de maneira imprópria e em lugares de risco, instalando até pequenos comércios (Figura 2 e 3).

Figura 2 – Carta imagem da área inundável em Guarapuava/PR.
Organização: Julliane Kurasz, 2018.

Figura 3 – áreas ocupadas por moradias e/ou pequenos comércios dentro do perímetro inundável.
Organização: Julliane Kurasz, 2018.

Contatou-se também grande quantidade de resíduos sólidos nas vertentes e cursos fluviais, além de manilhas danificadas e entupidas, quando existentes (Figura 4 - A e E). O descarte inadequado dos resíduos acaba dificultando a passagem da água, favorecendo o represamento dela e a ocorrência de manchas de inundações maiores. Outra característica observada nas áreas de contribuição foi a falta de mata ciliar em longos trechos, o que favorece os processos erosivos de margens e o assoreamento dos leitos fluviais (Figura 4 B).

Outro problema visto nessas áreas é referente a situação de pobreza. A população residente desses lugares possuem baixa escolaridade e acabam exercendo profissões como catadores de recicláveis, serventes de pedreiros, empregadas, dentre outras que os classificam como baixa renda. Assim, essas áreas, por representarem o espaço urbano desprezado economicamente, fez com que as classes de menor poder econômico se instalassem nas áreas de potencial perigo de inundações (Figura 4 - C e D). além disso, são encontradas edificações frágeis, tanto de madeira como barracas de lona, que representam a classe econômica e facilitam a magnitude dos eventos de inundação.

Dessa maneira, a situação de vulnerabilidade da população residente dessas áreas é extremamente alta, não só por estarem localizadas próximas ao leito do rio, mas também por realizarem práticas que intensificam o processo de inundação e pela sua situação de carência, tanto intelectual como econômica. Como exemplo disso, eles demonstram a crença de que esses eventos não ocorreram novamente em suas casas e que só o Governo pode ajudar com obras estruturais e a implantação de um saneamento básico.

Figura 4 (a, b, c, d, e) – Imagens dos pontos de inundação em Guarapuava/PR.
Fotografias: Julliane Kurasz, 2018.

Devido a tais impactos, a população pressiona seus dirigentes por soluções do tipo estrutural, como canalização, barragens, diques, entre outras obras mitigadoras. Porém, essas operações, em geral, têm um custo que os municípios e, muitas vezes, os Estados, não têm condições de suportar. Cabe então, que às medidas não-estruturais, ou seja, ações que não modificam o rio através de obras hidráulicas, entrem em vigor em um primeiro momento, até que as medidas estruturais sejam postas em prática, pois a solução ideal para os cenários de maior perigo a inundação, é a combinação das medidas não-estruturais com as medidas estruturais.

A partir disso, para as áreas já ocupadas, pode-se estabelecer um programa de transferência da população e/ou a implementação de sistemas de alerta, assim, como a manutenção periódica dessas áreas (limpeza, infraestrutura, etc.). Também, é importante a utilização de medidas estruturais adicionais, como as modificações de fluxo, que envolve as barragens, transferências inter-bacias e captações de águas subterrâneas, além de projetos e manutenção de canais.

Já para as áreas ainda não ocupadas, deve-se preservar o rio selvagem, ou seja, deixar uma porção de um rio regulamentado, não regulamentada para a reabilitação das características desejadas, conforme Gore e Petts (2018). Para tal, cabe ao Governo realizar parcerias para que a fiscalização das áreas de preservação ocorra de maneira rigorosa, para que mais nenhuma família se instale nessas localidades.

4. Considerações Finais

Os desastres naturais associados a inundações em pontos específicos da cidade de Guarapuava-PR são resultado da presença humana, que ocupam as áreas de várzea inundáveis de maneira inadequada.

Porém, as administrações governamentais no Brasil não estão preparadas técnica e financeiramente para planejar e controlar os impactos de inundações. Nesse sentido, as medidas

não-estruturais são prioridades, enquanto o orçamento do município não é planejado para obras hidráulicas de grande porte.

Agradecimentos

Agradeço a Universidade e seu corpo docente, que oportunizaram a realização deste trabalho através do conhecimento cedido, do suporte, correções e incentivos.

Referências Bibliográficas

BERTILSSON, L.; WIKLUND, K.; TEBALDI, I. M.; REZENDE, O. M.; VERÓL, A. P.; MIGUEZ, M. G.. Urban flood resilicence – A multi-criteria index to integrate flood resilience into urban planning. **Journal of Hidrology**, 2018.

CASTRO, A. L. C.. **Glossário de defesa civil, estudos de risco e medicina dos desastres.** Ed.2. Revista e Ampliada, Brasilia. 1998.

DOUGLAS, I.. Urban Sedimentology. **Geographical Journal**, v. 142, 1985.

GORE, J. A.; PETTS, G E.. **Alternatives in Regulated River Management.** 2. ed. Boca Raton, Flórida: CRC Press, 2018.

HUONG, H. T. L.; PATHIRANA, A.. Urbanization and climate change impacts on future urban flooding in Can Tho city. Vietnam. **Hydrology Earth Syst. Science**. 17, 379–394, 2013.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2018.

THOMAZ, E. L.; VESTENA, L. R. **Aspectos climáticos de Guarapuava-PR**. Guarapuava: UNICENTRO, 2003.

VESTENA, L. R; SCHMIDT, L. P.. Algumas reflexões sobre a urbanização e os problemas socioambientais no centro centro-sul paranaense. **Acta Scientiarum, Human and Social Sciences**, Maringá, v. 31, n. 1, p. 67-73, 2009.

VESTENA, L. R. **Desnaturalização dos desastres: Em busca de comunidades resilientes**. Ed.1. Editora CRV, Curitiba, 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

DINÂMICAS SOCIOAMBIENTAIS E FORMAÇÃO DE ÁREAS DE RISCO NOS MUNICÍPIOS DE IRANDUBA E MANACAPURU - AM

Rebeca Teixeira Dantas [(a)], Gerliane de Sousa Castro [(b)]

[(a)] Mestranda em Geografia, Universidade Federal do Amazonas (UFAM), rtd.geo@uea.edu.br

[(b)] Graduada em Geografia, Universidade do Estado do Amazonas (UFAM), gdsc.geo@uea.edu.br

Eixo: Riscos e desastres naturais

Resumo

Esse estudo objetivou compreender a dinâmica espacial dos riscos nos municípios de Iranduba e Manacapuru, a partir da relação sociedade e natureza no ano de 2012. Os dados utilizados referem-se ao levantamento de noticiários de jornal locais concernentes aos eventos ocorridos, e nas imagens de satélites disponibilizadas pelo Google Earth. Os resultados obtidos identificaram que as formações da área de risco nos municípios analisados acontecem em muitos casos, porque áreas fragilizadas ambientalmente são ocupadas no período da vazante e no período das cheias as comunidades já estão estabelecidas constituindo-se as áreas de risco. A partir de uma sazonalidade do risco nos municípios amazônicos quando observado o período de precipitação e o regime de cheias e vazantes do rio Amazonas.

Palavras-chave: Riscos e vulnerabilidades. Deslizamento. Inundação

1. Introdução

Com a implantação da Ponte sobre o Rio Negro, os municípios de Iranduba e Manacapuru interligaram-se a Manaus por meio rodoviário, acentuando o processo de expansão urbana sem planejamento ambiental. A cidade cresce e com ela a espacialidade dos riscos, potencializado pelo crescimento demográfico que se instala em áreas de baixo valor (econômico, social e político), materializados nas diferentes estruturas urbanas que metamorfoseiam o espaço associado a ausência do poder público. Harvey (1980) corrobora que há uma relação entre riscos e a questão do valor, do uso e da ocupação do solo e suas bases e processos naturais.

Desse modo, este trabalho objetivou na análise das áreas de risco, a partir da abordagem geossistêmica, nos municípios de Iranduba e Manacapuru, e consequentemente, sua aplicação no planejamento ambiental mediado pelos riscos urbanos.

2. METODOLOGIA

2.1 Unidade espacial de análise

A unidade espacial de análise deste trabalho compreende as cidades de Iranduba e Manacapuru-AM (Figura 1), pertencente à Região Metropolitana de Manaus (RMM). Com a construção da ponte sobre o Rio Negro, houve uma mudança do modal de transporte fluvial para o rodoviário. Intensificando os fluxos e relações com o capital, tornando-o mais intenso e rápido através da circulação viária, facilitando as dinâmicas de apropriação do espaço urbano.

Para este estudo, foi escolhido o ano de 2012 devido à grande cheia que o estado do Amazonas vivenciou, segundo o CPRM (2012) a cheia registrada no primeiro semestre de 2012 é a maior entre os últimos cem anos, no qual boa parte dos municípios do interior além da capital decretou estado de alerta. Para a análise da espacialização das áreas de risco, foram construídos mapas com as áreas de risco identificadas nos municípios (Iranduba e Manacapuru) durante o ano. Realizou-se o registro fotográfico em pontos específicos de alta vulnerabilidade de riscos geomorfológicos (deslizamento e inundação).

2.2 Método Sistêmico: GEOSSISTEMA

Para atingir os objetivos propostos neste trabalho realizou-se revisão bibliográfica e, logo após realizou-se observações em campo para constatar as mudanças que foram descritas nos documentos oficiais. Como aporte teórico utilizou-se a teoria do Geossistema proposta por Bertalanffly (1937), subsidiando análises sistêmicas expressas a partir da inter-relação entre os elementos sociais e naturais da paisagem. Bertrand (2004) concebe o Geossistema através de uma nova perspectiva e aplicabilidade..

Com base na análise de Bertrand, o Geossistema aplicado a este estudo, interage na dinâmica socioespacial dos municípios, com potencial ecológico manifestado pela ação antrópica, cuja exploração biológica dos recursos baseia-se utilização planejada ou não e na identificação das áreas impactadas, que concomitantemente são denominadas áreas de risco. Nesse contexto, a paisagem das áreas de riscos representa um conjunto de formas (naturais e sociais) que interagem dialeticamente, concebendo a complexidade de suas relações aplicadas em diferentes escalas (temporais e espaciais).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Dessa forma, foi identificado que as formações da área de risco nos municípios analisados acontecem em muitos casos, porque áreas fragilizadas ambientalmente são ocupadas no período da vazante e no período das cheias as comunidades já estão estabelecidas constituindo-se as áreas de risco. A partir de uma sazonalidade do risco nos municípios amazônicos quando observado o período de precipitação e o regime de cheias e vazantes do rio Amazonas.

Dentre os indicadores de áreas de risco se destacam: 1) A ausência e/ou precariedade de planejamento (relacionado ao poder decisório) que não oferece alternativas de moradias para essas pessoas de baixo poder aquisitivo, possibilitando a estruturação urbana em torno de áreas susceptíveis aos riscos de inundação e/ou deslizamento. 2) Estruturação das casas (madeira, alvenaria e mista), que são construídas ao longo de vertentes e cursos d'agua que se refletem no preço dos terrenos. No município de Iranduba os bairros com maior susceptibilidade ao risco de deslizamento foram Morada do Sol e Centro, e no município de Manacapuru o bairro Novo Manacá e Terra Preta, cujas ocupações se configuraram em vertentes de áreas ambientalmente protegidas (figura 01).

Figura 01. Áreas de risco de Deslizamento identificadas no município de Iranduba (bairro Morada do Sol) e Manacapuru (Orla). Fonte: Google Earth e jornal Acrítica, 2012.

Quanto aos riscos de inundação destacam-se os bairros de Nova Veneza e Centro em Iranduba, e em Manacapuru os bairros Correnteza e Biribiri foram os que conforme a Defesa Civil registraram maior ocorrência de riscos durante esse ano (Figura 02).

Figura 02. Áreas de risco de Inundação identificadas no município de Iranduba (bairro Nova Veneza) e Manacapuru (bairro Biribiri).Fonte: Google Earth, 2012.

Segundo um levantamento realizado no IBGE no ano de 2018, na região Norte o Estado do Amazonas apresenta maior número de população residente exposta em áreas de risco, sendo a cidade de Manaus com a maior quantidade de moradores em áreas de riscos (55 851 moradores, 3,1% do total

do município), em seguida estão os municípios de Iranduba, Manacapuru (como mostra a tabela 1) e Itacoatiara que se situa na Região Metropolitana de Manaus, região de alta expansão urbana advinda pelo êxodo rural das famílias que se deslocam do campo em busca de melhores condições de vida e pelo atrativo de casa própria por meio do Programa "Minha Casa, Minha Vida", que localizado em regiões longínquas ao centro da cidade acaba desarticulando as pessoas de seus empregos.

Tabela 1. Populações expostas nas áreas de risco em Manacapuru e Iranduba, AM.

MUNICÍPIO	UF	DOMICILIO EM RISCO	POPULAÇÃO EM RISCO	POPULAÇÃO
IRANDUBA	AM	180	940	40.781
MANACAPURU	AM	402	2.093	85.141

Fonte: IBGE, 2018.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A relação expressa entre a sociedade e natureza na formação de riscos ocorre associada a processos e práticas urbanas cuja ausência de políticas públicas e deficiência em infraestrutura urbana (esgoto, água e lixo) expressos na desigualdade dos espaços resultam em ambientes de riscos.

5. REFERÊNCIAS

BERTALANFFY, L.V. **Teoria Geral dos Sistemas.** 3. Ed. Petrópolis. Ed. Vozes, 1973, 36 p.

BERTRAND, G. Paisagem e Geografia física global. Esboço Metodológico. **R. RA´E GA,** Curitiba, n. 8, p. 141-152, 2004.

CARLOS, A.F.A. **A cidade**. 8. ed. São Paulo. Ed. Contexto, 2008, 25 p.

IBGE. **População em áreas de risco no Brasil.** 1 Ed. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/media/com_mediaibge/arquivos/6d4743b1a7387a2f8ede699273970d77.pdf

HARVEY, D. **A justiça social e a cidade**. 1ed. São Paulo: Ed. Hucitec, 1980, 291p.

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

Delimitação de zonas inudáveis no Vale do Baixo Rio Jaguaribe – para o desenvolvimento de Plano de contingência à galgamentos e controle de cheias do Castanhão com o uso do HEC-RAS/GIS.

[a] *MORAIS, João Silvio Dantas* , [b] *SANTOS, Solange Maria da Conceição*

[a] *Cartografia Digital e Geoprocessamento - LABGEOCART /Universidade Estadual do Ceará, silvio.morais@uece.br.*
[b] PPGPP - Doutorado Políticas Públicas/ *Universidade Estadual do Ceará, bolsista CAPES, solangemcsantosadv@hotmail.com.*

Resumo

O estudo demonstra a possibilidade do uso do HEC-RAS/GIS através da construção de Modelo Hidrológico para a delimitação de zonas inundareis no vale do Rio Jaguaribe, onde foram delimitadas vazões predeterminadas para elaboração do Plano de Contingência para Galgamentos e para Controle de Cheias do Jaguaribe apos a construção do açude Castanhão – PCGVJ.

Com o mapeamento das planícies de inundação do Vale Jaguaribano tem-se um instrumento essencial para o ordenamento do uso e ocupação do solo e o direcionamento das expansões urbanas e das atividades rurais. Além de facilitar a elaboração do Plano de Defesa Civil que estabelece as ações individuais e corretivas para minimizar perdas durante as enchentes e galgamentos.

Palavras – Chave: MODELOS HIDROLÓGICOS, PLANO DE CONTIGÊNCIA DE CHEIAS, HEC-RAS/GIS.

ABSTRACT

The study demonstrates the possibility of using HEC-RAS/GIS through the construction of hydrologic models for the zoning in inudaveis Jaguaribe River valley, where they were certain pre-defined flows for the preparation of the Contingency Plan for Flood Control Jaguaribe after the construction of the dam Castanhão - PCVJ.

With the mapping of flood plains of the valley Jaguaribano has become an essential tool for planning the use and occupation of land and direction of urban expansion and rural activities. Besides facilitating the development of Civil Defence Plan which sets out the individual actions and corrective measures to minimize losses during floods.

Key – Words: Hydrological models, Flood Contingency Plan, HEC-RAS/GIS

1. Introdução

Apesar do Estado do Ceará se encontrar num período de quase sete anos de parcas chuvas, 2011 a 2018, segundo dados da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hidricos - FUNCEME, um Plano de Contingência a Galgamentos e cheias deve ser sempre motivo de preocupações.

Segundo DIAS, F. J. S -2007 um Plano de Controle de Cheias e Galgamentos "devem ser flexíveis por causa da sua natureza, pois nos eventos ambientais antecipar é sempre o caminho de menor risco", sendo assim, um PCGCC é uma construção permanente, onde devemos aprender que o passado é o melhor método; temer a próxima quadra e eventos é a melhor atitude, vale lembrar dos últimos eventos com as barragens de rejeitos de Mariana e Brumadinho-MG.

Citando MORAIS, J. S. D.-2015, "O açude Castanhão atenua cheia, quem controla tudo é o Rio", os principais danos provocados por inundações e galgamentos incluem perdas materiais com interrupção das atividades econômicas, serviços de infraestrutura e prejuízos à saúde pública com ascendente número de acidentados e riscos de contaminação por doenças de veiculação hídrica, além de perdas irreparáveis de vidas humanas.

1.1 Objetivos

O objetivo desta pesquisa foi maximizar os benefícios do controle de cheias na bacia hidrográfica do Baixo Rio Jaguaribe, através do zoneamento das áreas inundáveis com o uso da modelagem hidrológica do Hec-Has/GIS, sem provocar perdas de volumes regularizáveis minimizando as possíveis perdas de vidas humanas, danos ambientais e verificando a antropização do seu vale.

Assim, o zoneamento das áreas de inundação do Rio Jaguaribe, usando HEC-RAS/GIS com o mapeamento das planícies de inundação do vale Jaguaribano deve ser usado como um instrumento essencial para o ordenamento do uso e ocupação do solo e o

direcionamento das expansões urbanas e das atividades rurais. Além de facilitar a elaboração do Plano de Defesa Civil que estabelece as ações individuais e corretivas para minimizar perdas durante as enchentes e galgamentos.

2. Materiais e metodos.

Os Planos de Controles de Cheias são muito utilizados no Brasil para efetuar o controle de cheias no setor elétrico, que tem de prevê a disponibilidade de volumes vazios nos reservatórios, capazes de absorver parcelas das afluências, para evitar, com isso um risco prefixado, que sejam causados danos a jusante. A alocação criteriosa desses espaços vazios nos reservatórios para o controle de cheias é denominada “volumes de espera” e é utilizada para proteção de restrições de vazões ou níveis máximos a jusante, ou “rebaixamento de nível” a fim de não agravar restrições de vazões ou níveis máximos a montante.

Os volumes de espera são estabelecidos anualmente e apresentados em forma de relatório no Plano Anual de Prevenção de Cheias – PAPC, para cada um dos sistemas de reservatórios para controle de cheias existentes no SIN. O PAPC é elaborado pelo ONS em conjunto com os agentes de geração responsáveis pela operação dos aproveitamentos envolvidos.

As Regras para Operação de Controle de Cheias são elaboradas pelo ONS, em conjunto com os agentes de geração, para os sistemas de reservatórios para controle de cheias constantes no Plano Anual de Prevenção de Cheias – PAPC. Essas regras determinam medidas a serem adotadas pelo ONS e pelos agentes de geração, durante o período de controle de cheias — e contemplam as condições e os critérios a serem adotados durante o período de controle de cheias.

Para o galgamento, o risco associado à eventual ruptura de uma barragem constitui um problema corrente nas empresas que lidam com a Gestão hídrica. As barragens têm um papel importante na sociedade e o colapso de tais estruturas traz consigo desastres de grandes dimensões.

Para o caso do Jaguaribe com a construção do Castanhão por sua dimensão e volume, cerca de 7.5 bilhões de m³, esta preocupação deve ser constante e com base nas

amostras das suas seções, de 1977 até 2009, ano das ultimas grandes cheias anterior a este período atual de secas de 2011-2018.

Foram feitas análises dos 33 anos, e em 26 desses anos os deflúvios não superaram 2,0 bilhões de m³; e em sete anos estes volumes são superarados, neste período aconteceram em três dos anos, volumes afluentes anuais superiores a três vezes o Volume Afluente Médio Anual(VAN), 1.463 bilhões de m³.

O Valor calculado nos estudos anteriores o volume afluente médio anual indicado naqueles estudos, 1.463 bilhões m³, é inferior ao estimado pela série de deflúvios observados na seção de controle em Jaguaribe. Nesta série o Valor alcança quase 1,8bilhões de m³ a mais que sua capacidade.

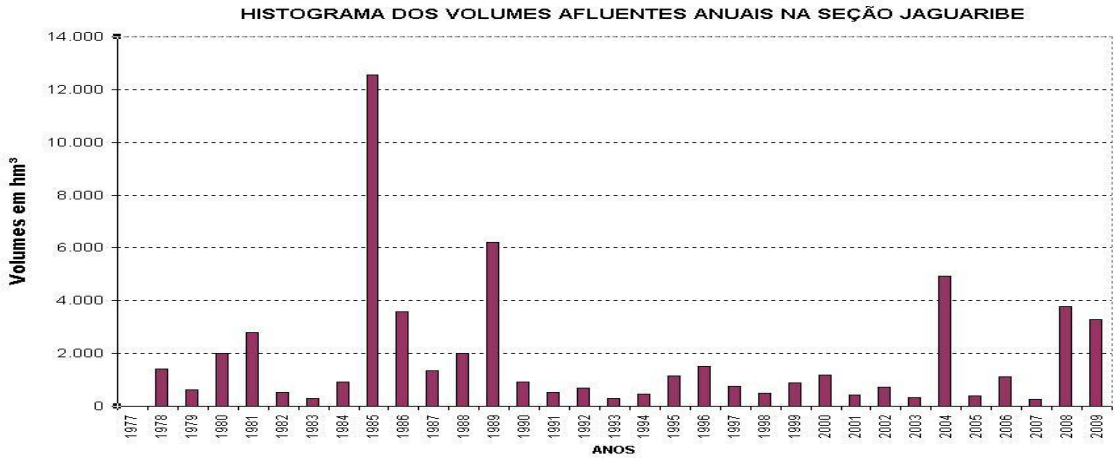


Figura1- Histograma dos Afluentes - COGERH, 2016

Com base nos dados acima foram realizados os diagnósticos preliminares, os estudos básicos, as análises de prognósticos/esboço de cenários (tendencial, Ideal e Possível), com a Programação/Projetos/Plano de Intervenções/Definição de Metas, Implementação e Retroanálise, Revisão (Introdução do conceito de flexibilização dos volumes de controle).

O HEC-GeoRAS foi o software escolhido pois constitui um conjunto de procedimentos, ferramentas e utilitários para processar dados geoespaciais no ArcGIS, usando uma uma interface gráfica mais interativa para usuário, permitindo a preparação de dados geométricos para importação em HEC-RAS que este sim processa resultados de simulação hidrologicas.

Para criar o arquivo de importação, o usuário deve ter um modelo de terreno digital (DTM) existente do sistema fluvial no formato ArcInfo TIN. O usuário cria uma série de temas de linhas pertinentes ao desenvolvimento de dados geométricos para o HEC-RAS. Os temas criados são o *Stream Centerline, Flow Path Centerlines* (opcional), *Main Channel Banks* (opcional) e *Cross Section Cut Lines* referidos como os Temas RAS.

Com os Levantamentos topográficos, geodésicos realizados em julho de 2015, que foram fundamentais a construção do modelo, determinou-se o cadastro das áreas de domínio do Rio onde a elaboração cartográfica possibilitou a simulação do escoamento na calha jusante por modelos hidrodinâmicos, para mapeamento das faixas de inundação associada à vazões com o desenvolvimento e aplicação de modelos chuva deflúvio para previsão de cheias em tempo real e com possíveis galgamentos como estudos e aplicação de modelagem hidráulica para determinação dos tempos de viagem das ondas de cheias e de propagação de ondas de cheias no Rio e no Reservatório utilizando-se do;

Para delimitação das zonas inundáveis, foram realizados os levantamento topo-batimétrico do Sistema Jaguaribe, com 98 seções levantadas e interpolação de 139 seções na primeira modelagem, feita em campo, com o uso de GPS geodésico L1L2 *Leica*, modelo 9000, estação total com dois prismas da marca *WILD* e o uso de um profundimetro fabricado pela *Zeiss*, usadas para delimitações das regiões mais profundas do rio. Foram levantadas aproximadamente 240 km de sua extensão, assistidos ao longo do levantamento, com maior adensamento de seções e de topografia convencional em áreas críticas e áreas urbanas.

Figura 2 - Uso de equipamentos de medição em campo – 2016 - fonte Autor

O Modelo digital do terreno – MDT foi criado através do *ARCGIS-9.3/3D Analisys*, com base nas secções levantadas e interpoladas, combinadas nas suas bordas com o modelo da *National Aeronautics and Space Administration o Shuttle Radar Topography Mission* – NASA/SRTM 90m (3 arcseno) exportada para HEC-RAS.

A modelagem no HEC-RAS/GIS exigiu a criação do banco de dados com a linha central da calha do rio e a locação de todas as secções transversais a esta linha, com a inclusão da informação da linha e direção de fluxo em uma base digital em *shape file* baseada em imagens de satélite *Geoeyes* de 5 metros de resolução espacial.

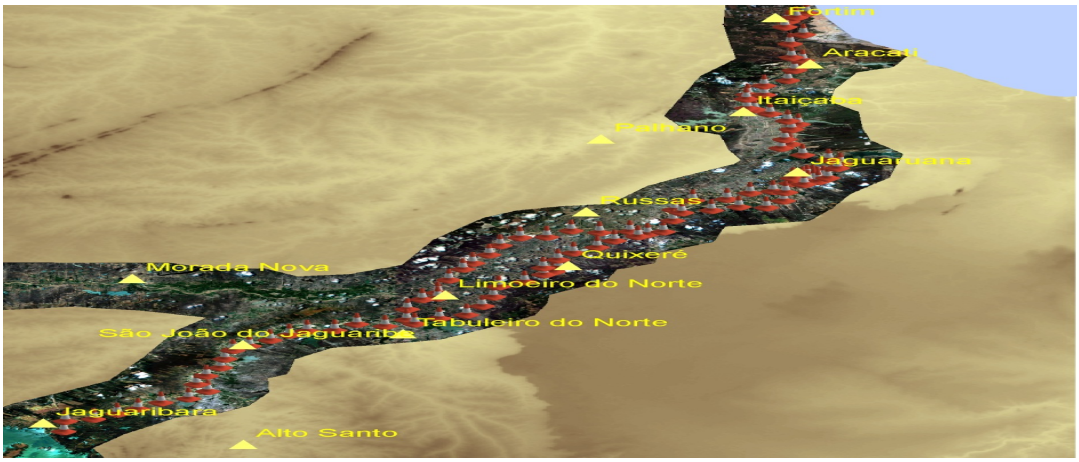
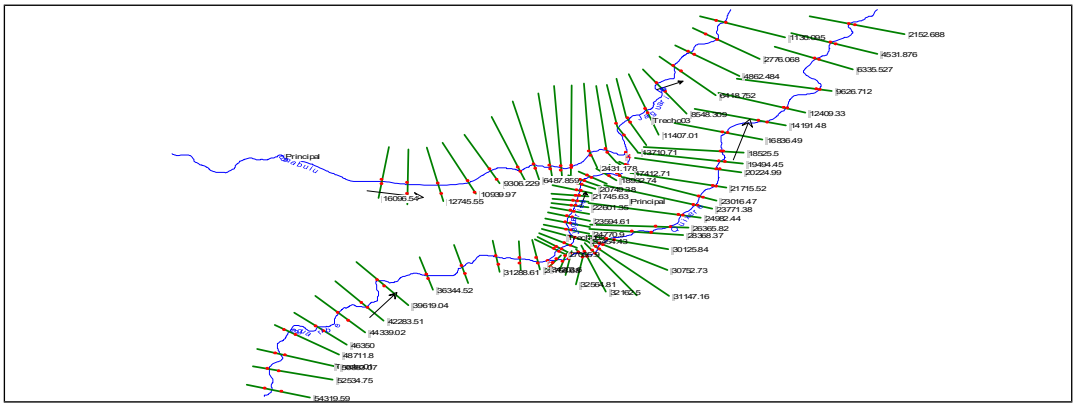
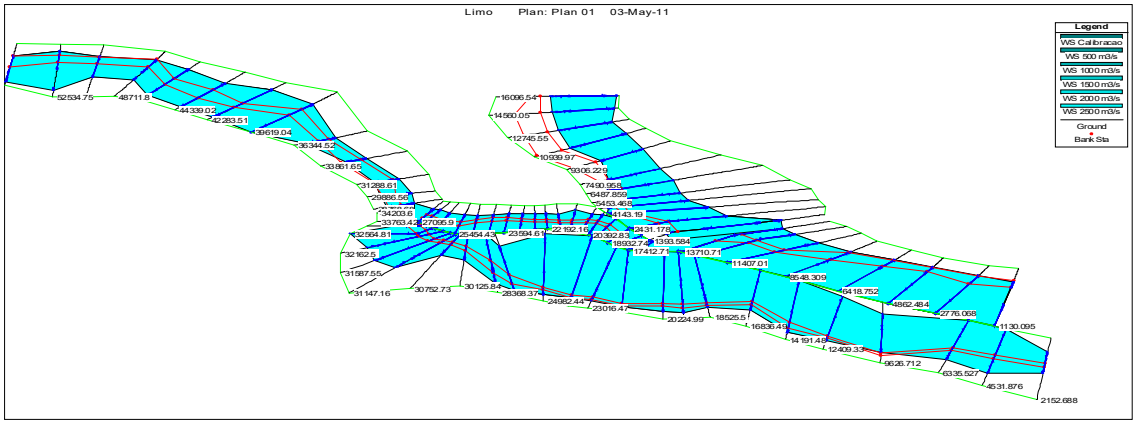


Figura 3 - Imagens de Satélite GEOeyes com plotagem dos perfis



Figuras 4 - Estimativa das zonas de risco de inundação, por meio de modelagem hidráulica (HECRas);



Figuras 5 - Estimativa das zonas de risco de inundação, por meio de modelagem hidráulica (HECRas);

3. Resultados e discussões

Para a realização desta pesquisa foi levantado o vale do rio Jaguaribe em cerca de 160 km, na porção a jusante do barramento do Açude Castanhão ate sua Foz no litoral dos municípios de Aracati e Fortim, porém para publicação deste artigo a análise foi concentrada apenas em uma pequena porção próxima a cidade de Limoeiro do norte.

Com os Levantamentos Topográficos/Geodésicos foram elaborados a base cartográfica e o cadastro das áreas de domínio do Rio; foi diagnosticada a melhor localização para ampliação e requalificação das seções de controle linimétricas / instalação de seções de controle fluviográficas; possibilitou a simulação do escoamento na calha jusante por modelos hidrodinâmicos, para mapeamento das faixas de inundação associada à vazões (oito seções) principalmente no município de Limoeiro do Norte.

Permitiu o desenvolvimento e aplicação de modelos chuva-deflúvio para previsão de cheias em tempo real. Foram realizados os estudos e aplicação de modelagem hidráulica para determinação dos tempos de viagem das ondas de cheias, além da realização dos estudos de propagação de ondas de cheias nos Rios e nos Reservatórios.

Para uma análise através da simulação com o modelo foi determinado inicialmente as potênciais áreas de inundações na sede do município de Limoeiro do Norte, a jusante do barramento do Castanhão por ser considerada uma cidade de médio porte mais importante

desta região com a determinação do mapeamento das zonas potencialmente inundáveis (HEC-Ras/GIS), foram calculado para vazões 500, 1500 e 2500m/s.

Calculo para vazões 500 m/s usando o HEC-HAS/GIS.

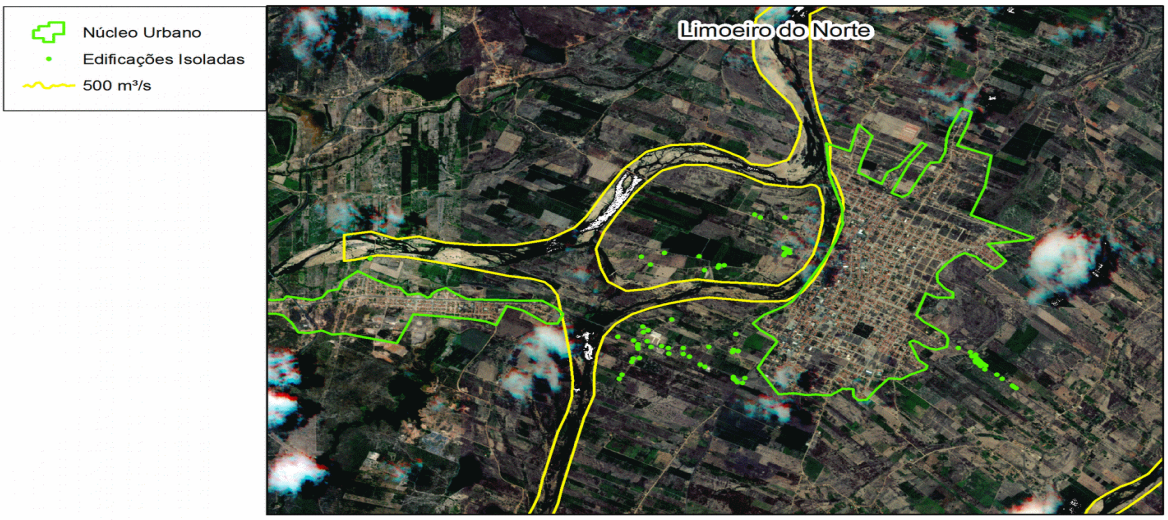


Figura 6 - Mapeamento das zonas potencialmente inundáveis (HEC-Ras/GIS),

Calculo para vazões 1500 m/s usando o HEC-HAS/GIS.

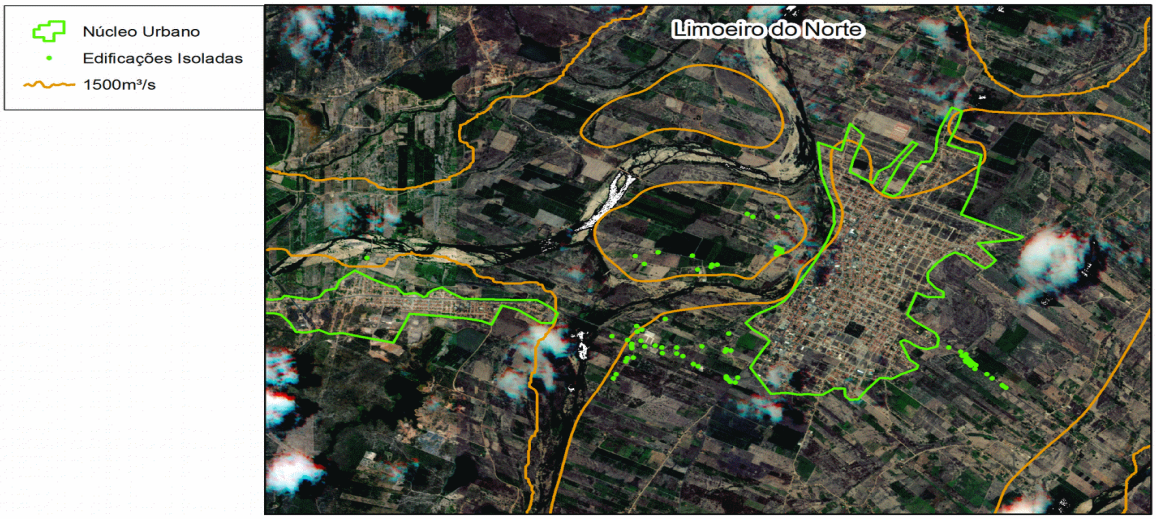


Figura 7 - Mapeamento das zonas potencialmente inundáveis (HEC-Ras/GIS),

Calculo para vazões 2500m/s usando o HEC-HAS/GIS.

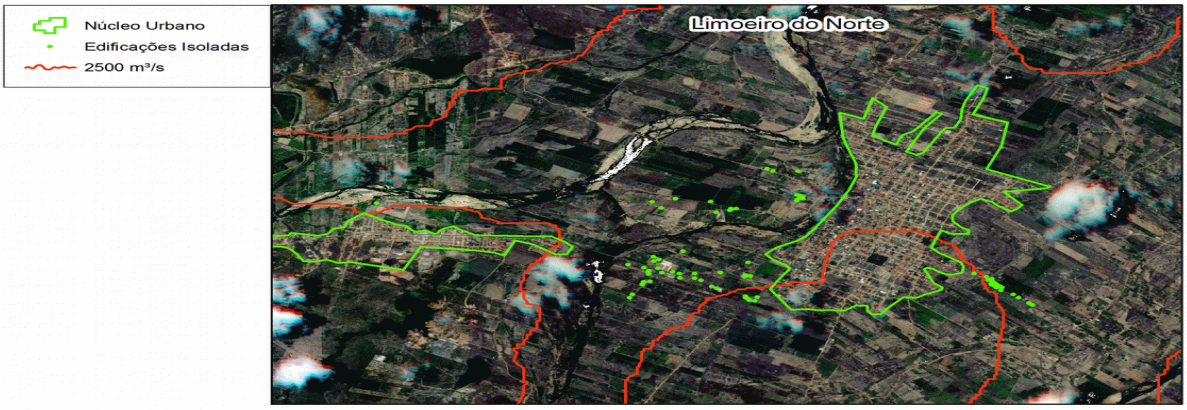


Figura 8 - Mapeamento das zonas potencialmente inundáveis (HEC-Ras/GIS),

4. Considerações finais.

Pode se afirmar que o sistema funcionou a contento, visto o mapeamento das zonas de potencial inundação que dependendo das vazões inseridas em m/s gerou imagens confiáveis para alertas em situações extremas e que necessitem de avisos prévios na região analisada.

Com o modelo inicial baseado em seus cálculos das vazões e o mapeamento das zonas potenciais e nas imagens e linhas de inundação estabelecidas, podemos analisar e afirmar que áreas urbanas a jusante do barramento serão os principais atingidos num possível galgamento, a cidade de Limoeiro do Norte foi a exemplificada neste artigo por sua importância social e econômica que representa na região Jaguaribana, onde foi possível observar que dependendo da vazão modelada seu índice de atingimento pode chegar entre 6% a 60% da área de seu sítio ou zona urbana.

Pode se afirmar ainda que com a modelagem inicial, juntamente com a previsão climática, deverá permitir aprimorar os cálculos, a caracterização e a melhoria do “Estado Inicial” do

sistema, possibilitando melhor avaliação das condições operacionais e de segurança; a consolidação da rede de informações meteorológicas e hidrológicas; definindo uma simulação da regra operacional com a utilização das séries de vazões relativas aos anos anteriores compatíveis com a previsão climática o que dará maior segurança na aplicação do modelo final.

Para complementar os estudos e as análises um modelo de avaliação da segurança hidrológica da barragem do Castanhão, deve ser aplicado em conjunto com a modelagem inicial principalmente buscando eliminar o risco constante de perdas humanas e de infraestrutura do açude e diminuir problemas hídricos futuros em potencial, e preconizando o que diz a lei n°12.334 de 20 de setembro de 2010 de segurança hídrica, deve ser analisado ainda as vazões de restrição de jusante para operação do reservatório bem como determinar o seu constante do volume de espera da bacia hidráulica.

Referencias.

Albuquerque Filho, J.L., A modelagem matemática associada ao Sistema de informação Geográfica como instrumento de previsão no estudo do impacto hidrogeológico de reservatórios. Instituto de Geociências - USP 2010.

Barboudakis M. (1998) “Environmental impacts research of the upstream flood protection constructions of Giofyros hydrological basin”, Organization of development for eastern Crete, December 1998.

Burn D.H. and Boorman D. (1993) “HEC-RAS. (1995, 1998) “River Stability Analysis”. U. S. Army Corp of Engineers. USA.

Dias, F. J. S. Hidrodinâmica das descargas fluviais para o estuário do Rio Jaguaribe – CE. 2007. 112 p. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais) – Instituto de Ciências do Mar - LABOMAR, Universidade Federal do Ceará, 2007.

HEC 6. "Scour and Deposition in Rivers and Reservoirs". U. S. Army Corp of Engineers. USA. HEC-18 (2001). Evaluating Scour at Bridges. Richardson, E. V. y Davis S. R. Hydraulic

Engineering Circular N° 18. U. S. Department of Transportation. Federal Highway Administration. Fourth Edition. Virginia. USA. HEC-20 (2001) Stream Stability at Highway Structures. Lagasse, O. F., Schall J. D., Richardson

E. V. Hydraulic Engineering Circular N° 20. U. S. Department of Transportation. Federal Highway Administration. Third Edition. Virginia. USA. HEC-23. (2001) Lagasse P. F., Byars M. S., Zevenbergen L. W. and Clopper P. E. "Bridge Scour and Stream Instability Countermeasures" U. S. Department of Transportation. Federal Highway Administration. Second edition. Washington, D. C. USA.

Morais, J S D, Uso de geotecnologias para analise Hidrosedimentologica e Impactos Ambientais após a construção do Castanhão – Tese de Doutorado em Geologia - UFC 2016 179 pgs.

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

IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS E RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS APÓS O MEGADESASTRE DE 2011 EM NOVA FRIBURGO-RJ

Denise de Almeida Gonzalez[(a)], Alexander Josef Sá Tobias da Costa[(b)]

[(a)]Doutoranda do PPGeo UERJ (Programa de Pós Graduação em Geografia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro). Contato e-mail: deniseprofgonzalez@gmail.com
[(b)]Doutor Docente do PPGeo UERJ (Programa de Pós Graduação em Geografia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro). Contato e-mail:ajcostageo@gmail.com

Eixo: Risco e Desastres Naturais

Resumo

Em janeiro de 2011, a região serrana do Estado do Rio de Janeiro passou por uma catástrofe climática deflagrada por chuvas torrenciais e contínuas, que provocaram provocando a saturação dos solos, levando a uma sucessão de movimentos de massa,assim como, a inundações modificando a Geomorfologia local no chamado Megadesastre`11. Neste artigo, analisaremos a recuperação de diferentes pontos no município, tais como no Condomínio do Lago, no distrito de Campo do Coelho, na vila de Conquista, Nova Friburgo, RJ,outro ponto num prédio na área central e,por fim, numa área turística, oito anos após o desastre natural. A metodologia de pesquisa consistiu em um levantamento bibliográfico, trabalho de campo e entrevistas, assim como, questões sobre vulnerabilidade da população, percepção do risco, sentimento de pertencimento e resiliência da mesma.

Palavras chaves: Desastre Natural, Áreas Degradadas, Percepção de Risco, Vulnerabilidade, Resiliência

1. Introdução

A região serrana do Estado do Rio de Janeiro sofreu, em janeiro de 2011, um grande número de deslizamentos abrangendo seis municípios, com destaque para Nova Friburgo, Petrópolis e Teresópolis. Este evento que ficou conhecido como Megadesastre'11 da Serra Fluminense (DRM-RJ, 2011), provocou um grande número de óbitos, desaparecidos e desabrigados, afetando áreas rurais e urbanas sob diferentes tipos de uso e cobertura dos

solos. O agente deflagrador deste desastre natural foi uma elevada quantidade de chuva que compreendeu os dias de 11 e 12 de janeiro de 2011 e o resultado envolveu uma combinação de diferentes fatores, como aspectos geológicos, hidrológicos, geomorfológicos, climatológicos, do uso e da ocupação do solo. Os desastres naturais são fenômenos complexos que envolvem a população e os fenômenos naturais que fazem parte da dinâmica terrestre (comomovimentos demassa, terremotos, tsunamis e furacões), podendo causar mortes, perdas materiais e prejuízos financeiros consideráveis (UN-ISDR, 2004 *apud* Tominaga, 2009). São causados por fenômenos e desequilíbrios da natureza que atuam independentemente da ação humana. Em geral, considera-se como desastre natural todo aquele que tem como gênese um fenômeno natural de grande intensidade, agravado, ou não, pela atividade humana (TOMINAGA, 2009).

Como recorte espacial para a elaboração deste artigo, foram observados três pontos de recuperação de área degradada: uma área na estrada Terê-Fri (RJ 130), como exemplo de recuperação após o megadesastre de 2011, outro exemplo, um prédio que se tornou símbolo do evento (Voz da Serra, 2017) no centro da cidade e, como último exemplo, a região turística de um *camping* no distrito de Lumiar.

A questão da percepção de risco dos moradores dos mesmos pode ser analisada pois moradores estavam e, estão sujeitos até hoje, à questão de vulnerabilidade. Segundo Sausen (2015, p.27), por vulnerabilidade entendemos "conjunto de processos e condições resultantes de fatores físicos, sociais, econômicos e ambientais que aumenta a probabilidade de um determinado grupo populacional sofrer os impactos dos perigos".

Perigo e risco são conceitos diferentes e ao mesmo tempo complementares. Segundo Organização das Nações Unidas (UN-ISDR,2004 *apud* Tominaga, 2009), perigo é considerado como uma circunstância que prenuncia um mal para alguém ou alguma coisa, portanto pode causar dano, perda ou prejuízo ambiental, humano, material ou financeiro; e riscoé dadocomo sendo a probabilidade (ou frequência) esperada de ocorrência dos danos, perdas ou prejuízo consequentes da consumação do perigo. Para Veyret (2007), risco é a

probabilidade mensurável de um perigo transformar-se em desastre, citando que "não há risco sem uma população ou indivíduo que o perceba e que poderia sofrer seus efeitos".

De acordo com o poder econômico, cultural, comunitário e mesmo individual da população, são encontradas formas diferentes de superação ao desastre, ou seja, o poder de resiliência da população. Este artigo enfoca a percepção do risco após o desastre natural de 2011 e, também, o poder de resiliência desta mesma população. A resiliência, conceito emprestado da física e engenharia, foi introduzida nas pesquisas das ciências da saúde há mais de 30 anos. Esta sofre transformações desde sua definição inicial como um traço ou característica individual, até ser considerada como um processo que se desenvolve no âmbito das interações humanas frente às adversidades, tendo como resultado final a superação (Souza, 2011).

O sentimento de pertencimento pode ser um ponto chave para a resiliência dos moradores nos três exemplos de locais de recuperação de área degradada nesta pesquisa. Observou-se o poder de resiliência da população frente ao desastre natural, assim como formas simples de alerta elaborado por esta última. Por recuperação de área degradada, podemos dizer que existem algumas diferenciações, como observado na Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000 (Brasil, 2000), em seu art. 2º, que distingue, para seus fins, um ecossistema "recuperado" de um "restaurado", da seguinte forma:

> XIII - recuperação: restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não degradada, que pode ser diferente de sua condição original;
> XIV -- restauração: restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada o mais próximo possível da sua condição original. (BRASIL, 2000).

Ao mesmo tempo, segundo Majer (1989) *apud* Ribeiro (2015), uma área de reabilitação é diferente das citadas anteriormente visto que é:

> o retorno da área degradada a um estado biológico apropriado. Esse retorno não significa necessariamente que a área poderá ter um uso produtivo em longo prazo, mas pode ser usada como uma atividade alternativa, adequada ao uso humano e não aquela de reconstruir a vegetação original, como valorização estético-ecológica e para fins de recreação. O planejamento dessa atividade deve ser projetado de modo a não causar impactos negativos no ambiente.

A principal consequência do desastre natural no condomínio do Lago está relacionada à ocorrência de movimentos de massa nas encostas ao longo de toda a área e a enchentes e inundações do rio Grande, adjacente ao condomínio. Este mesmo fato ocorreu na área central deste município. Movimentos de massa são fenômenos comuns na realidade brasileira e podem ocasionar danos irreversíveis. Esses fenômenos se constituem como um dos principais agentes de modificação da paisagem, e são responsáveis, juntamente com outros processos naturais, pela contínua modelagem das formas de relevo (Souza *e al.,* 2011) *apud* Guerra; Jorge (2015, p.95). Também para Fernandes *et al*. *apud* Guerra; Jorge (2015, p. 95).

> Movimentos de massa são processos desencadeantes nas encostas, decorrentes da atuação integrada de diversos fatores condicionantes, e caracterizados pelo movimento gravitacional de material, descendente e para fora da encosta.

Outros desastres que ocorreram em Nova Friburgo, também em 2011, foram as enchentes e inundações. Inundação representa o transbordamento das águas de um curso d'água, atingindo a planície de inundação ou área de várzea. Já as enchentes ou cheias são definidas pela elevação do nível d'água no canal de drenagem, devido ao aumento da vazão, atingindo a cota máxima do canal, porém, sem extravasar. Alagamento é um acúmulo momentâneo de águas em determinados locais por deficiência no sistema de drenagem. Por fim, enxurrada é escoamento superficial concentrado e com alta energia de transporte, que pode ou não estar associado a áreas de domínio dos processos fluviais (MIN. CIDADES/IPT, 2007)

No distrito de Lumiar, temos, cortando toda a APA de Macaé de Cima o rio Macaé que propicia devido ao seu curso, várias cachoeiras e áreas para banho. No megadesastre de 2011, este distrito não sofreu impacto ambiental, mas sua população e a de Nova Friburgo, como um todo, tem aumentado a sua percepção de risco, visto que, mesmo numa área de lazer, providências para alerta aos turistas têm sido tomadas por alguns proprietários de estabelecimentos turísticos.

1.2.Área de estudo

O primeiro local de estudo deste artigo e um dos exemplos de recuperação de área degradada, é um condomínio que está situado no município de Nova Friburgo, no distrito de Campo do Coelho, na vila de Conquista, a aproximadamente 18 km do centro de Nova Friburgo, na rodovia RJ-130

Além dos deslizamentos, ocorreu uma inundação devido a sucessões de deslizamentos no corte realizado na estrada próxima ao rio Grande, que se localiza ao lado deste. Devido a este fato, tivemos a elevação do nível de água criando, desta maneira, um quadro caótico, não permitindo a evacuação dos moradores no Condomínio. Assim, 18 residências foram destruídas ou danificadas num número total de 23 e 16 óbitos como mostra a foto 1 (a) e 1(b).

(a) (b)

Foto 1- Imagens do Condomínio do Lago retiradas do *Google Earth* antes e, dias após o desastre: (a) 25 de maio de 2010, (b) Imagem do dia 19/01/2011.Fonte: OLIVEIRA *etal.* (2013).

Posteriormente, nas fotos 2 (a) e 2 (b), encontramos outro trabalho de recuperação de área degradada. Neste local, temos um prédio no centro do município, onde um bloco deste mesmo prédio cedeu pelo impacto do movimento de massa em janeiro de 2011. Na foto 2 (a), temos o prédio parcialmente destruído, porém com as ruas já limpas e encostas que tiveram um trabalho de terraceamento, assim como utilização de gambiões, em foto tirada no ano de 2014. Já na foto 2 (b), observa-se o mesmo prédio já totalmente reconstruído em dezembro de 2018. Ao mesmo tempo, nota-se que a encosta ainda continua sem ocupação.

(a) (b)

Foto 2: (a) foto no ano de 2014 com parte do prédio destruído pelo movimento de massa e gambiões na encosta; (b) prédio reconstruído em 2018. Fonte: a autora (2019)

Como último exemplo de recuperação de área degradada para este artigo, encontra-se uma região de *camping* no distrito de Lumiar, região turística do município. O ecossistema ripário havia sofrido impacto pela retirada de sua vegetação inicial para plantação de bananas e,próximo a ele,de extração de areia.Partindo da iniciativa do proprietário do local,como dito numa entrevista, optou-se por reflorestar o local da beira do rio,tendo como objetivo um acesso ao rio como lazer próprio. Embora não tivesse sido atingido pelo megadesastre de 2011, esta área pertence a uma APA (Área de Proteção Ambiental) de Macaé de Cima. O Inea (Instituto Estadual do Meio Ambiente-RJ) colocou como alternativa aos proprietários do terreno o reflorestamento e posterior utilização da área para turismo e lazer,após ter tido esta área 60 denúncias de destruição da beira do rio. Assim, neste local funciona há 5 anos um *camping*. Foi instalado então pelos proprietários, com ajuda de um jovem vizinho estudioso de robótica, um sistema simples de alerta a enchentes. Se o nível da água do rio Macaé, no caso, atingir o sensor fixado num mastro na beira do rio, numa distância de 50 cm do solo e protegido por um cano de PVC, uma sirene disparará. Esta sirene é ligada ao sensor por um fio que passa por debaixo do leito do rio e é alimentada com a energia de uma bateria de carro.Assim, um alerta aos turistas de uma buzina de carro fará com que os mesmos tenham um tempo aproximado de 40 minutos para retiram-se do local.

(a) (b)

Foto 3- Na foto 3 (a) encontra-se o *camping* na beira do rio reflorestado. A vareta destacada de vermelho na figura 3 (b) fixada no rio que aciona o alarme. Um fio com sensor conduz por debaixo da terra até a sirene. (Fonte: a autora, 2019)

2.Materiais e Métodos

Para a elaboração deste artigo foi feito um levantamento bibliográfico sobre desastres naturais, riscos, percepção de risco, resiliência áreas degradas e recuperadas.

Foram realizados dois trabalhos de campos para aquisição de dados com os moradores do condomínio do Lago através de entrevistas (num total de 10 entrevistas dentro de um conjunto de 20). As entrevistas foram realizadas de forma semiestruturada, com perguntas fechadas e abertas objetivando maior liberdade na obtenção das informações.

Conforme Marconi e Lakatos (2010, p. 190).a observação "não consiste apenas em ver e ouvir, mas também em examinar fatos ou fenômenos que se desejam estudar". Neste contexto, houve um destaque ao olhar dos moradores frente a recuperação do condomínio e o poder de resiliência dos mesmos. A observação também foi feita pelo pesquisador na área central do município fazendo um acompanhamento da recuperação do prédio que teve parte da sua estrutura abalada desabando posteriormente assim como de sua área ao redor. Por fim, foi feito a observação em uma área de *camping* com entrevista semiestruturada com a proprietária do local. E com o vizinho responsável do projeto e fixação do alerta a enchente.

3. Resultados e Discussões

Através do trabalho de campo no condomínio do Lago, constatou-se reformas de casas e as encostas ao redor delas sem nenhum trabalho de recuperação de área degradada como por exemplo de biomanta, cortinas atirantadas ou contraforte atirantado e gambiões utilizados nesta mesma estrada,próximo ao hospital (São Lucas) no distrito sede do município de Nova Friburgo e na área central do município tais como na área do teleférico.

Nas entrevistas realizadas em outubro de 2017 no condomínio do Lago, evidenciaram-se alguns fatos tais como que a maioria dos entrevistadostinham a faixa etária entre 35 a 65 anos e estavam no local no dia da ocorrência do megadesastre. Os entrevistados tinham residência própria e residiam no local entre 10 e 20 anos. No dia do desastre tiveram ajuda dos vizinhos e voluntários que também fizeram o trabalho de recuperação dos mortos frente ao ocorrido. A polícia, bombeiros e defesa civil, também ajudaram os moradores, porém, só no dia posterior.

A recuperação do condomínio foi feita com recursos dos próprios moradores e depois de muita luta, frente aos órgãos competentes, adquiriram calçamento, luz e postes novos com a companhia de luz local. Não tiveram ajuda financeira dos órgãos públicos para recuperação das suas moradias, somente os que perderam suas moradias receberam o “aluguel social” ou mesmo novas moradias do governo como do projeto Terra Nova (para as vítimas do desastre de 2011). Informaram que não saíram do local por possuírem moradia própria e gostarem do condomínio onde relataram ser o local uma área tranquila e longe da violência dos centros urbanos, assim como terem família e amigos no condomínio (100%)

Para estes moradores o problema atual são as enchentes frequentes que ocorrem devido ao rio Grande próximo ao condomínio embora só alagasse até o calçamento e não alcançasse as casas. Para eles, as áreas bem próximas as encostas são perigosas e não querem que mexam. Relataram que se alguém for construir no local vão ficar preocupados.

Até a data da entrevista, os moradores afirmaram que ocorreu uma valorização dos preços dos terrenos e imóveis dentro do condomínio devido principalmente ao esforço de recuperação pelos próprios moradores.

Poucos souberam informar quais ações poderiam ser elaboradas para melhorar o condomínio, todavia, os que deram sugestões, afirmaram que uma das medidas seria reflorestar a encosta atrás das moradias visto que esta não tem quase nenhuma vegetação desde então, somente alguns pinheiros que surgiram. Ao mesmo tempo, propostas como melhorar a drenagem do rio para evitar enchentes e inundações foram levantadas. Em termos de infraestrutura, uma proposta levantada seria o calçamento das demais ruas do condomínio.

A unanimidade em relatar o descaso dos órgãos públicos com os moradores do condomínio foi grande. Estes entrevistados e também moradores, alegam que a prefeitura só aparece no local para fiscalizar as construções dizendo onde não podem construir. Entretanto, cobram sempre o pagamento de impostos. Numa análise geral, temem e receiam a prefeitura.

Numa última análise, todos os entrevistados responderam que querem continuar no local e consideram que aqueles que saíram do condomínio foram somente os que perderam suas moradias. Com exceção de um morador, que não continuou no local possivelmente por ter outra residência assim como o trauma do megadesastre de 2011.

As observações a seguir foram levantadas no trabalho de campo em 2017. No ponto (1) observamos o rio Grande próximo ao condomínio, no ponto (2) a área que está sendo reconstruída. Postes com fios para a nova casa a ser reconstruída e assinatura de arquiteto conforme placa na frente da casa no ponto (3). A seguir, no ponto (4), uma área com casas destruídas. No ponto (5), casas que foram reconstruídas pelos moradores. A seguir, no ponto (6), construções em andamento. Já no ponto (7), encontra-se a rodovia RJ-130 e por último o ponto (8) observação da a encosta por trás do condomínio seis anos após o evento extremo de 2011.

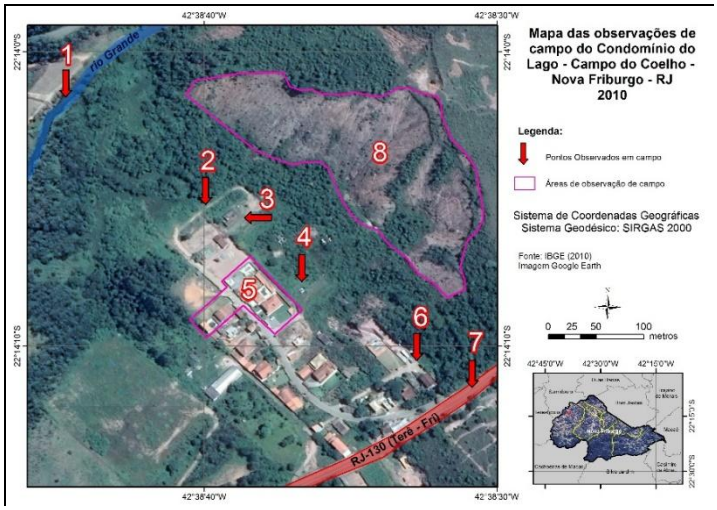


Figura 2- Condomínio do Lago e observações de campo (2017).

4. Considerações Finais

Para a recuperação de áreas degradadas neste caso foram observadas para cada tipo de situação diferentes práticas podendo destacar a diferença entre ambientes rurais e urbanos. Na área rural, percebe-se a retomada de atividades agrícolas e desobstrução das estradas, como observamos no condomínio do Lago e através das entrevistas dos moradores. Nas áreas urbanas, também houve desobstrução das vias de acesso e recuperação das encostas, o que não ocorreu no condomínio do Lago.

Durante as entrevistas no condomínio do Lago pudemos perceber que os moradores não receberam assistência dos órgãos públicos para recuperação do condomínio salvo, logo após o desastre, para procura de desaparecidos e desobstrução das vias públicas. Receberam somente o aluguel social (ajuda governamental para moradia no período pós desastre) que foi para poucos

Notou-se que a questão de resiliência dos moradores do condomínio do Lago como dos moradores do prédio no centro da cidade, foi movida por ações individuais e algumas comunitárias (mais de infraestrutura tais como luz e calçamento). Os moradores sentiram que tinham que lutar por algo que conquistaram com suor do trabalho, sonhos e afetividade ao

lugar em que residiram grande parte da vida. Ou seja, a afetividade, o pertencimento, a emoção e laços com a comunidade se tornaram elementos fundamentais para a recuperação após este evento extremo. Tal fato também ocorreu na recuperação do prédio embora alguns ex moradores tenham desistido do imóvel. Para estes moradores, infelizmente os órgãos públicos são vistos com descaso e atuação somente para cobrança de impostos, contrário ao que deveria ser da atuação do Estado. Apesar de tudo, todos conseguiram permissão legal para reconstruir suas moradias embora a reconstrução seja lenta no município visto que, anos se passaram e elas ainda continuam até a presente data. O prédio no centro da cidade e a possibilidade de sua reconstrução, foi logo após as secretarias municipais de Defesa Civil e Meio Ambiente emitiram laudos autorizando a deliberação por parte dos proprietários sobre o que seria feito com o imóvel. Com isso, em setembro de 2016, a empresa administradora do prédio iniciou um amplo levantamento de custos para a realização da obra. Segundo o síndico, "a expectativa para a conclusão desse projeto é muito grande, pois vai apagar uma mancha na história do município" (VOZ DA SERRA, 2017).

Muito difícil as recuperações acabarem com as marcas históricas dos desastres naturais visto que estes eventos podem ser repetir.Elas nos remetem a resiliência da população, porém ao mesmo tempo, faz-se necessário que a população deva se reunir para discutir os desastres naturais, capacitar seus técnicos assim como tomar medidas preventivas e de alerta para que a destruição e número de mortes se reduzam ou mesmo sejam nulas. Nesta pesquisa, observou-se que o destaque da recuperação das áreas degradadas partiu dos próprios moradores assim com sistema de alerta demostrando o sentimento de pertencimento e a percepção de risco frente a um desastre natural em Nova Friburgo.

Referências bibliográficas

BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9985.htm>. Acesso em: 11 nov. 2018.

DRM-RJ. SERVIÇO GEOLÓGICO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. MEGADESASTRE DA SERRA JAN 2011. Disponível em: <www.drm.rj.gov.br/index.php/.../13-regio-serrana?...48%3Amegadesastre- da...2011...> Acesso em: 10 agosto de 2013.

GUERRA, Antonio Teixeira; JORGE, Maria do Carmo Oliveira (Orgs). *Processos erosivos e recuperação de áreas degradadas*. Oficina de Textos. São Paulo. 2013

LAGO, Larissa Neves; AMARAL, Cláudio Palmeiro; LIMA, Francisco Pimentel; DE CAMPO, Luis Edmundo Prado; SILVA, LuisEiraldo; DOURADO, Fernando. *O deslizamento do Condomíniodo Lago, em Nova Friburgo – Análise dos condicionantes geológicos e geomorfológicos*. In: 12° Simpósio de Geologia do Sudeste. Anais 12° Simpósio de Geologia do Sudeste. Nova Friburgo, RJ. 2011.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. *Metodologia científica*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

NOVA FRIBURGO. Nova Friburgo em foco. Defesa Civil autoriza volta dos moradores ao prédio atingido em 2011. Disponível em: <https://www.novafriburgoemfoco.com.br/noticia/defesa-civil-autoriza-volta-de-moradores-ao-p >. Acesso em 10 fev. 2019.

OLIVEIRA, C. M. M. Avaliação de mecanismos de ruptura em escorregamentos da Prainha e Condomínio em Nova Friburgo. Dissertação de Mestrado. PUC. Departamento de Engenharia Civil. Rio de Janeiro. 2013.

SOUZA, Marilza Terezinha Soares de. *Resiliência e desastres naturais*. Revista Cienc. Cult. vol.63 n.3- São Paulo. Julho de 2011. Disponível em:<http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252011000300002>. Acesso em: 06 dezembro de 2017.

SAUSEN, Tânia; LACRUZ, M.S.P. Org. *Sensoriamento Remoto para Desastres*. São Paulo. Oficina de Textos. 2015.

TOMINAGA, LidiaKeiko; SANTORO, Jair; AMARAL, Rosangela (Orgs.). *Desastres naturais: conhecer para prevenir.* São Paulo: Instituto Geológico, 2009.

VEYRET, I. *Riscos: O homem como agressor e vítima do meio ambiente* - São Paulo. Contexto. 1ª Edição. 2007.

VOZ SA SERRA. Prédio marco da tragédia de 2011 começa a ser reconstruído. 2017. Disponível em: <http://acervo.avozdaserra.com.br/noticias/predio-marco-da-tragedia-de-2011-comeca-ser-reconstruido>. Acesso em: 14 nov. 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

MÉTODO PARA MAPEAMENTO DA SUSCETIBILIDADE À CORRIDA DE DETRITOS COM USO DE MODELO DIGITAL DO TERRENO: APLICAÇÃO NA SERRA DO MAR PARANAENSE

Ricardo Michael Pinheiro Silveira [(a)], Claudinei Taborda da Silveira [(b)]

[(a)] Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Paraná, ricardomichaelps@gmail.com

[(b)] Departamento de Geografia, Universidade Federal do Paraná, claudineits@ufpr.br

Eixo: Riscos e desastres naturais

Resumo

Ambientes serranos apresentam, naturalmente, suscetibilidade a movimentos de massa, sobretudo em função das vertentes declivosas e do efeito orográfico. No âmbito recente, da análise digital do relevo, muitas técnicas geomorfométricas têm sido aplicadas na modelagem de processos morfodinâmicos. Nesse contexto, o presente trabalho apresenta uma proposta metodológica para mapeamento de suscetibilidade natural à corrida de detritos a partir de parâmetros derivados de atributos geomorfométricos de um Modelo Digital do Terreno. O método apresentado considera que quanto maior a declividade média e quanto maior a amplitude altimétrica de feições lineares de convergência hídrica (definidas pela área de contribuição), maior é a suscetibilidade ao transporte de materiais grosseiros por movimentos gravitacionais na forma de escoamento rápido. Os resultados obtidos foram condizentes às observações de campo, sobretudo em relação ao último evento de grande magnitude registrado na área de estudo que ocorreu em março de 2011.

Palavras chave: Geomorfometria; Análise Digital do Relevo; Morfodinâmica; Desastres naturais; Movimentos de massa.

1. Introdução

As corridas de detritos são definidas como rápidos movimentos de massa orientados pela gravidade contendo uma mistura de sedimentos finos, rochas e água, que podem ter extensão de muitos quilômetros (IVERSON, 1997). Os fluxos são comumente desencadeados por uma combinação de três fatores: disponibilidade de materiais sólidos, escoamento hídrico provocado pelas chuvas e vertentes declivosas (CHENG *et al*., 2016; WEI *et al*., 2018).

Muitos fatores devem ser considerados na análise da suscetibilidade à corrida de detritos associadas a escorregamentos, tais como as características geomórficas, geológicas, hidrológicas, uso e cobertura do solo, influência da vegetação e dos aspectos climatológicos (LEE, 2005). Em termos gerais considera-se que quanto maior a elevação da montanha, maior é a pressão estática do relevo (ANBALAGAN e SINGH, 1996).

Nesse contexto, a aplicação de modelos matemáticos, contemplando diversas variáveis, tem sido crescente no mapeamento de suscetibilidade a escorregamentos e corridas de detritos. Com relação aos aspectos do relevo, como um importante elemento, é de destaque o emprego da geomorfometria, definida como a ciência da análise quantitativa da superfície terrestre (PIKE, 2000; HENGL e REUTER, 2009), que faz uso de Modelos Digitais do Terreno (MDT) e de variáveis quantitativas derivadas (denominados atributos geomorfométricos). Recentemente a gemorfometria emerge como ferramenta metodológica integrante aos estudos de processos geoambientais.

Meyer *et al*. (2014), por exemplo, realizaram um mapeamento preditivo de corridas de detritos, realizado com base num inventário de 429 eventos registrados entre 1979 e 2008 e com os atributos geomorfométricos declividade, curvatura total e área de contribuição para computar as probabilidades posteriores de ocorrência do processo; Silveira et al. (2014) também fizeram uso de um inventário de cicatrizes de escorregamentos e corridas de um evento recente e empregaram os atributos geomorfométricos declividade, elevação e perfil de curvatura para a elaboração de um mapa de suscetibilidade. Outra contribuição é o *software*

DFLOWZ, publicado por Berti e Simone (2014), que contempla o uso de MDT como elemento essencial para avaliação das áreas potencialmente inundadas.

Constam, conforme MacMillan e Shary (2009), cinco procedimentos principais para a organização de classificações geomorfométricas automatizadas: i) estabelecimento do(s) objeto(s) espacial(is) da classificação; ii) especificação e computação das variáveis de entrada; iii) extração ou criação de regras de classificação; iv) Aplicação das regras de classificação; v) estimativa e avaliação da acurácia.

Nesse contexto, o presente trabalho apresenta uma proposição metodológica para identificação de pontos suscetíveis à corrida de detritos, com uso de técnicas geomorfométricas, por uma classificação parametrizada em atributos de um MDT, na Serra do Mar do estado do Paraná.

2. Materiais e métodos

2.1. Interpolação do MDT e cálculo dos atributos geomorfométricos

Para a elaboração do Modelo Digital do Terreno (MDT) foram utilizadas as bases vetoriais planialtimétricas derivadas de cartas topográficas na escala 1:25.000, oriundas do Programa Proteção da Floresta Atlântica (PRÓ-ATLÂNTICA). O método empregado para a interpolação do MDT foi o *Topogrid* (HUTCHINSON, 1989), incluindo as curvas de nível, pontos cotados e hidrografia como dados de entrada, cujo modelo matricial resultante possui grade regular e enfatiza a consistência hidrológica. O tamanho de célula, conforme cálculo da complexidade do terreno proposto por Hengl (2006), foi definido em 20 metros. Todos os procedimentos operacionais foram realizados pelos *software* ArcGIS 10.1 e SAGA 2.2.2.

Após a interpolação do MDT, foram calculados três atributos geomorfométricos: área de contribuição, declividade e amplitude altimétrica. A área de contribuição foi quantificada pelo método proposto por Tarboton (1997), com o algoritmo *D-Infinito*. Nesse método, inicialmente é determinado o ângulo de direção do fluxo (anti-horário a partir do

leste) como a direção mais íngreme considerando as oito facetas triangulares formadas em uma janela 3x3 células, diferindo do algoritmo *D-8* por considerar a proporção de fluxo para cada célula. O cálculo da declividade foi pautado pelas variáveis direcionais de Horn (1981) e a amplitude altimétrica considerou a subtração entre a elevação máxima e mínima de determinado objeto.

2.2. Modelagem da suscetibilidade à corrida de detritos

A parametrização foi efetuada a partir dos atributos geomorfométricos calculados. Os locais suscetíveis à corrida de detritos foram compreendidos como pontos iniciais de segmentos lineares extensos (superiores a 2 km), definidos pela área de contribuição (> 1 km²), que possuem alta declividade média (> 15%) e grande amplitude altimétrica (> 250 m). Todos os pontos que contemplaram, integralmente, as regras mencionadas, receberam a atribuição da suscetibilidade. Os procedimentos, sintetizados, são apresentados na figura 1.

A declividade média foi calculada considerando o segmento linear definido pela área de contribuição. As estatísticas, portanto, foram orientadas a objeto. Operacionalmente, isso foi realizado pela ferramenta *Zonal Statistics*, do software ArcGIS 10.1. Os procedimentos seguiram a proposta de Silveira (2019).

A partir desses parâmetros mínimos de ocorrência foi realizada uma subdivisão com base na amplitude altimétrica dos segmentos para determinar classes qualitativas de suscetibilidade: i) suscetibilidade moderada, com amplitude entre 250 e 350 metros; ii) suscetibilidade alta, com amplitude entre 350 e 500 metros; iii) suscetibilidade muito alta, com amplitude altimétrica superior a 500 metros.

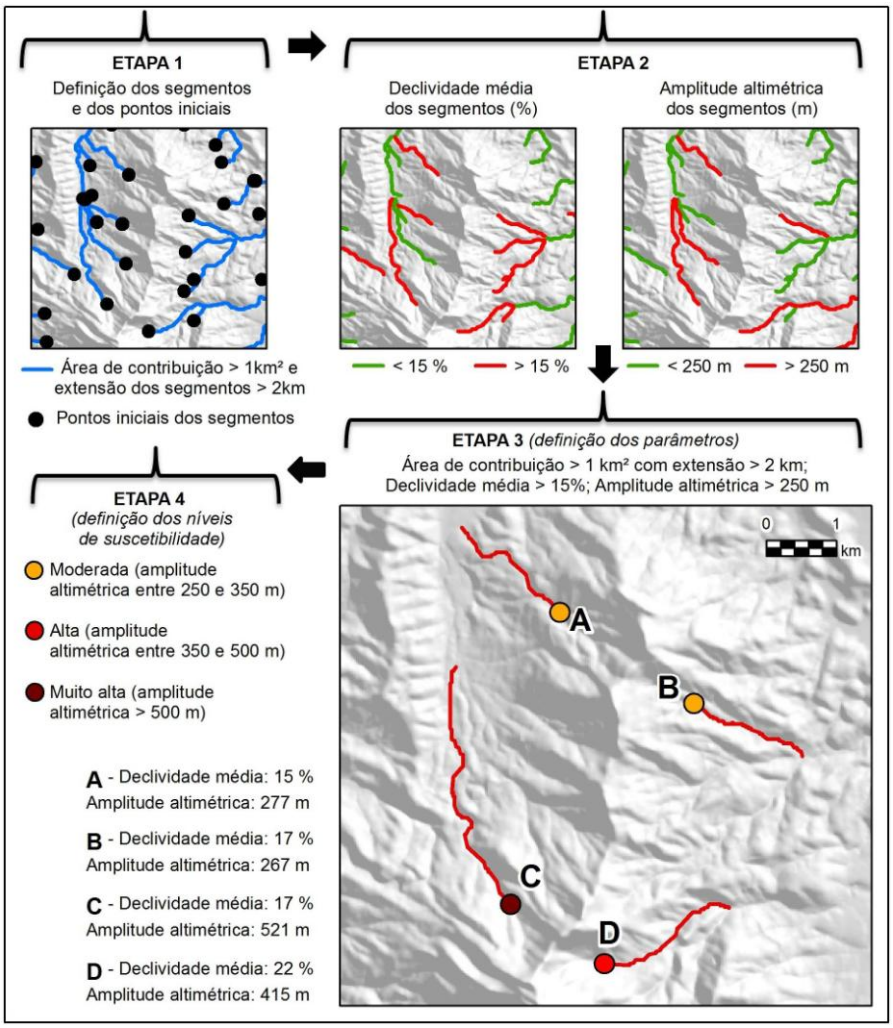


Figura 1 - Procedimentos metodológicos para a modelagem da suscetibilidade à corrida de detritos

3. Resultados e discussões

Foram identificados 112 pontos com suscetibilidade à corrida de detritos na Serra do Mar paranaense, que variam das classes moderada a muito alta. Em valores de densidade isso representa, em média, uma ocorrência de suscetibilidade a cada 25 km². Do total, 28,5% dos pontos foram identificados com muito alta suscetibilidade, 34% com alta e 37,5% com moderada. A figura 2 ilustra a espacialização dos resultados.

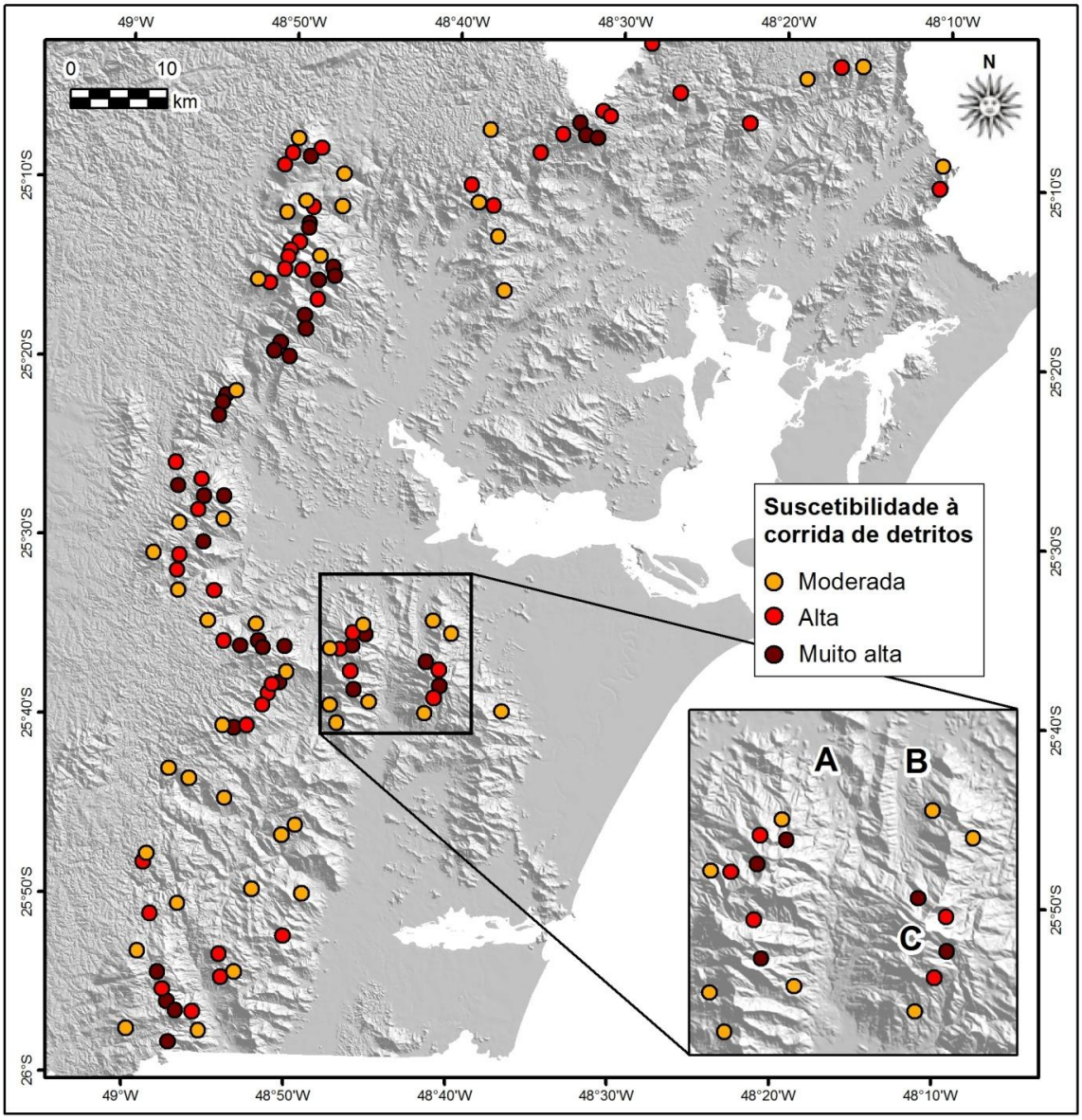


Figura 2 - Resultados da modelagem para toda a Serra do Mar paranaense

Objetivou-se, com a definição dos parâmetros, evidenciar as porções de maior suscetibilidade ao processo geomorfológico, numa perspectiva mais generalizada. Isso significa que quaisquer reduções nos valores dos atributos geomorfométricos empregados

(declividade média, amplitude altimétrica ou mesmo a extensão mínima dos segmentos) resultariam no aumento de pontos suscetíveis. Daí a importância de adequar a atribuição qualitativa (semântica) às classes derivadas das variáveis quantitativas. No presente trabalho, portanto, optou-se pelo nível "moderado" como mínimo, já que se considera que a região serrana apresenta um número ainda mais elevado de locais com potencial de ocorrência do processo.

Os resultados da modelagem apresentaram correlação com as características observadas em campo, tanto em locais que tiveram registro recente de corrida de detritos (como a Serra da Prata, em 2011) quanto em outras áreas cujos registros na paisagem de eventos anteriores podem ser atestados, por exemplo, pela presença de material colúvio-aluvionar grosseiro (superior a 1 metro) nas adjacências dos vales. No primeiro caso, utilizado como referência para o controle da modelagem, a indicação de suscetibilidade foi eficiente.

O mencionado evento de 2011 ocorrido na Serra do Mar paranaense (sobretudo na Serra da Prata) foi caracterizado como um conjunto de escorregamentos translacionais, deflagrados após concentração de chuvas, cujo material desprendido foi transportado pelos vales na forma de corridas de detritos (SILVEIRA *et al*., 2013; 2014). Observações *in loco* contabilizaram até 70 centímetros de espessura de material depositado na planície em função desse único evento.

Destaca-se que todos os vales que foram modelados com suscetibilidade, na Serra da Prata, apresentaram correlação com os registros de corridas de detritos no evento de grande dimensão ocorrido em 2011. Reforça-se, também, a relação entre os pontos suscetíveis à corridas de detritos, a montante, e os leques aluviais, a jusante, como sistema integrado da evolução do relevo.

A figura 3 traz um exemplo de evento recente que evidencia a relação entre os processos erosivos da porção serrana e a formação da Planície Litorânea, na qual o aporte sedimentar é destacado pelos leques aluviais nos sopés da Serra. Essa feição foi corretamente vinculada a um segmento mapeado como suscetível à corrida de detritos.

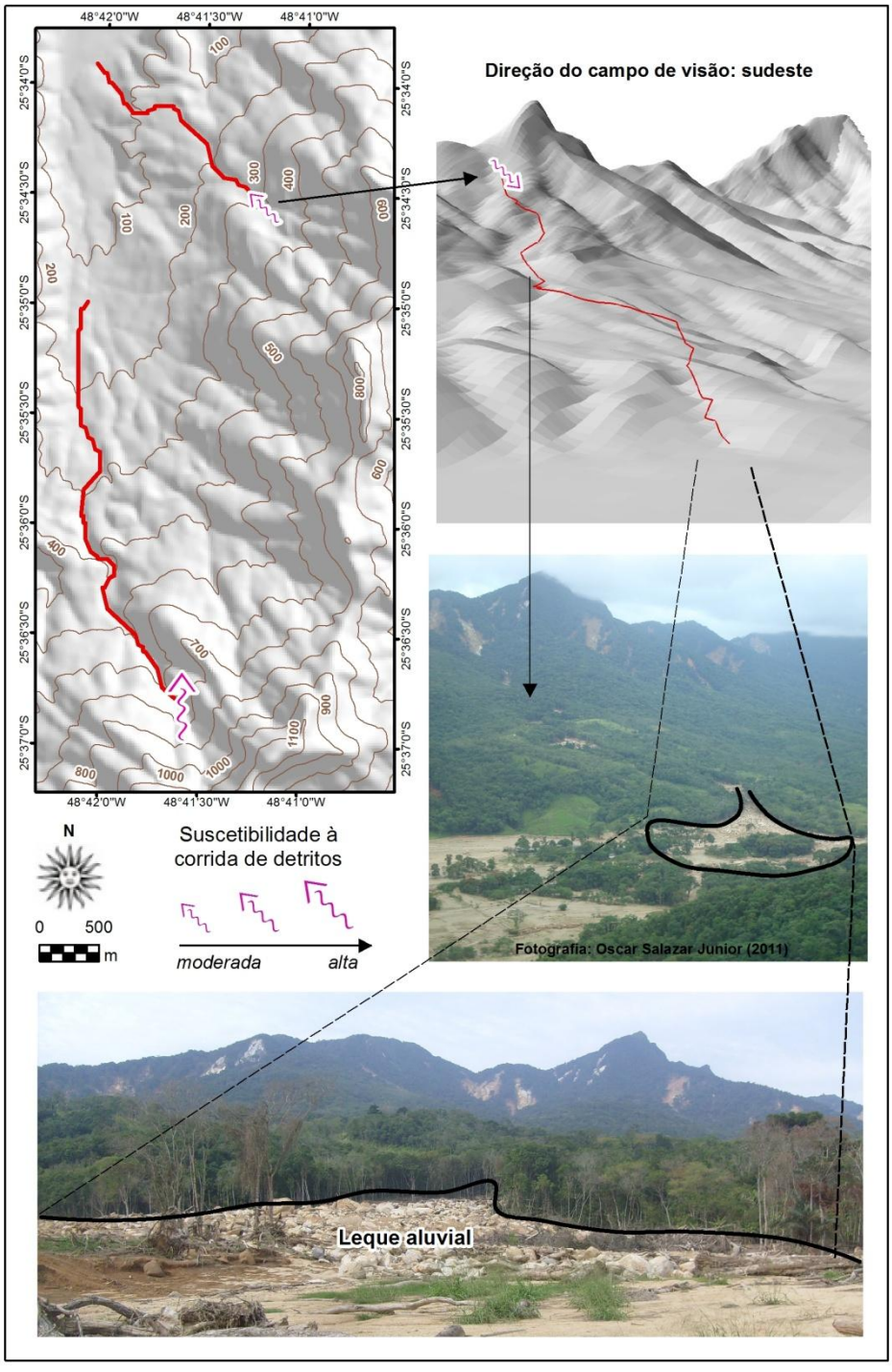


Figura 3 - Resultados da modelagem na bacia hidrográfica do rio Jacareí

Esse mesmo recorte (figura 3) demonstra, ainda, a exatidão locacional do mapeamento. O ponto modelado como suscetível (devidamente simbolizado no mapa e no modelo em perspectiva tridimensional) condiz com as áreas convergentes do rio Tingidor, afluente do rio Jacareí, em que o acúmulo de material decorrente dos escorregamentos foi transportado, seguindo o vale, na forma de corrida de detritos. Destaca-se, assim, que essa análise na Serra da Prata, local do evento morfodinâmico recente de maiores proporções no estado, valida os resultados do mapeamento para as classes que trazem, direta ou indiretamente, a indicação de prognósticos da evolução do relevo.

Além disso, os resultados da proposta apresentada foram semelhantes aos do mapeamento de suscetibilidade a processos geoambientais na Serra do Mar paranaense, publicados por Silveira *et al*. (2013; 2014), que além da corrida de detritos classificaram a suscetibilidade a escorregamentos e inundações.

Em aspectos morfológicos, a atribuição dos pontos suscetíveis foi predominante no terço superior das vertentes, que constituem as áreas mais declivosas, ou na transição com o terço médio, assinalada principalmente no início dos canais de segunda ordem.

4. Considerações finais

A lógica de classificação aplicada para mapear a suscetibilidade à corrida de detritos considerou que, quanto maior a declividade média e quanto maior a amplitude altimétrica de feições lineares de convergência hídrica (definidas pela área de contribuição), mais suscetíveis são essas feições ao transporte de materiais grosseiros por movimentos gravitacionais na forma de escoamento rápido. Trata-se, portanto, de uma técnica geomorfométrica aplicada para a modelagem de um objeto morfodinâmico.

A proposta metodológica apresentada se caracteriza como alternativa aberta, cujos parâmetros de modelagem podem ser testados e adaptados conforme os objetivos do mapeamento. A eficácia da modelagem, entretanto, depende da qualidade do Modelo Digital

do Terreno, do cálculo dos atributos geomorfométricos, da compatibilidade escalar e do rigor metodológico durante as etapas operacionais. Num segundo momento, faz-se necessária a validação de campo ou disponibilidade de um inventário de cicatrizes para adequar o modelo.

Embora na região serrana os resultados tenham sido satisfatórios, a ausência de parâmetros que indiquem as características das eventuais áreas fontes dos detritos pode ser uma limitação da proposta. Na Serra do Mar os deslizamentos translacionais (predominantes nos terços superiores das vertentes) e rotacionais (terços médios e inferiores) conferem disponibilidade de material a ser transportado pelos vales. Os topos, portanto, são declivosos — o que não ocorre homogeneamente em outros contextos geomorfológicos, como escarpas de bacias sedimentares. A interpretação, assim, é dependente do contexto regional.

Agradecimentos

À CAPES pela concessão da bolsa de doutorado obtida por meio do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFPR; ao CNPq, pelo financiamento do Projeto "Mapeamento Geomorfológico do Estado do Paraná apoiado em análise digital do relevo", Processo 456244/2014-0; e ao Laboratório de Pesquisas Aplicadas em Geomorfologia e Geotecnologias (LAGEO/UFPR).

Referências Bibliográficas

ANBALAGAN, R.; SINGH, B. Landslide hazard and risk assessment mapping of mountainous terrains: a case study from Kumaun Himalaya India. **Engineering Geology**, v. 43, p. 237–246, 1996.

BERTI, M.; SIMONI, A. DFLOWZ: a free program to evaluate the area potentially inundated by a debris flow. **Computers & Geosciences**,v. 67, p. 14-23, 2014.

CHENG, W.; WANG, N.; ZHAO, M.; ZHAO, S. Relative tectonics and debris flow hazards in the Beijing mountain area from DEM-derived geomorphic indices and drainage analysis. **Geomorphology**, v. *257*, p. 134–142, 2016.

HENGL, T. Finding the right pixel size. **Computers & Geosciences** 32, p. 1283–1298, 2006.

HENGL, T.; REUTER, H. I. (eds.) **Geomorphometry - Concepts, Software, Applications**, Series Developments in Soil Science vol. 33, Amsterdam: Elsevier, pp. 3-30, 2009.

HUTCHINSON, M. F. A new procedure for gridding elevation and stream line data with automatic removal of spurious pits. **Journal of Hydrology**, 106, p. 211-272, 1989.

IVERSON, R. M. The physics of debris flows. **Reviews of Geophysics**, v. 35, p. 245–296, 1997.

LEE, S., Application of logistic regression model and its validation for landslide susceptibility mapping using GIS and remote sensing data. **International Journal of Remote Sensing**, v. 26 (7), p. 1477–1491, 2005.

MACMILLAN, R. A.; SHARY, P. A. Landform and landform elements in geomorphometry. In: HENGL, T.; REUTER, H. I. (eds.) **Geomorphometry - Concepts, Software, Applications**, Series Developments in Soil Science vol. 33, Amsterdam: Elsevier, pp. 227-254, 2009.

MEYER, N. K.; SCHWANGHART, W.; KORUP, O.; ROMSTAD, B.; ETZELMÜLLER. Estimating the topographic predictability of debris flows. **Geomorphology** 207, p. 114–125, 2014.

SILVEIRA, C. T.; FIORI, A. P.; FERREIRA, A. M.; GÓIS, J. R.; MIO, G.; SILVEIRA, R. M. P.; MASSULINI, N. E. B.; LEONARDI, T. M. H. Emprego de atributos topográficos no mapeamento da susceptibilidade a processos geoambientais na bacia do rio Jacareí/Paraná. **Sociedade & Natureza**, v. 24, p. 623-639, 2013.

SILVEIRA, C. T.; FIORI, A. P.; SCHILIPACK, P.; DIAS, S. M. Mapeamento preliminar da suscetibilidade natural a movimentos de massa da Serra do Mar Paranaense apoiado na análise digital do relevo. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 15, n. 1, p. 3-22, 2014.

SILVEIRA, R. M. P. **Proposta metodológica para mapeamento geomorfológico com uso da análise digital do relevo no estado do Paraná**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2019.

TARBOTON, D. G. A New Method for the Determination of Flow Directions and Contributing Areas in Grid Digital Elevation Models. **Water Resources Research, 33(2)**: 309-319, 1997.

WEI, Z. L.; XU, Y. P.; SUN, H. Y.; XIE, W.; WU, G. Predicting the occurrence of channelized debris flow by an integrated cascading model: A case study of a small debris flow-prone catchment in Zhejiang Province, China. **Geomorphology**, v. 308, p. 78-90. 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 ENSINO DE GEOGRAFIA COMO FERRAMENTA DE AUXÍLIO NA PREVENÇÃO DE DESASTRES RELACIONADOS A INUNDAÇÃO: UMA ANÁLISE DA PERCEPÇÃO DOS ALUNOS DA REDE PÚBLICA EM URURAÍ, CAMPOS DOS GOYTACAZES, RJ

Carolina Vieira Caldeira de Lima de Souza Almeida [(a)]

Adriana Filgueira Leite[(b)]

[(a)] Mestre em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia, Instituto de Ciências da Sociedade e Desenvolvimento Regional, Universidade Federal Fluminense, Email: v.c.l.s.a.carolina@gmail.com

[(b)] Doutora em Geografia e docente do Programa de Pós-Graduação em Geografia, Instituto de Ciências da Sociedade e Desenvolvimento Regional, Universidade Federal Fluminense, Email: adrianafilgueiraleite@id.uff.br

Eixo: Riscos e desastres naturais

Resumo

O presente artigo possui como finalidade elencar os principais dados obtidos sobre a percepção dos alunos do primeiro ano do Ensino Médio sobre episódios de inundação que ocorrem em Ururaí, bairro cituado em Campos dos Goytacazes (RJ) demonstrando como atividades direcionadas a análise do fenômeno pode auxiliar na prevenção e mitigação de desastre relacionado a água. A pesquisa que ocorreu entre 2015-2018 possuiu referencial teórico em conceitos como vunnerabilidade, inundação, desastre, além de práticas de ensino, processos de ensino e aprendizagem, temáticas físico-naturais dentre outros. Foi aplicado a técnica da investigação-ação, questionários, entrevistas, análise de mapas temáticos, aula de campo, pesquisa do meio, apresentação de seminário, análise de grupo focal, além de diferentes tipos de jogos. Ao final do

trabalho ficou claro que o desenvolvimento de práticas de análise do fenômeno em sala de aula se constitui uma ferramenta útil na prevenção e mitigação de desastre na localidade analisada.

Palavras chave: Inundações, Desastres, Ururaí, Práticas de Ensino em Geografia

1. Introdução

A análise do fenômeno inundação, quando desenvolvida em sala de aula, pode auxiliar na prevenção e mitigação de desastres em uma determinada comunidade. Assim, este trabalho tem por objetivo principal apresentar a percepção de jovens adolescentes sobre o fenômeno, relatando como atividades simples de serem desenvolvidas nas aulas de Geografia são capazes de propiciar uma mudança de ver e vivenciar este fenômeno e suas implicações.

O bairro selecionado (fig. 1) para o desenvolvimento da pesquisa é composto em sua maioria por moradores de baixa remuneração salarial, e possui características peculiares que inferem sobre a presença de episódios de inundações. Localizado em uma grande planície flúvio-marinha marcada pela topografia plana e pela presença de uma extensa rede fluvial e de lagoas e sua população. O rio Ururaí nasce na Serra do Mar com o nome de rio Imbé, deságua na lagoa de Cima e a partir desta recebe o nome de rio Ururaí desaguando na lagoa Feia. Além da rede tributária natural, o rio Ururaí possui também canais artificiais que o interligam ao rio Paraíba do Sul, que é o maior e mais importante do sudeste brasileiro.

Entre os meses de novembro e março ocorre a estação úmida, na qual as chuvas apresentam maior frequência e intensidade e dão origem às inundações, entretanto historicamente as inundações de maior intensidade ocorreram entre os meses de dezembro, janeiro e fevereiro. Para Leite (2013), a região Norte Fluminense a qual Ururaí pertence, apresenta chuvas concentradas no verão e baixos totais pluviométricos anuais. Ainda segundo

a autora, os transbordamentos são eventos episódicos, contudo, quando ocorrem costumam ser desastrosos e causam grandes prejuízos socioeconômicos (LEITE, 2013, p.30).

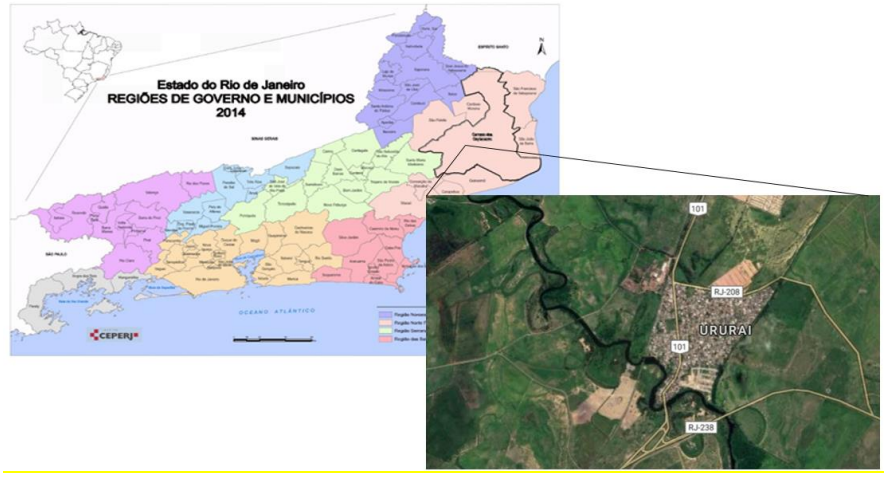


Fig. 1 – Localização de Ururaí.
Fonte: adaptado da Fundação CEPERJ (2013). GOOGLE MAPS.

Apesar de Ururaí ser atingido por eventos de inundações, segundo pesquisa realizada pelo NESA (2016, p.12), um sistema de alerta tradicional (com as sirenes) não teria efeito algum na população, relevante seria um monitoramento do aumento do nível do rio Imbé que faz parte da cabeceira da bacia devido ao caráter gradual de inundação do rio Ururaí. A comunidade, com o devido monitoramento da cabeceira da bacia, consegue melhor se preparar. Essas observações realizadas por moradores do bairro, também foram citadas por alunos participantes desta pesquisa.

Outra observação interessante sobre a população e as inundações é que apesar de economicamente os desastres relacionados a inundação gerarem prejuízos aos moradores, alguns "ressaltaram que a inundação muito intensa ocorreu apenas uma vez (em 2008), e que, nas demais vezes, era possível lidar com o evento de desastre, reformar a casa, comprar alguns móveis perdidos, entre outras coisas, para remediar a situação pós-desastre" (TAVARES *et al*., 2017, pp.15-16). Durante a pesquisa com os alunos, este posicionamento também estava presente, provavelmente devido ao tempo de retorno de um episódio mais intenso para o outro

(o que mesmo em situação precária, com o tempo os vitimados conseguem reaver parte do que foi perdido), outra possibilidade que pode ser associada aos alunos foi o fator idade, já que no último grande evento (2008) os participantes da pesquisa eram crianças.

Neste evento ocorreu uma precipitação atípica nas cabeceiras dos rios Imbé, Preto e Macabu que ocasionou uma inundação (fig. 2) de proporções até então não registradas, o qual afetou diretamente mais de 2.500 pessoas (NESA, 2016) no município de Campos dos Goytacazes, além de outras tantas de forma indireta, devido a obstrução e dificuldade de acesso nas principais vias. Segundo Malagodi e Siqueira, devido às características deste fenômeno, ele foi classificado como um desastre, e diferentes atores passaram a intervir naquele espaço, a exemplo da Defesa Civil municipal e do Ministério Público Estadual e Federal (MALAGODI & SIQUEIRA, 2012a, p.10).

Fig. 2 – Foto aérea da inundação de Ururaí em 2008, Campos dos Goytacazes (RJ), Brasil. Na imagem pode-se observar que muitas casas ficaram submersas e que as vias de acesso a sede do município, BR 101 e RJ 238, foram comprometidas.
Fonte: BASTOS (2008).

Os principais fatores que envolveram este desastre estão relacionados ao elevado nível índice pluviométrico nas cabeceiras da bacia, aos impactos provocados pela presença dos diques irregulares que impediram o escoamento das águas, além de outros distúrbios socioambientais que ali coexistiam, a exemplo do assoreamento dos mananciais naturais, da ausência da mata ciliar, e do crescimento populacional não acompanhado pela expansão da infraestrutura de água e esgoto. No caso específico do núcleo urbano que foi objeto deste estudo, verifica-se que a topografia local, associada à falta de manutenção dos canais que se encontram permanentemente assoreados e com as comportas defeituosas, são fatores que têm historicamente intensificado os transbordamentos. Outro fator histórico, já reportado anteriormente foi a ocupação pela população de mais baixo poder aquisitivo das antigas superfícies brejais que haviam sido drenadas, as quais, além de mais baixas, apresentam o lençol freático mais próximo da superfície e são, portanto, mais susceptíveis aos transbordamentos.

2. Materiais e Métodos

2.1. Revisão Bibliográfica

A revisão bibliográfica para o estudo abrangeu conceitos como: inundação, vulnerabilidade, risco, perigo, desastre, prática de ensino, ensino de geografia física processo de ensino e aprendizagem etc. Com relação ao ensino e o desenvolvimento das atividades com os alunos a base deste foi socioconstrutivista com procedimentos metodológicos fundamentados no método de investigação-ação, pois possui traço prático na necessidade de resolução de problemas reais, proporcionando ao aluno uma maior participação a partir da análise de um problema vivenciado, no caso do estudos a inundação.

O conceito inundação no trabalho segue a perspectiva deste fenômeno sendo caracterizado como natural, entretanto os impactos negativos deste podem ser maximizados

devido a intervenção antrópica podendo ocasionar desastres. Assim de acordo com Leopold, a inundação ocorre quando o fluxo de água avança além dos bancos naturais ou artificiais de um determinado canal "A flood may be defined as the occurrence of a flow of such magnitude that it overtops the natural or artificial banks in a reach of river channel" (LEOPOLD, 1994, p. 113). Entretanto esse avanço em si não determina a existência de um desastre, já que, segundo Quarantelli (2015), este se origina da própria natureza dos sistemas sociais que eles "não podem ser identificados em termos de qualquer aspecto geofísico, hidrológico ou atmosférico [...] Se não houver consequências sociais negativas, não há desastre" (QUARANTELLI, 2015, p.44). Logo são processos historicamente construídos fruto da acumulação de riscos e vulnerabilidades diretamente relacionadas ao tipo de sociedade e economia que se desenvolveram ao longo do tempo (ACOSTA, 2005, p.22).

2.2. Procedimentos adotados na primeira etapa do trabalho

Ocorrida em 2015 com cerca de 120 estudantes do nono ano do Ensino Fundamental, esta etapa teve por objetivo principal definir e conhecer o público alvo, para tanto utilizado um estudo exploratório, a observação não participativa e um diário de campo, reuniões com os professores envolvidos e a aplicação de um questionário cujo objetivo principal era a realizar um levantamento sobre a percepção dos alunos sobre o meio ambiente, o ensino, o risco e as inundações. Os dados obtidos a partir do questionário foram tabulados no programa Excel e importados para o programa SPSS onde ocorreu a análise e interpretação.

2.3. Procedimentos adotados na segunda etapa do trabalho

Ocorrida em 2016 com cerca de 100 estudantes do primeiro ano do Ensino Médio esta etapa teve como objetivo a realização das atividades práticas com os alunos. Essas atividades foram realizadas em grupo já que favorecem as interações entre os alunos, a construção de novas competências e potencializam e enriquecem a aprendizagem (SEVERINO & SEVERINO, 2012, p.93

2.3.1. Vídeo

Com o objetivo de apurar a memória a respeito do evento de 2008, introduzir o tema inundações e explanar a pesquisa, o primeiro recurso utilizado com as turmas foi a apresentação de um vídeo de filmagem aérea a respeito do evento em questão.

2.3.2. Jogos

Ao longo do desenvolvimento das atividades, diferentes tipos de jogos foram realizados com os alunos. Esse procedimento baseou-se no princípio segundo o qual as atividades lúdicas "*envolvem ações estratégicas, emoção e raciocínio lógico*" que favorecem a ação educativa (STEFANELLO, 2009, p.112).

2.3.3. Aula de campo

Em campo, foram analisados mapas temáticos mostrando a bacia hidrográfica da qual o rio Ururaí faz parte, e as inundações do bairro. Os alunos também utilizaram máquinas fotográficas e celulares para fazer os registros de imagens e as gravações de áudio da aula, além do caderno também para o registro da aula e anotações das observações de campo.

2.3.4. Pesquisa e apresentação de seminários pelos alunos

A pesquisa foi fruto da análise do meio iniciado nas aulas, desenvolvido durante o trabalho de campo e aprofundado pela pesquisa feita pelos alunos. Já o seminário foi a apresentação dessa pesquisa a turma.

2.3.5. Questionário

Um questionário adicional com perguntas de ordem qualitativa, quantitativa, abertas e fechadas foi aplicado aos alunos com o objetivo de obter a sua avaliação a respeito das atividades desenvolvidas.

2.3.6. Entrevistas com os professores participantes das atividades

As entrevistas realizadas com os professores tiveram o objetivo de debater os resultados obtidos após a análise dos dados.

3. Resultados e discussões

3.1. A percepção dos alunos

O levantamento da percepção foi de significativa importância para conhecer o público alvo, a visão socioambiental que possuem, o que sabem acerca das inundações e dos desastres em sua comunidade.

Quando interpelados sobre os elementos que formam o meio ambiente cerca de 40% excluíram aspectos do homem, como ruas, casas entre outros. Este resultado mostra que nem todos os estudantes conseguem compreender que o "meio ambiente" também é o espaço de convívio e vivência deles, dando assim uma ideia de que o meio ambiente é onde há animais, insetos, árvores, rios entre outros.

Durante esta parte da pesquisa, pode-se observar que muitos conceitos que estão interligados às inundações são alheios aos alunos, apesar de alguns já terem sido trabalhados em anos anteriores por outros professores. O fato desses alunos possuir pouco interesse em conceitos ligados às inundações pode ser preocupante, já que a falta de conhecimento sobre o fenômeno pode dificultar a prevenção de desastres ligados as inundações. O desinteresse pelo tema talvez esteja ligado a falta de convívio com o desastre gerado pelas inundações, muitos estão habituados as inundações, mas não como um desastre como o que ocorreu em 2008, quando ainda eram crianças.

Ao possuir entendimento das causas de uma inundação, observando que este vai além da ação de agentes naturais podendo ser ligado diretamente a ação antrópica, uma nova visão é

descortinada a respeito das inundações. A partir daí o fenômeno pode ser desnaturalizado para então haver uma compreensão do desastre, já que a partir do momento em que o aluno consiga identificar a ação do homem na transformação da paisagem e a consequência dessa transformação sob a sua vida, ele começa a compreender o que de fato é um desastre.

A respeito dos recursos hídricos presentes no município de Campos dos Goytacazes, 98% dos entrevistados afirmaram que existem rios na cidade. Todavia, somente 48% se lembraram do rio Ururaí que faz parte do bairro, dado este que é demonstrativo do quão inexpressivo ele é para os entrevistados. Somente 4% lembraram-se de outros rios como o Imbé, Urubu e Muxuango.

Sobre esta falta de reconhecimento de elementos do seu bairro, compartilhamos da mesma opinião que os professores entrevistados. Eles elencaram alguns fatores que condicionaram aos alunos o não reconhecimento desses elementos:

- O pouco tempo que possuem para abordar com eles determinados conteúdos. No ano em que as atividades foram desenvolvidas ocorreu um fator peculiar que foi a greve da rede estadual de ensino;
- A dificuldade que os estudantes do bairro possuem em "enxergar aquilo que está do lado deles, já que não conseguem se vê parte integrante do meio em que vivem", e tornam-se alheios a própria realidade, indiferentes a paisagem de onde convivem (ENTREVISTADO 1, 2018);
- Não conseguem associar o que faz na sala de aula com o que aprendem em aula, por isso os professores o tempo todo tem que ficar realizando essas associações para eles;
- Alguns possuem dificuldade de leitura espacial. "não conseguem se localizar espacialmente, tá a casa deles ali, mas não sabem a proximidade do rio, não sabem a dinâmica dele" (ENTREVISTADO 2, 2018).

Apesar do forte vínculo afetivo e de identidade com o bairro, esse distanciamento entre o local foi perceptível. Algumas hipóteses podem ser levantadas para tal resultado como:

- Influência da mídia que atribui maior importância ao Rio Paraíba do Sul e ao Canal Campos-Macaé;
- A concepção de homem distanciado dos elementos naturais, onde há uma dificuldade de se ver como parte de um todo;
- Falta de valorização do próprio bairro, uma estigmatização sobre si mesmo e sobre o bairro;
- Dificuldade de leitura espacial ou falta de um aprofundamento nesta leitura.

Com o levantamento dessas hipóteses foi possível desenvolver atividades que desconstruísse tais pensamentos, sendo possível observar significativas mudanças ao final da pesquisa com os alunos.

Quando questionados a respeito dos fatores que geravam as inundações, observou-se que boa parte desconhecia os principais motivos que geram as inundações locais.

3.2. Resultados durante e após as atividades

Durante o campo, ao pedir para que explicassem o que viam no primeiro mapa, alguns alunos distinguiam áreas mais altas e outras mais baixas, a coloração verde das áreas correspondente a vegetação nas serras e o percurso do rio. Diversos alunos precisaram de ajuda para encontrar o rio Ururaí, a Lagoa de Cima e a Feia. Nítido foi perceber que não sabiam de onde vinham as águas do rio, seus afluentes, o percurso dos sedimentos ao se deslocarem por longas distâncias e a influência dos mananciais na formação e transformação da paisagem. Todavia alguns alunos após a explicação do funcionamento da bacia começaram por si só a identificar o aspecto gradual das cheias do rio Ururaí e sua relação com as águas a montante.

Com relação a ocupação irregular das margens do rio os alunos puderam debater a questão social e histórica implícita no bairro ficando evidente que de fato estavam conseguindo transpor o conteúdo com a realidade em que viviam, podendo, inclusive, discutir sobre decisões futuras.

Os alunos conseguiram também apontar medidas possíveis de serem tomadas para diminuir o impacto dos eventos e o respectivo desastre, como obras nas galerias de águas pluviais e obras de dragagem. Eles ainda criticaram algumas obras realizadas pela prefeitura como o asfaltamento, avaliando que as águas pluviais não infiltram no solo e seguem para as galerias que não são eficientes.

4. Considerações finais

Os estudantes que participaram conseguiram ir além quanto a compreensão das inundações em sua localidade conseguindo relacionar a interferência do homem neste processo, mas nem todos conseguiram desenvolver tão bem uma visão crítica sobre os desastres, pois faltou a compreensão de como historicamente e socialmente o desastre em Ururaí foi sendo construído. Para alguns alunos faltou a associação dos conflitos existentes e do entendimento de que um desastre é fruto da fragilidade de um sistema social onde uns são privilegiados em detrimento de outros gerando maior risco e vulnerabilidade. Porém ao analisar o início de 2016 e o final do ano letivo, foi notório o avanço que tiveram na compreensão desses eventos.

No que diz respeito a bacia hidrográfica, os alunos passaram a definir, descrever, conceituar e discutir a interação entre os diferentes elementos da mesma, relacionando as transformações antrópicas ao meio natural. Já sobre a perspectiva futura do rio, os alunos não mudaram e estimam que no futuro o mesmo ficará muito poluído ou irá secar, visto que para eles um dos principais tipos de problemas ligados ao rio é o esgoto *in natura.*

Boa parte dos estudantes ao final da pesquisa aprenderam a desnaturalizar o desastre compreendendo que este é construídos social e historicamente, inclusive em seu bairro.

No final da pesquisa, foi gratificante observar que os estudantes em diferentes graus e formas conseguiram avançar na análise das inundações locais, conseguindo debater sobre o assunto e os processos que podem desencadear desastres relacionado as inundações em sua comunidade.

5. Referências Bibliográficas

ACOSTA, Virginia García. El riesgo como construcción social y la construcción social de riesgos. *Revista de Ciências Sociais Desacatos*, México: Centro de Investigaciones y Estudios Superiores em Antropología Social, nº19, set.- dec., 2005, pp 11-24.

LEITE, Adriana Filgueira. Comportamento espaço-temporal das chuvas do Norte Fluminense (RJ). In: Leite, Adriana Filgueira; Gomes, Marcos Antônio Silvestre (orgs). *Dinâmica ambiental e produção do espaço urbano e regional no Norte Fluminense.* Campos dos Goytacazes (RJ): Essentia, 2013, p. 11 – 34.

LEOPOLD, Luna Bergere. Flow variability and floods. In: _____ *A view of the river***.** 1ed. Cambridge: Havard University Press, 1994, Cap.7.

MALAGODI, Marco Antonio Sampaio; SIQUEIRA, Antenora Maria da Mata. *Inundação e ação social em Campos dos Goytacazes (Rio de Janeiro, Brasil)*. In: Atas do VII Congresso Português de Sociologia; 2012; Cidade do Porto (Portugal): da organização do evento, 2012a, pp.2-17.

NESA, Núcleo de Estudos Sócio Ambientais; Siqueira, Antenora Maria da Mata (coord.). *Relatório Cartografia socioambientais e mapeamento de áreas de risco de inundações no Norte Fluminense: subsídios a elaboração de sistemas de alerta.* Campos dos Goytacazes: FAPERJ, Universidade Federal Fluminense, 2016, 18p.

PONTUSCHKA, Nídia Nacib; PAGANELLI, Tomoko Iyda; CACETE, Núria Hanglei. *Para ensinar e aprender Geografia.* 3ed. São Paulo: Editora Cortez, 2009, 384p.

QUARANTELLI, Enrico Louis. *Revista O Social em Questão*. Uma agenda de pesquisa do século 21 em Ciências Sociais para os desastres: questões teóricas, metodológicas e empíricas, e suas implementações no campo profissional. Trad. Raquel Brigatte. Rio de Janeiro: PUC – Rio, ano XVIII, nº 33, 2015, pp. 25 – 56.

SEVERINO, Antônio Joaquim; SEVERINO, Estêvão Santos. *Ensinar e Aprender com Pesquisa no Ensino Médio*. São Paulo: Cortez, 2012, 142p.

STEFANELLO, Ana Clarissa. *Didática e Avaliação da Aprendizagem no Ensino de Geografia*, São Paulo: Saraiva, 2009, 159p.

TAVARES, Érica *et al*. Desastres ambientais e apropriação do espaço: a política urbana e as experiências com as inundações em Campos dos Goytacazes. *Boletim Petróleo, Royalties e Região*, Campos dos Goytacazes (RJ). Ano XV, nº 58, dez, 2017, pp. 11-18.

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

PROPOSIÇÕES PONTUAIS PARA REVISÃO METODOLÓGICA DOS PLANOS MUNICIPAIS DE REDUÇÃO DE RISCO

Kátia Canil [(a)], Fernando Rocha Nogueira [(b)]

[(a)] CECS – PPGPGT – UFABC, katia.canil@ufabc.edu.br

[(b)] CECS – PPGPGT – UFABC, fernando.nogueira@ufabc.edu.br

Eixo: Riscos e desastres naturais

Resumo

A temática dos riscos começa a aparecer no cenário das políticas públicas somente no final da década de 1980, durante o processo de redemocratização do país. Experiências registradas em alguns lugares do Brasil por instituições de ensino e pesquisa foram sistematizadas no âmbito da Ação de Apoio a Programas Municipais de Redução e Erradicação de Riscos, criado pelo Ministério das Cidades em 2003. Nessa ação, os Planos Municipais de Redução de Riscos - PMRR serviram como instrumento de planejamento para as políticas locais de gestão para redução de riscos com a proposição de medidas estruturais para os setores de riscos mapeados. Com uma visão mais tecnicista, esses planos são fundamentados principalmente nos aspectos físicos dos terrenos e nas condições estruturais das moradias, sem levar em conta aspectos relevantes do ponto de vista da vulnerabilidade das comunidades que vivem nessas áreas. Assim, com esse questionamento, esse artigo pretende discutir alguns aspectos que podem ser incorporados na elaboração dos mapeamentos para a melhoria dos resultados na análise dos setores de risco e nas proposições para intervenções.

Palavras chave: Plano Municipal de Redução de Riscos; revisão metodológica, assentamentos precários

1. Introdução

A ocupação do território brasileiro e a construção das cidades e das infraestruturas foram, em toda a história pós-colonização e em toda a extensão nacional, marcadas por desastres de todas as dimensões e tipologias. No entanto, muito pouco se guardou destes episódios na memória histórica e quase nada se apropriou à cultura de precaução e prevenção da nossa sociedade. As primeiras organizações efetivas de resposta aos desastres, os organismos estaduais de defesa civil, começam a surgir sequencialmente a ocorrências de grande impacto ao final da década de 1960, começo da década de 1970 (NOGUEIRA, CANIL, 2018). Os organismos locais de defesa civil se espalharam amplamente pelos municípios brasileiros já neste milênio.

Mas se formos tratar de riscos, no sentido definido pela geógrafa Ivette Veyret (2007) de que se trata de um objeto social de "percepção do perigo, da catástrofe possível", existente apenas para indivíduos ou sociedades que "o apreendem por meio de representações mentais e com ele convivem por meio de práticas específicas" (que aqui chamaremos de gestão de riscos), a sua história de implantação e desenvolvimento no Brasil é muito mais recente, frágil e marcada pela dificuldade de consolidação como política pública (NOGUEIRA, OLIVEIRA & CANIL, 2014). Só ao final da década de 1980 – no contexto da redemocratização do país e da elaboração das leis orgânicas municipais e das constituições estaduais e nacional, quando se configurou mais claramente a crise urbana, é que a temática dos riscos começa a aparecer no cenário das políticas públicas.

Experiências municipais localizadas, quase sempre associadas a instituições de pesquisa, permitiram importante produção de conhecimento e instrumentos para a gestão de riscos na década de 1990, particularmente em relação às metodologias de mapeamento de riscos associados a escorregamentos e processos associados (CERRI, CARVALHO, 1990) e aos Planos Preventivos de Defesa Civil (CERRI, 1993)

Este conhecimento acumulado serviu de base para o primeiro exercício de política nacional para gestão de riscos, a partir da criação do Ministério das Cidades que, já em sua origem em 2003, incorporou o conceito de gestão de riscos como um componente indispensável na gestão urbana. Dentro da Secretaria Nacional de Programas Urbanos foi criada a Ação de Apoio a Programas Municipais de Redução e Erradicação de Riscos. Com recursos do Orçamento Geral da União, entre 2004 até 2017, o Ministério das Cidades disponibilizou recursos para pouco mais de uma centena de municípios elaborarem seus planos municipais de redução de riscos – os PMRR. Um grande número de outros municípios, possivelmente em torno de duas centenas, elaborou este instrumento de gestão com recursos próprios ou com apoio de recursos financeiros e técnicos de governos estaduais. Talvez este tenha sido o processo de difusão de conhecimentos e técnicas sobre riscos mais amplamente difundido no território brasileiro. Numa conjuntura de crise, com reflexos claros na construção social de novas situações de risco, a extinção do Ministério das Cidades pelo governo federal recém empossado e muito pouca clareza sobre os caminhos por onde acontecerão os debates e o desenvolvimento das políticas públicas, este artigo se propõe a fazer uma reflexão sobre a proposta metodológica adotada para a elaboração deste importante instrumento de planejamento para as políticas locais de gestão para redução de riscos e apontar alguns caminhos para sua qualificação.

2. Uma síntese dos procedimentos metodológicos dos PMRR

O Plano Municipal de Redução de Risco – PMRR foi concebido pelo Ministério das Cidades como um instrumento de planejamento urbano, com base no diagnóstico do risco e a proposição de medidas estruturais para a sua redução. Para o Ministério das Cidades, o PMRR deveria contemplar, no mínimo: (1) um diagnóstico do risco nos assentamentos precários do município, tendo por referência metodológica o documento "*Critérios para elaboração do mapeamento de riscos em assentamentos precários*; (2) a proposição de intervenções estruturais para redução e controle de riscos nos setores mais críticos do diagnóstico; (3) a estimativa de custos

para as intervenções sugeridas; (4) o estabelecimento de uma escala de prioridades de intervenção, com critérios definidos em conjunto com a prefeitura;
(5) a realização de audiência pública para discussão do plano e busca de agenda comum para implantação das intervenções prioritárias.

3. Algumas críticas e sugestões

Campo de conhecimento ainda em construção, a gestão de riscos (d)e desastres vivenciou enorme evolução conceitual nos últimos trinta anos (SULAIMAN, 2014). Do enfoque nos "desastres naturais" e paradigmas de gestão centrados em "controle da natureza" com tecnologias e métodos da engenharia, predominantes no início dos anos 1990, a Década Internacional de Redução de Desastres Naturais termina questionando sua própria denominação e trazendo conceitos da construção social do risco e da vulnerabilidade como fator subjacente do risco. A II Conferência Mundial de Redução de Riscos, em 2005, propõe o Marco de Ação de Hyogo, que objetiva ações para o aumento da resiliência dos países e suas comunidades; o Marco de Ação de Sendai, fruto da III Conferência, aponta eixos da gestão apoiados na governança dos riscos e caminhos participativos para a redução de riscos e desastres.

No Brasil, o ápice da nossa intermitente política de gestão de riscos acontece nos anos 2011-2012, com o ingresso desta temática na forma de ações e recursos consideráveis no Plano Plurianual 2012-2015, a promulgação da Lei 12608/2012, a criação do CEMADEN e CENAD e a produção de grande quantidade de cartas geotécnicas de suscetibilidade a processos geodinâmicos (BITAR, 2014) e um número menor de cartas geotécnicas de aptidão à urbanização (CANIL & NOGUEIRA, 2016). Todos estes elementos reforçam a necessidade dos Planos Municipais de Redução de Riscos que devem ser atualizados, considerando inovação a partir da inclusão de outros elementos que não só dos aspectos físicos na avaliação do grau de risco dos setores mapeados, necessitando para isso uma revisão crítica da sua metodologia. Apresentam-se, a seguir, alguns itens entre os que os autores, ambos participantes da elaboração de significativa quantidade de PMMR, consideram fundamentais de serem

discutidos pela comunidade técnico-científica e pela sociedade para qualificação e continuidade deste instrumento de gestão.

3.1. A seleção das áreas de interesse

No procedimento mais usualmente adotado, a seleção das áreas "de risco" a serem mapeadas parte da cultura técnica do município, que é muito diversa, dependendo do contexto regional, do histórico de ocorrências, do grau de conhecimento e preparo das equipes técnicas. Nesse sentido, recomenda-se que, além do emprego das informações e experiência locais, sejam utilizadas cartas geotécnicas em escalas menores (carta de suscetibilidade a processos geodinâmicos e carta geotécnica de aptidão à urbanização), onde existirem, ou mesmo cartas de "problemas" geotécnicos, como as elaboradas pela CPRM com o nome de "setorização de risco geológico".

Recomenda-se ainda, que as áreas de estudo (ou unidades espaciais de análise) sejam delimitadas pelos divisores de água, constituindo microbacias, para o entendimento dos fluxos de água e interferências na construção dos riscos identificados, conforme sugerido pela diretriz IV, art.4º da Lei Federal 12.608/2012.

3.2. A identificação e análise dos riscos

Nos procedimentos frequentemente utilizados para identificação e análise de riscos nos PMRR, supõe-se aqui, encontram-se suas maiores fragilidades e inadequação das intervenções resultantes. São comentados rapidamente, a seguir, três conceitos envolvidos nestes procedimentos que se sugere incluir nesta revisão metodológica.

I. As escalas de análise

Os resultados dos PMRR disponíveis expressam um entendimento muito diverso sobre o que se constitui um "setor de risco". O mapeamento de risco envolve uma investigação multiescalar do território, a partir da suscetibilidade aos processos destrutivos geo ou hidro dinâmicos (escala maior ou igual a 1:20.000), da aptidão geo-ambiental dos diversos compartimentos da área estudada (escala maior ou igual a 1:10.000) e a identificação de

processos potenciais instalados, ocorridos ou recorrentes na escala de detalhe, a partir dos atributos das encostas e planícies de inundação, mas também do entorno de cada unidade edificada ou de infraestrutura para localização de processos pontuais e, especialmente, os socialmente construídos. O setor de risco delimitado pelo mapeamento deve, assim, configurar um espaço territorial no qual foram identificados processos destrutivos instalados que ameacem moradias e infraestrutura, incluindo a "cabeceira" do processo e sua área de atingimento.

II. A causalidade complexa

Embora seja cada vez mais frequente a aceitação conceitual (ao menos, formalmente) da vulnerabilidade como o elemento subjacente dos riscos, nos procedimentos de campo, majoritariamente conduzidos por profissionais da engenharia ou das geociências, predomina a leitura do meio físico e da sua dinâmica.

A análise de riscos em um determinado ambiente envolve a compreensão da causalidade, da temporalidade, da possibilidade e da espacialização do alcance e severidade das consequências de um perigo. Em nosso País, a ampla maioria das ameaças de qualquer natureza foi construída socialmente, pelo uso e ocupação do solo, pela atividade humana, pela história de construção dos territórios nas diferentes escalas. Por isso, o entendimento do processo passa pelo estudo das interferências antrópicas no meio físico (NOGUEIRA *et al*, 2018). E, como este processo físico somente se constituirá em perigo e será um componente do risco se houver uma população (indivíduos, infraestrutura ou sistemas produtivos localizados em determinado território) exposta e vulnerável, a análise de risco também precisa entender todos os fatores e dimensões da vulnerabilidade. Isto implica em observações diretas, mensurações quantitativas e qualitativas e identificação de fatores subjacentes ou "ocultos". Envolve especialidades diversas e interdisciplinaridade na análise multifocal do território: aí está a complexidade conceitual do risco.

III. A questão ética

Marandola, Hogan (2004) entendem análise de risco como a investigação sobre um determinado problema empírico, ligado ao planejamento e à gestão do território, voltada para

subsidiar a tomada de decisões. Carvalho (2000) considera a análise de risco como uma "opinião de especialista". É essencialmente uma análise qualitativa, mesmo que utilize instrumentos quantitativos. Portanto, a análise de risco demanda, dos analistas, o entendimento de que sua "opinião" a partir da observação de indicadores e a proposição de intervenção daí resultante podem gerar profundos impactos sobre a segurança das pessoas e bens expostos, a dinâmica socioeconômica de indivíduos e comunidade da área avaliada e sobre os recursos públicos ou privados necessários para intervenção.

3.3. Tipologias de intervenções

As referências publicadas pelo Ministério das Cidades para os PMRR (BRASIL, 2007; 2010) recomendam medidas estruturais e não estruturais para redução de risco, de maneira genérica, mas grande parte dos produtos finalizados utiliza, para proposição de intervenções mitigadoras, tipologias basicamente de engenharia geotécnica (CERRI et al., 2007) e, muito frequentemente, pontuais. Como resultado, podem-se observar infinidades de obras de engenharia limitadas a responder ao processo físico identificado, sem tratar do conjunto da causalidade e, assim, tendo pouquíssima eficácia levando a uma reconstrução dos riscos. As proposições para redução de risco precisam se integrar aos demais instrumentos locais (ou regionais) de planejamento territorial e urbano, de urbanização de favelas, de adaptação às mudanças climáticas, para responder à plena causalidade identificada e apontar intervenções socioambientais e urbanísticas adequadas.

4. Considerações finais

Esta é uma pequena contribuição para o debate necessário à revisão deste indispensável instrumento de planejamento ambiental dos municípios, priorizando alguns itens. Riscos são "disfunções" do ambiente urbano e territorial, quase sempre associados aos processos de uso e ocupação do solo e à apropriação dos recursos naturais e, portanto, resultado da gestão insustentável do ambiente local ou regional.

5. Referências Bibliográficas

BITAR, O.Y. (coord.) **Cartas de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações: 1:25.000.** São Paulo: IPT- Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo; Brasília: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2014 (Publ. IPT 3016).

CANIL, K.; NOGUEIRA, F. R. ; MORETTI, R. S. ; FUKUMOTO, M. M. ; RAMALHO, P. C. ; POLLINI, P. B. ; REGINO, T. M. ; GOMES, A. H. . O processo interativo na elaboração da carta geotécnica de aptidão à urbanização e sua aplicação ao planejamento e gestão territorial do município de São Bernardo do Campo, SP. In: III Congresso da Soc. de Análise de Risco Latino Americana, 2016, São Paulo. **Anais** .... São Paulo, SP: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental. v. 1. p. 1-7

CARVALHO, C. S. Analise quantitativa de riscos e seleção de alternativa de intervenção: exemplo de um programa municipal de controle de riscos geotécnicos em favelas. In: Workshop sobre Seguros na Engenharia, 1, 2000, São Paulo. **Anais**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia (ABGE), 2000. P.49-56.

CERRI, L.E.S. Riscos geológicos associados a escorregamentos: uma proposta para a prevenção de acidentes. **Tese** (Doutorado) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista – Unesp, Rio Claro, 1993. 197p.

CERRI, L.E.S.; CARVALHO, C. S. Hierarquização de situações de risco em favelas do município de São Paulo, Brasil - critérios e metodologia. In: Simp.Latino- Americano sobre Risco Geológico Urbano, 1, 1990, São Paulo. **Anais.** São Paulo: ABGE, 1990, p.150-57.

CERRI, L.E.S.; NOGUEIRA, F. R.; CARVALHO, C. S.; MACEDO, E. S. de; AUGUSTO FILHO, O. Mapeamento de riscos em assentamentos precários no Município de São Paulo (SP). São Paulo, UNESP, **Geociências**, v.26, n.2, São Paulo, 2007, p.143-150.

MARANDOLA Jr., E., HOGAN, D. J. O risco em perspectiva: tendências e abordagens. **Geosul,** Florianópolis, v. 19, n. 38, p 25-58, 2004.

NOGUEIRA, F. R.; OLIVEIRA, V.E.; CANIL, K. Políticas públicas regionais para gestão de riscos: o processo de implementação no ABC, SP. **Ambiente & Sociedade** (Online), v.17, p.177 - 194, 2014.

NOGUEIRA, F. R.; SULAIMAN, S.; VASCONCELOS, V.V.; SILVA, R. C.; CARVALHO, B. O.. Mensuração de vulnerabilidade na escala de detalhe para mapeamento de riscos: uma proposição inicial. In: 16º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental, 2018, São Paulo, SP. São Paulo: **Anais.** ABGE, 2018. v. 1. p. 1-10

NOGUEIRA, F. R.; CANIL, K. Avanços e limitações: Reflexões sobre a gestão de risco In: SULAIMAN, S.N.; JACOBI, P.R. **Melhor prevenir: Olhares e saberes para a redução de risco de desastre**. 1 ed.São Paulo : IEE-USP, 2018, v.1, p. 49-56.

SULAIMAN, S. N.. De que adianta? O papel da educação para prevenção de desastres naturais. **Tese** (Doutorado em Educação), FEUSP-USP/IUACA-UA, São Paulo, 2014.

VEYRET, Y. (org). **Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente**. 2007. São Paulo: Contexto, pp. 23-80.

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

REASSENTAMENTO E VULNERABILIDADE SOCIAL APÓS O DESASTRE SOCIOAMBIENTAL DE 2011 EM TERESÓPOLIS (RJ): o caso do conjunto habitacional Ermitage.

Leonardo de Araujo Guarino[(a)], Vinicius Ervatti Silva[(b)] e Ana Luiza Coelho Netto[(c)]

[(a)] Estudante de Graduação em Geografia-UFRJ; Bolsista de Iniciação Científica (CNPq/INCT-REAGEO), leoaguarino@gmail.com

[(b)] Geógrafo, Mestre em Geografia-UFRJ, Vervatti@hotmail.com

[(c)] Professora Titular, Pesquisadora 1A-CNPq, Coordenadora do GEOHECO/ Laboratório de Geo-Hidroecologia e Gestão de Riscos/Departamento de Geografia-UFRJ, ananetto@acd.ufrj.br

Eixo: Riscos e Desastres Naturais

Resumo

A Região Serrana do Rio de Janeiro recebeu destaque devido ao desastre catastrófico decorrente de deslizamentos induzidos por chuva extrema em janeiro de 2011. A magnitude das perdas e danos (918 mortos; 16.458 desabrigados) levou a elaboração de políticas públicas, incluindo o reassentamento da população. Em Teresópolis, a população afetada foi remanejada no conjunto habitacional Ermitage, empreendimento nos padrões "Minha Casa Minha Vida" com 1600 apartamentos. Buscou-se avaliar a vulnerabilidade desses moradores reassentados a partir de parâmetros pré-definidos, considerando que o desastre perdura de diversas formas nos anos seguintes. Resultados indicam que as vulnerabilidades pré-existentes não foram consideradas neste processo de reassentamento, em que a retirada de famílias de seus lugares de origem levou a dificuldades de adaptação à nova vida, com escassa oferta de serviços básicos como hospitais e escolas, além da ausência de transporte público eficiente.

Palavras chave: Desastre; Políticas Públicas, Reassentamento Populacional, Teresópolis

1. Introdução

A Região Serrana do Rio de Janeiro recebeu destaque devido ao desastre catastrófico decorrente de deslizamentos e inundações rápidas induzidas por chuva extrema em 11/12 de janeiro de 2011. Este desastre atingiu sete cidades da região, afetando principalmente Nova Friburgo, Teresópolis e Petrópolis. Os números oficiais apontam 918 mortos, 350 desaparecidos, 22.604 desalojados e 16.458 desabrigados, além de perdas e danos materiais avaliados em 4,8 bilhões de reais (BANCO MUNDIAL, 2012). Esse evento pressionou órgãos públicos para um maior investimento na prevenção de desastres. Entre as medidas adotadas destaca-se a política de reassentamento dos desabrigados e residentes de áreas consideradas como de alto risco pelos zoneamentos oficiais (SILVA, 2016). O agravamento dos danos gerados pelos deslizamentos também está relacionado à ausência de políticas efetivas para a gestão de riscos de desastres e de uma cultura de desastres, potencializados pela crescente vulnerabilidade da população em risco, especialmente nos aglomerados urbanos (FREITAS *et. al.*, 2016).

Com o intuito de verificar a efetividade da política de reassentamento adotada, optou-se por concentrar os estudos no município de Teresópolis, centrados no conjunto habitacional construído para abarcar as vítimas da tragédia no município: o Ermitage, empreendimento com 7 condomínios, 1600 apartamentos e 80 blocos, na altura do Km 80 da BR-116, que segue os padrões de infraestrutura do programa "Minha Casa, Minha Vida". Trata-se de um estudo que visa subsidiar o aprimoramento das ações voltadas para redução dos impactos de desastres induzidos por chuvas extremas, em particular a detonação de deslizamentos e inundações rápidas. O objetivo geral deste trabalho é avaliar a vulnerabilidade social da população reassentada após o desastre catastrófico de Janeiro de 2011 no município de Teresópolis (RJ) como subsídio ao aprimoramento de políticas públicas de gestão de riscos. Os objetivos específicos são: (a) Avaliar o processo de reassentamento e ocupação do conjunto habitacional Ermitage, no município de Teresópolis, pós-desastre; (b) Avaliar a vulnerabilidade socioambiental

dos moradores do Ermitage, antes e depois do reassentamento; (c) Discutir potenciais e limitações da política habitacional imposta frente à vulnerabilidade socioambiental.

2. Materiais e Métodos

A metodologia consistiu em levantamento bibliográfico relacionado aos conceitos básicos que dariam melhor base para o estudo e envolveu uma caracterização dos locais de origem da população removida, além de aspectos como: proximidade de serviços essenciais, infraestrutura dos condomínios, adaptabilidade dos moradores. Para tanto foi aplicado um questionário semiaberto aos moradores do Ermitage, de modo a avaliar a vulnerabilidade social. Foram aplicados 50 questionários, sendo uma entrevista por bloco. As informações coletadas foram agrupadas em diferentes categorias de análise de modo a apontar de que maneira a política de reassentamento aumentou ou reduziu a vulnerabilidade dos reassentados. Neste trabalho, cada componente predefinido da vulnerabilidade foi analisado separadamente.

3. Resultados e discussões

Apesar de Teresópolis ter sido o município que mais teve desabrigados e desalojados na tragédia de 2011, as obras dos condomínios do Ermitage só foram concluídas em 2017. As chuvas intensas na noite do dia 11/12 de janeiro de 2011 deflagraram milhares de movimentos de massa e inundações rápidas, de modo que 54% dos entrevistados alegaram que suas antigas moradias foram atingidas por deslizamentos, 22% por inundações e 6% pelos dois mecanismos ao mesmo tempo. Foram averiguados que 40% dos entrevistados perderam totalmente suas casas, 38% perderam parte delas e os que não as perderam, mas ainda assim optaram pelo Ermitage, sempre relacionaram a saída de casa a deslizamentos e inundações próximos, que afetaram outras casas no mesmo bairro e, portanto, estavam em área de risco.

Dos 50 entrevistados, 56% possuem ensino fundamental incompleto. A baixa escolaridade entre os moradores torna difícil a inserção/reinserção dessas pessoas no mercado de trabalho formal. Nesse sentido, 20% trabalham de maneira informal, até mesmo dentro dos condomínios, enquanto 42% encontram-se desempregados sem exercer nenhuma atividade. Soma-se a isso o fato de que os serviços próximos básicos referentes a escolas, hospitais e transporte público se mostraram insuficientes para 49% dos entrevistados; 66% alegaram não haver escolas e creches próximas; 46% disseram que a distância em relação aos hospitais aumentou quando comparada com a antiga moradia e 58% relataram insatisfação com o transporte público por conta de seus horários e itinerários. Todos os entrevistados insatisfeitos com a oferta de ônibus alegaram necessitar do transporte público para usufruir os demais serviços.

Houve rompimento com as relações de pertencimento da população reassentada, de modo que a realocação foi feita sem levar em conta o lugar de origem ou relações de vizinhança antecedentes das famílias reassentadas. Entre os entrevistados, 68% passaram de 11 a 40 anos vivendo em suas antigas moradias, o que acentua a dor do rompimento com antigos laços e a dificuldade em se adaptar à vida no novo apartamento. Além disso, todos os entrevistados disseram estar insatisfeitos com a falta de água frequente, enquanto os novos custos associados ao condomínio (as taxas internas) foram considerados por 28% dos entrevistados como altos demais. O tamanho de cada família não foi considerado no planejamento deste processo de reassentamento, já que os apartamentos são padronizados, com dois quartos, sala, banheiro e cozinha que, no total, abrangem 42 m² apenas.

4. Considerações finais

O modelo de casas populares “Minha Casa Minha Vida” é, hoje, o mais utilizado no país, tornando-se o principal instrumento de recuperação habitacional para afetados por desastres e reforçando o papel fundamental da política habitacional no planejamento

urbano das cidades brasileiras. A execução desse programa habitacional também implica reestruturação na vida dos beneficiados. As vulnerabilidades sociais pré-existentes dos atuais moradores do Ermitage foram deslocadas, concentradas e reproduzidas sob outros formatos na nova moradia, ao invés de mitigados. Ao desconsiderar vulnerabilidades prévias, o programa tem reafirmado a predominância de um modelo de urbanização excludente e precário, reproduzindo padrões de segregação socioespacial.

5. Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeito da instituição de fomento à pesquisa Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ). O primeiro autor agradece a bolsa de iniciação científica concedida pelo INCT-REAGEO.

6. Referências Bibliográficas

BANCO MUNDIAL. **Avaliação de perdas e danos – inundações e deslizamentos na Região Serrana do Rio de Janeiro: janeiro de 2011**. Brasília-DF, 2012.

FREITAS, L. E.; SATO, A. M.; CARVALHO, N. L.; SCHOTTZ, S.; COELHO NETTO, A. L. **Community, university and governmental interactions for disaster reduction in the Mountainous Region of Rio de Janeiro, SE - Brazil.** In: Walter Leal Filho; Ulisses Azeiteiro; Fátima Alves. (Org.) Community, University and Governmental Interactions for Disaster Reduction in the Mountainous Region of Rio de Janeiro, SE –Brazil, 1º ed, 999 p., 2016.

SILVA, V. E. **Vulnerabilidade socioambiental pós-desastre de janeiro de 2011: avaliação da política de reassentamento da população no município de Nova Friburgo (RJ)**. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFRJ (PPGG-UFRJ). Rio de Janeiro, 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

REDUÇÃO DE RISCOS DE DESASTRES BASEADA NOS ECOSSISTEMAS (ECO-RRD)

Andreza dos Santos Louzeiro [(a)], Nayara Marques Santos [(b)], Thiara Oliveira Rabelo[(c)], Lutiane Queiroz de Almeida [(d)]

[(a)] Departamento de Geografia (PPGe/UFRN), andreza_louzeiro@hotmail.com
[(b)] Departamento de Geografia/(PPGe/UFRN), nayaramarques3@hotmail.com
[(c)] Departamento de Geografia/(PPGe/UFRN), thiarageo@hotmail.com
[(d)] Departamento de Geografia/(PPGe/UFRN), lutianealmeida@hotmail.com

Eixo: Riscos e desastres naturais

Resumo/

Os primeiros estudos na perspectivas do ECO-RRD foram considerados somente a partir da última década dentro da comunidade de RRD e de conservação ambiental como contribuidor potencial para mitigação de riscos, segurança de subsistência e resiliência a desastres. Sendo assim, presente trabalho tem por objetivo compreender a relevância das funções e serviços do Ecossistema para a Redução dos Riscos de Desastres e como esses ambientes podem ser considerados para a prevenção e mitigação de perigos e eventos naturais. Para o alcance desse objetivo, a pesquisa documental e bibliográfica foi de suma importância para sumarizar informações sobre o tema que, em sua maior parte, foi feita em bibliografia estrangeira. Na finalização do trabalho foi possível ter a certeza que os ecossistemas são elementos potenciais para prevenir e mitigar os riscos de desastres, além de serem essenciais nas situações pós desastres.

Palavras chave: Ecossistemas. Redução de Riscos de Desastres. Prevenção. Mitigação.

1. Introdução

Os estudos sobre Redução de Riscos de Desastres (RRD) são relativamente recentes, pois este tema ganhou maior força a partir dos anos de 1990, onde a Assembléia nacional da ONU, em 1989 aprovou a resolução 44/236, designando a década de 90 como sendo a Década Internacional para Redução de Desastres Naturais. Segundo Rodrigues (2010) este documento evidenciava uma atitude de otimismo e de convicção nos recursos técnicos e científicos disponíveis para enfrentar esta ameaça global, mediante uma ação internacional.

Muitas outras conferências internacionais foram realizadas com o intuito de prevenção, mitigação e redução dos riscos de desastres. A última delas foi o Marco de Sendai (2015-2030), que

aconteceu no Japão em 2015, o qual teve por principal objetivo a redução substancial dos riscos de desastres através da implementação de medidas econômicas, estruturais, jurídicas, sociais, de saúde, culturais, educacionais, ambientais, tecnológicas, políticas e institucionais.

A partir dessa breve explanação é possível perceber que desde a primeira até a última ação referente à Redução de Riscos de Desastres consideraram, sempre em primeiro plano, estratégias voltadas para a economia, tecnologia, cultura e etc. O Marco de Sendai ainda considerou os aspectos ambientais, no sentido de preservação e ainda cita a importância de preservação das funções ecossistêmicas reconhecendo que elas ajudam a reduzir os riscos de desastres.

No entanto, é necessário haver um maior entendimento por parte da comunidade e das esferas do poder de como as funções e serviços que o ecossistema promovem, naturalmente, são essenciais para reduzir os riscos de desastres em grande e pequena escala. Os primeiros estudos nessa perspectiva são bastante recentes e segundo Renaud, Sudmeier-Rieux e Estrella (2013) foi somente a partir da última década - anos 2000 - que o papel dos ecossistemas para a RRD foi considerado seriamente dentro da comunidade de RRD - e também dentro da comunidade de conservação ambiental como contribuidor potencial para mitigação de riscos, segurança de subsistência e resiliência a desastres.

Neste sentido, o presente trabalho tem por objetivo compreender a relevância das funções e serviços do Ecossistema para a Redução dos Riscos de Desastres e como esses ambientes podem ser considerados para a prevenção e mitigação de perigos e eventos naturais. Para o alcance desse objetivo, a pesquisa documental e bibliográfica foi de suma importância para sumarizar informações sobre o tema. Cabe ressaltar que, em sua maior parte, a pesquisa foi feita em bibliografia estrangeira, fato que salienta a ausência de pesquisas no âmbito brasileiro sobre o assunto.

2. Metodologia

Para alcançar o objetivo do trabalho foi necessário utilizar a metodologia sugerida por Calado e Ferreira (2004) que consistiu na pré - análise, análise e síntese de documentos que foram limitados e em sua maior parte consistiu em livros em formato digital. Os autores mais utilizados sobre o tema ECO-RRD foram Renaud, Sudmeier-Rieux e Estrella (2013) com o livro "*The Role of Ecosystems in Disaster Risk Reduction*" que trata sobre a importância dos estudos em ECO-RRD, sobre ecossistemas

de mangues, costeiros, recursos hídricos e vegetações em encostas; dá exemplos de cidades de outros países e finaliza com um ponto de vista sobre oportunidades, desafios e perspectivas futuras para redução do risco de desastres baseada em ecossistemas. Outra referência bastante utilizada nesse trabalho foi o "*The Ecosystem-based Disaster Risk Reduction* " com autoria de Estrela *et al* (2014) o qual trata sobre diversos estudos de caso de vários países, dentre os quais o evento ocorrido na Região Serrana do Rio de Janeiro, está como um desses estudos. Ao longo da leitura o autor considera uma visão geral do ocorrido, abordagem sobre o problema, as medidas implementadas e as lições aprendidas.

Os demais autores que trataram sobre Redução de Riscos de Desastres foram Tominaga, Santoro e Amaral (2012), Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres Naturales en América Central - CEPREDENAC (2003), UNDRO (1991) e Augusto Filho & Virgili (1998). Já os principais autores que abordam sobre a temática dos Serviços Ecossistêmicos foram Constanza *et al* (2014), De Groot *et al* (2002) e Haines-Young e Potschine (2013).

3 Redução de Riscos de Desastres (RRD)

Os desastres são motivados por diversos fatores, quer sejam eles de ordem social, político, industrial, econômico, etc. Segundo IPCC (2012) e UNISDR (2011) o crescimento dos desastres está ligado ao aumento da exposição das populações e desencadeado por fatores demográficos (como crescimento populacional natural), rápida urbanização e concentração de populações e ativos econômicos em regiões geográficas específicas, como planícies de inundação e áreas costeiras que são regularmente afetadas por eventos de risco.

A ausência de preparo para prevenção e mitigação dos desastres é um fator negativo para os possíveis atingidos, como por exemplo, a população, que geralmente é o primeiro alvo dessa falta de conhecimento preventivo. Com isso os fatores de exposição e vulnerabilidade se tornam mais comuns, pois quanto mais próximo à área de perigo, mais exposto o indivíduo está e quanto mais fragilizada a residência, quanto menos os moradores souberem como lidar e como se adaptar aos riscos de desastres, mais vulnerável ele está.

Neste sentido, é necessário levar em consideração a necessidade de pensar em formas de redução ou mitigação destes desastres. Segundo esta concepção, Tominaga, Santoro e Amaral (2012)

destacam o princípio das ações pré-desastre, desastre e pós-desastre (Quadro 01). Segundo os autores, essas etapas correspondem ao esforço de prevenir a ocorrência do desastre, mitigar as perdas, preparar-se para as consequências, alertar, responder as emergências e recuperar-se dos efeitos dos desastres. Estão presentes em três momentos do desastre: antes, durante e depois.

Quadro 01 - Atividades de gerenciamento de riscos e respostas a desastres

<table>
<tr><th>Pré Desastre</th><th>Desastre</th><th>Pós Desastre</th></tr>
<tr><td>Prevenção: ações voltadas a evitar um evento danoso.</td><td rowspan="4">Resposta ao desastre: são atividades que ocorrem no momento do desastre ou logo após. Envolvem ações de assistência aos feridos, resgate dos sobreviventes, evacuação da área, apoio à população afetada, etc.</td><td>Reabilitação: ocorre logo após a situação de emergência, com o restabelecimento de serviços vitais para a comunidade e dos sistemas de abastecimento.</td></tr>
<tr><td>Mitigação: ações que minimizem o impacto do evento danoso.</td><td rowspan="3">Recuperação: ações de reconstrução para reparar os danos causados pelo desastre e apoiar o restabelecimento da rotina da comunidade.</td></tr>
<tr><td>Preparação: estrutura as ações de resposta numa situação de desastre.</td></tr>
<tr><td>Alerta: é o aviso formal de um perigo iminente.</td></tr>
</table>

Fonte: Adaptado de Tominaga, Santoro e Amaral (2012) por Louzeiro, Sales, Mendes e Lima (2018)

Trata-se de Gestão de Risco de Desastres. Segundo o Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres Naturales en América Central - CEPREDENAC (2003), a gestão de risco de desastres é um processo social complexo cujo fim último é a redução ou previsão e controle permanente de riscos na sociedade. Tal processo deve ter seu foco voltado às comunidades considerando a sua percepção, seus valores e sua participação, se desenvolvendo de forma dinâmica e integral, juntamente com os demais atores sociais necessários, podendo garantir assim a redução dos riscos de desastres (CEPED UFSC, 2012).

Segundo Tominaga, Santoro e Amaral (2012) a garantia da RRD depende de dois fatores muito importantes: a primeira trata da avaliação de riscos, onde os problemas são conhecidos, identificados e avaliados (UNDRO, 1991). A segunda se refere à redução de riscos que, segundo Augusto Filho & Virgili (1998) objetiva adotar medidas estruturais e não-estruturais para a redução da magnitude dos eventos perigosos para eliminar ou reduzir as consequências sociais e/ou econômicas.

Um exemplo de medidas estruturais para a redução da magnitude de desastres é a aplicação de gramíneas em encostas urbanizadas e não-urbanizadas (Figura 01). Essa medida auxilia no firmamento da encosta evitando o risco de movimento de massa ou até menos fazendo com que o movimento não aconteça com grande velocidade. O replantio ou manutenção de vegetações ribeirinhas (Figura 02) também é uma importante medida na prevenção de enchentes e enxurradas, amenizando os efeitos desses eventos.

Figura 01: Estabilização de encosta em Rio do Sul - SC. Figura 02: Plantio de mudas em área de mata ciliar em Manaus - AM

Fonte (Figura 01): http://sistemavetiver.blogspot.com/2012/08/sistema-vetiver-utilizado-na.html. Fonte (Figura 02): www.acritica.com

Sendo assim, as formas de reduzir os riscos de desastres perpassam por todas as esferas socias, quer sejam elas políticas, civis, econômicas ou institucionais e afunção de cada uma delas é essencial para que hajam medidas eficazes na RRD em grandes e pequenas escalas. Outro fator se refere ao investimento na informação. Quanto mais informado estão os atores envolvidos na RRD, melhor será o desempenho nas etapas antes, durante e depois do desastre.

4. Funções e Serviços Ecossistêmicos

Os serviços ecossistêmicos (SE) são bens tangíveis e intangíveis produzidos pelos ecossistemas, utilizados pela sociedade em busca do bem-estar social, a exemplo da provisão de alimentos, água potável, atividades de lazer, proteção a desastres naturais e regulação climática, entre outros (COSTANZA et al., 2014).

Essa temática dos SE foi incorporada inicialmente por economistas e ecólogos no final do século XX, principalmente nos debates sobre a sustentabilidade dos ecossistemas para o bem-estar social. Todavia, a partir do início dos anos 2000, a discussão sobre qual a capacidade dos ecossistemas proverem serviços para o bem-estar humano, tornou-se relevante no contexto mundial após a iniciativa das Nações Unidas em elaborar Avaliação Ecossistêmica do Milênio (MEA, 2003).

Nesta perspectiva, De Groot et al. (2002) afirma que a identificação e classificação dos serviços ecossistêmicos fornece uma visão geral das principais funções e produtos atribuídos aos ecossistemas e a suas estruturas ecológicas e processos associados. Para auxiliar na identificação dos SE, estes foram inicialmente divididos em categorias, que englobam as principais finalidades destes: provisão, regulação/suporte e culturais

Salienta-se que inicialmente foram elaboradas várias propostas de classificação para os SE, como as de Dailly (1997), De Groot et al. (2002), MEA (2003), TEEB (2010) e CICES (2010). Há também outros autores que propõe classificações alternativas, como Wallace (2007), Boyd e Banzahf (2007) e Fisher et al. (2009).

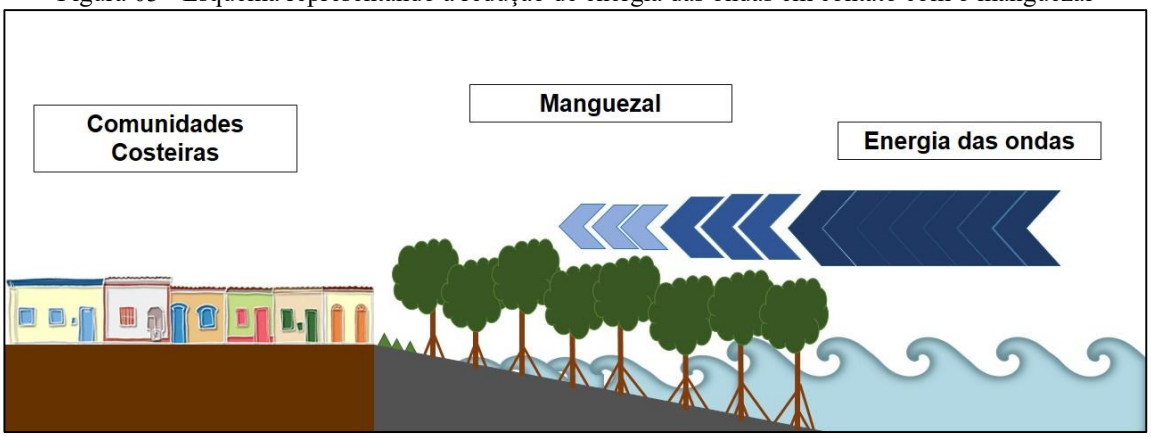
Contudo, alguns autores consideram as funções e processos do ecossistema como Serviços Ecossistêmicos (DAILLY, 1997), enquanto outros atribuem a estas categorias somente os produtos finais consumidos pela sociedade (HAINES-YOUNG; POTSCHIN, 2013). Sendo asssim destaca- se a *Common International Classification Ecosystem Services* - CICES, proposta por geógrafos que elaboraram uma estrutura que pode ser aplicável a diferentes escalas geográficas.

Os serviços de provisão englobam as saídas materiais e energéticas, ou seja, os bens tangíveis que podem ser trocados ou negociados, consumidos ou usados diretamente na fabricação de outros produtos, (provisão de alimentos, madeira, etc.) Os de regulação/manutenção) estão ligados a capacidade dos ecossistemas naturais e seminaturais em regular os sistemas e processos ecológicos essenciais para dar suporte à vida, por exemplo, através da proteção da linha de costa. Já os serviços culturais incluem as saídas não-materiais do ecossistema que têm significado simbólico, cultural ou intelectual - pesquisas cientificas (HAINES-YOUNG, POTSCHIN, 2013).

Alguns autores destacam o ecossistema manguezal como importante prestador de serviços no que se refere a proteção costeira. Barbier et al. (2011) afirma que esse serviço protege populações e

propriedades costeiras de eventos periódicos de tempestades e inundações. Isto porque, alguns estudos (MAZDA et al., 1997; WOLANSKI, 2007; BARBIER et. al., 2008) indicam que o manguezal tem capacidade de atenuar a energia das ondas e assim amenizar a intensidade das ondas que chegam à costa, por conta das barreiras (troncos, raízes, sedimentos) que as ondas vão encontrando no percurso (Figura 03).

Figura 03 - Esquema representando a redução de energia das ondas em contato com o manguezal



Fonte: Adaptado pelos autores a partir de Rabelo *et al* (2018)

Montgomery (2006), Forbes e Broadhead (2007), Alongi (2008) e Cochard et al. (2008), alegam que durante o tsunami no Oceano Índico, algumas áreas estavam mais protegidas que outras, devido a presença do manguezal. Assim a presença deste ecossistema na zona costeira, pode atenuar o impacto provocado por desastres naturais, como perda de vidas, proteção de propriedades, áreas de cultivos e pastagens localizados nas regiões costeiras. Evitando danos econômicos e sociais.

5 Relevância dos Ecossistemas para a Redução de Riscos de Desastres

É muito comum a utilização da engenharia em grandes e pequenas estruturas com a finalidade de conter ou até mesmo na tentativa de suprimir determinados desastres. Essa falsa sensação de segurança é facilmente perceptível em locais inundáveis por rio, mar (Figuras 04 e 05), em locais propensos à movimentos de massa, alagamentos, etc. Em muitos casos, não há medidas preventivas, apenas paliativas para que o problema possa ser momentaneamente resolvido ou amenizado e, posteriormente, as pessoas possam voltar aos seus locais de moradia ou áreas comerciais. Os

investimentos em muros, barricadas, sacos de areia frequentemente renovados, reforços na estrutura dos imóveis são muito maiores do que o investimento em planejamento e, principalmente, gestão do uso do solo, de ambientes costeiros, de manguezais, áreas ribeirinhas, remanescentes da mata atlântica, etc.

Figura 04: Marataízes - ES. Com o avanço natural da maré, o calçadão foi destruído. Figura 05: Atafona - RJ. Sacos de areia usados para contenção da água são retirados pela força do mar.

Fonte da Figura 04: Jornal Fato (2016). Fonte da Figura 05: Notícias O Jornal do Norte Fluminense (2017).

Segundo Renaud, Sudmeier-Rieux e Estrella (2013) os ecossistemas são frequentemente negligenciados na Redução de Riscos de Desastres (RRD) e no planejamento do desenvolvimento. Enquanto a gestão de ecossistemas ainda é vista apenas como valor de conservação (por exemplo, mantendo a biodiversidade), seu papel no contexto de RRD em termos de proteção contra riscos, recuperação e sustentabilidade é freqüentemente ignorado. Isto se dá pois foi somente na última década que o papel dos ecossistemas para a RRD foi considerado seriamente dentro da comunidade de RRD - e também dentro da comunidade de conservação ambiental- como potencialmente contribuindo para mitigação de riscos, segurança de subsistência e resiliência a desastres.

No entanto, em alguns casos, as soluções baseadas em ecossistemas para a RRD são demandadas por governos, contribuintes e países de baixa renda, onde pode haver pouca escolha além de investir em ecossistemas como a solução mais prontamente disponível e eficaz para reduzir fatores de risco. Mesmo assim, soluções de engenharia rígida para redução de riscos, como a construção de diques para proteção contra inundações ou de paredões em áreas propensas a tsunamis e tempestades, muitas vezes permanecem a abordagem de intervenção mais favorecida na RRD (*ibidem*)

Os ecossistemas, naturalmente, ajudam na redução e prevenção dos desastres, agindo de forma eficaz durante e após o evento. Áreas alagadas e florestas riparias tem capacidade tampão ajudando no

controle das enchentes de forma que as raízes e folhas retém a força das águas (Figuras 06), reduz a poluição do ar, do solo e da água, proporcionam também serviços ecossistêmicos de alto valor ecológico, econômico e social no controle dos processos naturais e funcionamento dos ecossistemas. A presença de vegetação em áreas de encostas são estabilizadores naturais para a contenção de movimentos de massa ocasionados através da força da água e da gravidade (Figura 07)

Figura 06: Área inundada em Porto Alegre - MG. Figura 07: Conteção do movimento de massa devido a presença da raiz da árvore (São Luís - MA).

Fonte da Figura 06: http://www.pagina1news.com.br (2017). Fonte da Figura 07: Louzeiro (2018)

Além disso, Renaud, Rieux e Estrella (2013). destacam que os ecossistemas prestam serviços para a redução de riscos e desastres, como é o caso das florestas seculares de proteção na Suiça, ou ainda a presença de manguezais em áreas costeiras que são formas naturais de estabilização e controle de taxas de erosão; proteção da linha de costa, como afirma os estudos de Rabelo et al (2018). A exemplo disso, citamos o caso do Tsunami na Indonésia no ano de 2004, onde pesquisas comprovam que as áreas onde havia mangues foram menos danificadas, pois os manguezais agem com uma barreira protetora, diminuindo a força das águas que invadiram a parte continental do país (Figura 08)

Figura 08: Presença de mangues na costa da Indonésia

Fonte: wrm.org.uy (2013)

Outro serviço prestado pelo ecossitema em relação à RRD, esses ambientes são muito importantes para o suprimento das necessidades pós-desastres devidos aos seus recursos essesnciais para a recuperação, pois evitam a degradação ambiental, impedindo riscos futuros. Os ecossistemas também servem como fontes alternativas de acompanhamento após o acontecimento do desastre (Figuras 09 e 10) em relação à alimentação, combustível, medicamentos, material para abrigo para comunidades e fauna, dentre outras alternativas naturais que o ecossistema pode oferecer.

Figuras 09 e 10: Serviços prestados pelo ecossistema como suporte em situação pós-desastre

Fonte: http://pedrr.org/activities/national-training/ (2013)

Estas relações entre ecossistemas e RRD em geral ainda não são consideradas nos processos mais amplos de planejamento setorial de desenvolvimento com alocações orçamentárias apropriadas. Como resultado, a RRD e, especialmente, o gerenciamento de ecossistemas, são frequentemente marginalizados ou vistos em concorrência direta com outras prioridades de desenvolvimento (ESTRELLA e SAALISMAA, 2013).

6 Considerações Finais

A Geografia é uma ciência holística e de suma importância para a contribuição nas discussões sobre a aplicação da ECO-RRD. Isto se dá devido às características atuais dos estudos geográficos voltados a redução de riscos e desastres e também a identificação e classificação de serviços ecossistêmicos. Sendo assim, é uma ciência que tem por foco considerar tanto questões sociais, econômicas, políticas quanto naturais para compreensão do espaço geográfico.

Compreender os processos e funções da dinâmica natural dos ecossistemas permite que se possa avaliar a forma com que os Serviços Ecossistêmicos atuam sobre a redução de desastres naturais. Através da identificação e classificação dos serviços é possível analisa-los em diferentes focos de abordagem, atingindo as esferas sociais e ambientais. É importante que sejam realizados estudos mais aprofundados nas diferentes categorias de SE (provisão, regulação/manutenção e cultural) relacionando aos diferentes tipos de desastres e ecossistemas, para que as medidas preventivas e mitigadoras sejam mais eficientes.

A correlação entre os ecossistemas e as medidas de redução de riscos de desastres é uma temática recente e que, por hora, vem ganhando espaço nas discussões a nível internacional. Levando em consideração as perspectivas positivas da ECO-RRD é necessário que esta temática comece a ganhar mais espaço a nível nacional, tanto em discussões científicas quanto no que se refere ao desenvolvimento e aplicação de técnicas de gestão de riscos de desastres pautados na contribuição dos ecossistemas.

Agradecimentos

Agradecemos à UFRN, ao PPGe e à CAPES pelo financiamento das bolsas de doutorado com as quais foi fundamental para a realização da pesquisa.

REFERÊNCIAS

AUGUSTO FILHO, O.; VIRGILI, J.C. Estabilidade de Taludes. In: BRITO, S.N.A., OLIVEIRA, A.M.S (Ed.). **Geologia de Engenharia**. 1.ed. São Paulo: ABGE, 1998.

BARBIER, E. B., et al. **Coastal ecosystem-based management with nonlinear ecological functions and values**. Science 319, p 321–323. 2008

BARBIER, E. B.; HACKER, S. D.; KENNEDY, C.; KOCH, E. W.; STIER, A. C.; SILLIMAN, B. R. **The value of estuarine and coastal ecosystem services**. Ecological Monographs, 81(2). p 169-193. 2011.

BOYD, J.W.; BANZHAF, S. **What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units.** Ecological Economics, v. 62, p.616-626, 2007.

COCHARD, R.; RANAMUKHAARACHCHI, S. L.; SHIVAKOTIB G. P.; SHIPIN, O. V.; EDWARDS, P. J.; SEELAND, K. T. **The 2004 tsunami in Aceh and Southern Thailand**: a review on coastal ecosystems, wave hazards and vulnerability. Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics, 10. p 3–40.2008.

COSTANZA, Robert et al. **Changes in the global value of ecosystem services**. Global Environmental Change, v. 26, p. 152–158, 2014.

COSTANZA, R.; D'ARGE, R.; FARBER, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.; LIMBURG, K.; **The value of the world's ecosystem services and natural capital.** Nature, v. 1, p. 3-15, 1997.

DAILY, G. C. Introduction: What are Ecosystem Services? In: Daily, G.C. (Ed.) **Nature's Services:** Societal Dependence on Natural Ecosystems. Island Press, Washington, D.C., 1-10. 1997.

DE GROOT, R. S., WILSON, A. M., & BOUMANS, R. M. **A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services.** Ecological Economics, v. 41, p. 393-408, 2002.

ESTRELLA *et al.* **The Ecosystem-based Disaster Risk Reduction:** Case Study and Exercise Source Book. Partnership for Environment and Disaster Risk Reduction and Center for Natural Resources and Development. PEDRR and CNRD, 2014. Disponível em: http://pedrr.org/pedrr/wp-content/uploads/2013/09/Eco-DRR-case-study-source-book_final.pdf

ESTRELLA, M. e SAALISMAA, N. **Ecosystem-based disaster risk reduction (Eco-DRR**): An overview. In: RENAUD, F. G. UDMEIER-RIEUX, K. ESTRELLA, M. The role of ecosystems in disaster risk reduction. United Nations/University Press, 2013.

FISHER, B.; TURNER, R.K.; MORLING, P. **Defining and classifying ecosystem services for decision making.** Ecological Economics, v.8, p. 643-653, 2009.

FORBES, K.; BROADHEAD, J. **The role of coastal forests in the mitigation of tsunami impacts.** RAP Publication 2007/1. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Regional Office for Asia and the Pacific, Bangkok, Thailand. 2007.

HAINES-YOUNG, R. H.; POTSCHIN, M. B. **Proposal for a common international classification of ecosystem goods and services (CICES) for integrated environmental and economic accounting.** European Environment 67.Agency. 2010. Disponível em: http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/seeaLES/egm/Issue8a.pdf.

LEME MACHADO, P. A**. Direito ambiental brasileiro**. São Paulo: Malheiros Editores, 2001.

LOUZEIRO, A. S.; SALES, C. B.; MENDES, D. L. M. e LIMA, P. H. G. **Risco de movimento de massa**: conceitos, metodologias e aplicações. Anais. IV Simpósio de Geografia Física do Nordeste. Sobral, 2048.

MAZDA, Y.; MAGI, M.; KOGO, M.; Hong, P. N. **Mangroves as a coastal protection from waves in the Tong King Delta, Vietnam.** Mangroves and Salt Marshes, p 127– 135. 1997.

MEA. MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (MEA)**. Ecosystem and Human Well-Being:** A framework for assessment. Washington, D.C.: Island Press. 2003. Disponível em: http://pdf.wri.org/ecosystems_human_wellbeing.pdf. Acesso em: 20/09/2016.

MONTGOMERY, R. D. **The next Sumatera tsunami**: Who will live and who will die?. Asian Affairs 37, p 50–71. 2006

UMBELINO, G. J. M. **Proposta metodológica para a avaliação da população residente em áreas de risco ambiental:** o caso da bacia hidrográfica do Rio da Onça/MG. 2006. Dissertação (Mestrado em Demografia) - CEDEPLAR, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

RABELO, T.O., SANTOS, N. M., COSTA, D. F. S., NASCIMENTO, M. A. L., LIMA, Z. M. C. **A Contribuição da geodiversidade na prestação dos serviços ecossistêmicos do manguezal**. Revista de Geociências do Nordeste, Número Especial, 2018.

RODRIGUES, T. A **Estratégia Internacional de Redução de Desastres**. Notas, Notícias e Recensões - Revista Territorium, Nº 17, Coimbra, Portugal, 2010.

UNITED NATIONS. **Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015 – 2030.** UN World Conference in Sendai, Japan, on March 18, 2015. Disponível em: www.preventionweb.net/.../43291_sendaiframeworkfordrren.pdf

TOMINAGA, L. K; SANTORO, J; AMARAL, R. **Desastres naturais**: conhecer para prevenir. São Paulo: Instituto Geológico, 2009. Disponível em: www.igeologico.sp.gov.br/

TEEB. **The Economics of Ecosystems and Biodiversity:** ecological and economic foundation. Cambridge: Earthscan, 2010.

WALLACE, K. J. **Classification of ecosystem services:** Problems and solutions. Biological Conservation, 39, p 235-246. 2007.

WOLANSKI, E. **Estuarine ecohydrology.** Elsevier, Amsterdam, The Netherlands. 2007. 322p.

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

SIG APLICADO AOS PONTOS DE BARRAGENS NO ESTADO DO PARÁ

Leonardo Sousa dos Santos [(a)], Gláucia Rodrigues Nascimento Medeiros [(b)], Cleison Basto dos Santos [(c)], Orleno Marques da Silva Junior [(d)].

[(a)] Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGEO) da Universidade Federal do Pará (UFPA). Técnico em Defesa Civil do Estado do Pará, leonardodrgeo@gmail.com.

[(b)] Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGEO) da Universidade Federal do Pará (UFPA), glaurn@uol.com.br.

[(c)] Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFPA, Docente de Geografia da rede pública de ensino do Pará, cleisongeo@gmail.com.

[(d)] Doutor em Planejamento Ambiental – Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia - Universidade Federal do Rio de Janeiro – COPPE/UFRJ. orleno@ppe.ufrj.br

Eixo: Risco e desastre naturais

Resumo

No Estado do Pará se localiza a maior província de mineralógica do planeta. A Serra dos Carajás é o segundo maior estado minerador do Brasil, atrás apenas de Minas Gerais. Neste cenário, o Sistema Nacional de Informações Sobre Segurança de Barragens – SNISB oferece dados importantes sobre as barragens no Brasil. Realizou-se uma análise do cadastro consolidado do SNISB. O objetivo construir um panorama da distribuição e concentração das barragens no Pará. As análises foram realizadas levando em consideração as Regiões Hidrográficas (RH) do Estado do Pará. RH do Tocantins-Araguaia, RH do Xingu e RH da Costa Atlântico - Norte que juntas possuem 80% das barragens cadastradas no SNISB. Os resultados poderão ajudar na seleção dos pontos de prevenção, vigilância dos órgãos ambientais e de fiscalização de barragens, assim como, na tomada de decisão sobre as medidas de proteção cabíveis destas áreas prioritárias, que hipotética podem ser atingidas por ruptura de barragem.

Palavras-chave: Desastres, Riscos, Comunidades, Meio Ambiente.

1. Introdução

Em todo o Brasil milhões de pessoas vivem em municípios onde estão localizadas barragens, onde muitas destas, são classificadas como de alto risco e dano

potencial, significando que caso haja um rompimento, a exemplo da barragem de Mariana e Brumadinho (Minas Gerais), acarretará em novos danos socioeconômicos e ambientais catastróficos, provocando mortes, destruições sociais e ambientais irreparáveis e consequentemente prejuízos econômicos.

O levantamento da Agência Nacional de Águas (ANA) possui um relatório nacional com cadastro das barragens em todo território brasileiro, contendo dados sobre os usos principais, categorias de risco, dano potencial associado, responsável pelo empreendimento, órgão fiscalizador, dentre outros. Neste sentido, o Sistema Nacional de Informações sobre a Segurança de Barragens – SNISB, criado pela Lei no 12.334/2010, representa um importantíssimo mecanismo de monitoramento e controle sobre as barragens do Brasil, podendo auxiliar em estudo sobre distribuição espacial, concentração, dentre outros, principalmente sobre as barragens de rejeitos onde no Estado do Pará.

Segundo Sucursal p.6, 2019), mais de um quinto da população paraense vive sobre área de risco. Neste contexto, as geotecnologias tornam-se mais uma vez uma importante tecnologia com potencial para estudo sobre questões fundamentais, como as questões sobre as barragens, principalmente porque os dados do SNISB apresentam o componente espacial, pois, envolve interações em múltiplas escalas, afirma Fuschita (2017, p.10). Ainda segundo o autor, a utilização das geotecnologias, em especial do Sistema de Informações Geográficas (SIG) deve facilitar o processo de planejamento e gerenciamento, coordenação e execução de tarefas que envolvem análise dos dados espaciais.

Dentro deste enfoque, torna-se necessário o conhecimento da série de dados do SNISB para construção de uma série de informações mais completas possíveis, sobre áreas de risco, distribuições espaciais, zonas de concentração que possibilitem subsidiar Grupos de Trabalhos (GT) para posterior Tomada de Decisão. O objetivo deste trabalho é realizar uma análise do cadastro consolidado de informações sobre barragens no

Estado do Pará e reconhecer os pontos de concentrações adotando as Regiões Hidrográficas (RH) como unidade de análise.

2. Materiais e métodos

Realizou-se uma análise do cadastro consolidado de informações do Sistema Nacional de Informações Sobre Segurança de Barragens - SNISB, criado através da Lei no 12.334/2010, que disponibiliza dados sobre barragens em construção, em operação e as desativadas em todo território Nacional. Na segunda fase, realizou-se uma análise dos cadastros do SNISB no Estado do Pará. As análises foram realizadas levando em consideração as Regiões Hidrográficas (RH) do Estado do Pará, visando definir de forma mais direcionada um panorama da distribuição e concentração das barragens no Pará. Construiu-se um Banco de Dados Geográficos (BDG) através do Sistema de Informação Geográfica (SIG), QGis 2.18 licenciado pela General Public License (GNU) e posteriormente elaborou-se tabelas e mapas da concentração de pontos de barragens no Estado do Pará. O BDG facilitou o acesso, a manipulação, a atualização e a sobreposição das informações espaciais do SNISB. Por fim, realizou-se reunião com os Técnicos da Defesa Civil da Divisão de Operações (DivOp) e Divisão de Apoio Comunitário (DAC) para entendimento sobre os riscos associados e medidas preventivas a serem tomadas pela Coordenadoria Estadual de Defesa Civil – CEDEC.

3. Resultados

Segundo os dados do SNISB, o Estado do Pará possuía até 2018 262 barragens, na RH do Tocantins – Araguaia, concentra-se a maior parte dessas construções, possuindo 101 barragens, correspondendo a 38,5% do total, em seguida a RH da Costa Atlântico, possui 57 barragens, correspondendo a 21,8%, em terceiro lugar a RH Xingu, possuindo 52 barragens, correspondendo 19,8%, em quarto encontra-se a RH Calha Norte, possuindo 34 barragens, correspondendo a 13%, em quinto a RH Tapajós,

possuindo 14 barragens, correspondendo a 5,3%, em sexto a RH Baixo Amazonas, contendo 3 barragens, equivalente a 1,1% e por último a RH Porte – Marajó, correspondendo 0,4% do total de barragens, conforme a Tabela 01.

Tabela 1 – Barragens por Regiões Hidrográficas

Região Hidrográfica (RH)	Quantidade	%
Tocantins – Araguaia	**101**	**38,5**
Costa Atlântico	57	21,8
Xingu	52	19,8
Calha Norte	34	13,0
Tapajós	14	5,3
Baixo Amazonas	3	1,1
Porte – Marajó	1	0,4
Total	**262**	**100,0**

Fonte: SNISB, 2018.

Ainda de acordo com a Tabela 01, o somatório das RH da Costa Atlântico e RH Xingu chegam a 41% das barragens construídas no Pará. Das barragens existentes, 151 encontram-se em operação, 17 encontram-se inativas, 9 em construção, 5 em fase de projeto e 80 não possuem informações na plataforma do SNISB. No leste do Estado do Pará (RH da Costa Atlântico e RH do Tocantins – Araguaia) existem 140 barragens, sendo os maiores usos as de contenções de rejeito de mineração (62 unidades), 6 para contenção de resíduos industriais, 9 de hidrelétricas, 14 de uso industrial e 24 sendo utilizadas para irrigações.

Na Figura 1 observa-se a distribuição espacial das barragens do Estado do Pará cadastradas no SNISB, com destaque para RH do Tocantins-Araguaia, RH do Xingu e RH da Costa Atlântico - Norte que juntas possuem 80% das barragens cadastradas no SNISB. Os pontos verdes ilustram a distribuição das barragens em operação, sendo 98 unidades (37%) de uso para contenção de rejeitos de mineração.

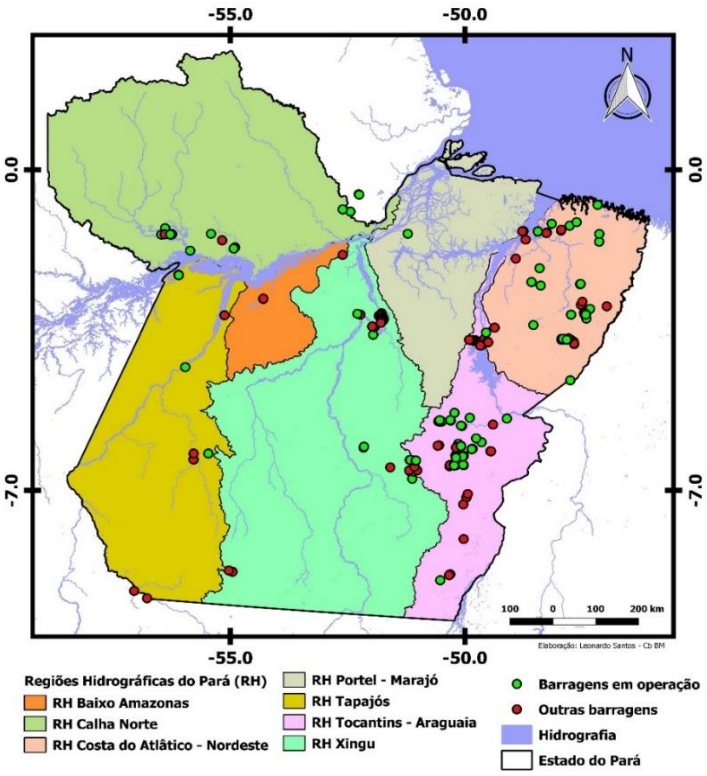


Figura 1 – Distribuição das barragens por Região Hidrográfica.
Fonte: Autores, 2019.

No Pará as barragens para Contenção de rejeitos de mineração representam 41,2% (123) do total cadastrado no SNISB, seguido das hidrelétricas com 54 unidades construídas, correspondendo a 20% do total. Na Tabela 2 identifica-se os principais tipos de barragens que foram cadastradas de acordo com seu uso no Pará. As barragens constituídas por solo (Terra) totalizam 71 construções. Das barragens construídas através de um maciço formado por fragmentos de rocha compactados em camadas somam 54 unidades (20,6%). 20% das hidrelétricas no Pará são do tipo Barragem de enroscamento. De acordo com SNISB, 49,2% (129) das barragens do Pará estão sem informação sobre material de construção.

Tabela 2 - Principais usos das barragens no Estado do Pará

Uso Principal	Quantidade	%
Abastecimento de água	4	1,5
Combate às secas	1	0,4
Contenção de rejeitos de mineração	**108**	**41,2**
Contenção de resíduos industriais	15	5,7
Dessedentação animal	3	1,1
Hidrelétrica	**54**	**20,6**
Industrial	20	7,6
Irrigação	31	11,8
Proteção do meio ambiente	1	0,4
Recreação	8	3,1
Regularização de vazões	15	5,7
Sem Informação	2	0,8
Total	**262**	**100,0**

Fonte: SNISB, 2018.

Conforme o SNISB, na Tabela 03, é possível analisar que a barragem tipo "terra" foi a mais utilizada em diferentes usos, em especial, na contenção de resíduos industriais e na irrigação. Em segundo lugar, encontra-se a contenção de rejeitos da mineração, onde de acordo com a Tabela 03, não foi observado o tipo de material utilizado em suas construções.

No Pará, segundo os dados do SNISB, 127 estruturas, cerca de 48% das barragens, que impedem o fluxo de água ou de materiais sólidos, não possuem Planos de Ação de Emergência (PAE), e 86 estruturas, cerca de 32% delas, detalharam os procedimentos e ações que buscam melhorar a comunicação interna e externa por meio de respostas eficazes às situações de emergência, definidos no PAE. A empresa VALE, por exemplo, é proprietária de 60 barragens, o que corresponde a 22% do total das estruturas que impedem o fluxo de água ou de materiais sólidos. A empresa Norte Energia S.A. possui 33 barragens cadastradas, a Mineração Rio do Norte S/A possui 25 barragens, a Centrais Elétricas do Norte do Brasil S/A, PAGRISA Para Pastoril, Agrícola S e Imerys, Rio Capim Caulim possuem em média 10 barragens cada uma no Pará. Na Tabela abaixo observa-se os usos das barragens e tipo de materiais utilizados em suas construções.

Tabela 3 – Uso principal e tipo de material de construção das barragens no Pará.

	Tipo de Construção					
Uso Principal	**Terra**	**Enroscamento**	**Concreto**	**Sem informação**	**Outros**	**Total**
Abastecimento de água	03	01				04
Combate às secas			01			01
Contenção de rejeitos de mineração				**08**		**08**
Contenção de resíduos industriais	**04**			**01**		**05**
Dessedentação animal				03		03
Hidrelétrica		**03**	01			04
Industrial	**03**			**06**	**01**	**0**
Irrigação	**07**			**04**		**01**
Proteção do meio ambiente	01					01
Recreação	06		02			08
Regularização de vazões	07		02	06		05
Sem Informação			01	01		02
Total	**31**	**04**	**07**	**29**	**01**	**42**

Fonte: SNISB, 2018.

Analisando a concentração dos pontos de barragens no Estado identificou-se quatro Zonas de Concentração de Barragens (ZCB). A primeira Zona de Concentração de Barragens (ZCB-1) fica localizada no extremo leste do Pará, sobre a RH do Tocantins - Araguaia com 86 barragens em uma área total de 71.992,85 km² sobre os municípios de Água Azul do Norte, Bom Jesus do Tocantins, Canaã dos Carajás, Curionópolis, Eldorado do Carajás, Itupiranga, Marabá, Nova Ipixuna, Parauapebas, Piçarra, Rio Maria, São Domingos do Araguaia, São Geraldo do Araguaia, São João do Araguaia, Sapucaia e Xinguara.

A ZCB-2 e ZCB-3 possuem 36 barragens cada, tendo a primeira uma área de 35.077,82 km² e a segunda 33.315,21km². Por fim, a ZCB-4 com 31 barragens em uma área de 25.873,31km². Sobre a ZCB-2 estão os municípios de Altamira, Anapú, Brasil Novo, Pacajá, Portel, Porto de Moz, Senador José Porfírio e Vitória do Xingu. Os municípios sobre a ZCB-3 são Ananindeua, Barcarena, Belém, Benevides, Inhangapi,

Ipixuna do Pará, Marituba, Paragominas, Santa Bárbara do Pará, Santa Izabel do Pará e Ulianópolis. Já na ZCB-4 toca os municípios de Alenquer, Curuá, Faro, Juruti, Óbidos Oriximiná e Terra Santa. Vitória do Xingu é o município que possui a maior quantidade de barragens cadastradas no Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens – SNISB, sendo todas Hidrelétricas. Em Parauapebas das 29 cadastradas, 13 são usadas para contenção de rejeitos de mineração. Em Oriximiná, 25 barragens são de contenção de rejeitos de mineração e 1 barragem industrial. Em Canaã dos Carajás, 23 são também para contenção de rejeitos de mineração, conforme Figura 2.

Na Tabela 4, identifica-se os municípios com os maiores números de barragens cadastradas no SNISB. A Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMAS), possui como competência a fiscalização de 99 barragens no Estado do Pará. A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) fiscaliza 54 barragens. Por fim a Agência Nacional de Mineração (ANM) deve fiscalizar 108 barragens.

Tabela 4 – Municípios com os maiores números de Barragens.

Municípios	Barragens	Municípios	Barragens
Vitória do Xingu	30	**Tucuruí**	12
Oriximiná	26	**São Félix do Xingu**	12
Canaã dos Carajás	26	**Ulianópolis**	10
Parauapebas	19	**Itaituba**	8
Paragominas	10	**Altamira**	7
Marabá	14	**Ponta de Pedras**	5

Fonte: SNISB, 2018.

Ainda de acordo com a Figura 2, estão disponibilizadas geograficamente a disposição das quatros Zonas de Concentração de Barragens (ZCB) no Estado do Pará. De acordo com a Figura, destaca-se a ZCB-1 sobre mais de 15 municípios da RH do Tocantins-Araguaia. Nesta zona já ocorreu rompimento de barragens devido às fortes chuvas que provocou o aumento súbito do volume de rios e igarapés da região em especial do Rio Uraim e Igarapé de Paragominas, que cruza o município no sentido sudoeste – nordeste.

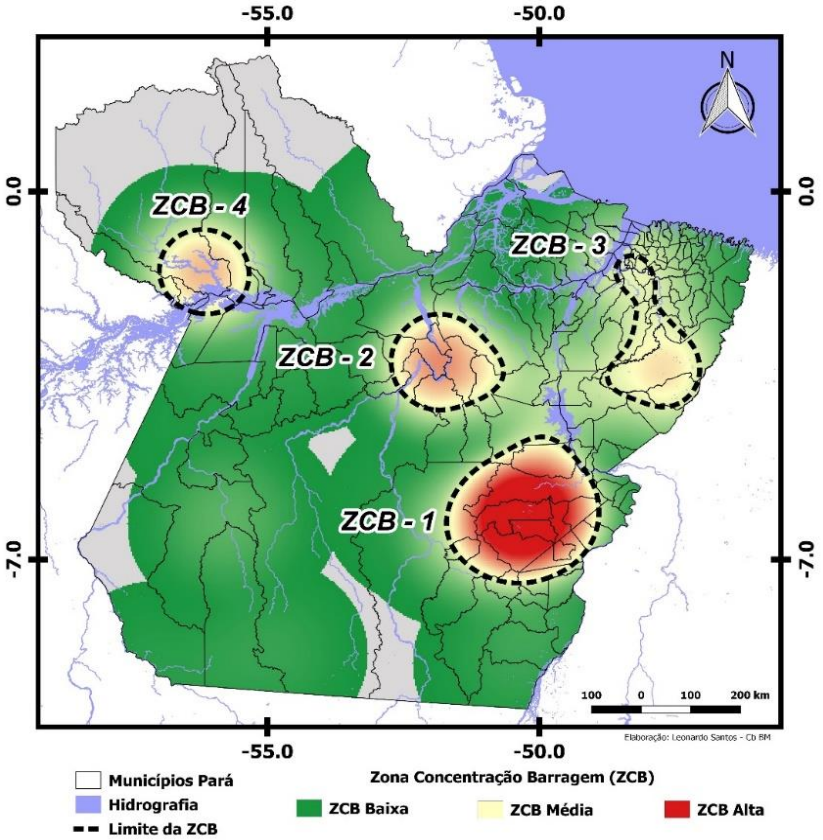


Figura 2 – Zonas de Concentrações de Barragens no Estado do Pará.
Fonte: Autores, 2019.

Segundo relatório da defesa civil estadual, o rompimento das barragens provocou o fenômeno de enxurrada que danificou mais de 105 moradias, destruindo completamente 35. Com aumento da rede de drenagem, 20 bairros do município foram tomados pelas águas, atingindo 2.296 pessoas diretamente, 8.457 indiretamente e dois óbitos, segundo a Defesa Civil Estadual (Figura 3). A CEDEC contabilizou-se que a área tomada pela enxurrada chegou a mais de 3,41 km². Outro problema advindo das intensas chuvas na região foram as interrupções parcial ou total do tráfego em estradas e vicinais na área urbana e/ou rural, onde veículos de pequeno a grande porte que ficam impedidos

trafegar, além do entupimento de bueiros, além de provocar a abertura de crateras e valões nas ruas e vicinais (Figura 3), ocasionado o isolamento de alguns bairros.

Figura 3: Situação de Emergência de enxurrada no município de Paragominas.
Fonte: CEDEC, 2018.

Tais problemáticas ocorridas em abril de 2018, ocasionaram danos socioeconômicos e ambientais advindos do rompimento de barragens em Paragominas, além de ter deixado comunidades isoladas, levou pessoas a morte, forçando o município de Paragominas a decretar situação de calamidade pública, conforme informações da própria Prefeitura. Além desse desastre, um pouco antes, em fevereiro de 2018, o estado do Pará, testemunhou o vazamento de barragens de rejeito em Barcarena, impactando negativamente, moradores do entorno da planta industrial.

Em novembro de 2015, Minas Gerais foi surpreendida com o rompimento da barragem de rejeito da empresa Samarco em Mariana, Minas Gerais, ceifando a vida de pessoas e causando um desastre ambiental sem precedentes no Rio Doce, comprometendo a subsistências de pescadores que utilizavam o rio, como fontes de seu sustento (Almeida et al., 2016; ANA, 2016; Gomes et al., 2017; Almeida et al., 2018; Queiroz et al., 2018; Rudorff et al., 2018). Por último a barragem de rejeito de Brumadinho, também em Minas Gerais, desvelando a vulnerabilidade das estruturas de barragens utilizadas no Brasil, em especial, na Amazônia Paraense, por possuir as maiores plantas industriais de mineração do mundo.

4. Considerações Finais

No Pará é comum encontrar comunidades inteiras vivendo próximas a grande barragens, mas especificamente sobre as inundações das barragens destinadas ao acumulo de água para quaisquer usos ou disposição final ou temporária de rejeitos ou resíduos industriais. Neste sentido, o cenário apresentado reforça a necessidade sobre a existência de um monitoramento contínuo e eficiente, agregados ao controle e fiscalizações eficazes, bem como, melhorar e explicitar a legislação e os atos normativos para instalação e monitoramento de barragens, abrangendo também a mitigação de desastres socioambientais e econômicos dos territórios impactados advindos de barragens independente de sua natureza. Os resultados encontrados poderão ajudar na seleção dos pontos de prevenção, vigilância dos órgãos ambientais e de fiscalização de barragens, assim como, na tomada de decisão sobre as medidas de proteção cabíveis destas áreas prioritárias, através de visitas em campo ao longo das áreas potencialmente atingidas ou eminentes pela hipotética de ruptura das barragens da região ou com risco potencial de ser atingida.

Por fim, sugere-se refinar esse estudo, confrontando os dados do Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens com banco de dados da Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Pará (SEMAS), bem como, com o banco de dados do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) que permitirá a definição sobre o quantitativo real das barragens existentes no Pará, mensurando de forma objetiva quais barragens possuem um maior grau de risco, visando uma fiscalização contínua, afim de detectar possíveis anomalias, deficiências operacionais dos elementos que compõem a estrutura das barragens e os dados potenciais associados.

4. Referências Bibliográficas

SUCURSAL, T. H. Barragens no Pará, **O Liberal**, Belém, 3 fev. 2019, Caderno Especial, p.6, 03 fev. 2019.

DE CASTRO, E; MOURA, E; MAIA, M. **Industrialização e grandes projetos: desorganização e reorganização do espaço**. Editora Universitária UFPA, 1995.

LEI Nº 12.334, de 20 de setembro de 2010.

Fuschita, A. T. **Geotecnologia Aplicada A Conservação da Biodiversidade** / Angela Terumi, José Edurado dos Santos. – São Carlos: EdUFSCar, 2017. 66 p. – (Série Apontamento).

SNISB. 2018. Sistema Nacional de Informações de Segurança de Barragens (SNISB). Disponível em: http://www.snisb.gov.br/portal/snisb/mapas-tematicos-e-relatorios/tema-1-1. Acesso em: 25 jan. 2019.

ALMEIDA, C.; OLIVEIRA, A.; PACHECO, A.; LOPES, R.; NEVES, A. QUEIROZ, M. Characterization and evaluation of sorption potential of the iron mine waste after Samarco dam disaster in Doce River basin – Brazil. **Chemosphere** 209: 411-420, 2018.

ALMEIDA, M.; MENDES, R.; AMORIM, F.; CIRANO, M.; DIAS, J. Fundão Dam collapse: Oceanic dispersion of River Doce after the greatest Brazilian environmental accident. **Marine Pollution Bulletin** 112 (1-2): 359-364, 2016.

ANA. Encarte Especial sobre a Bacia do Rio Doce. **Conjuntura recursos hídricos no Brasil: Rompimento da barragem em Mariana/MG**. 50 p. Brasília, 2016.

GOMES, E.; CORREA, L.; SÁ, F.; RODRIGUES NETO, R.; BERNARDINO, A. 2017. The impacts of the Samarco mine tailing spill on the Rio Doce estuary, Eastern Brazil. **Marine Pollution Bulletin** 120 (1–2): 28-36.

QUEIROZ, H.; NÓBREGA, G.; FERREIRA, T.; ALMEIDA, L.; ROMERO, T.; SANTAELLA, S.; BERNARDINO, A.; OTERO, X. 2018. The Samarco mine tailing disaster: A possible time-bomb for heavy metals contamination? **Science of the Total Environment** 637 -638: 498-506.

RUDORFF, N.; RUDORFF, C.; KAMPEL, M.; ORTIZ, G. Remote sensing monitoring of the impact of a major mining wastewater disaster on the turbidity of the Doce River plume off the eastern Brazilian coast. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, 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

SUSCEPTIBILIDADE A DESLIZAMENTOS EM SALVADOR-BA

Jilvana Ferreira da Silva Souza[(a)], Laís Fagundes Jesus Silva[(b)], Grace Bungenstab Alves [(c)]

[(a)] Departamento de Geografia, Universidade Federal da Bahia, Email: jil.ferreira@hotmail.com

[(b)] Departamento de Geografia, Universidade Federal da Bahia, Email: laaiis.silva@hotmail.com

[(c)] Departamento de Geografia, Universidade Federal da Bahia, Email: gracebalves@gmail.com

Eixo: Riscos e desastres

Resumo

Os movimentos de massa são uma realidade no cenário brasileiro, ocasionando diversos problemas socioambientais. O município de Salvador, no estado da Bahia, possui expressivas ocorrências de deslizamentos que afetam dezenas de pessoas todos os anos. Este trabalho analisa as características geológicas, pedológicas e geomorfológicas do município no intuito de apontar a suscetibilidade de ocorrências de movimentos de deslizamentos. Para isso foram utilizadas as bases cartográficas de geologia, pedologia, geomorfologia e foram produzidos os mapas de declividade e hipsometria. A partir disso, os resultados mostram a maior susceptibilidade de deslizamentos associadas às falhas geológicas e contatos litológicos .

Palavras chave: desastres naturais, movimento de massa, Nordeste.

1. Introdução

O número de pessoas afetadas por deslizamentos e inundações tem aumentado nas últimas décadas em todo o Brasil, a criação de estratégias e políticas públicas se intensificado na última década, no entanto, avaliações recentes mostram que a política de prevenção de eventos catastróficos tem definhado no país. Os eventos deslizamentos atingem quase toda fachada atlântica brasileira e estão relacionados às características socioambientais próprias desta paisagem. O estudo da paisagem permite entender de forma integrada às condições naturais e sociais destes espaços, no tempo. Os movimentos

de massa são fenômenos naturais que podem fazer parte dos processos de evolução da paisagem, mas os riscos associados a estes são determinados quando há impactos para a população (VEYRET, 2007).

A paisagem é resultado das relações de troca de matéria e energia em um espaço ao longo do tempo. Ela é uma categoria da Geografia que permite uma análise integradora entre os aspectos sociais e naturais abrigando, assim, diversas escalas temporais e espaciais (NAKASHIMA et al. 2017). O ser humano é um componente considerável no estudo da paisagem, ele interfere e produz paisagens, alterando o equilíbrio dessa natureza que não é estática (ROSS, 2007). Esse, não é um ser universal, considerando que o meio técnico científico informacional no qual ele está inserido e sua posição dentro da lógica capitalista poderão determinar em qual medida os elementos naturais serão interferidos.

Dentre os componentes da paisagem, as rochas, os solos e os processos de constituição do relevo estão intimamente interligados e são interdependentes, evoluindo conjuntamente no tempo e espaço (NAKASHIMA et al. 2017). A relação entre esses elementos na paisagem, discutida neste artigo no contexto soteropolitano, permite identificar o grau de propensão natural, isso é, a suscetibilidade à ocorrência de eventos de deslizamentos no município de Salvador.

Os deslizamentos são definidos por Suguio (2003) como fenômenos naturais de transporte de sedimentos, cuja velocidade e intensidade estão sujeitas a atuação gravitacional. O material transportado, conforme afirma Tominaga (2009), pode ainda receber contribuição de outros agentes de transporte, como a água, reduzindo a resistência de cisalhamento dos solos e materiais da vertente. Para Selby (1993, apud GUERRA & JORGE, 2013, p.13) o deslizamento representa o desgaste dos solos, submetido à influência gravitacional, sem necessariamente ocorrer a ação direta da água. Todavia, assim como afirma Tominaga (2009), este agente pode reduzir a resistência ao cisalhamento, tornando o comportamento do material mais plástico e fluido aumentando o potencial do impacto dos eventos.

Hart (1986, apud GUERRA & JORGE, 2013, p 13) apresenta os movimentos de massa como o resultado do rompimento da força de cisalhamento nas encostas, ocasionada pela gravidade, peso do material e água no solo. O autor classifica os movimentos de massa em: fluxos, deslizamentos, quedas ou ainda rastejamentos (movimentos mais lentos). Os deslizamentos de massa consistem em uma rápida transferência de uma porção do terreno, devido à ação gravitacional, para além da área do talude ou da vertente (TOMINAGA, 2009). São mecanismos naturais da dinâmica externa da superfície terrestre, responsáveis pela modelação da paisagem. Os escorregamentos, por sua vez, são movimentos rápidos, com plano de ruptura definido, ocasionado pela ação de um fator preponderante para o rompimento da

estabilidade, seja este pedológico, geomorfológico e/ou geológico (FERNANDES & AMARAL, 1996).

O estudo da suscetibilidade permite avaliar a tendência natural para ocorrência desses movimentos. Pois, as características naturais interferem e/ou determinam os eventos de deslizamentos, como o tipo de material geológico, a presença ou não de fraturamento, o grau de coesão ou estratificação dos sedimentos dos solos, capacidade de agregação das partículas, a permeabilidade e a morfologia dos sedimentos, a forma e a declividade do relevo. Essas características são elementos essenciais e primários na análise de movimentos de massa e dos possíveis riscos inerentes, quando afetos à uma população humana. Assim, a origem desses riscos está pautada na interação de uma força natural deflagradora de um perigo com o espaço, submetido a um sistema potencialmente vulnerável a esta força, ou seja, susceptível (OLIMPIO & ZANELLA, 2017).

Conforme Tominaga (2009), o perigo pode ser entendido como fenômenos, eventos ou atividades, potencialmente danosos, que podem gerar perdas humanas, materiais ou ambientais. Os desastres naturais são a materialização do perigo em um determinado espaço. Eles são a ação dos eventos ou fenômenos extremos sobre um sistema social, promovendo danos e prejuízos que ultrapassam o limite comportado (MARCELINO, 2008). Ressalta-se, deste modo, que a gestão dos riscos ocorrem essencialmente na esfera política (VEYRET, 2007). Dessa forma, o estudo da suscetibilidade compõe esta gestão porque através dele é possível estabelecer prognósticos, identificando e calculando os possíveis riscos e evitando assim, que os riscos se consolidem como desastres naturais causando danos ambientais e/ou sociais (DEFESA CIVIL, 1998).

A fachada atlântica do país concentra os eventos de deslizamentos, nela há maior densidade populacional, distribuídas grandes cidades com altos índices de desigualdade social, intensificando assim os riscos desses movimentos. Dentre estas grandes cidades, destaca-se Salvador, quarta maior cidade brasileira, com uma população estimada de 2.857.329 habitantes (IBGE, 2018), com cerca de 45,5% habitando áreas de riscos (IBGE, 2018a). Sua população é majoritariamente negra, com baixo grau de escolarização, vivendo em condições de vulnerabilidade social. Além disso, Salvador possui graves problemas de planejamento urbano e condições favoráveis ao aumento do risco aos eventos de deslizamentos.

Consideramos que é urgente entender as características dos riscos aos eventos de deslizamentos em Salvador, de modo a permitir um melhor entendimento da susceptibilidade aos eventos, da vulnerabilidade social das áreas mais susceptíveis e a relação entre estas duas variáveis para

compreender o risco à ocorrência destes. Para tanto, é preciso entender a recorrência destes eventos e correlacioná-los com as características ambientais, estes dados podem servir para propor medidas de mitigação. Sabemos que Salvador possui condições favoráveis aos movimentos, mas é necessário entender quais são as características que servem de gatilho, por isso optamos em apresentar neste a dimensão da suscetibilidade, visando contribuir com as políticas públicas para a prevenção dos eventos, e posteriormente em outros trabalhos, a discussão das áreas de riscos, pois os diversos problemas sociais que contribuem para elevação do risco necessitam de uma análise aprofundada. Com base nisso, propomos a análise das características geológicas, pedológicas e geomorfológicas do município de Salvador, de maneira crítica, indicando qual a contribuição de cada variável para a ocorrência dos eventos, contribuindo assim para a análise da susceptibilidade de ocorrências de movimentos de deslizamentos no referido município.

2. Materiais e Métodos

O presente trabalho tem como base a revisão bibliográfica dos conceitos; leitura de estudos anteriores sobre a área; estudos de trabalhos semelhantes; análise de manuais técnicos, como o manual do Plano de Encostas do Município de Salvador (PDE, 2004); consulta de bases cartográficas da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) e do Instituto de Geografia e Estatística (IBGE) em escalas de 1:150.000, 1:100.000 e 1:250.000. Os mapas de declividade e hipsometria foram construídos a partir da imagem de satélite ALOS PALSAR, resolução 12m. Com a imagem foram criados perfis de elevação e deles foram extraídos os valores de altitude recorrentes para delimitação das classes representativas do relevo da área. A partir da imagem foi gerada uma grade tin que permitiu gerar os mapas hipsométrico e de declividade no programa ArcGIS 10.4.1.

3. Resultados e Discussões

Os impactos do clima sob o espaço urbano de Salvador podem ser percebidos de maneiras distintas a depender das características físicas e sociais das áreas urbanas em que se manifestam. As características gerais de Salvador indicam que uma baixa complexidade geológica, com o afloramento do escudo cristalino nas porções centrais e sudeste, e recobrimento deste nas porções Noroeste e Leste por sedimentos que variam de Cretáceos à Quaternários. A geomorfologia não apresenta grandes

altitudes como é comum na Serra do Mar presente na região sudeste, chegando em algumas ilhas de Salvador ao máximo de 350 m de altitude, enquanto que nas áreas que se concentra a cidade de Salvador, as altitudes não ultrapassam 110 m, onde as condições mais favoráveis à ocorrência dos eventos de deslizamentos estão relacionadas às características de declividade. Com relação aos solos, falta um detalhamento maior deste elemento para conclusões mais assertivas. Na sequência apresentaremos as características naturais de Salvador de maneira mais detalhada.

Conforme Figura 1, a cidade está inserida no bloco Salvador-Esplanada sendo recoberta por rochas da Bacia do Recôncavo, pelo Grupo Barreiras e pelos Depósitos Sedimentares Quaternários. Segundo Souza (2013), o bloco Salvador-Esplanada data do Paleoproterozoico e resulta da colisão das placas continentais Gavião, Jequié, Itabuna-Salvador-Curaçá e Serrinha que compõem o Cráton São Francisco. Esses blocos ao colidirem formaram o Orógeno Itabuna-Salvador-Curaçá que está em nível profundo de erosão. O bloco, ou cinturão Salvador-Esplanada, é uma subdivisão deste orógeno e, por isso, possui rochas altamente deformadas e fraturadas (SOUZA, 2013). Podemos observar que uma grande extensão do centro geográfico da cidade é limitada pelas falhas Salvador e Iguatemi, onde o bloco cristalino encontra-se descoberto (CPRM, 2015).

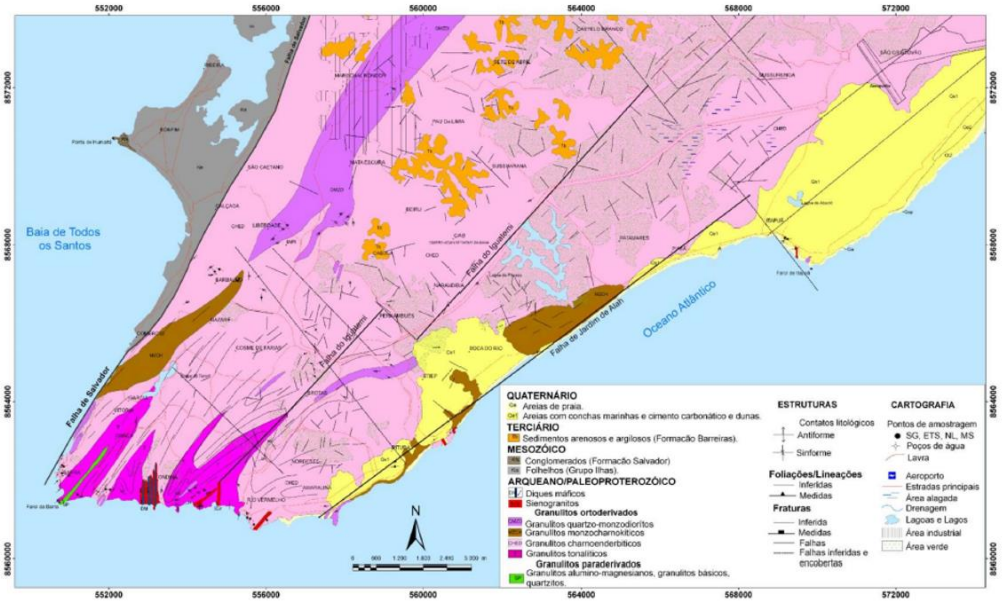


Figura 1-Mapa geológico simplificado, Salvador-BA. Fonte: Souza, 2013.

Segundo Barbosa et al. (2005), as rochas predominantes são os granulitos e as fáceis de anfibolitos. Estudos mais recentes detalham a presença de granulitos ortoderivados e paraderivados

(SOUZA, 2013). Tais rochas estão bastante fraturadas e são extremamente resistentes à ação do intemperismo. As fraturas permitem maior infiltração e retenção de água no material, assim como sua concentração nesse espaço com maior porosidade, aumentando a contribuição para a deflagração de eventos de deslizamentos.

A bacia do Recôncavo integra o sistema de *rift* maior chamado Recôncavo-Tucano-Jatobá abortado durante a abertura do Oceano Atlântico no período Cretáceo (SOUZA, 2013). Em Salvador as rochas dessa bacia estão representadas pela formação Pojuca e pela formação Salvador (SALVADOR, 2004). A formação Pojuca está situada nas ilhas do município e recobrem as rochas cristalinas na porção oeste da cidade, delimitada pela Falha de Salvador. As rochas predominantes são os arenitos, os folhelhos e os siltitos (SALVADOR, 2004).

Os arenitos, os siltitos e os folhelhos são rochas sedimentares detríticas. Os arenitos têm predominância da fração areia, permitindo que o material seja bastante poroso, com boa permeabilidade, podendo apresentar erosão em sulcos e/ou diferencial quando em contato com materiais de diferentes texturas (SCHAEFER, 2013). Os siltitos apresentam maior incidência da fração silte, e estão mais susceptíveis a erosão diferencial devido à disposição em camadas e/ou à presença de diferenças texturais. Os folhelhos são rochas de granulação fina, de argilosa a síltica-argilosa, com estratificações, finamente laminadas. As estratificações facilitam a entrada de água e orientam o fluxo, a maior superfície de contato permite o armazenamento de água que por atuar mais tempo no material causa maior lixiviação dos elementos. Além disso, eles podem ser muito expansivos (SUGUIO, 2003), quando possuem maior quantidade de bases, capazes de gerarem argilas 2:1, criando fissuras e pressões que podem levar à formação de ravinas, voçorocas, escorregamentos.

A Formação Salvador, situada nos limites da falha de Salvador, é composta pelas rochas sedimentares do recôncavo e por conglomerados polimíticos, seixos e matacões do embasamento cristalino (SALVADOR, 2004). Essa formação está em contato com o bloco Salvador-Esplanada, representando um contato discordante (CPRM, 2015). Zonas de contato como esta, levam a diferentes graus de infiltração, favorecendo a erosão, levando à formação de ravinas e voçorocas, queda de blocos e deslizamentos (SCHAEFER, 2013).

O grupo Barreiras recobre o Bloco Salvador em boa parte da porção oeste e centro da cidade. Na literatura não existe consenso em relação a classificação do Barreiras, para alguns ele é uma formação (BARBOSA et al. 2005) (DOMINGUEZ, 2012), grupo (ARAI, 2006). A sua origem, se continental ou

continental/marinha, e o período de deposição também são discutíveis (ALVES et. al 2018). Neste trabalho será utilizado o termo Grupo Barreiras, considerando sua origem marinha e continental formado na Era Cenozoica, durante a variação climática e oscilação global do nível do mar, entre o Mioceno e o Plioceno (ARAI, 2006).

O material do Barreiras é composto por uma sequência de sedimentos arenosos, detríticos, siliciclásticos pouco ou mal consolidados de cores variegadas, apresenta baixa coesão e alta permeabilidade (SALVADOR, 2004), as diferenças de texturas entre os estratos, principalmente, de texturas mais grossas para mais finas, também podem facilitar a deflagração de eventos erosivos.

Os Sedimentos Quaternários estão concentrados na planície costeira da cidade (CPRM, 2015). Eles são modelados pela variação climática e oscilação global do nível do mar e estão sendo retrabalhados desde o Neógeno. São depósitos de origem marinha, fluvial e eólica, e, no geral, são arenosos, areno-argilosos, argilosos não consolidados e apresentam baixa coesão interna e alta permeabilidade (SOUZA, 2013). A baixa coesão entre as partículas favorece os processos erosivos, que não possuem grandes dimensões nestas áreas, exceto a erosão eólica, por conta das fracas declividades existentes.

As unidades geomorfológicas são o Planalto Dissecado, os Tabuleiros Costeiros, a Baixada do Recôncavo e os Sedimentos Quaternários. As três primeiras apresentam eventos de deslizamentos. A unidade predominante é o Planalto Dissecado correspondente ao Bloco Salvador-Esplanada. Possui relevo em forma de morros, colinas e vales, com altitude entre 0m e 85m. Os topos ligeiramente convexos estão entre as altitudes de 12 a 60m, com declives entre 16 e 90%. As encostas se unem aos vales encaixados, elas são convexas, côncavas, retilíneas ou mistas e possuem altitude de 7 a 12m, e declividade de até 8% (SALVADOR, 2004). Essa unidade está sujeita ao escoamento superficial, infiltração, ravinamento, deslizamentos, principalmente em áreas em que ocorre corte de taludes sem drenagem superficial. Nela estão as principais ocorrências de deslizamentos (SALVADOR, 2004).

A unidade Tabuleiros Costeiros está associada aos sedimentos do Grupo Barreiras, apresenta superfície plana, topos retilíneos, altitudes entre 100m e 340m, e declives entre 0 e 10%. Os morros e colinas aplainados, apresentam encostas convexas com declives entre 11 e 70% e vales encaixados (SALVADOR, 2004). Conforme o Plano de Encostas, os principais processos morfodinâmicos estão relacionados ao escoamento superficial, à solifluxão, à infiltração. Destaque para as áreas de contato com as rochas sedimentares em que ocorre instabilidade, formação de sulcos, ravinas, desmoronamento

de alguns topos e encostas.

A unidade Baixada do Recôncavo corresponde aos sedimentos da Bacia do Recôncavo. Apresenta colinas com topos aplainados com declive inferior a 10%, encostas de formas côncavas e convexas, com declividade entre 10 e 45%, e vales abertos (SALVADOR, 2004). Os principais processos atuantes estão relacionados ao escoamento superficial difuso e concentrado, solifluxão. As áreas de Argissolos, sem vegetação, possuem instabilidade alta, formando sulcos, ravinas, voçorocas e deslizamentos.

A unidade geomorfológica dos sedimentos Quaternários está localizada na porção leste da cidade e nas ilhas. São áreas de planícies, terraços, praias e dunas formadas por acumulação fluvial, marinha e eólica ao nível do mar com declividade variando entre 0 a 8%. São áreas sujeitas maior umidade e a atuação do intemperismo químico, levando à concentração de materiais quartzarênicos.

Ao analisar a Figura 2, percebe-se que as áreas situadas no limite da Falha de Salvador, de direção NE/SW (Figura 1), possuem grande incidência de deslizamentos e apresentam declividade alta, variando entre 30% a 90% e altitudes de 28 a 45m. São áreas de encostas íngremes, topos estreitos e vales abertos. A alta declividade, devido à falhas, e as condições de diferentes graus de infiltração, em razão do contato das rochas sedimentares do Recôncavo com as do embasamento cristalino, favorecem à ocorrência dos movimentos de massa.

Observamos também que as áreas nas proximidades da Falha de Salvador, na cidade alta em direção ao sul, apresentam maiores ocorrências em altitudes entre 45 a 65m, em diferentes declividades, sem predominância de uma classe específica, mas relacionadas à zonas de contato entre o Planalto e os Tabuleiros.

A Baixada do Recôncavo, porção oeste-noroeste, também é favorável aos movimentos de massa. Ela apresenta algumas ocorrências concentradas na altitude de 75m, sem predominância de uma classe de declividade específica. Há pontos distribuídos nas altitudes de 28m a 45m com declividade entre 8 a 30%, em área em que predomina o Argissolo Vermelho-Amarelo formado em rochas sedimentares do Recôncavo que estão em contato com as rochas do Bloco Salvador.

Os Tabuleiros Costeiros do Barreiras, porção centro-norte da cidade, apresentam as maiores altitudes, em torno de 75 a 340m. Os eventos de deslizamentos estão concentrados em áreas de encosta com maior declividade, entre 30 a 90%. No Planalto, na porção leste, há alguns pontos dispersos em áreas de altitude entre 0 a 28 m, e declividade entre 8 a 30%.

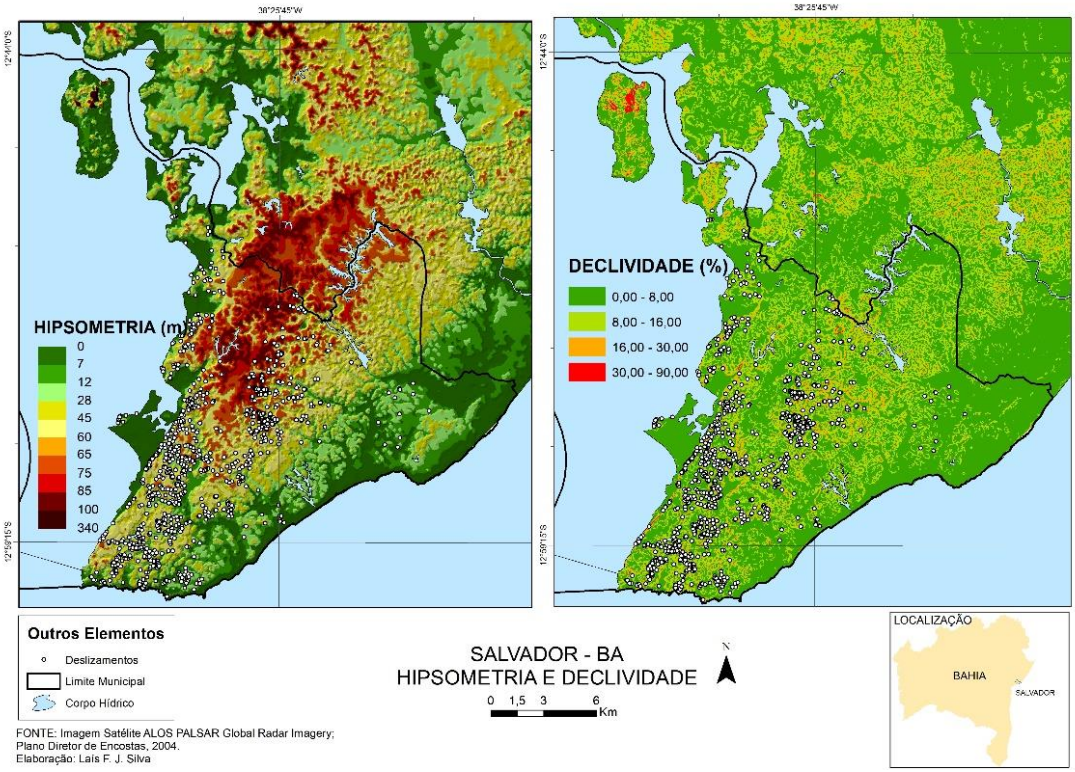


Figura 2-Hipsometria e declividade, Salvador-BA

Em Salvador há três tipos principais de solos principais, os Latossolos, os Argissolos e os Neossolos Quartzarênicos. O Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico é o solo predominante no município, sua boa permeabilidade, drenagem e pouca diferenciação entre os horizontes conferem baixa tendência à erosão e aos eventos de deslizamentos (GUERRA & BOTELHO, 2011). De igual modo, o Latossolo Amarelo Distrófico que está localizado na porção noroeste da cidade, sobre o Barreiras.

O Argissolo Vermelho Amarelo está presente em toda extensão oeste, limitada pela Falha de Salvador, e nas Ilhas do município sobre a Formação Pojuca e Salvador, em áreas que apresentam maiores declividades dos Latossolos. O gradiente textural existente entre os horizontes A e B, evidenciadas pela transição nítida entre os horizontes, leva a diferentes condições de infiltração ao longo do perfil do solo, favorecendo a saturação e o escoamento subsuperficial nessa zona de transição e, consequentemente, o escoamento superficial decorrente da saturação do horizonte A (GUERRA & BOTELHO, 2011).

A Geologia de Salvador é composta expressivamente por rochas em profundo estado de

intemperismo, encontradas em Planaltos dissecados, correspondentes ao bloco Salvador-Esplanada, que afloram na área central da cidade. Acima destas rochas, nesses planaltos, estão às coberturas recentes, compostas pela Formação Barreiras e sedimentos depositados durante as mudanças climáticas que ocorreram durante o Neógeno e Quaternário. Suas unidades geomorfológicas correlativas, os Tabuleiros e Planícies Costeiras, são registros das alterações do clima e mudanças no nível do mar cuja litologia implica na cobertura de Neossolos Quartzarênicos.

A litologia da Formação Salvador e Pojuca, encontrada nas ilhas do município e na porção oeste da cidade, delimitada pela falha de Salvador, implica na baixa estabilidade do relevo, favorecendo a ocorrência de queda e deslizamentos de blocos. Em suas zonas de ocorrência houve a formação de Argissolos. Apesar do grau de desenvolvimento químico e físico desta classe de solo, a permeabilidade varia ao longo do perfil devido à translocação de argila para os horizontes subsequentes, implicando na limitação da infiltração nos horizontes que acabam concentrando a argila que acaba reduzindo ou entupindo os poros, favorecendo, consequentemente, o escoamento subsuperficial no horizonte A, ou superficial em áreas sem cobertura vegetal.

Na porção oeste e centro da cidade o Grupo Barreiras recobre o Bloco Salvador, formando Planaltos com superfície planas e baixa declividade das encostas. O baixo grau de consolidação do Barreiras nestas áreas é um dos fatores que implica nas boas condições de permeabilidade, o que explica a existência dos Latossolos Amarelo Distróficos.

4. Conclusão

A suscetibilidade e aos deslizamentos em Salvador possui estreita relação com a geologia da cidade, cujo os eventos de deslizamentos estão relacionados sobretudo às falhas, que atuam controlando as altitudes, e aos contatos litológicos. Estas características acabam concentrando os deslizamentos em determinadas altitudes, levando à uma fraca correlação com a declividade, pelo menos na resolução e classes avaliadas neste trabalho. Ainda iremos realizar mais tentativas de mapeamentos, buscando resultados mais expressivos, além disso, iremos pesquisar modelos digitais de terreno com maiores resoluções para testarmos em novos mapeamentos.

Estes resultados mostram um avanço no reconhecimento da suscetibilidade à ocorrência de deslizamento e apontam para necessidade de entender mais detalhadamente cada variável que contribui

para a ocorrências destes eventos. Além disso, indicam para a necessidade observações mais detalhadas em campo, assim como entender vulnerabilidade social para entendermos os riscos socioambientais inerentes à esta área.

Acreditamos que os resultados alcançados permitem entender um pouco melhor à ocorrência de deslizamentos em Salvador e, somados às próximas etapas do trabalho, deverão contribuir para ações de prevenção e mitigação da ocorrência de deslizamentos na cidade.

3. Referências Bibliográficas

ARAI, M. A grande elevação eustática do mioceno e sua influência na origem do grupo barreiras. **Geologia USP**. Série Científica, 6(2), 1-6, (2006). Acesso em 5 dez. 2018. Disponível em <http://www.revistas.usp.br/guspsc/article/view/27419>.

ACSELRAD, H. Justiça Ambiental e construção social do risco. **Desenvolvimento e Meio Ambiental**, Curitiba, n. 5, p.49-60, 2002. Jan-jun. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/made/article/viewFile/22116/14480>. Acesso em: 08 fev. 2019.

BARBOSA J.S.F., CORRÊA-GOMES L.C., DOMINGUEZ, J. M. L., CRUZ S. A S.,SOUZA, J.S. 2005. Petrografia e Litogeoquímica das Rochas da Parte Oeste do alto de Salvador, Bahia. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 35, n. 4 - Suplemento, p. 9-22, 2005. Disponível em <http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/rbg/article/view/9397/9893>. Acesso em: 07 fev. 2019.

FERNANDES, N. F.; AMARAL, C. P. **Movimentos de Massa**: Uma Abordagem Geológico-Geomorfológica. In: Guerra, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. Cap. 3, p. 123 – 194.

FLORENZANO, T. G. **Introdução à Geomorfologia**. In: FLORENZANO, T. G. (Ed.). **Geomorfologia**: conceitos e tecnologias atuais. São Paulo: Oficina de textos, 2008. p. 11–30.

GUERRA, A. J.T; BOTELHO, R. G. M. **Erosão dos solos**. In: CUNHA, S. B. da; GUERRA, A. J. T. (Org.). **Geomorfologia do Brasil**. 7. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. Cap. 5. p. 181-220.

GUERRA, A. J. T. & JORGE, M. do C. O. **Erosão de solos e movimentos de massa – recuperação de áreas degradadas com técnicas de bioengenharia e prevenção de acidentes**. In: GUERRA, A. J. T. & JORGE, M. do C. O. **Processos erosivos e recuperação de áreas degradadas**. São Paulo: Oficina de textos, 2013.

IBGE. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais. **Estimativas da população residente com data de referência 1° de julho de 2018**. Disponível em:<ftp://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2018/estimativa_dou_2018_20181019.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2019.

IBGE. CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES

NATURAIS - CEMADEN. **População em áreas de risco no Brasil**. Rio de Janeiro: CEMADEN, 2018a. 91 p. Disponível em <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101589.pdf> Acesso em: 07 fev. 2019.

IBGE. **Mapa Geomorfológico da Folha SD.24 - Salvador**. 2014. Disponível em INDE: <https://www.inde.gov.br/AreaDownload>. Acesso em: 13 fev. 2019.

MARCELINO, E. V. **Desastres Naturais e Geotecnologias**: Conceitos Básicos. Caderno Didático nº1. INPE/CRS, Santa Maria, 2008. Disponível em <http://mtc-m16c.sid.inpe.r/col/sid.inpe.br/mtc m18@80/2008/07.02.16.22/doc/publicacao.pdf>. Acesso em: 13 fev. 2019.

NAKASHIMA, M. R.; ALVES, G. B.; BARREIROS, A. M.; QUEIROZ NETO, J. P. Dos solos a paisagem: Uma discussão teórico metodológica. **Revista da Associação Nacional de Pós Graduação e Pesquisa em Geografia (Anpege)**. v. 13. n. 20. p. 30 – 52. 2017.

OLIMPIO, J. L. & ZANELLA, M. E. Riscos naturais: Conceitos, componentes, relações entre natureza e sociedade. **Revista Ra' e Ga**: O espaço geográfico em análise. Curitiba. v. 40. p. 94 – 109. 2017.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia, ambiente e planejamento**. 8 ed. São Paulo: Contexto, 2008.

SALVADOR (município). Prefeitura Municipal de Salvador. Secretaria Municipal do Saneamento e Infraestrutura Urbana. Coordenadoria de Áreas de Risco Geológico. **Plano Diretor de Encostas - PDE**. Volume Síntese. Salvador, 2004. 48 p

SOUZA, Jailma Santos. **Geologia, metamorfismo e geocronologia de litotipos de Salvador-Bahia.** 2013. 125 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geologia, Geologia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013. Disponível em: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/21518/1/Tese%2520Jailma%2520Souza.pdf>. Acesso em: 07 fev. 2019.

CPRM. **Materiais de construção da Região Metropolitana de Salvador**. 2015. Disponível em GEOSGB: <http://geosgb.cprm.gov.br/>. Acesso em: 13 fev. 2019.

CPRM. **Carta de geodiversidade da folha Salvador**. 2007. Disponível em GEOSGB: <http://geosgb.cprm.gov.br/>. Acesso em: 13 fev. 2019.

SCHAEFER, Carlos Ernesto G. R.. **Bases Físicas da Paisagem Brasileira**: Estrutura Geológica, Relevo e Solos. In: ARAðJO, Adelson Paulo; ALVES, Bruno José RODRIGUES (Ed.). **Tópicos em Ciência do Solo** -. 8. ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2013. Cap. 1. p. 1-69.

SUGUIO, Kenitiro. **Geologia Sedimentar**. São Paulo: Blucher, 2003. 383 p

TOMINAGA, L. K. **Escorregamentos**. In: TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. (Org.). **Desastres naturais**: conhecer para prevenir. São Paulo: Instituto Geológico, 2009.

VEYRET, Y. **Os riscos**: o homem como agressor e vítima do meio ambiente. Trad. Dilson Ferreira. São Paulo: Contexto, 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

USOS E CATEGORIAS DE RISCOS EM BARRAGENS NO RIO PARAGUAÇU NA BAHIA: O CASO DE IBICOARA E MUCUGÊ.

Msc Nilton de Oliviera [(a),] Dr. Antonio Puentes Torres [(b)], Dr. Mário Jorge de Souza Gonçalves [(c)]

(a) Pós-Graduaação em Geografia/Observatório das Àguas da Bahia- OBA/BA, Universidade Federal da Bahia, niltonde@uol.com.br
(b) Pós-Graduaação em Geografia/Observatório das Àguas da Bahia- OBA/BA, Universidade Federal da Bahia, antoniopuentes@hotmail.com.br
(c) Pós-Graduaação em Geografia/Observatório das Àguas da Bahia- OBA/BA, Universidade Federal da Bahia, mariojsg.taboca@hotmail.com

Eixo: Riscos e desastres naturais

Resumo

O presente trabalho tem por base, o Relatório de Segurança de Barragens (RSB) da Agencia Nacional de Águas-ANA, publicado em novembro de 2018. Escolheu-se, nesse relatório, a Bacia Hidrográfica do Rio Paraguaçu – BHRP, no Estado da Bahia, com o objetivo de se avaliar a grande incidência de barragens nos municípios de Ibicoara e Mucugê localizados na porção superior da BHRP. O texto está estruturado com base nos modos de usos e as categorias de riscos das barragens existentes e cadastradas nesses municípios. O modo de uso irrigação predomina dentre as barragens cadastradas nesses municípios, e, quanto às categorias de risco, predomina o risco alto. Essa situação exige cuidados urgentes, tanto da parte dos gestores como dos órgãos responsáveis pela fiscalização no Estado da Bahia.

Palavra chaves: Barragens, Ibicoara, Mucugê, Risco, Usos.

1. Introdução

O crescente aumento do consumo de água para as diferentes necessidades: consumo humano, irrigação, recreação etc. é uma realidade que tem permeado debates em diferentes instancias, governos, instituições de pesquisas, sociedade civil organizada, e outros segmentos, há décadas. A escassez desse recurso tem resultado em diferentes modos de armazenamento. Uma das práticas mais comuns utilizadas dentre os povos com a finalidade de armazenar água visando atender às prioridades básicas, sobretudo, em períodos de falta de chuva, época de secas é a construção de barragens.

Construir barragens é uma ação causadora de riscos, daí, a necessidade de ser regulamentada por lei. O não cumprimento das exigências legais relacionadas às medidas de segurança em barragens pode resultar em penalidades aos infratores. Apesar de se estar de acordo com o seguinte entendimento: "A existência de normas ou de regras não significa que elas sejam aplicadas, aplicáveis ou eficazes" (VEIRET, 2007, p. 105).

As barragens nem sempre são construídas com a finalidade de abastecimento humano. Existem outras finalidades, por meio das quais, barragens são construídas: regulamentação de vazão de rios para controle de cheias e alagamentos em cidades e/ou povoados ribeirinhos; recreação; armazenamento de "lixo", nesse caso as barragens construídas para armazenar resíduos de mineradoras. Porém, a grande maioria das barragens tem a finalidade de irrigação em diferentes projetos agropecuários.

Quanto às categorias de riscos, as barragens são classificadas em três modalidades distintas: alto, médio e baixo. Os critérios para essa definição se encontram em leis especificas. Um dos critérios a ser observado na definição da categoria de risco é a capacidade em ocasionar perdas de vidas humanas.

No que se refere à segurança em barragens, na Lei 12.334, de 20 de setembro de 2010, ler-se no Art. 7º "as barragens serão classificadas pelos agentes fiscalizadores, por categoria de risco, por dano potencial associado e pelo seu volume, com base em critérios gerais estabelecidos pelo Conselho Nacional de Recursos Hídrico, (CNRH)". Nessa mesma Lei:

> "§ 1º A classificação por categoria de risco em alto, médio ou baixo será feita em função das características técnicas, do estado de conservação do empreendimento e do atendimento ao Plano de Segurança da Barragem".
>
> "§ 2º A classificação por categoria de dano potencial associado à barragem em alto, médio ou baixo será feita em função do potencial de perdas de vidas humanas e dos impactos econômicos, sociais e ambientais decorrentes da ruptura da barragem".

Também quanto à categoria risco em barragens, a Resolução nº143 do (CNRH), de 10 de julho de 2012 no Art. 4º relaciona os principais critérios a serem observados, conforme descrição a seguir.

> "I- Características técnicas: altura do barramento; comprimento do coroamento da barragem; tipo de barragem quanto ao material de construção; tipo de fundação da barragem; idade da barragem; tempo de recorrência da vazão de projeto do vertedouro".
>
> "II estado de conservação da barragem; confiabilidade das estruturas extravasoras; confiabilidade das estruturas de captação; eclusa; percolação; deformação e recalque; deterioração dos taludes. III Plano de segurança da barragem; existência de documentos de projetos; estrutura organizacional e qualificação e qualificação profissional da equipe técnica de segurança da barragem; procedimentos de inspeção de segurança e de monitoramento; regra operacional dos dispositivos de descargas da barragem; relatórios de inspeção de segurança com análise e interpretação".

Este artigo é parte dos resultados da pesquisa de tese, que o autor e seus orientadores desenvolvem no programa de Pós-Graduação em Geografia na Universidade Federal da Bahia, tendo como objeto a bacia hidrográfica do rio Paraguaçu (BHRP). E tem por objetivo contribuir com informações que favoreçam as populações desses municípios em suas tomadas de decisões no que se refere a seguranças das barragens e as modalidades de usos da água nas mesmas.

A Figura 1 representa a delimitação territorial da (BHRP) da qual fazem parte, total ou parcialmente, 88 (oitenta e oito) municípios.

A BHRP está 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. De acordo com Gonçalves, (2014, pag. 21), "O rio Paraguaçu nasce na Serra do Sincorá, nas Fazendas Farinha Molhada, Paraguaçu e Brejões, no Município de Barra da Estiva, Percorre cerca de 450 km, considerando-se a foz na Baía de Iguape".

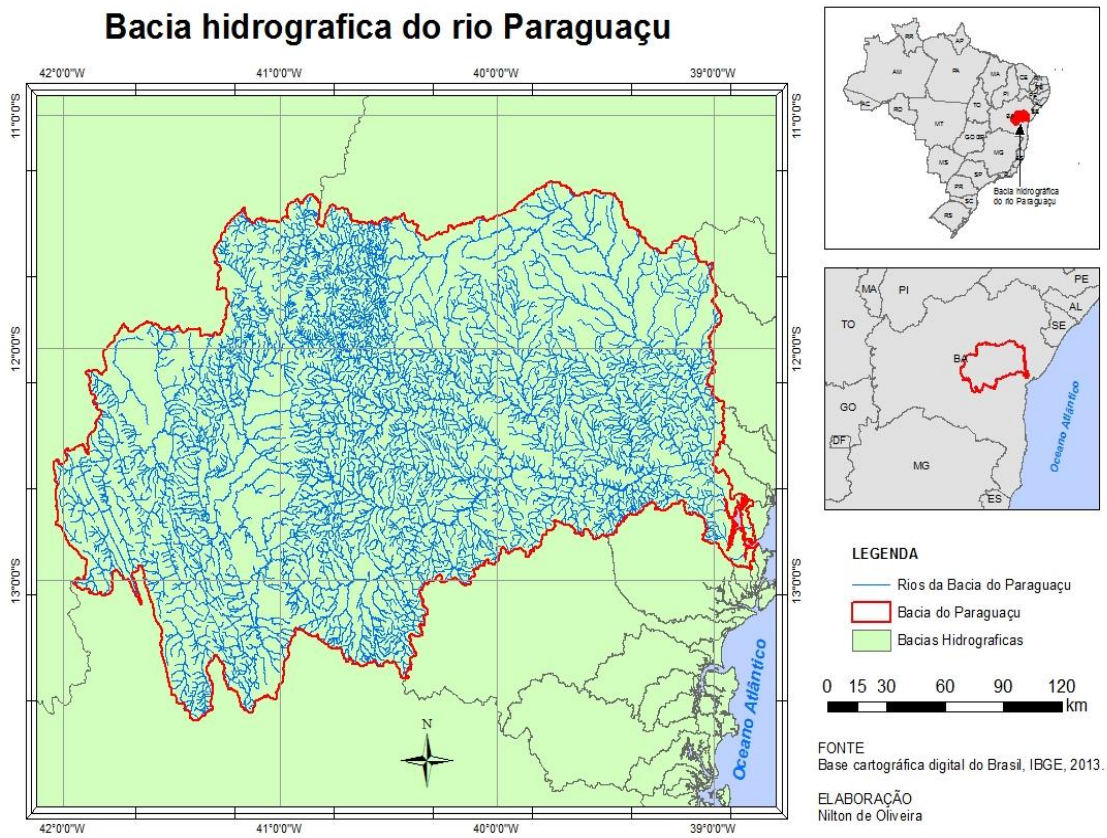


Figura 1: Delimitação espacial da (BHRP). Fonte dos dados: BAHIA, 2014. Produção própria dos autores.

2. Materiais e Métodos

Considerou-se a bacia hidrográfica como unidade basilar de estudo e planejamento, pois, se entende que favorece a compreensão sistêmica dos eventos que nela ocorrem. Daí se concordar com Botelho e silva, (2012, pag. 153) "Entendida como célula básica de análise ambiental, a bacia hidrográfica permite conhecer e avaliar seus diversos componentes e os processos e interações que nela ocorrem".

A abordagem sistêmica norteará nossa compreensão quanto às interpretações e comentários acerca dos usos e categorias de riscos nas barragens selecionadas.

Por método, se tomou como base o Relatório de Segurança de Barragens da Agência Nacional de Águas - ANA (BRASIL, 2018). No qual se identificou o quantitativo de barragens existentes no Estado da Bahia. Dentre as barragens existentes no Estado da Bahia, foram selecionadas as que se encontram no espaço da BHRP. Dentre as localizadas na BHRP, selecionaram-se as existentes nos territórios dos municípios de Ibicoara e Mucugê, totalizando 54 barragens.

De posse dos dados da seleção foram confeccionados quadros e gráficos no programa Excel, para expor e tratar os dados das barragens existentes nos municípios de Ibicoara e Mucugê.

3. Resultados e discussões

Conforme o Relatório de Segurança de Barragens (RSB), da Agencia Nacional de Águas-ANA (BRASIL, 2018, pag. 48), o Estado da Bahia possui 328 trezentos e vinte e oito barragens cadastradas, sendo que a maior quantidade dessas barragens se encontra no espaço da bacia do rio Paraguaçu – BHRP, um total de 104 (cento e quatro) barragens.

Do total das barragens na BHRP, 54 (cinquenta e quatro) estão localizadas nos municípios de Ibicoara e Mucugê. Os usos principais destas barragens são: abastecimento de água, irrigação, recreação e regularização de vazão. No que se refere às categorias de riscos (baixo, médio e alto), selecionou-se cada barragem nos municípios em destaque, o que resultou no Quadro I.

Quadro I- Modos de usos e categorias riscos em barragens na BHRP.

Nome da Barragem	Município	Uso principal	Barragem Categoria de Risco
Alpercata I	Mucugê	Irrigação.	Médio.
Apertado	Mucugê	Abs. de água.	Médio.
Barrocão	Mucugê	Irrigação.	N. classificada.
Brejinho Carlinhos	Ibicoara	Irrigação.	Baixo.
Brejinho Maracujá	Ibicoara	Irrigação.	Baixo.
Brejinho Saladino I	Ibicoara	Irrigação.	Alto.
Brejinho Saladino II	Ibicoara	Irrigação.	Baixo.
Caibaté	Mucugê	Irrigação.	Alto.
Campinas	Mucugê	Irrigação.	Alto.
Capão Comprido	Mucugê	Irrigação.	Médio.
Capão do Mel	Mucugê	Irrigação.	Médio.
Faz. Olhos D'Água	Mucugê	Irrigação.	Alto.
Fazenda Olhos D'água II	Mucugê	Irrigação.	Alto.
Fazenda Paraíso I	Ibicoara / Mucugê	Irrigação.	Alto.
Fazenda Paraíso II	Ibicoara	R. de vazões.	Alto.

Fazenda Progresso I	Ibicoara	Irrigação.	Alto.
Fazenda Progresso II	Mucugê	Irrigação.	Médio.
Fazenda Progresso III	Ibicoara	Irrigação.	Médio.
Fazenda Riachão	Ibicoara / Mucugê	Irrigação.	Médio.
Fazenda Três Irmãos I	Mucugê	Irrigação.	Alto.
Fazenda Três Irmãos II	Mucugê	Irrigação.	N. classificada.
Graciosa I	Mucugê	Irrigação.	Alto.
Graciosa II	Mucugê	Irrigação.	Médio.
Graciosa III	Mucugê	Irrigação.	Alto.
Guaíra I	Mucugê	Irrigação.	Alto.
Guaíra II	Mucugê	Irrigação.	Médio.
Guará (P)	Mucugê	Irrigação.	N. classificada.
Lagoa dos Patos I	Ibicoara	Recreação	Alto.
Lagoa dos Patos II	Ibicoara	Recreação	Alto.
Ratinho I	Mucugê	Irrigação.	Médio.
Ratinho II	Mucugê	Irrigação.	Alto.
Ratinho III	Mucugê	Irrigação.	Médio.
Riacho Lagoinha	Ibicoara	Irrigação.	N. classificada
Roncador	Mucugê / Ibicoara	Irrigação.	Médio.
Roncador I	Mucugê	R. de vazões	Alto.
Roncador II	Mucugê	Irrigação.	Alto.
Santa Cruz I	Mucugê / Boninal	Irrigação.	Alto.
Santa Cruz II	Mucugê / Boninal	Irrigação.	Alto.
Santa Cruz III	Boninal / Mucugê	Irrigação.	Alto.
Santana	Mucugê	Irrigação.	Alto.
São Lucas	Mucugê	Irrigação.	Alto.
São Pedro	Mucugê	Irrigação.	Baixo.
Tremendal	Mucugê	Irrigação.	Alto.
Três Morros I	Mucugê	Irrigação.	Alto.
Três morros II	Mucugê	Irrigação	Alto
Três morros II	Mucugê	Irrigação	Médio
Arizona I	Ibicoara	Irrigação	Médio
Arizona II	Ibicoara	Irrigação	Alto
Arizona III	Ibicoara	Irrigação	Alto
Brejinho sede	Ibicoara	Irrigação	Baixo
Brejinho Tonhão	Ibicoara	Irrigação	Baixo

Fonte: BRASIL, 2018. Produção própria dos autores.

Na Figura 2 observa-se que o uso com a irrigação no Município de Ibicoara/BA equivale a 85% das barragens no Município. Ao se somar os usos recreação e regularização de vazão, 10% e 5% respectivamente, não atingem 1\4 das barragens usadas com a irrigação. Daí entender-se que, o represamento de água nesse município visa "atender" ao agronegócio, nacional e/ou internacional.

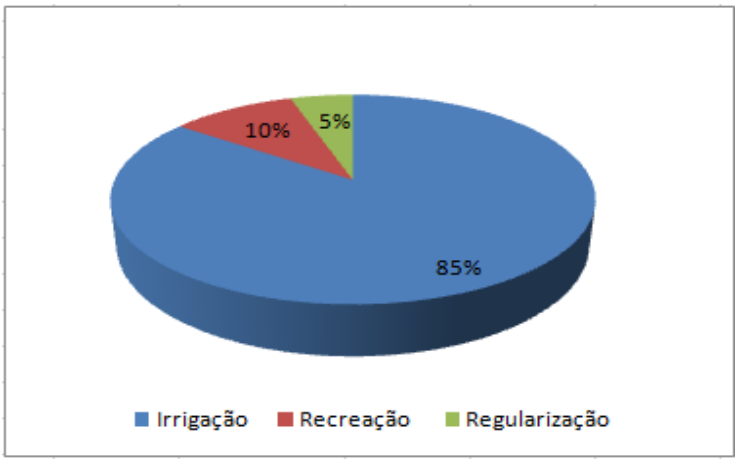


Figura 2 - Modos de usos em barragens em Ibicoara/BA.

Fonte dos dados: BRASIL, 2018. Produção própria dos autores.

Na Figura 3 estão representadas as categorias de riscos verificadas dentre as barragens existentes no Município de Ibicoara/BA. Alto, médio, baixo e não classificados.

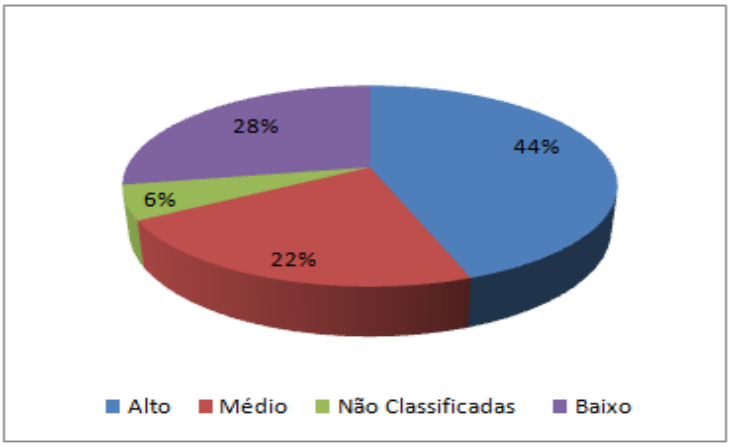


Figura 3 - Categorias de riscos em barragens em Ibicoara/BA.

Fonte dos dados: BRASIL, 2018. Produção própria dos autores.

A categoria de risco alto, representada por 44% das barragens cadastradas no Município, deve ser entendida como um alerta, um sinal amarelo que não deve ser desprezado dentre as

comunidades residentes no entorno dessas barragens, nem dentre os proprietários dessas; muito menos, dentre as autoridades e gestores responsáveis pelo acompanhamento desses empreendimentos.

Vale destacar que 22% dessas barragens são classificadas na categoria de risco médio, e 6% na categoria não classificada, isso poderá alterar o quantitativo tanto na categoria médio quanto na de alto risco. Ao se comparar a categoria baixo risco entre os dois municípios verifica-se uma diferença expressiva entre eles; uma vez que, o percentual de baixo risco em Ibicoara é de 28%, no entanto, em Mucugê, esse percentual é de apenas 3%.

Na Figura 4, usos de barragens em Mucugê/BA, observam-se que o uso com irrigação supera a realidade observada no Município de Ibicoara. 94% das barragens cadastradas em Mucugê são utilizadas com a irrigação; abastecimento e regularização de vazão somam apenas 6% das barragens no Município. Entende-se que, a prioridade do represamento de água é "atender" o agronegócio, nacional e/ou internacional.

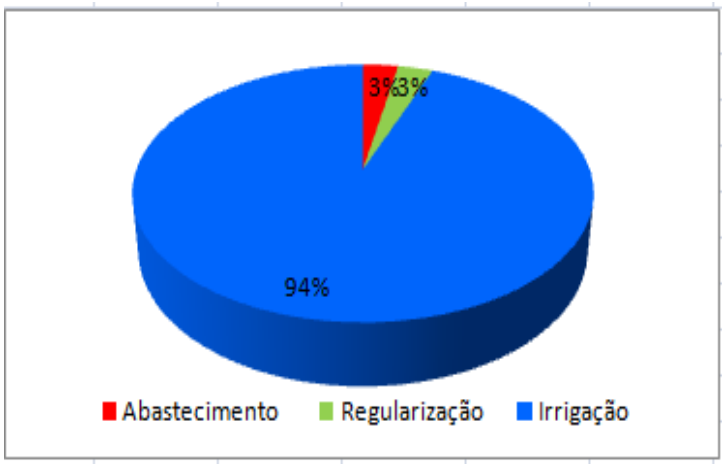


Figura 4- Usos de barragens em Mucugê/BA. Fonte dos dados: BRASIL, 2018 Produção própria dos autores.

Quanto às categorias de riscos dentre as barragens existentes e cadastradas no Município de Mucugê/BA, pode se observar na Figura 5 que 56% representam alto risco. Seguido de 33% de risco médio, ao passo que, apenas 3%, a categoria de baixo risco. Ressalte-se que 8%

dessas barragens, aparecem como não classificadas, isso, poderá alterar a percentagem de barragens de alto e médio risco, caso, fossem devidamente classificadas. No Município de Mucugê, se encontra a barragem de Apertado, essa barragem está classificada como de alto risco, conforme (Brasil, 2018), devido seu estado atual de conservação.

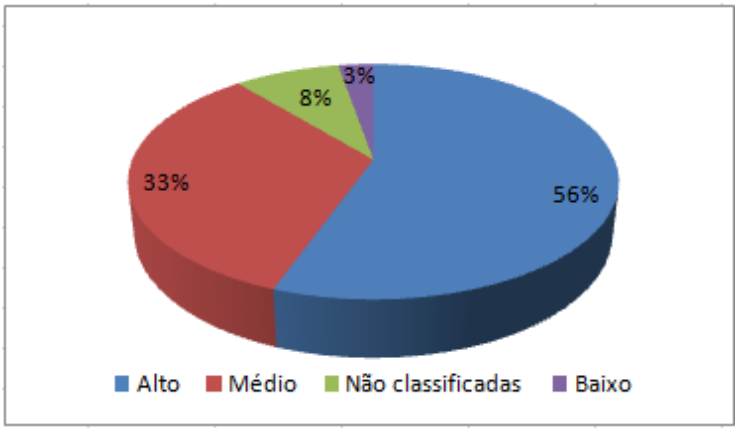


Figura 5- Categorias de riscos em barragens em Mucugê/BA. Fonte dos dados: BRASIL, 2018. Produção própria dos autores.

O quadro II apresenta uma breve comparação de: áreas, populações e número de barragens cadastradas, (BRASIL, 2018). Diante dos dados apresentados, observa-se que Ibicoara e Mucugê, possuem mais de 16% das barragens existentes e cadasstradas no Estado da Bahia, sendo que em Mucugê, se localizam 11% dessas barragens.

É pertinente ressaltar-se que nenhum outro municipio no Estado da Bahia possui um quantitativo de barragens compatível com esses municipios.

Quadro II – Comparativo de área, população e barragens cadastradas (PSB): Bahia, BHRP e, Ibicoara e Mucugê.

Espaços/Territórios	Área	População	Barragens cadastradas (PSB)
Bahia	564.732, 450 km^2	14. 812.617 hab.	328
BHRP	54. 877 km^2	1. 657. 254 hab.	104
Ibicoara	817, 355 km^2	17. 282 hab.	18
Mucugê	2.462, 153 km^2	10. 545 hab.	36

Fonte dos dados: BRASIL, 2018 & BAHIA 2019. Produção própria dos autores.

4. Considerações finais

Os diferentes modos de usos das barragens cadastradas no (RSB), na (BHRP) associadas às categorias de riscos dessas carecem de cuidados específicos de parte de proprietários, de gestores e dos órgãos de fiscalização.

Apesar de não se ter observado barragens cadastradas de rejeito de mineração, na BHRP, a exemplo da barragem da SAMARCO, no distrito de Bento Gonçalves (que rompeu em 5 novembro 2015) no Município de Mariana, e da Barragem da VALE, no Córrego do feijão, no Município de Brumadinho (que rompeu em 25 de janeiro de 2019), ambas no Estado de Minas Gerais, que causaram grandes tragédias no Brasil, as barragens existentes nos municípios de Ibicoara e Mucugê, dão sinais de alerta, especialmente, no que se referem às categorias de risco.

A categoria risco alto, representado em Ibicoara e Mucugê, respectivamente por 46% e 56%, não pode passar despercebido das autoridades responsáveis pela fiscalização. As comunidades destes municípios precisam estar cientes dessa realidade.

É pertinente ressaltar que de acordo com (Brasil 2018), a única barragem de abastecimento de água existente no Município de Mucugê, apresenta risco alto, apresentando: “Fissuras na crista e parâmetro de jusante, desplacamento da superfície, infiltração, presença de vegetação no pé de jusante”.

Acrescenta-se que, na BHRP se encontram mais de 31% das barragens cadastradas no Estado da Bahia, sendo que somente no território do Município de Mucugê se encontram 11% do total de barragens cadastradas no Estado.

Se tais constatações, não forem considerados para tomadas de decisões que favorecem as populações da (BHRP), não será novidade desastres ambientais futuros no espaço da referida bacia. Precaução e transparência devem ser nossas ultimas palavras, ao encerrar esse texto.

5. Referências Bibliográficas.

BAHIA. Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hidricos – INEMA. Disponível em: http://www.inema.ba.gov.br/informacoes-inema. Acesso em 8 de fevereiro de 2019.

BOTELHO, Rosangela Garrido Machado e SILVA, Antonio Soares da. **Bacia Hidrográfica e qualidade ambiental** *IN*: VITTE, Antonio Carlos e Antonio José Teixeira Guerra (org) – 6ª ed. Rio de janeiro: Bertrand Brasil, 2012.

BRASIL. Lei 12.334, de 20 de setembro de 2010. Estabelece a Política Nacional de Segurança. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12334. Acesso em 20 de janeiro de 2019.

_____ IBGE Cidades da Bahia. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/panorama. Acesso 8 de fevereiro de 2019

_____ Resolução nº143 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, de 10 de julho de 2012. Estabelece as diretrizes para a implantação da Política Nacional de Segurança de Barragens. Disponível em: http://www.cnrh.gov.br/seguranca-de-barragens/1636-resolucao-cnrh-144-politica-nacional-seguranca-barragens. Acesso em 20 de janeiro de 2019.

_____ Agência Nacional de Águas - ANA. **Relatório de Segurança de Barragens 2018.** . Disponível em: http://www2.ana.gov.br/Paginas/servicos/cadastros/barragens/RelatoriodeSegurancadeBarragen. Acesso em 10 de janeiro de 2019.

GONÇALVES, M. J. de S. **Gestão quantitativa das águas superficiais da bacia hidrográfica do rio Paraguaçu no estado da Bahia – Brasil.** 2014. 167f. Tese (Doutorado em Geologia) - Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia. 2014. Disponível em <http://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/21527>. Aceso em 30 de janeiro de 2019.

VEYRET, Yvette, **Os riscos**. O homem como agressor e vítima do meio ambiente. Tradução Dilson Ferreira da Cruz. 2ª Ed. 1ª reimpressão. São Paulo: Contexto, 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

VARIAÇÃO DA CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA SATURADA SOB COBERTURA DE FLORESTA SECUNDÁRIA INICIAL: subsídios à modelagem física dos movimentos gravitacionais translacionais rasos.

Ilgner Pereira Bernardo [(a)], Roberta Pereira da Silva [(c)] , Joana Stingel Fraga [(d)], Ana Luiza Coelho Netto [(b)]

(a) Graduando em Geografia-UFRJ e Bolsista CNPq de Iniciação Científica no GEOHECO-UFRJ, Email: il_gner@yahoo.com.br
(b) Professora Titular, Coordenadora do GEOHECO/Lab. de Geo-Hidroecologia e Gestão de Riscos do Departamento de Geografia/UFRJ, Email: ananetto@acd.ufrj.br
(c) Doutoranda, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil/Universidade Federal do Rio de Janeiro e Pesquisadora do GEOHECO-UFRJ; Email: pereira.roberta00@gmail.com
(d) Doutoranda, Programa de Pós-Graduação em Geografia e Meio Ambiente/PUC-RJ e Pesquisadora do GEOHECO-UFRJ; Email: joana.sfraga@gmail.com

Eixo: Riscos e desastres naturais

Resumo/

O trabalho mensurou a condutividade hidráulica saturada sob cobertura florestal secundária degradada em Nova Friburgo (RJ) e observou redução até 1m de profundidade (1,73E+02 - 6,74E+00 mm/h). Essa descontinuidade hidráulica pode influenciar nas propriedades mecânicas do solo favorecendo a geração de um lençol suspenso temporário durante eventos extremos de chuva e deflagração de movimentos de massa como ocorido em Janeiro de 2011 na Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro.

Palavras chave: condutividade hidráulica saturada, cobertura vegetal, movimentos de massa.

1. Introdução

A capacidade de movimentação da água em subsuperfície é expressa através da condutividade hidráulica, respondendo às interações entre os componentes do solo (tamanho das partículas, volume e arranjo), que combinados com a presença de fissuras, escavação animal e raízes resultam em caminhos preferenciais de percolação da água. Descontinuidades hidráulicas formadas no perfil do solo em eventos extremos de chuva podem favorecer a formação de zonas saturadas suspensas possibilitando a detonação de movimentos gravitacionais de massa, genericamente denominados deslizamentos ou escorregamentos, causando onerosas perdas à sociedade.

O município de Nova Friburgo na Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro foi um dos mais atingidos pelo desastre catastrófico de Janeiro de 2011 com a deflagração de

milhares de deslizamentos em associação aos condicionantes de terreno. Um primeiro mapeamento destas ocorrências numa área de 423km² no município realizado por Coelho Netto *et al.,* (2013) evidenciaram que de 3.622 deslizamentos, 64% ocorreram em áreas florestais quando sobrepostas a mapas de vegetação e uso do solo na escala de 1:100.000 elaborados por Madureira *et al.,* (2008)

Pesquisas de campo no entanto evidenciaram que estes remanescentes florestais encontravam-se em estado de degradação, com enraizamento sobretudo fino e superficial (até 30cm). Mapeamento detalhado (1:5.000) da vegetação realizado na sub-bacia do Córrego D'Antas (53km²), também no município evidenciou que do total de 244 cicatrizes de deslizamentos, 56,84% ocorreram em florestas secundárias degradadas e 31,98% em encostas sob gramíneas (COUTINHO, 2014). Marques *et al.,* (2018) revelaram que as gramíneas mantem o solo saturado a 1m armazenando água mesmo em períodos de estiagens, enquanto na floresta degradada a umidade varia de forma rápida no metro superior do solo entre períodos chuvosos e de estiagens. A profundidade de ruptura da estabilidade das encostas neste evento ocorreu entre 0,5-2m (AVELAR *et al.,* 2011).

Este estudo ampliou a amostragem e profundidade dos ensaios sobre as variações de condutividade hidráulica saturada (K_{sat}) em solos sob floresta degradada, iniciada no trabalho de Fraga (2014) para melhor caracterizar este parâmetro em profundidade e avaliar as descontinuidades hidráulicas sob cobertura florestal secundária, como subsídio à compreensão da geração de deslizamentos. Essa área de estudo situa-se numa encosta que drena para o Córrego do Roncador, adjacente a bacia do Córrego D'Antas.

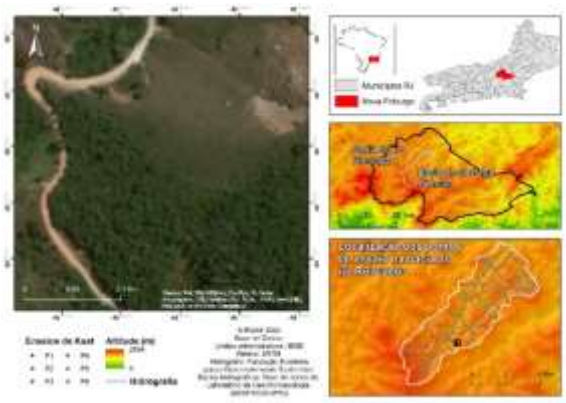


Figura 1: Localização dos pontos amostrais na área de estudo

2. Materiais e Métodos

Ensaios de K_{sat} foram realizados *in situ* em um fragmento florestal de estágio secundário de sucessão, de 25 anos. Utilizou-se um Permeâmetro Compacto de Carga Constante (*Amozeemeter*) nas profundidades de 20cm, 50cm, 1m, 1,2m e 1,5m, distribuídos em 6 pontos amostrais, totalizando 30 ensaios. Os valores obtidos nos ensaios de campo foram processados por meio do programa Excel e os resultados de condutividade hidráulica saturada foram calculados através da equação matemática *Gloover Solution*.

3. Resultados e discussões

Os resultados dos testes de K_{sat} variaram espacialmente, de um ponto a outro ensaiado, como em profundidade, seguindo o perfil do solo (figura 1). Pode ser observado, respectivamente, queda constante dos valores médios de permeabilidade entre 20cm, 50cm e 1m (1,73E+02 mm/h; 1,65E+01 mm/h; 6,74E+00 mm/h) com incipiente aumento entre 1,2m e 1,5m (1,77E+01 mm/h; 2,87E+01 mm/h). O desvio padrão dos dados apresenta queda entre 20cm, 50cm e 1m (64,3; 13,8; 11,2), com baixa variação entre 1,2m e 1,5m (17,2; 23,6).

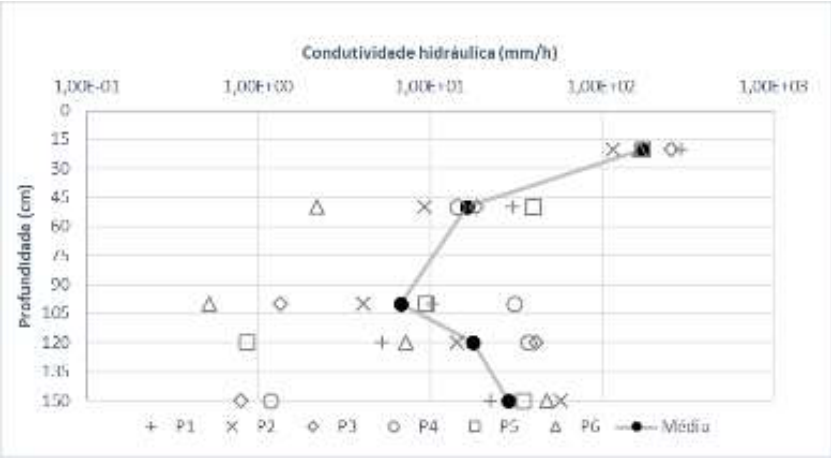


Figura 2: Variação da condutividade hidráulica saturada por ponto amostral e profundidade

Variações no perfil do solo relacionado a maior presença de raízes e animais escavadores a 20cm do que a 1m pode ser responsável pela maior permeabilidade nesta camada mais superficial, evidenciado ao abrir algumas trincheiras em campo, como também notado por Archer *et al.,* (2013). Os autores obtiveram uma correlação direta entre a presença de raízes, animais da fauna endopendônica e aumento da permeabilidade dos solos estudados.

As raízes atuam no aumento das taxas de percolação da água em subsuperfície ao criar caminhos preferenciais de transmissão da água por meio de canais estáveis formados durante seu crescimento e decomposição. (JANSEN, 2001; GHESTEM *et al.,* 2011).

Os ensaios de K_{sat} conduzidos por Fraga (2014) na mesma área, com um Permeâmetro de Guelph até 75cm, evidenciou uma redução até esta profundidade, associado ao decréscimo da densidade de biomassa de raízes finas. Foi observado ainda que 25% dos indivíduos arbóreos eram de espécies pioneiras e 45% de estágio sucessional secundário inicial, com 12,9% das árvores mortas. Marques *et al.,* (2018) observaram redução da biomassa de raízes finas na mesma área, entre 20cm e 1m (556,2g/m³; 143,5g/m), sem oscilações significativas nas frações granulométricas do solo. Através da succção do solo os ultimos autores notaram ocorrência de saturação a 1m em eventos de chuva forte. A conjugação dos dados de ambos os estudos elucidam o tipo de fragmentos florestais envolvidos nos deslizamentos de janeiro de 2011: pequenos remanescentes e com alto número de indivíduos mortos (guardando heranças de uso degradante) enraizamentos rasos que não promovem a ancoragem do solo e injetam água até profundidade crítica, criando condições para saturação do solo e detonação de deslizamentos frente a eventos extremos de chuva.

4. Considerações finais

Os resultados encontrados neste trabalho ajudam a caracterizar a permeabilidade deste tipo de cobertura vegetal e entender as taxas de movimentação da água em subsuperfície e inferir profundidades consideradas críticas para estabilidade de encostas, conjugado com os trabalhos descritos. Como desdobramentos futuros pretende-se aprofundar o número de pontos amostrais, bem como caracterizá-los quanto a suas propriedades granulométricas e de raízes, na busca de um entendimento mais detalhado dos controles florestais-hidrológicos locais associados a ocorrência de deslizamentos.

5. Agradecimentos

Os autores agradecem as agências de fomento à pesquisa CAPES, FAPERJ e CNPQ pelo apoio financeiro concedido ao desenvolvimento do trabalho e bolsas de pesquisas.

6. Referências Bibliográficas

ARCHER, N.A.L.; BONELL,M.; COLES,N.; MACDONALD,A. M.; AUTON, A.A.; STEVENSON, R. Soil characteristics and landcover relationships on soil hydraulic conductivity at hillslope scale: a view toward local flood management. **Journay of Hydrology**, v. 497, 496, p. 208-22, 2013.

AVELAR, A. S., COELHO NETTO, A. L., LACERDA, W. A., BECKER, L. B., &MENDONCA, M. B. Mechanisms of the recent catastrophic landslides in the mountainous range of Rio de Janeiro, Brazil. In Proceedings of the Second World Landslide Forum Vol. 3, 2011

COELHO NETTO, A. L.; SATO, A. M.; AVELAR, A. S.; VIANNA, L. G. G.; ARAÚJO, I. S., FERREIRA, D. L. A.; LIMA, P. H.; SILVA, A. P. A., SILVA, R. P. (2011) January 2011: the extreme landslide disaster in Brasil. In MARGOTTINI, C.; CANUTI, P.; SASSA, K. (org.) **Landslides Science and Practice**. Springer-Verlag, Berlin: p. 265-270

COUTINHO, B. H. INDICADORES GEO-HIDROECOLÓGICOS DE SUSCETIBILIDADE DAS ENCOSTAS FRENTE A EROSÃO E MOVIMENTOS DE MASSA EM REGIÃO MONTANHOSA TROPICAL UMIDA: suporte metodológico para zoneamentos de riscos em diferentes escalas de análise espacial. Relatório Técnico Pós-Doutordado. 2015

FRAGA, J. S. Aspectos vegetacionais relevantes à hidrologia de floresta secundária com idades distintas: subsídios à compreensão de estabilidade de encostas. 2014. 125 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

GHESTEM, M., SIDLE, R. C., STOKES, A. The influence of plant root systems on subsurface flow: Implications for slope stability. BioScience, v. 61, n. 11, p. 869-879, 2011

JANSEN, R. C. Distribuição dos Sistemas Radiculares em Encostas Florestadas e sua influência sobre a Infiltração. Dissertação de Mestrado. Programa de PósGraduação em Geografia. UFRJ. Rio de Janeiro, 2001. 118 p.

MARQUES, M.C.O, COELHO NETTO, A.L., SATO, A.M. Influência de floresta secundária e gramínea na deflagração de deslizamentos translacionais rasos em Nova Friburgo, Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v.19, n.4, p. 793-806, 2018.

MADUREIRA C., SANCHES R., BASTOS, R. (2008) VEGETATION AND LAND USE MAP OF RIO DE JANEIRO STATE (SCALE 1:100,000), Em: COELHO NETTO A.L., AVELAR A.S., FERNANDES M.C., COUTINHO B., FREITAS L. , 2008, Relatório Técnico da Qualidade Ambiental do Estado do Rio de Janeiro (1:100.000): subsídios para o zoneamento ecológico-econômico. Secretaria do Ambiente do Estado do Rio de Janeiro.

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 À CONTAMINAÇÃO DO AQUÍFERO NO MUNICÍPIO DE CAMAÇARI – BA: UMA APLICAÇÃO DOS MÉTODOS GOD E GODS

Danilo Heitor Caires Tinoco Bisneto Melo [(a)], Susana Silva Cavalcanti [(b)], Lucas de Queiroz Salles [(c)], Cristovaldo Bispo dos Santos [(d)], Denise Nunes Viola [(e)], Luiz Rogério Bastos Leal [(f)]

[(a)] Departamento de Geofísica/IGEO, UFBa, danilohmelo@gmail.com

[(b)] Departamento de Geofísica/IGEO, UFBa, cavalcanti.susana@gmail.com

[(c)] IGEO, UFBa, lucassalles2008@gmail.com

[(d)] Departamento de Geofísica/IGEO, UFBa, bispo@ufba.br

[(e)] Departamento de Estatística/IME, UFBa, deniseviola@gmail.com

[(f)] Departamento de Geofísica/IGEO, UFBa, lrogerio@ufba.br

Eixo: Riscos e Desastres Naturais

Resumo/

O risco de contaminação de um aquífero pode ser definido com base na avaliação conjunta das variáveis intrínsecas que atenuam à sua poluição. Esta premissa básica impulsionou o desenvolvimento de métodos para mapear a vulnerabilidade à contaminação de aquíferos, com o intuito de auxiliar o planejamento territorial. Este artigo apresenta a avaliação do risco de contaminação dos aquíferos localizado no Município de Camaçari, Bahia, para os poços tubulares outorgados e cadastrados no banco de dados da Companhia de Engenharia Hídrica e Saneamento

da Bahia a partir de 1978. Para tanto, foram empregados os métodos paramétricos denominados GOD e GODS. O primeiro método apresentou áreas com Baixa (22%), Média (59%), Alta (18%) e Extrema (1%); o segundo método apresentou áreas com Baixa (54%), Média (33%) e Extrema (12%). Esta diferenciação ocorreu por conta das características pedológicas, sendo interpretadas como um fator de proteção do aquífero.

Palavras chave: Aquífero; Vulnerabilidade; Análise espacial; Álgebra de mapas.

1. Introdução

As águas subterrâneas representam um importante recurso para o abastecimento público, necessitando da elaboração de políticas de proteção com a definição de planos que garantam a manutenção da qualidade deste recurso. Fato este, é evidenciado com a situação de criticidade que se encontram os recursos hídricos atualmente e com problemas relacionados com a transparência na gestão desses recursos (EMPIOTTI, et al., 2016).

Neste sentido, existe a necessidade da implantação de bases teóricas, conceituais e metodológicas que esclareçam a dinâmica do ambiente, passando a ser visto como um sistema, com o intuito de compreender as diversas entidades que o compõem, analisando a sua organização, estrutura espacial, funcionalidade, interação e hierarquização. Desta forma, o homem adota o modelo de gestão, denominado de "desenvolvimento sustentável" (BECKER; EGLER, 1996).

Um destes instrumentos de avaliação é cartografia da vulnerabilidade à contaminação de aquíferos, que permite determinar, a priori, a sua capacidade de proteção natural e distinguir quais áreas necessitam de medidas protetoras, mitigatórias e/ou reducionistas ao perigo de contaminação diante da intervenção antrópica.

Daly et al. (1997) descreve que há duas ramificações metodológicas para avaliar a vulnerabilidade à contaminação de aquíferos: a intrínseca, a qual analisa as características geológicas, hidrogeológicas, climatológicas e biológicas para determinar a sensibilidade das águas subterrâneas frente à contaminação antropogênica; e específica: avalia a vulnerabilidade do ambiente frente a um, ou mais, contaminantes, em particular. Esta proposta apresenta uma relação com os métodos de avaliação da vulnerabilidade empregadas internacionalmente e na presente publicação.

Este trabalho tem como objetivo avaliar e comparar a vulnerabilidade à contaminação dos aquíferos no Município de Camaçari, BA, utilizando os métodos GOD e GODS. A pesquisa ganha importância considerável, pois o município possui áreas de proteção ambiental, bem como o maior complexo industrial integrado da América do Sul.

2. Área de Estudo

O Município de Camaçari está localizado no litoral Norte do Estado da Bahia, também denominada de Costa dos Coqueiros, tendo como municípios limítrofes Dias d'Ávila, Lauro de Freitas, Mata de São João e Simões Filho, como ilustrado na Figura 1.

O município está inserido na Bacia Sedimentar do Recôncavo sendo constituido principalmente pelas litologias do Grupo Barreiras e as formações São Sebastião e Marizal. A cobertura superficial cenozoica está representada por depósitos aluvionares, fluviais e lagunares, dunas, terraços litorâneos arenosos e depósitos de leques aluvionares coalescentes (GONÇALVES; MOREIRA; BORGES, 2008).

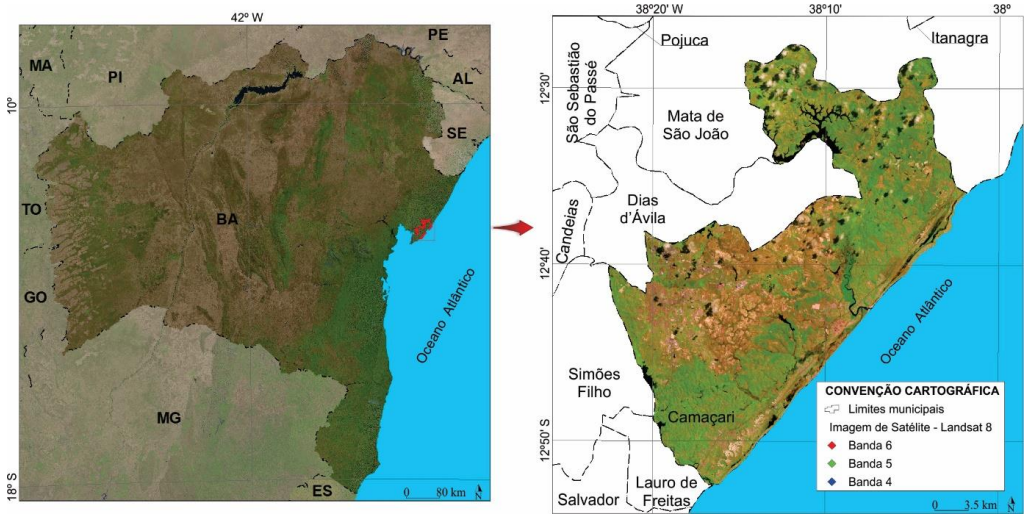


Figura 1 – Localização do Município de Camaçari – Ba.

De acordo com Lima (1999), o sistema aquífero Recôncavo tem dois componentes acoplados: um engloba os arenitos do membro superior da Formação São Sebastião juntamente com os sedimentos da Formação Marizal e do Grupo Barreiras, representando o aquífero freático ou livre. O segundo componente é semi-confinado formado pelos arenitos da Formação São Sebastião confinados por

camadas espessas de argila. O componente freático do sistema é alimentado principalmente por águas pluviais infiltradas através das áreas de recarga situadas próximas aos altos topográficos relacionados à Formação Marizal e ao Grupo Barreiras (CAVALCANTI, 2006).

Os solos predominantes no município são argissolo vermelho-amarelo distrófico, Latossolos vermelho-amarelos distrófico, Latossolos amarelos, Gleissolos, Neossolos quartzarênicos e Organossolos (IBGE, 2016).

2. Materiais e Métodos

O método aplicado nesta pesquisa consta da confecção dos mapas de vulnerabilidade à contaminação, iniciando com a compilação e elaboração dos mapas utilizados para a aplicação do método, sendo eles: Geologia (CPRM, 2008), Hidrogeologia (CPRM, 2014), Pedologia (IBGE, 2016). No tocante a informação de profundidade do aquífero, foram adquiridas as informações hidrogeológicas dos poços tubulares outorgados e cadastrados no banco de dados da Companhia de Engenharia Hídrica e Saneamento da Bahia (CERB, 2016), localizados em Camaçari e nos municípios circunvizinhos.

A seguir, esses mapas foram inseridos no Sistema de Informação Geográfica (SIG), organizado no sistema de coordenadas projetadas UTM, datum SIGARS 2000, zona 24 para serem manipulados. Sua manipulação e análise foi realizado por meio do software QGIS desktop, versão 2.18.9. Finalmente, as variáveis qualitativas foram transformadas nos níveis quantitativos adequados, sumarizados por meio dos métodos GOD e GODS para a operação de sobreposição dos mapas desejados.

O método GOD consiste na hierarquização de índices relativos à extrema ou baixa vulnerabilidade intrínseca do aquífero, com base nos mecanismos de recarga da água subterrânea e na capacidade natural de atenuação de contaminantes, variando conforme as condições geológicas (FOSTER, 1987; FOSTER; HIRATA, 1988; FOSTER et al, 2002). O índice final integral de vulnerabilidade do aquífero é o produto da multiplicação dos três índices, com variação de 0,0 à 1,0.

O método GOD não inclui nenhum estudo explícito sobre o solo. No entanto, a maioria dos processos que provocam a atenuação dos contaminantes no subsolo ocorre com muito mais frequência na zona biologicamente ativa do solo, como resultado do maior teor de matéria orgânica, do maior conteúdo de mineral argiloso e da presença mais numerosa de populações bacterianas. Com base nisto,

a Corporação Autônoma do Vale del Cauca (CVC, 1999), propôs a introdução do "fator Solo", com base nas suas características texturais, tendo variação de 0,5 à 1,0. Quando o fator solo é inserido na multiplicação dos três fatores descritos anteriormente, tem-se o método GODS.

Como aplicação do método proposto, foram coletados dados dos poços tubulares perfurados a partir de 1978. Em seguida, foram incluídos 64 pontos de Sondagens Elétricas Verticais.

Para espacializar as informações dos poços tubulares adquiridos foi utilizado o método Ponderação pelo inverso da distância, comumente conhecido pela sigla IDW (do inglês, *Inverse Distance Weighted*), e utilizado nas pesquisas de Borba et al. (2016), Santos (2010) e Tavares et al. (2009).

Este método consiste na atribuição de um peso para cada ponto amostrado vizinho, em função da distância que ele se encontra do ponto a ser calculado (ANDRIOTTI, 2009). De acordo com Landim (2000), pontos amostrados com localização próxima ao ponto que será calculado recebem peso maior que os pontos amostrados de localização mais distante, sendo que a soma de todos os pesos será igual a 1. Desta forma, o valor do peso será proporcional a contribuição de cada ponto vizinho.

3. Resultados e Discussões

Esse tópico é composto da análise do risco a contaminação dos recursos hídricos subterrâneos, sumarizados a partir dos métodos GOD e GODS. Os resultados desse estudo forneceram um expressivo entendimento a respeito da distribuição e dos fatores condicionantes de risco, associados a vulnerabilidade dos aquíferos, no município de Camaçari. Esse conhecimento é de suma importância no que tange o uso e ocupação do solo no município e pode ser utilizado num plano de manejo urbano. Esse tópico fornecerá também uma interpretação a respeito da interação entre os métodos de vulnerabilidade supramencionados.

A Figura 3 apresenta o resultado da operação de sobreposição de mapas sumarizado a partir do método GOD. Foram obtidas 4 classes de vulnerabilidade: baixa, moderada, alta e extrema. As áreas de extrema vulnerabilidade estão localizadas nas regiões dos depósitos sedimentares litorâneos, paralelos a linha de costa, ocupando aproximadamente 1% da área do município. As zonas de alta vulnerabilidade foram identificadas nas áreas de dunas, flúvio-lagunares e leques aluvionais coalescentes. Estes dois últimos estão associados a drenagem superficial, nascentes e fundos de vales e

baixa profundidade dos aquíferos. Fato semelhante foi constato na pesquisa de Kemerich et al. (2013), na bacia hidrográfica do rio Vacacaí-Mirim, Estado do Rio Grande do Sul, constituída principalmente por rochas sedimentares. Já as áreas de moderada e baixa vulnerabilidade estão associadas a Formação Marizal e São Sebastião e unidades hidrogeológicas de mesmo nome.

Acredita-se que os principais fatores condicionantes para o aumento na vulnerabilidade à contaminação, elaborados a partir do método GOD, no município de Camaçari-BA são a litologia e a proximidade do nível estático com a superfície. As litologias compostas por areias apresentaram uma maior vulnerabilidade quanto comparadas às outras litologias da região. Isso ocorre, devido a elevada porosidade e permeabilidade do meio, que conota aos aquíferos um elevado risco à contaminação. Observou-se, de maneira geral, valores do nível estático aumentando em direção ao Oceano Atlântico, principal exutório da região, responsável pelo aumento dos valores associados à vulnerabilidade que crescem substancialmente nesse sentido.

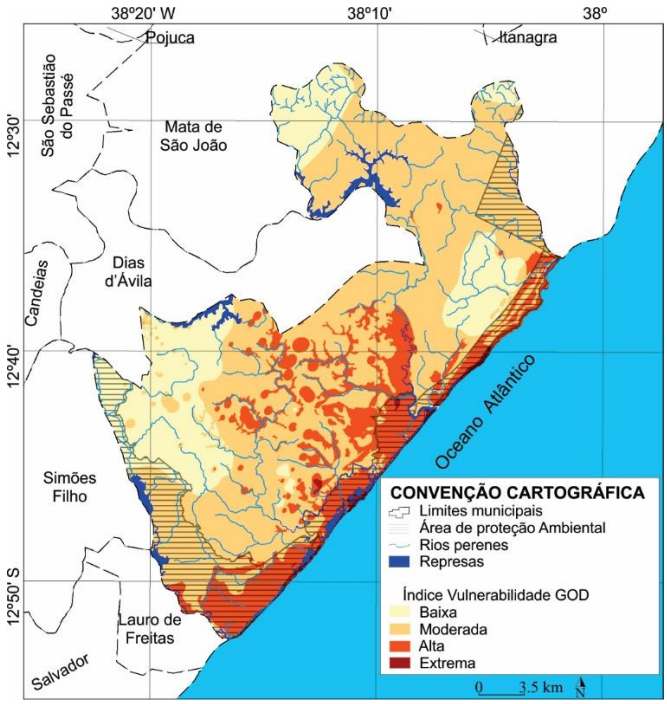


Figura 3 – Mapa de vulnerabilidade à contaminação pelo método GOD.

O Plano de desenvolvimento e ordenamento territorial das povoações da APA do litoral Norte do Estado da Bahia (2005), demonstrou que boa parte da ocupação urbana no município de Camaçari

ocorre sotoposta à materiais arenosos. Somado a isso, temos o aumento populacional no município, principalmente nos povoados próximo ao mar. O aumento da proximidade do nível estático com a superfície em direção a linha de costa, acrescido da complexa evolução morfológica e sedimentar, conota a região de leques, dunas e terraços marinhos pleistocênicos as regiões mais vulneráveis no município.

No método GODS (Figura 4), os resultados apresentaram 3 classes de vulnerabilidade (baixa, moderada e alta). Quando acrescentado a fator solo, nota-se um aumento significativo no nível de proteção intrínsecos aos aquíferos, principalmente nas áreas de solo argissolo e espedossolo. Isso ocorre devido as características desses materiais, que consistem em solos profundo e de má aeração, o que dificulta a infiltração da água.

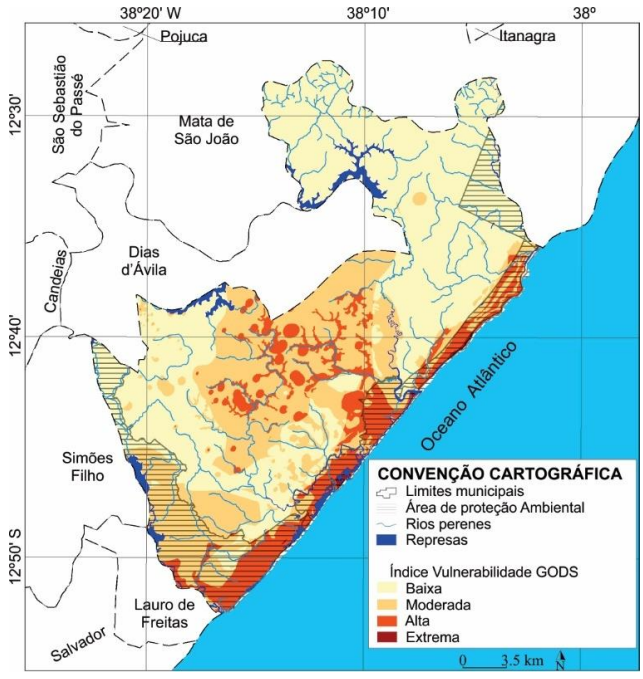


Figura 4 – Mapa de vulnerabilidade à contaminação pelo método GODS.

Isto pode ser comprovado ao confrontar os resultados dos métodos GOD e GODS, onde a vulnerabilidade baixa foi de 22% e 54% respectivamente. Esta redução também é evidenciada nas áreas de alta vulnerabilidade (18% no GOD e 12%), localizados nas faixas de dunas e nos depósitos flúvio-lagunares.

Importante ressaltar que as áreas com alta e extrema vulnerabilidade à contaminação de aquíferos, não significa que estejam contaminadas, mas sim que elas apresentam risco de contaminação. Sua contaminação ou não depende do uso e ocupação do solo, ou seja, ele apresenta alta vulnerabilidade, mas não correr nenhum risco de ser contaminado, pois seu uso e ocupação não apresenta risco de contaminação.

Em ambos os métodos, na faixa litorânea há o predomínio de alta e extrema vulnerabilidade devido a suas características geológicas e aumento do nível estático. Todavia, estas áreas apresentam grande expansão da mobilidade e imobiliária (ampliação do sistema viário e do uso e ocupação do solo, respectivamente), necessitando de um monitoramento dos órgãos públicos, mesmo estas áreas sendo preservadas por lei (APA Joanes – Ipitanga, rio Capivara e lagoas de Guarajuba).

A utilização do fator solo, acrescido ao método GOD (GODS), demonstrou ser um importante elemento no que diz respeito ao estudo de vulnerabilidade à contaminação de aquíferos. No munícipio de Camaçari houve um decréscimo na extensão dos índices de elevada vulnerabilidade, demonstrando situações mais próximas da realidade. Todavia, nesse estudo são utilizados dados preexistentes, que podem localmente, ou a depender da escala de observação, não representar a real situação de vulnerabilidade do aquífero. Este estudo trata de um diagnóstico preliminar a respeito da vulnerabilidade à contaminação de aquífero no município de Camaçari e deve ser usado para auxiliar os órgãos públicos no planejamento territorial.

Faz-se ressalva que esta avaliação não aborda o mapeamento de uso e ocupação do solo. Portanto, sugere-se que para trabalhos futuros seja feito este mapeamento, aferindo o risco de contaminação do uso e ocupação do solo. Consequentemente, para a implantação de algum empreendimento específico que apresente algum risco de contaminação, deve-se efetuar um estudo mais detalhado da área de interesse, empregando informações numa escala cadastral, respeitando as normativas dos órgãos ambientais e municipais vigentes.

Neste sentido, Santos (2010) e Santos e Oliveira (2013) aplicaram o método DRASTIC para averiguar a vulnerabilidade à contaminação do aquífero Marizal no Polo Petroquímico de Camaçari (PIC) tendo resultados semelhantes ao método GOD e GODS, com predomínio das classes de baixa e moderada vulnerabilidade nas áreas com ocupação industrial, e alta vulnerabilidade nas regiões próximas aos corpos d'água.

4. Considerações Finais

A avaliação da vulnerabilidade à contaminação dos aquíferos do Município de Camaçari por meio dos métodos GOD e GODS, utilizando um Sistema de Informação Geográfica, possibilitou a confecção dos mapas de vulnerabilidade, um dos objetivos deste trabalho. Na análise da cartografia de vulnerabilidade constata-se que a camada de solo pode proteger o aquífero, principalmente a depender de sua profundidade e características texturais.

A cartografia de vulnerabilidade intrínseca pode apresentar algumas limitações em sua concepção, visto que considera um contaminante universal e um cenário baseado nas informações da fisiografia da paisagem. Todavia, a utilização da cartografia de vulnerabilidade para o planejamento ambiental converte-se num instrumento ágil, eficaz e apto para a prevenção à contaminação dos aquíferos.

Deve-se considerar que este tipo de análise foi elaborado numa escala temporal, pois as intervenções antrópicas podem alterar as características do ambiente. Por exemplo a super-explotação da água subterrânea, a qual altera o nível estático, parâmetro este utilizado nos métodos, modificaria o resultado final.

5. Referências Bibliográficas

ANDRIOTTI, J. L. S. **Fundamentos de Estatística e Geoestatística**. São Leopoldo, RS: Unisinos. 2ª reimpressão, 2009.

BAHIA. **Plano de desenvolvimento e ordenamento territorial das povoações da APA do litoral Norte do estado da Bahia. Plano de Gerenciamento Costeiro**. Salvador: SEMARH. 2005.

BECKER, B. K.; EGLER, C. A. G. **Detalhamento da metodologia para execução do zoneamento ecológico-econômico pelo Estados da Amazônia Legal.** Brasília: SAE/MMA, 1996.

CAVALCANTI, S. S. **Quantificação dos recursos hídricos subterrâneos do aquífero Recôncavo na bacia do rio Capivara**. Tese de Doutorado, Universidade Federal da Bahia, Instituto de Geociência, Pós-graduação em Geologia,121 p. Salvador. 2006.

COMPANHIA DE ENGENHARIA HÍDRICA E SANEAMENTO DA BAHIA (CERB). **Cadastro de poços tubulares do Estado da Bahia**. Salvador: CERB, 2016.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS (CPRM). **Mapa Geológico e de áreas potenciais para areia, arenoso e brita da região Metropolitana de Salvador. Brasília: CPRM**, 2008. Mapa. Escala 1:150.000. Disponível em: <http://geobank.cprm.gov.br/>. Acesso em: 14 fev. 2017.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS (CPRM). **Mapa hidrogeológico do Brasil ao Milionésimo.** Mapa. Escala 1:5.000.000. Brasília: CPRM, 2014.CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA (CVC). **Evaluación de la vulnerabilidad a la contaminación de las aguas subterráneas en el Valle del Cauca**. Santiago de Cali: CVC, 1999. 26 P.

DALY, D.; et al. **COST Action 620: "Definitions" Report of working group 0**. Brussels: COST, 1997.

EMPINOTTI, V. Transparência na gestão dos recursos hídricos no Brasil: segunda avaliação – 2015. São Paulo: Artigo 19 Brasil, 2016.

FOSTER, S. Fundamental concepts in aquifer vulnerability, pollution risk and protection strategy. In: DUIJVENBOODEN, W.; WAEGENINGH, H. G. (Eds.). **Vulnerability of soil**

and groundwater to pollutants: proceedings and information nº 38 of the International Conference held in the Netherlands. Amsterdam: TNO Committee on Hydrological Research, 1987. p. 69-86.

FOSTER, S.; HIRATA, R. **Groundwater pollution risk assessment: a methodology using available data.** Peru: WHO/PAHO/EHP, 1988.

FOSTER, S.; et al. **A Guide for Water Service Companies, Municipal Authorities and Environment Agencies**. Washington: The World Bank, 2002.

GONÇALVES, J. C. V.; MOREIRA, M. D.; BORGES, V. P. **Materiais de construção civil na Região Metropolitana de Salvador**. Salvador: CPRM, 53 p. il. 2008. 1 CD-ROM.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Mapa de Solos da Folha SD.24 – Salvador.** Mapa. Escala 1:250.000. Rio de Janeiro: IBGE, 2016.

KEMERICH, P. D. C.; et al. Vulnerabilidade natural à contaminação da água subterrânea na bacia hidrográfica do rio Vacacaí-Mirim : uso da metodologia GOD. **Engenharia Ambiental**, v. 10, n. 2, p. 189–207, mar./abr., 2013.

LANDIM, P. M. B. **Introdução aos métodos de estimação espacial para confecção de mapas**. Rio Claro: UNESP, 2000. 20 p. Disponível em: <http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/textodi.html>. Acesso em: 15 ago. 2016.

LIMA, O. A. L. de Caracterização hidráulica e padrões de poluição no aquífero Recôncavo na região de Camaçari - Dias D'Ávila. Tese Prof. Titular, Universidade Federal da Bahia, Salvador. 1999.

SANTOS, P. R. P. Estudo da vulnerabilidade à poluição do aquífero Marizal na região de influência do Pólo Industrial de Camaçari (PIC). Dissertação de mestrado, Departamento de Engenharia Ambiental – DEA. Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 101 p. 2010.

SANTOS, P. R. P.; OLIVEIRA, I. B. Estudo da vulnerabilidade à poluição do aquífero Marizal na região de influência do Pólo Industrial de Camaçari (PIC) – Bahia. **Águas Subterrâneas**, v. 27, n. 1, p. 1-18, 2013,

TAVARES, P. R. L. et al. Mapeamento da vulnerabilidade à contaminação das águas subterrâneas localizadas na Bacia Sedimentar do Araripe, Estado do Ceará, Brasil. **Revista Escola de Minas**, v. 62, n. 2, p. 227–236, 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

PROPOSTA METODOLÓGICA PARA MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO A MOVIMENTO DE MASSA EM IRANDUBA-AM

Igor Ribeiro da Silva[(a)], Paula Beatriz Honório Moreira[(b)], Neliane de Sousa Alves[(c)]

[(a)] Escola Normal Superior, Universidade do Estado do Amazonas, irs.geo17@uea.edu.br

[(b)] Escola Normal Superior, Universidade do Estado do Amazonas, pbhm.geo16@uea.edu.br

[(c)] Escola Normal Superior, Universidade do Estado do Amazonas, nsalves@uea.edu.br

Eixo: Riscos e desastres naturais

Resumo/

A construção da Ponte Jornalista Phelippe Daou, além de aumentar o fluxo de pessoas e mercadorias no município de Iranduba, promoveu uma rápida expansão urbana e aumentou o processo de ocupações desordenadas na região. Neste contexto, o presente trabalho busca apresentar um método de mapeamento, a partir da classificação dos setores censitários, do risco apresentado pelas ocupações em encostas e da capacidade de suporte frente a desastres relacionados a movimento de massa, tendo em vista o baixo custo de execução e alta aplicabilidade da metodologia. A mensuração do risco compreende a análise da vulnerabilidade e do perigo (GOERL et al., 2012). A partir do grau de risco apresentado, pode-se apontar em quais setores deve haver intervenções por meio de políticas públicas. Além disso, com a determinação do Índice de Vulnerabilidade, é possível visualizar os setores da região que mais necessitam de investimentos, visto a fragilidade socioeconômica do local.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Palavras chave: Mapeamento, áreas de risco, vulnerabilidade social, perigo, movimento de massa

1. Introdução

Nos últimos anos, o município de Iranduba-AM tem experimentado uma grande expansão urbana devido à construção da ponte Jornalista Phelippe Daou (Manaus-Iranduba). O crescimento e redefinição do valor da terra inserem a forma urbana nesse contexto, ampliando a segregação, influenciando a configuração dos processos sociais e espaciais em momentos posteriores e compondo fenômenos efetivamente dinâmicos (SANTOS, et al, 2017). Dessa forma a população mais vulnerável se desloca para as áreas periféricas ou desvalorizadas e se instalam em lugares que apresentam risco à vida devido a esse processo de segregação.

Iranduba, assim como vários municípios amazônicos, iniciou sua urbanização nas margens do rio, e o recorte desta pesquisa inclui algumas encostas e fundos de vale que compõe a rede de drenagem da sede do município. Devido à formação geológica da região corresponder àarenitos da Formação Alter do Chão, da Bacia Sedimentar do Amazonas e apresentar um solo do tipo areno-argiloso, como descreve CARVALHO et al.(2003), faz-se necessário o mapeamento das áreas de risco, principalmente das encostas com possibilidade de ocorrência de movimento de massa.

Em 2013, o Serviço Geológico do Brasil – CPRM fez um levantamento e listou vinte áreas consideradas de Risco Alto e Muito Alto em função de sua ocupação e de fenômenos naturais que ocorrem na área em questão. A partir do relatório da CPRM, buscou-se neste trabalho um maior aprofundamento dessa problemática da região.

Segundo ROSS (2008) a importância de inventariar áreas de risco e analisar os quadros ambientais está intimamente ligada à geografia pelo fato de ser um espaço, humanizado ou não. Dessa forma é apresentada uma adaptação da proposta metodológica de GOERL et al. (2012) que pode ser aplicada em áreas de vertentes, levando em consideração a

inclinação das encostas, o tipo de solo e o vigor dos processos erosivos, conforme sugere ROSS (2011).

O objeto de estudo desta pesquisa corresponde à área urbana do município de Iranduba - AM, com ênfase nos bairros Centro, Alto e Morada do Sol, visto que, qualquer impacto causado pela ocorrência de um desastre na área urbana certamente causará um grande impacto em todo o município, pois é na área urbana que se encontram estações de tratamento de água, serviços básicos, bancos, a administração municipal, entre outros. (GOERL, 2012).

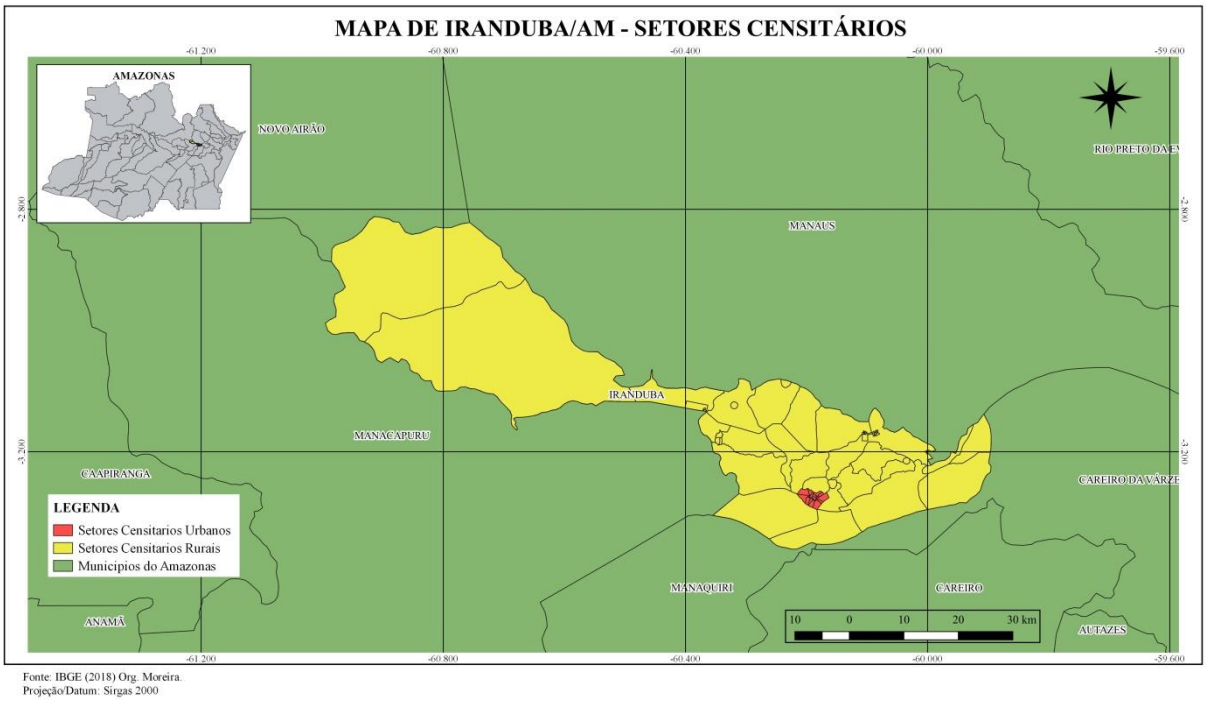


Figura 1: Localização do Município de Iranduba - AM

As ocupações no centro de Iranduba e bairros adjacentes situam-se no limite da várzea, próximos de várias encostas e, dessa forma, é possível apontar um perigo em relação às ocupações próximas a essas encostas, aumentando assim, as chances de eventos relacionados à movimentos de massa, principalmente no período chuvoso da região amazônica. Por hora, essas casas se mantêm seguras devido à conservação da

ISBN: 978-85-7282-778-2

vegetação no local, mas com a intensa expansão urbana, tendem a serem atingidas por catástrofes relacionadas a movimentos de massa.

2. Materiais e Métodos

A análise da vulnerabilidade é um fator imprescindível para o mapeamento das áreas de risco, uma vez que, por meio desse cálculo pode-se mensurar o poder de resposta do município a catástrofes nessas áreas. É possível calculá-la por meio das variáveis socioeconômicas coletadas pelo IBGE, que utiliza como unidade o setor censitário, já que essa é a menor unidade territorial com limites físicos identificáveis. Dessa forma, a área urbana do município de Iranduba foi dividida em 17 setores de acordo com o censo de 2010 do IBGE, seguindo as proporções estabelecidas pelo plano diretor do município.

Apesar dos dados do censo de 2010 estarem relativamente desatualizados, devido à construção da ponte que interliga Manaus à Iranduba em 2011, são as informações mais completas e representativas que se tem. Logo, foram utilizadas 8 (oito) variáveis socioeconômicas extraídas do censo, que posteriormente foram agrupadas em 6 para a análise da vulnerabilidade (Tabela 1). Com base nessas variáveis, constituiu-se o Índice de Vulnerabilidade (IV) baseado em GOERL, et al. (2012):

$$IV = \frac{Dd + Nm + Mm + TxD + E + R}{IDHM}$$

onde, *Dd* é a densidade demográfica, *Nm* é o número de moradores no setor, *Mm* é média de moradores por residência, *TxD* é a taxa de dependência (jovens com menos de 12 anos e idosos acima de 65 anos), *E* é a educação (analfabetos acima de 12 anos), *R* é a renda (responsável sem rendimento ou como até 1 salário mínimo) e *IDHM* é o Índice de Desenvolvimento Humano do Município.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Tabela I: Variáveis censitárias e variáveis utilizadas para mensurar a vulnerabilidade

Variáveis Censitárias	Variáveis de Vulnerabilidade
Número de moradores no setor	Número de moradores no setor
Média de moradores por domicílio	Média de moradores no setor
Densidade Demográfica	Densidade Demográfica
% da população acima de 65 anos % da população abaixo de 12 anos	Soma da porcentagem da população acima de 65 e abaixo de 12 anos
% de pessoas analfabetas acima de 12 anos	% de pessoas analfabetas acima de 12 anos
% de Responsáveis sem rendimento % de responsáveis com rendimento até 1 Salário Mínimo	Soma da porcentagem dos responsáveis sem rendimento e com rendimento até 1 Salário Mínimo

Fonte: GOERL et al., 2012

Além disso, inferiu-se que "a vulnerabilidade é inversamente proporcional a capacidade de suporte/resposta ou de reparo do município" (GOERL, et al, 2012). Sendo assim o *IDHM* corresponde justamente a essa capacidade de suporte/resposta. Mesmo que o desastre aconteça de forma pontual e temporária, esse acontecimento afeta diretamente as atividades sociais e econômicas do município, como o funcionamento de escolas, hospitais, estações de tratamento de água, etc. Por isso, calcular o Índice de Vulnerabilidade se faz necessário, já que está ligado a primeira resposta do município, ou seja, a capacidade de suporte (*IDHM*).

Para uniformizar as unidades, seguiu-se o método de Marcelino et al. (2006), escalonando-as de 0 a 1. Em seguida foi classificado o Índice de Vulnerabilidade dos setores pelo método dos *quantis*, onde se determinou a quantidade de elementos em cada classe (Baixa, Média, Alta, Muito Alta), excluindo assim a subjetividade nessa etapa.

$$Vescalonado = \frac{Vobservado - Vmínimo}{Vmáximo - Vmínimo}$$

ISBN: 978-85-7282-778-2

Já o Perigo, representa a potencialidade de ocorrência de fenômenos naturais em um dado lugar, neste caso o fenômeno de movimento de massa. Essa variável é obtida a partir da porcentagem de declividade do terreno; e a classificação dela se deu pela adaptação dos intervalos propostos por Ross (2011) usando os parâmetros do Novo Código Florestal Brasileiro (Lei 12.651, de 25 de maio de 2012) e do IPT (1991).

Segundo o Novo Código Florestal (2012), as encostas com declividade superior a 45%, equivalente a 100% na linha de maior declive, são consideradas áreas de preservação permanente com o intuito de proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas. Sabendo disso, as classes apresentadas no Manual de ocupações de encostas (IPT, 1991) complementam essa Lei, estipulando os limites aceitos para ocupações em encostas, sendo eles: 0 a 15% inclinação máxima longitudinal tolerável nas vias para circulação de veículos; 15 a 30% inclinação máxima prevista por lei para ocupação de encostas; 30 a 50% limite de declividade tecnicamente recomendável para ocupação; e superior a 50% as áreas que possuem alta declividade e podem ser utilizadas para urbanização, embora sejam onerosos.

Desta forma, a intensidade do perigo foi classificada em intervalos de 15%, sendo o intervalo de 0 a 15% o que apresenta menor perigo suportando ocupações; e acima de 45% inviável para habitação, conforme representado na tabela abaixo:

Tabela II: Categorias Hierárquicas de declividade

Categorias Hierárquicas	
Fraca	de 0 a 15%
Média	de 15 a 30%
Forte	de 30 a 45%
Muito Forte	acima de 45%

Fonte: Adaptado de Brasil (2012) e IPT (1991)

Por fim, calcula-se o risco, com base na relação entre vulnerabilidade social e o perigo natural. A vulnerabilidade foi estabelecida por meio do Índice de Vulnerabilidade, aplicado para todos os setores da área urbana para então classificá-los; e o perigo foi determinado principalmente através da porcentagem de inclinação das encostas, levando em consideração

também o tipo de solo e o vigor dos processos erosivos como sugere Ross (2011) através das análises de campo. Fazendo a relação entre essas duas variáveis, chegou-se ao Índice de Risco (*IR*), que foi aplicado para todos os setores, sendo:

$$IR = IV \cdot PE$$

3. Resultados e discussões

A metodologia proposta tem se mostrado eficaz para o mapeamento das áreas de risco no município de Iranduba. Foram visitadas áreas em três bairros (Alto, Centro e Morada do sol) para verificar as ocupações ao longo das encostas, a estrutura das casas e a condição da vegetação, e indícios de processos erosivos ou de movimentos de massa. Para completar a análise foram levantados dados de vulnerabilidade social, a partir dos setores censitários, num total de 13 setores, que correspondem aos bairros Alto, Centro e Morada do sol, com base no censo de 2010.

Os resultados apresentados são preliminares e correspondem especificamente ao índice de vulnerabilidade. As classes ficaram arranjadas da seguinte forma:

Tabela III: Classificação hierárquica do Índice de Vulnerabilidade

Categorias Hierárquicas	Índice de Vulnerabilidade
Baixo	1,21 – 2,47
Médio	3,10 – 3,60
Alto	4,30 – 5,16
Muito Alto	5,23 – 5,90

A partir deste levantamento pode-se observar que a vulnerabilidade, na área do estudo, varia entre Alta e Muito Alta para o bairro Morada do Sol, e baixa para os bairros Alto e Centro (Figura 2). Isso significa dizer que os setores correspondentes ao bairro Morada do sol não tem capacidade de suporte necessário para responder a catástrofes, e carecem de intervenções por parte do poder público. Já no caso dos bairros Alto e Centro, apesar de ter

ISBN: 978-85-7282-778-2

uma capacidade de resposta maior, ainda possui um risco elevado, uma vez que encostas nesses bairros são tão inclinadas quanto as demais visitadas.

A partir das primeiras análises em campo, notou-se que a maior parte das encostas da região só estão estáveis devido à conservação da cobertura vegetal. Estado esse que se vê ameaçado devido à expansão urbana, como pode ser observado em um trecho do bairro Morada do Sol, onde a retirada da cobertura vegetal por parte de uma moradora resultou em um deslizamento da encosta que destruiu a rua, causou danos a três famílias e apresenta perigo as demais famílias próximas do local. (Figura 3)

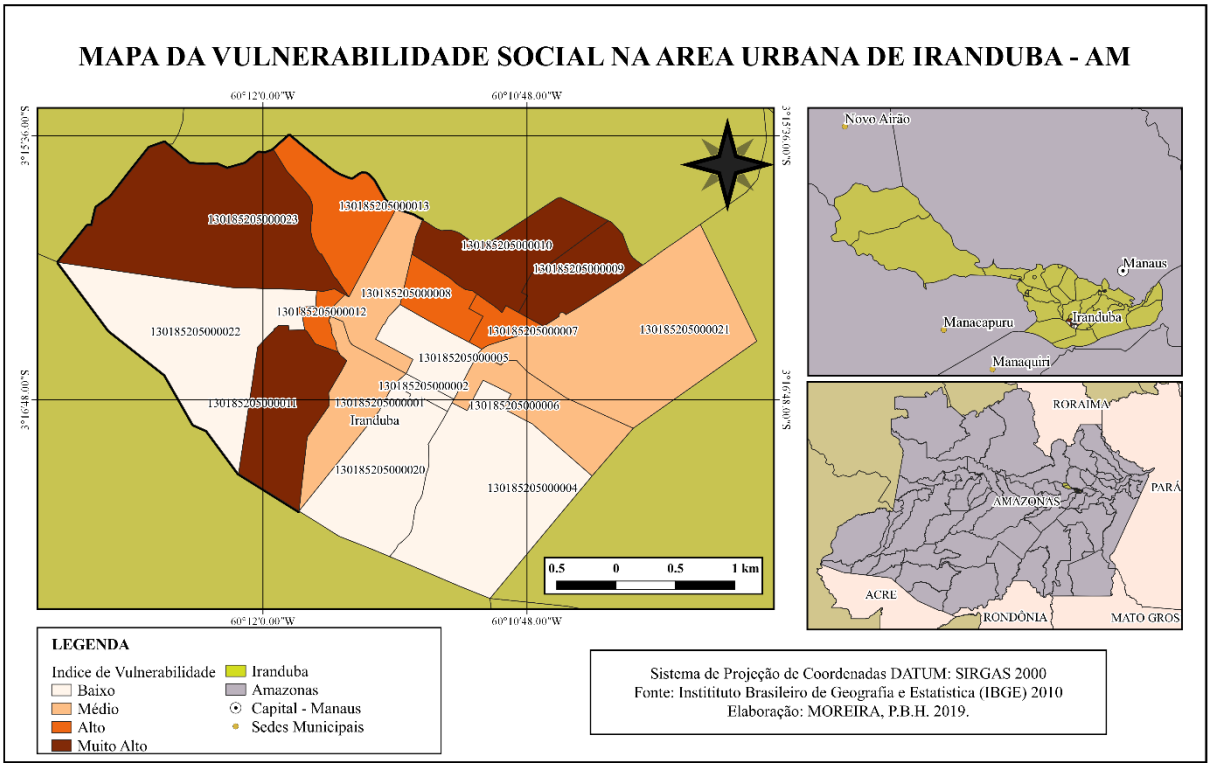


Figura 2: Classificação do Índice de Vulnerabilidade na região urbana de Iranduba

Figura 3: Danos causados pela retirada da cobertura vegetal no bairro Morada do sol

4. Considerações finais

O mapeamento ainda é considerado uma das medidas não estruturais mais eficazes na prevenção de desastres naturais. E a partir dos resultados obtidos por essa pesquisa, pode-se analisar como as ocupações desordenadas têm se relacionado com a probabilidade de movimento de massa no município de Iranduba. E com base na elaboração da carta de risco, será possível destacar áreas prioritárias para intervenção por parte do poder público. Dessa maneira, espera-se que a metodologia desenvolvida neste trabalho contribua para o planejamento de outros municípios e para o entendimento sobre os impactos ambientais a partir de ocupações em encostas.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Agradecimentos

Á Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas – FAPEAM, pela concessão das bolsas de iniciação científica.

Referências Bibliográficas

BRASIL. **Lei no 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis no 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 no 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. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/L12651compilado.htm.

BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral Serviço Geológico do Brasil – CPRM. Departamento de Gestão Territorial – DEGET. **Ação Emergencial para Delimitação das Áreas de Risco Geológico de Alto a Muito Alto grau**. Iranduba – Amazonas. Mar. 2013.

CARVALHO, A. S.; SOUZA, V. S.; FERNANDES FILHO, L. A; NOGUEIRA, A. C. R.**A** Geologia da Região de Manaus**.VIII Simpósio de Geologia da Amazônia** – Manaus – Amazonas. 2003.

GOERL, R. F.; KOBIYAMA, M.; PELLERIN; J. R. G. M. Proposta Metodológica Para Mapeamento de Áreas de Risco A Inundação: Estudo de Caso do Município de Rio Negrinho – SC. **Bol. geogr**., Maringá, v. 30, n. 1, p. 81-100, 2012.

IPT, Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Manual de ocupação de encostas, São Paulo: USP, 1991

MARCELINO, E. V., NUNES, L. H., KOBIYAMA, M. Mapeamento de risco de desastres naturais do estado de Santa Catarina. **Caminhos da Geografia** (UFU), Uberlândia, v.7, n.17, p.72-84, 2006.

SANTOS, A. P.; POLIDORI, C. P.; PERES, M. P.; SARAIVA, M. V. O lugar dos pobres nas cidades: exploração teórica sobre periferização e pobreza na produção do espaço urbano Latino-Americano**. Revista Brasileira de Gestão Urbana**.Pelotas – RS, 2017.

SOUSA, I. S. **A ponte do Rio Negro e a reestruturação do espaço na região metropolitana de Manaus: um olhar a partir de Iranduba e Manacapuru**. Manaus: Editora Reggo/UEA Edições, 2015.

ROSS, J. L. S.Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados**. Revista do Departamento de Geografia**, 8, 63-74. São Paulo, 2011.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. 8. ed. 2ª reimpr. São Paulo: Contexto, 2008.