XVIII

SBGFA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

LIDRIANA DE SOUZA PINHEIRO
ADRYANE GORAYEB (ORG.)

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

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

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

XVIII

SBGFA

A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Sumário

A Chuva Causa Desabamentos Em São Luís, Ma? 15
Ainoã Perez Sousa Santos, Ronaldo Rodrigues Araújo, Wanderson Rodrigo Pinto Costa, Luiz Cezar Franco Morais

A Distribuição Espacial E Temporal Das Chuvas No Parque Estadual De Itapuã/Rs Entre Junho De 2017 E Maio De 2018 20
Alcionir Pazatto Almeida, Cássio Arthur Wollmann, Ismael Luiz Hoppe

A Formação De Ilhas De Calor Na Zona Urbana Do Município Do Crato-Ce No Período Seco 31
Vinicius Ferreira Luna, Francisco Bráz Matos, Juliana Maria Oliveira Silva

A ilha de calor urbana em ambiente insular e costeiro: Uma Abordagem A Partir De Florianópolis (SC) 43
Geisa Silveira da Rocha, Vincent Dubreuil

A Influência Da Temperatura Na Mortalidade Por Infarto Agudo Do Miocárdio Na Microrregião De Juiz De Fora-Minas Gerais 53
Letícia de Castro Martins Ferreira, Cássia de Castro Martins Ferreira, Mário Círio Nogueira, Ricardo Vela de Britto Pereira, William Cossich Marcial de Farias, Marilia Sá Carvalho, Maria Teresa Bustamante Teixeira

A Influência Do El Niño Oscilação Sul E Oscilação Decadal Do Pacífico No Regime De Chuvas Do Município De Palmas-Pr 63
Anderson Borges, Rafaela Harumi Fujita, Andrey Luis Binda

A Influência Do Enos Nas Condições Climáticas Do Município De São Lourenço/MG .. 75
Patrícia Rosa Aguiar, Regina Gonçalves Bastos, Antoniel Silva Fernandes, Daniel Sena Braga, Gisele Mol da Silva, Neolmar Matos Filho, Alecir Antônio Maciel Moreira

A Influência Do Relevo Na Variabilidade Climática Entre Os Municípios De Bananeiras, Olivedos E Malta Na Paraíba 84
John da Silva Evaristo, Anselmo de Araújo Barbosa , Fagne de Almeida Oliveira , Ailson de Lima Marques , Débora Coelho Moura

A Relação Entre Os Fenômenos El Niño E La Niña E O Clima Da Baixada Campista, Norte Do Estado Do Rio de Janeiro 96
José Maria Ribeiro Miro, Victor Carlos de Souza, Renata de Azevedo Tavares Guedes, Leidiana Alonso Alves

A Utilização Da Análise De Componentes Principais (Acp) Para A Compreensão Da Influência De Teleconexões Sobre Brejo Santo - CE 107
Jéssica Ramires, Núbia Beray Armond, Carla Maciel Salgado

A Utilização De Transectos Móveis Na Análise Climática Urbana: Ensaio Metodológico Aplicado À Cidade De Ituiutaba-MG No Inverno De 2018 119
Ana Cristina Araújo Foli, Gislaine Cristina Luiz

A Chuva E A Erosividade Na Cidade De Goiânia-GO 131
Vinícius Martins Batista , Gislaine Cristina Luiz

Alternância Dos Sistemas Atmosféricos No Período Propício À Ocorrência De Dengue Em Porto Alegre (Rs) Nos Verões Dos Anos De 2014 E 2016 136
Bianca Marques Maio, Erika Collischonn, Cássio Arthur Wollmann

Análise Climatológica Comparativa Entre As Cidades De Caicó-Rn E Lagoa Nova-Rn . 148
Aline da Silva Cardozo, Iana Raquel Dantas de Oliveira, Tuana Raquel de Medeiros Aprígio, Rebecca Luna Lucena

Análise Climática De Mirante Do Paranapanema - Sp 153
Mariana Lopes Nishizima, Leandro Neri Bortoluzzi

Análise Comparativa Da Incidência De Radiação Solar E Fator De Visão Do Céu Em Dois Condominios De Distintos Padrões Construtivos No Bairro De Campo Grande – Rio de Janeiro/Rj: Aproximações Metodológi 165
Higor Lopes Barcelos

Análise Comparativa De Variáveis Meteorológicas Obtidas Através De Cinco Estações Climatológicas Instaladas No Córrego Ponte De Pedra Em Mato Grosso 177
Giovanna Letícia da Silva Marcelino, Ramon Martins Fernandes, Regiane Lima Rodrigues, Peter Zeilhofer, Rodrigo Marques

ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA PLUVIOSIDADE DA ILHA DO MARANHÃO NOS ANOS DE 2016 E 2017..... 186
Juarez Mota Pinheiro Ronaldo Rodrigues Araújo

Análise Da Intensidade Da Temperatura Do Ar E Dos Alvos Na Cidade De Martinópolis-Sp. 198
Tiago Santos Milani, Prof. Dra. Margarete Cristiane de Costa Trindade Amorim

Análise Da Precipitação De Goiânia-Go Entre 1981 E 2010 E A Tendência Para O Cenário Futuro De 2050 210
Ana Paula Matos e Silva, Andressa Gonçalves Araújo, Sylvia Elaine Marques de Farias, Gislaine Cristina Luiz

Análise Da Precipitação Horária No Litoral Paraibano 215
Maressa Oliveira Lopes Araújo, Milla Gomes Albuquerque, Daisy Beserra Lucena

Análise Da Variabilidade Da Precipitação Na Região Sul Da Baixa Do Chaco 227
Aline Landim Moreira, William Carvalho Maia, Éder Leandro Bayer Maier

ANÁLISE DA VARIABILIDADE ESPAÇO-TEMPORAL DA PRECIPITAÇÃO NO Brasil: SOI E PDO 238
Tainã Costa Peres, Éder Leandro Bayer Maier

ANÁLISE DA VARIABILIDADE ESPAÇO-TEMPORAL DA PRECIPITAÇÃO NO Brasil: TNA E AAO 249
Tainã Costa Peres, Éder Leandro Bayer Maier

Análise Da Variação Pluviométrica Mensal Em Goiânia (GO): Um Olhar Sobre O Fenômeno El Niño 261
Ana Cristina Araújo Foli, Patrícia Inague Moretti

Análise Das Condições Hidroclimatológicas Em Ambiente De Exceção Do Semiárido Nordestino, Município De Mulungu - CE 273
Liza Santos Oliveira, Karolayne Araújo Coelho Marta Celina Linhares Sales

Análise Das Variáveis Climáticas No Município De Juazeirinho-PB..... 284
Aureliana Santos Gomes, Brenda Henrique de Souza, Cauê Souto Vieira Erimágna de Morais Rodrigues,Gabryelle de Farias Sousa ,Yuri Gomes de Souza

Análise De Dados Climatológicos De Temperatura Do Ar De 1999, 2009 E 2017, Com Cenário Futuro De Temperatura Para O Ano De 2099 296
Jaila Raiane Barbosa de Souza, Paula Pinheiro Carneiro, Sylvia Elaine Farias, Gislaine Cristina Luiz

Análise Do Conforto Térmico Em Relação A Cobertura Do Solo No Campus Pampulha Da Universidade Federal De Minas Gerais 301
Luiz Henrique da Silva, Fernanda Araujo da Silva, Igor José de Lima Silva, Gustavo Gonçalves Maia, Wellington Lopes Assis

Análise Do Índice De Temperatura E Umidade Em Bairros Do Recife-Pe 313
Tamires Gabryele de Lima Mendes, Nivaldo Lemos de Souza Pedro Felipe Cavalcanti Dos Santos Ranyére Silva Nóbrega

Análise Do Índice De Vegetação Por Diferença Normalizada (Ndvi) E Da Temperatura Da Superfície No Município De Junqueirópolis (SP) 324
Aline Pereira Lima, Margarete Cristiane de Costa Trindade Amorim

Análise Pluviométrica Do Município De São Gonçalo (RJ) No Período De 2005 A 2016 338
Carlos Augusto Abreu Tornio, Maria Luiza Félix Marques Kede

Análise Temporal De Índices De Precipitação Pluvial No Oeste Do Estado De São Paulo 343
Amanda Trindade Amorim, Roberto Wagner Lourenço, Margarete Cristiane de Costa Trindade Amorim, Henrique Ewbank de Miranda Vieira

Análise Termo-Higrométrica Na Trilha Abraão-Palmas Em Ilha Grande, Angra Dos Reis - Rj 355
Michele Souza da Silva, Eloisa da Silva Pereira Vivian C. da Costa, Nadja M.C. da Costa

Análises Das Tendências Climáticas Do Município De Soure Entre Os Anos De 1990 E 2014 / Marajó - Pa. 366
Bárbara Souza Paiva ([1]), Alexandre Carlos Guimarães Sobrinho (2), Rosiane de Carvalho Malheiros

Análises Dos Ventos Predominantes Para O Município De Juiz De Fora- MG De 2011 A 2017 381
Camila de Moraes Gomes Tavares Thiago Alves de Oliveira Michaela Campos e Silva Victor Samuel Bernardes de Paula Fábio Sanches Cássia de Castro Martins Ferreira

As Chuvas Na Região Agreste Do Nordeste Brasileiro: Ocorrências Durante Anos-Padrão 393
Gabriel de Paiva Cavalcante, Daisy Beserra Lucena, Marcelo de Oliveira Moura

As Implicações Climáticas E Os Estudos Na Saúde Pública: Casos De Dengue Em São Luís. 406
Raquel Pereira Santana

Aspectos Climáticos E Ocorrência De Casos De Dengue Na Cidade De Goiás Em 2017. 415
Nelton Nattan Amaral Nunes, Vanessa Claudia Lemes de Souza

Analise Pluviométrica: Do Bairro Santo Antônio Em Comparação Com O INMET No Ano De 2017 421
Letícia Braga De Oliveira

Análise Comparativa Dos Elementos Climatológicos De Duas Estações Meteorológicas, Em Vitória E Santa Teresa, Espírito Santo: Considerações Sobre O Sítio 426
Fabrício Holanda do Nascimento, Cláudia Câmara do Vale

Análise Da Precipitação Da Serra De Baturité – CE: Subsídios Aos Estudos Geográficos Do Clima. 437
Raimundo Rodrigues dos Santos Junior, Isorlanda Caracristi

Análise Da Temperatura De Superfície E O Uso Da Terra: Uma Comparação Das Regiões Urbanas Centro E São Geraldo Na Cidade De Juiz De Fora-MG 449
Michaela Campos e Silvaa; Victor Samuel Bernardes de Paulab; Thiago Alves de Oliveirac; Camila de Moraes Gomes Tavaresd; Cássia de Castro Martins Ferreira

Análise Da Temperatura De Superfície Em Ambientes Urbanos: Um Estudo Por Meio Do Sensoriamento Remoto Do Bairro Mirandão, Crato/CE (1984, 1993, 2011 E 2017) .. 461
Mayra Alves Pinheiro, Juliana Maria Oliveira Silva, Marcelo de Oliveira Moura

Análise Do Índice De Conforto Térmico No Período Da Pré-Estação Chuvosa Em Crateús - CE 474
Pollyana Maria Pimentel Monte, Gilson de Oliveira Claudino, Henrique Áquila Ferreira Lemos, João André Ximenes Mota

Análise Dos Anos-Padrão De Chuvas Em Manaus-AM 484
Jackeline Soares Andrade, Natacha Cíntia Regina Aleixo

Análises Dos Parâmetros Atmosféricos E Avaliação Do Balanço De Energia Superficial Da Geleira Aguas Calientes-Peru 489
Christian Torres, Jorge Arigony, Wilson Suarez, Anselm Arndt, Nelson Santillan, Éder Maier

Análises Pluviométricas No Maranhão No Último Trimestre Do Ano De 2018 501
Yanca dos Santos da Silva, Carlos Wendell Soares Dias

Aplicação Do Índice De Conforto Térmico Em Área De Construção De Loteamento No Município De Quixadá-Ce 506
Pollyana Maria Pimentel Monte, Henrique Áquila Ferreira Lemos, Gilson de Oliveira Claudino, João André Ximenes Mota

Campo Termo-Higrométrico Da Área Urbana De Salto Do Jacuí/Rs No Dia 28 De Julho De 2016 517
Ismael Luiz Hoppe, Cássio Arthur Wollmann, Alcionir Pazatto Almeida, Jakeline Barato

Caracterização Dos Sólidos Suspensos Totais Em Função Da Precipitação Pluviométrica Incidente Na Microbacia Hidrográfica Do Arroio Fundo-Paraná 529
Eduardo André Kaiser, Waterloo Pereira Filho, Cristiano Niderаurer da Rosa, Lucas Mauricio Willecker dos Santos

Caracterização Espacial E Temporal Do Balanço Hídrico Climatológico Na Região De Unaí-MG 540
Aion Angelu Ferraz Silva, Carlos Henrique Jardim

Clima Urbano Em Cuiabá-Mt, Brasil: Episódios Sazonais De Análise Da Temperatura Da Superfície Dos Alvos E Ndvi 552
Luis Flávio de Araújo, Verbena Florencia de Sousa Camila Riboli Rampazzo

Condicões Atmosféricas Associadas A Um Episódio Intenso De Zcas Em Dezembro De 2008 No Município De Ituiutaba-MG 564
Laiane Cristina de Freitas, Emmeline Aparecida Silva Severino, Maria Estela Aparecida Gomes, Rildo Aparecido Costa

Condições Climáticas E A Frequência Dos Casos De Dengue Em Manaus-Am 574
Marcela Beleza de Castro, Rayane Brito de Almeida, Rebeca Teixeira Dantas

Contagem De Partículas Em Praça Pública De Abreu E Lima-Pe..... 586
Tamires Gabryele de Lima Mendes, Nivaldo Lemos de Souza Lillian Souza dos Anjos Ranyére Silva Nóbrega

CONTRASTES MICROCLIMÁTICOS ENTRE OS ESPAÇOS URBANOS CENTRAIS DA CIDADE DE SOBRAL: Confrantando Os Dados Oficiais E Primários 597
Francisco Gerson Lima Muniz, Isorlanda Caracristi

Correlação Entre Massa Construída, Altura Das Edificações E Temperatura De Superfície Na Cidade De Juiz De Fora –Mg 608
Franciele de Oliveira Pimentel, Débora Couto de Assis, Daiane Evangelista de Oliveira,Cássia de Castro Martins Ferreira

Caracterização Espaço-Temporal Da Precipitação Da Bacia Hidrográfica Do Rio Acará/PA 620
Filipe Gomes Dias; Aline Maria Meiguins de Lima

Características Do Regime De Ventos Em Curitiba E Paranaguá, Paraná 632
Paulo Miguel de Bodas Terassi, José Francisco de Oliveira-Júnior, Emerson Galvani, Givanildo Góis, Washington Luiz Félix Correia Filho, Bruno Serafini Sobral, Vitor Hugo Rosa Biffi

Clima Urbano E Dengue Em Manaus - AM: Dinâmicas Socioambientais 644
Letícia Barbosa de Souza, Reinaldo Corrêa Costa

Comportamento Climatológico Da Pluviosidade No Distrito Federal - Período 1979-2009..... 650
Alicia de Almeida Silva, Felippe Delangelo Martins Gatto, Julio Eduardo Mafra Ribeiro, Luís Felipe Pinheiro de Medeiros, Mateus Adriano de Oliveira Pinheiro, Rafael Rodrigues da Franca

Confiabilidade De Dados Climáticos Não Oficiais Para Francisco Beltrão (PR)..... 662
Dejanir de Oliveira, Marina Sória Castellano

Dimensão Multifractal Da Precipitação E A Participação Dos Sistemas Atmosféricos Em Pedro Afonso E Peixe, Tocantins, Brasil 667
Paulo Henrique Pereira Pinto, Anderson L. H. Christofoletti

Dinâmica Atmosférica, Controles De Superfície E Tipos De Tempo Em Belo Horizonte-MG: Junho, Julho E Agosto De 2017 679
Jaqueline da Consolação Silva, Carlos Henrique Jardim

Disponibilidade Hídrica E Variabilidade Climática: Uma Revisão Bibliográfica Dos Conceitos 690
Claudete Silveira Damas Machado, Alfredo Zenén Dominguez González

Distribuição Espacial Das Chuvas Em São Luís (Ma) E Seus Impactos No Espaço Urbano No Período 2017-2018 695
Ainoã Perez Sousa Santos, Ronaldo Rodrigues Araújo

Efeitos das ondas de frio e de calor nas atividades agrícolas, um estudo de caso em municípios da zona da mata, campo das vertentes e sul e sudoeste de Minas Gerais . 707
Débora Couto de Assis, Daiane Evangelista de Oliveira, Cássia de Castro Martins Ferreira, Franciele de Oliveira Pimentel

Episódios De Calor Na Cidade De João Pessoa-PB Sob A Perspectiva Da Análise Rítmica 721
Gabriel de Paiva Cavalcante Marcelo de Oliveira Moura

Erosão Costeira E Storm Surge Em Itapoá - Sc: Uma Análise Episódica 737
Rafael Brito Silveira (a,*), Maikon P. A. Alves, Volney J. B. Bitencourt

Estimativa Da Temperatura De Superfície E Ndvi Do Período Seco De Bairros Representativos Da Zona Urbana Do Município De Crato-Ce 2018 749
Joyce Ferreira Gomes, Ticiano Moraes de Freitas, Juliana Maria Oliveira Silva

Estudo Climático De Formação De Gelo E Neve A Partir De Um Modelo Numérico De Aquecimento Global 760
Nágila Veiga Adrião Monteiro, Rafael Pereira Maciel, Caroline Maria Sá dos Santos, Nisia Krusche

Estudo Da Variabilidade Temporal E Espacial De Precipitação Considerando Os Cenários Climáticos Futuros, Com Ênfase Em Eventos Extremos, Para O Município De Campinas – Sp 778
Luiza Marchezan Bezerra, Ana Maria H. de Avila, Vânia Rosa Pereira

Eventos Extremos De Precipitação E Seus Impactos Na Cidade De Ituiutaba-MG..... 789
Laiane Cristina de Freitas, Emmeline Aparecida Silva Severino, Maria Estela, Rildo Aparecido Costa

Elementos Fisiográficos E A Precipitação No Estado De São Paulo 801
Murilo da Costa Ruv Lemes, Michelle Simões Reboita, Roger Rodrigues Torres

Estudo De Caso Sobre O Tornado Registrado Próximo Ao Aeroporto De Brasília - DF No Dia 01/10/2014 816
Julio Eduardo Mafra Ribeiro, Yasmin Carvalho Paniago, Rafael Rodrigues da Franca

Eventos Extremos De Precipitação E Período De Retorno No Litoral Norte Paulista 828
Denise Dias dos Santos, Emerson Galvani

Gênese Das Chuvas Na Região Sudeste Do Estado Do Tocantins, Brasil 840
Paulo Henrique Pereira Pinto, Anderson L. H. Christofoletti Lucas Barbosa e Souza

Identificação De Regiões Homogenêas De Precipitação Pluviométrica Na Bacia Hidrográfica Do Alto Jacuí - Rs 852
Jakeline Baratto, Paulo Miguel de Bodas Terassi Cássio Arthur Wollmann Emerson Galvani, José Francisco de Oliveira-Júnior

Identificação Do Índice De Anomalia De Chuva Da Pré-Estação Chuvosa De São Luís, Maranhão..... 863
Audivan Ribeiro Garcês Júnior, Maria Elisa Zanella

Identificação E Análise Dos Eventos Extremos De Precipitação Em São Luís, Maranhão 876
Audivan Ribeiro Garcês Júnior, Jacilene dos Santos Castro, Paulo Roberto Mendes Pereira, Maria Elisa Zanella

Ilha De Calor: Reestruturação Urbana E Análise Preliminar Da Elevação Térmica No Bairro Do Parque Verde – Belém – Pará 889
Angelo Bruno Batalha Silva, Carolina Sozinho da Silva, Fabricio Evangelista Carrera, José Edilson Cardoso Rodrigues

Impactos Socioambientais No Perímetro Irrigado Poção Da Ribeira – Itabaiana/Se A Partir Da Análise De Extremos Climáticos. 894
José Vinícius Almeida (1), Daniel Almeida Da Silva

Indicadores Socioambientais: Risco A Dengue Na Cidade De Itacoatiara – Amazonas 899
Jane Cabral dos Santos, Reinaldo Corrêa Costa

Influência Climática E Dengue Em Municípios Goianos: Itauçu, Inhumas E Goianira. ... 905
Nelton Nattan Amaral Nunes, Adriana Aparecida Silva

Influência Da Paisagem No Microclima Urbano Em Três Ambientes De Rio Verde - GO 911
Fernando Santiago do Prado, Márcia Cristina da Cunha e Regina Maria Lopes

Influência De Elementos Climáticos Nos Casos De Dengue No Município De Salvador-Bahia (2010-2011) 923
Juliana P. P. dos Santos, Cassio de Jesus Viana, Plínio Martins Falcão

Influência De Extremos De Gelo Marinho Na Polaridade Do Modo Anular Sul E Impactos Climáticos No Brasil..... 928
Camila Bertoletti Carpenedo, Rafael César Silva

Influência Do Relevo E Uso Do Solo Nas Variações De Temperatura Do Ar E Do Solo Nos Bairros Mangabeiras E Venda Nova Em Belo Horizonte-MG Nos Dias 02 E 03 De Junho De 2018 940
Ana Barbini de Moraes Araújo, Isabella Aparecida Marquezine, Karoline Eva Ramos Lima, Mayara Pinheiro Aragão

Interceptação da precipitação em povoamentos de pinus taeda l. No município de Rio Negrinho- SC 952
Daniel Ribeiro Lange, Fernando Helmuth Syring Marangon, Irani dos Santos

Influência do el niño-oscilação sul (enos) nos índices pluviométricos da cidade de belém-pa..... 964
Augusto Maciel Costa, José Edilson Cardoso Rodrigues

Interação da precipitação no município de aruanã - GO 969
Vinicius Martins Batista , Rafael Gustavo Gonçalves dos Anjos Brito Ferreira

Mapeamento da aridez no estado do rio grande do norte..... 975
Tuana Raquel de Medeiros Aprígio, Raila Mariz Faria, Rebecca Luna Lucena, Sara Fernandes de Souza, Aline da Silva Cardozo, Alíbia Deysi Guedes da Silva

Mensuração da temperatura de superfície terrestre na zona urbana do muncípio de açailândia, maranhão no ano de 2018 987
Lucas Vinicius de Aguiar Alves, Filipe Salomão de Sousa Ferreira, Paulo Roberto Mendes Pereira Josué Carvalho Viegas

Monitoramento hidroclimático - fase iii da bacia rio de una, itaetê-ba. 999
Ângela Carine Felix de Oliveira Matos, Jémison Mattos dos Santos Suílian Sampaio de Jesus

Metodologia de coleta, tabulação e formatação de dados pluviométricos 1004
Julio Eduardo Mafra Ribeiro, Rafael Rodrigues da Franca

Modificações na temperatura de superfície em decorrência de mudanças do uso do solo: estudo de caso da área de um parque eólico em ibiapina-ce 1014
Francisca Mairla Gomes Brasileiro; Maria Elisa Zanella

Mudanças climáticas e seus impactos na dinâmica global 1026
Luana Maria Soares Nunes, Tayran Oliveira dos Santos

O avanço da friagem no Brasil durante quatro eventos de frentes frias fortes que passaram por cuiabá-mt nos anos de 1996, 2001, 2010, 2013 1032
Emanuelle Cristina Amorim de Jesus, Rodrigo Marques

Análise da Precipitação Pluviométrica no Município de Salvador – BA 1044
Ivonice Sena de Souza, Ana Paula Sena de Souza, Rafael Vinícius de São José, Emanuel Fernando Reis de Jesus

O evento seco extremo em julho de 2017 na região extratropical do Brasil 1055
Camila Bertoletti Carpenedo, Mirian de Paula Lima

O uso da imagem termal para análise de temperatura de superfície na cidade sede de carandaí - MG 1067
Victor Samuel Bernardes de Paula, Thiago Alves de Oliveira, Michaela Campos e Silva, Camila de Moraes Gomes Tavares, Cássia de Castro Martins Ferreira

O clima urbano em osvaldo cruz/SP: uma visão a partir de diferentes realidades socioeconômicas 1079
Carlos Roberto Caputo, Margarete Cristiane de Costa Trindade Amorim

O uso de modelagem nas análises de clima urbano: potencialidades do google sketchup para um episódio de inverno e verão no bairro da tijuca, Rio de Janeiro - rj .. 1091
Patrick Nascimento

Perfomance de abrigo de baixo custo para registros de temperatura e umidade relativa do ar em condição de campo 1103
Jakeline Baratto, Emerson Galvani Cássio Arthur Wollmann

Precipitação pluviométrica na bacia hidrográfica do rio piratinim - rs 1117
Vagner Apollo Duarte Cássio Arthur Wollmann Richard Kohler Marczewski Iago Turba Costa Rodrigo Corrêa Pontes

Precipitações pluviais em erechim-rs 1129
Thamires Caetano Romão, Pedro Germano dos Santos Murara

Preenchimento de falhas em dados de temperatura média máxima do ar: estudo para a estação de lavras-MG 1134
Thiago Alves de Oliveira, Camila de Moraes Gomes Tavares, Michaela Campos e Silva, Victor Samuel Bernardes de Paula, Fabio Sanches, Cássia de Castro Martins Ferreira

Princípios da estatística aplicada a climatologia e análises de series temporais 1146
Éder Leandro Bayer Maier, Tainã Costa Peres

Precipitação em rio grande - rs: análise da variabilidade entre 1913 e 2016 1155
Tamires da Rosa Silva, Éder Bayer Maier

Rios voadores: como a dinâmica natural do fenômeno pode ser afetada pelo desequilíbrio ambiental na floresta amazônica 1166
Lilian Renata Teixeira da Silva, Bárbara Gabrielly Silva Barbosa, Cristiana Duarte Coutinho

Ritmo climático e malária em manaus 1178
Rayane Brito de Almeida, Natacha Cintia Regina Aleixo

Reflexões iniciais sobre os efeitos de um parque eólico no microclima: estudo de caso de uma comunidade pesqueira em camocim, Ceará 1190
Francisca Mairla Gomes Brasileiro; Lidia Gomes de Castro; Maria Elisa Zanella

Temperatura de superfície e sua correlação com o índice de vegetação por diferença normalizada (ndvi) na microbacia do rio da batateiras/crato-ce, (1984 - 2011) 1202
Joyce Ferreira Gomes, Cícera Celiane Januário da Silva, Juliana Maria Oliveira Silva

Técnicas de estatística descritiva e análise exploratória na caracterização têmporo-espacial da pluviosidade da região de unaí-MG 1207
Aion Angelu Ferraz Silva, Carlos Henrique Jardim

Técnicas sustentáveis de convivência no semiárido na comunidade do boqueirão, irauçuba,Ceará 1219
Lindemberg Rhian Soares Leitão, Naiquiane Nascimento Ferreira, Ruth Aline de Oliveira Cavalcante, Bianca Bandeira Alves

Uso da terra e variações da temperatura e umidade relativa do ar no baixo vale do rio pandeiros, januária-MG 1230
Carlos Henrique Jardim

Uso do geoprocessamento na identificação de alterações na temperatura superficial em virtude das mudanças no uso e ocupação do solo em eusébio – ce 1241
Lidia Gomes de Castro; Francisca Mairla Gomes Brasileiro; Maria Elisa Zanella

Variabilidade climática e a diarreia aguda em manaus 1247
Marcela Beleza de Castro, João Cândido André da Silva Neto

Variabilidade comportamental da insolação e nebulosidade em anos sem e com el niño (2012 e 2015) 1259
Vanessa Cristina Matos Pereira, Carlos Augusto Tórnio, Dayllan de Souza Alho, Maria Luíza Félix Marques Kede, Ana Valéria Freire Allemão Bertolino, Luiz Carlos Bertolino

Variabilidade das chuvas na bacia do rio pandeiros, januária-MG: o período de 2008-2018 1271
Carlos Henrique Jardim, Felipe Pereira de Moura, Jefferson Vianna Bandeira, Lécio Hannas Salim, Claudio José Chagas

Variação da temperatura e umidade relativa do ar em lagoa santa, pedro leopoldo e vespasiano-MG 1283
Ana Paula Minelli Moreira, Carlos Henrique Jardim

Veranicos no município de cabaceiras/pb 1294
Milla Gomes Albuquerque, Maressa Oliveira Lopes Araújo, Daisy Beserra Lucena

Variabilidade espaço-temporal da chuva na cidade do Rio de Janeiro em eventos de el niño e la niña 1306
Rafaela Quintella Veiga, Andrews José de Lucena, Gabriela Fernandes Santos Alves

Índice de aridez e sua relação com a orografia do maciço residual de pedra branca-ce 1318
Pedro Ítalo Carvalho Aderaldo, Jonas Teixeria Nery

A altitude como um dos fatores determinantes para as temperaturas na área urbana de Guarapuava, PR 1330
Claudiane da Costa, Aparecido Ribeiro de Andrade

A distribuição e ocorrência de queimadas em goiânia, no ano de 2017 1342
Ana Caroline Pereira da Silva, Sylvia Elaine Marques de Farias, Gislaine Cristina Luiz

A utilização de transectos móveis na análise climática urbana: ensaio metodológico aplicado à cidade de Ituiutaba-MG no inverno de 2018 1347
Ana Cristina Araújo Foli, Gislaine Cristina Luiz

Abordagem bioclimática em populações ribeirinhas da Amazônia Brasileira 1360
Maria Cristina Celuppi, Célia Regina Moretti Meirelles, João Paulo Assis Gobo

Abordagem bioclimática para cidades de porte médio em clima subtropical 1372
João Paulo Assis Gobo , Marlon Resende Faria , Emerson Galvani

Analise descritiva e impactos da chuva ocorrida 19/09/2018 em Catalao-GO 1384
Natália de Souza Santos

Análise da evolução das internações por pneumonia em fortaleza: relação com o clima 1389
Dáviney Sales de Freitas Júnior , Marta Celina Linhares Sales

Análise do evento extremo de chuva dos dias 25 a 29 de maio de 2017 e os desdobramentos socioespaciais para população de Caruaru-PE 1401
Bárbara Gabrielly Silva Barbosa, Lilian Renata Teixeira da Silva , Cristiana Coutinho Duarte

Análises e resultados do levantamento de dados topoclimáticos nos loteamentos do perímetro noroeste da cidade de Sobral - CE 1406
Fernando Farias Freitas , Isorlanda Caracristi

As variações pluviométricas na produtividade de milho (zea mays) em ipirá-ba, no periódo de 1996 a 2006..... 1411
Alisson Estrela Costa,Jémison Mattos dos Santos,Joélisson da Silva Oliveira

Análise da temperatura de superfície e o uso da terra: uma comparação das regiões urbanas centro e são geraldo na cidade de Juiz de Fora-MG 1416
Michaela Campos e Silva; Victor Samuel Bernardes de Paula; Thiago Alves de Oliveira; Camila de Moraes Gomes Tavares; Cássia de Castro Martins Ferreira

Análise termohigrométrica em floresta de vegetação arbórea no pantanal do abobral 1428
Henrique Silva Costa , Mauro Henrique Soares da Silva

Aspectos e a influência da variabilidade pluviométrica na produtividade da cultura de feijão (phaseolus vulgaris) em Monte Santo - BA no período de 1996 a 2006..... 1440
Raissa Ribeiro Costa , Jémison Mattos dos Santos

Bacia do rio piraquê-cabuçu e as inundações do dia quinze de fevereiro de 2018 1445
Ian Verdan da Silva , Antonio Carlos Oscar Junior

Dinâmica pluviométrica e susceptibilidade ao processo de desertificação em Poço Redondo-Sergipe..... 1457
Douglas Vieira Gois , Felippe Pessoa de Melo , Rosemeri Melo e Souza

Distribuição de erosividade da chuva na bacia do rio parnaíba, nordeste do brasil: uma aplicação com dados de sensoriamento remoto 1469
Jefferson Inayan de Oliveira Souto , Lianne Borja Pimenta , Ariadne Reinaldo Trindade , Vítor Abner Borges Dutra, Norma Ely Santos Beltrão

Estimativas preliminares da chuva, no estado do Paraná, utilizando o índice de precipitação concentrada 1480
Jonas Teixeira Nery , Beatriz Siqueira

Estudo da caracterização climática: Belém - PA 1491
Gabriel Gustavo Barros de Souza, Mariana Lopes Nishizima

Identificação do uso e cobertura do solo nos bairros adjacentes ao parque do cocó (fortaleza-ce) e sua influência na temperatura de superfície local utilizando técnicas de sensoriamento remoto..... 1503
David Ribeiro Lino , Thiago Costa dos Santos , Márcio Regys Rabelo de Oliveira , Thales Rafael Guimarães Queiroz , Adunias dos Santos Teixeira

Influência dos aspectos climáticos nas paisagens naturais na bacia hidrográfica do Rio Botucaraí/RS 1515
Roberto Luiz dos Santos Antunes Adriano de Souza Antunes, Thiago Souza Silveira, Jurandyr Luciano Sanches Ross

Mudança climática sob uma perspectiva local: a goverçança territoral do município de Duque De Caxias, RJ. 1527
Marcelle dos Santos Rodrigues , Antonio Carlos da Silva Oscar Júnior.

O clima urbano: espacialização da produção científica de teses no brasil de 1992 - 2018 1540
Francielle de Siqueira Castro , Paulo Cezar Mendes

O parque trianon e a avenida paulista: análise microclimática do equinócio de primavera de 2018 1552
Giovanna Guilhem de Araujo , Emerson Galvani

Ondas de calor e mortalidade: estudo de caso em sete municípios de minas gerais ... 1557
Cássia de Castro Martins Ferreira Letícia de Castro Martins Ferreira Daiane Evangelista de Oliveira Débora de Assis Couto Maria Aparecida de AlmeidaMário Círio Nogueira, Maria Teresa Bustamante Teixeira

Precipitação em rio grande - rs: análise da variabilidade entre 1913 e 2016 1569
Tamires da Rosa Silva , Éder Bayer Maier

Qualidade da água pluvial através de aspectos do ph da água da chuva na área urbana de Catalão (GO) 1580
Leonardo Ferreira Prado, Rafael de Ávila Rodrigues, Larissa Christina Pires Barreto, Lincoln Lucílio Romualdo, Antover Panazzolo Sarmento

Tendências da concentração diária e mensal da precipitação na bacia do paraná..... 1592
Beatriz Siqueira , Jonas Teixeira Nery

Urban climatic map da cidade de Fortaleza/CE 1604
Antonio Ferreira Lima Júnior , Maria Elisa Zanella

Variabilidade climática e a espacialização da dengue no bairro Cidade Nova – Manaus (AM) 1616
Rebeca Teixeira Dantas , Marcela Beleza de Castro , Rayane Brito de Almeida

Variação e frequência da temperatura do ar em Jataí–GO no período de 1979 a 2018 . 1627
José Ricardo Rodrigues Rocha , Alécio Perini Martins , Regina Maria Lopes(c), Jefferson Soares Reis

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO 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 CHUVA CAUSA DESABAMENTOS EM SÃO LUÍS, MA?

Ainoã Perez Sousa Santos [(a)], Ronaldo Rodrigues Araújo [(b)], Wanderson Rodrigo Pinto Costa [(c)], Luiz Cezar Franco Morais [(d)]

[(a)] Curso de Geografia / LABOCLIMA/Universidade Federal do Maranhão, noanper@gmail.com

[(b)] Prof. Dr. Departamento de Geociências / LABOCLIMA/ Universidade Federal do Maranhão, ronaldo.araujo16@gmail.com

[(c)] Curso de Geografia / Universidade Federal do Maranhão, wrpc2794@gmail.com

[(d)] Curso de Geografia / Universidade Federal do Maranhão, lcfrancomorais@gmail.com

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

O município de São Luís, MA, possui um clima com pequenas variações de temperatura e duas estações bem definidas sendo uma chuvosa e a outra de estiagem. A partir de levantamento de dados em campo e em órgão públicos, identificou-se que no período chuvoso a Defesa Civil Municipal registra episódios de desabamento com grande frequência em determinadas áreas. Este estudo visou analisar onde se concentra essas ocorrências e como o clima urbano em conjunto com as condições socioambientais influenciam essa ocorrência. Os resultados indicam que está relação é verdadeira, e o evento é evidente nas áreas urbanas do município, embora há que se considerar que nem sempre estão atrelados a elevados níveis de precipitação e sim a combinação da dinâmica entre o clima e as condições sociais.

Palavras chave: Clima urbano, Chuvas, Desabamentos, São Luís.

1. Introdução

Ao logo da segunda década dos anos 2000 tem-se intensificado as notícias referentes a desabamentos, no período chuvoso, de casarões no centro de São luís, ou ainda, desabamento de árvores em cima de carros que interditam vias, muros e etc (OESTADO, 2017). Este trabalho buscou investigar se o clima urbano do município seria o causador do acréscimo destes episódios,

através da busca de pesquisas que abordem as questões climáticas e sociais, a coleta de dados nos órgãos competentes, descrição do que foi observado e considerações a respeito deste evento e o clima em São Luís, MA.

2. Matérias e Métodos

A pesquisa possui assim um caráter qualitativo por trabalhar dados particulares de ordem ambiental e social através das observações realizadas nos distritos onde mais ocorre registros de desabamentos. Considera-se o trabalho também de caráter quantitativo por se utilizar da matemática para a compreensão numérica de desabamentos e áreas de risco, nas análises feitas nos dados de precipitação para a área de estudo (SILVEIRA et al 2009; SANTOS, 2018. No Prelo).

Foi realizada uma pesquisa bibliografia em arquivos físicos e eletrônicos para a compreensão (MONTEIRO, 1976; AYOADE, 2013; PINHEIRO; 2015; SANTOS, 2018) do clima e questões sociais como aponta Lakatos (2002); com enfoque nas precipitações pois os eventos ocorrem no período em que as mesmas são mais frequentes (SANTOS, 2018, No Prelo).

Para os desabamentos, utilizou-se dados da Defesa Civil que foram tabulados no *Excel 2013* e, também, gerou-se mapas no *Arcmap 10. 4.* (SANTOS, 2018. no prelo).

3. Clima Urbano de São Luís, MA.

O clima do município de São Luís, enquadra-se ao da ilha do Maranhão, a qual ele faz parte, com mais três municípios. Segundo Santos (2018) as normais climatológicas para média de temperatura mínimas e máximas é de 1,3° (INMET, 2018). A estação chuvosa vai de janeiro a julho e a de estiagem de agosto a dezembro (PINHEIRO, 2015; ARAÚJO, 2014) Ayoade (2013) esclarece que áreas tropicais não possuem uma variação de temperatura acentuada pela proximidade com a linha do equador, desta forma, elas possuem apenas duas estações, uma chuvosa e outra de estiagem. O clima do município é influenciado pela Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), embora outros sistemas também possam atuar, como VCAN e Linhas de

ISBN: 978-85-7282-778-2

Instabilidade. Segundo Ayoade (2013, p. 160), assim como Milen (2018, p. 67) a região próxima do equador é muito estável com aglomerados convectivos geradores de forte precipitação e intensa liberação de calor influenciados pela ZCIT" (SANTOS, 2018, p. 11. No prelo).

1.1. O Clima urbano e sua influência sobre os desabamentos

Na estação chuvosa os jornais noticiam vários desabamentos, assim como a defesa civil registra diversas notificações desta ocorrência. Com o auxílio de tabelas, foi possível construir um mapa contendo as coordenadas das áreas de risco a desabamento (Figura 1) e outro (Figura 2), com os locais onde ocorrem os desmoronamentos.

As áreas de risco são mais frequentes na região norte do município, onde também são registrados os maiores índices de precipitação pluvial (SANTOS, 2018. No Prelo). O centro da cidade é o que mais possui áreas de risco, seguindo do distrito da Vila Embratel. Nestas mesmas áreas ocorrem os episódios como mostra a Figura 2.

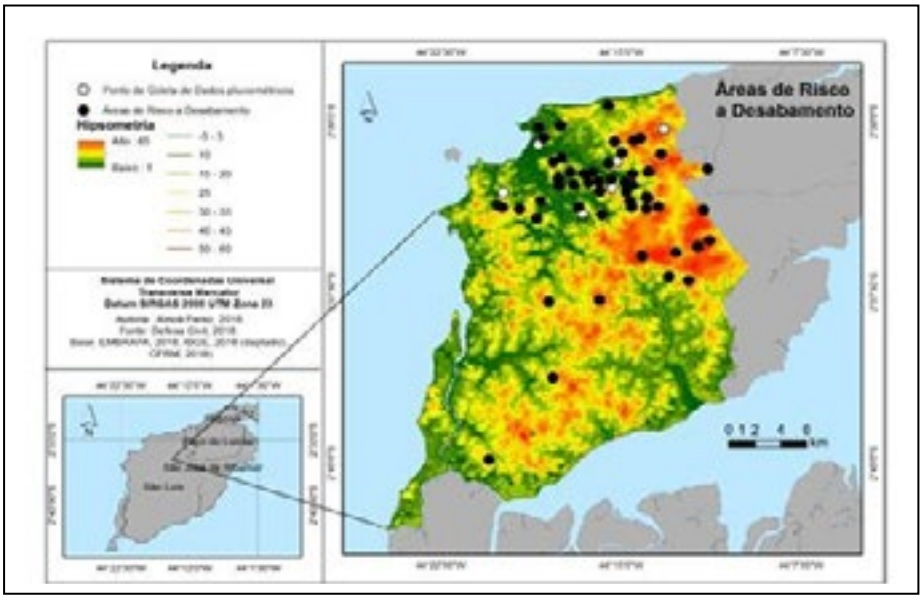


Figura 1 – Áreas de risco a desabamento / Fonte: Santos, 2018.

De 2014 a 2018 foram 130 desabamentos, a maioria ocorreu na zona urbana, a parte mais ao norte. Soma-se 322 áreas de risco nesse mesmo período, a maior parte se encontra no

centro da cidade, seguida da Vila Embratel, Coroadinho, Anjo da Guardo. No centro, devido a casarões antigos que necessitam de revitalização e nestas outras áreas são constatados problemas de ordem socioambiental e socioeconomico (SANTOS, 2018. No Prelo).

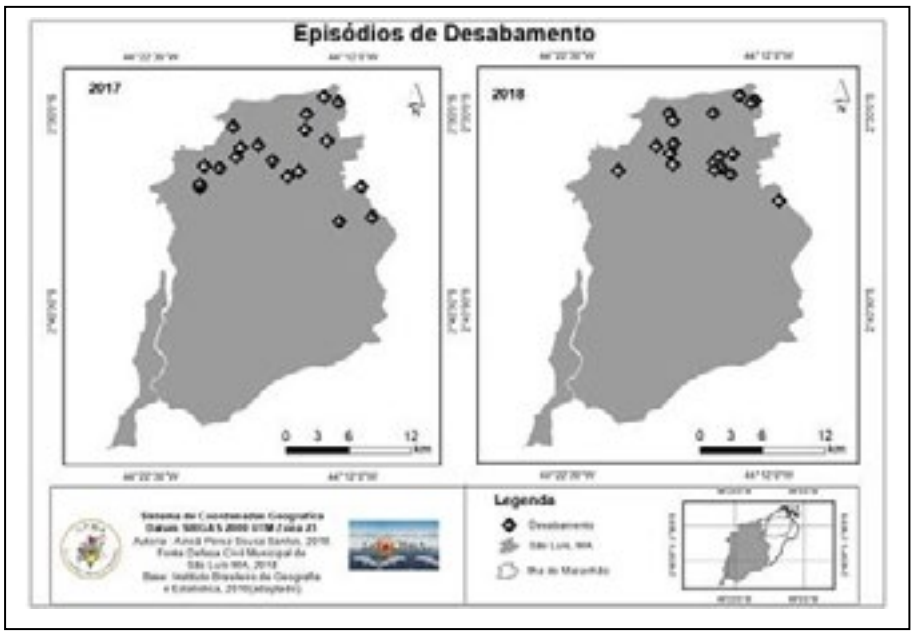


Figura 2 – Episódios de Desabamentos / Fonte: Santos, 2018.

Considerações Finais

O estudo do clima no período chuvoso se fez necessário dada a crescente frequência de ocorrência de desabamentos na zona mais antropizada do município. Respondendo ao questionamento central desta pesquisa, o nomeando, as chuvas não provocam o desmoronamento de casas, muros, árvores (...), ela apenas atenua os problemas sociais de organização espacial já existentes nos distritos onde os eventos ocorrem. Crer-se que se faz devido a uma má gestão do espaço e falta de adequação a aplicação de medidas de avaliação das estruturas físicas. Propõe-se uma avaliação técnica destes espaços para a construção de politicas a intervenção nestes espaços a fim de permitir a população destas áreas menores índices de desabamentos que podem ocasionar não só prejuízos matérias, mas de vidas. Os

estudos de caráter cientifico são de extrema importância para a compreensão destes espaços, e do município em si, pois permitem auxilio na construção de avaliações e medidas que conheçam a estrutura física e social para além do senso comum.

REFERENCIAS

AYOADE, J.O. **Introdução a climatologia para os trópicos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2013. 332 p.

INMET. **Precipitação Acumulada Mensal e Anual Normais**. Climatológicas do Brasil (1981-2010). Disponível em :< http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>. Acesso em 17 nov. 2018.

JORNAL O ESTADO DO MARANHÃO. São Luís: O Estado, 2014. Diário. disponível em: <http://imirante.com/oestadoma/noticias/2017/01/20/chuva-derruba-tudo.shtml> Acesso em 10 fev. 2018.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

MONTEIRO, Carlos Augusto de F. **Teoria e Clima Urbano**. Teses e Monografia, São Paulo, n. 25, 1976

MILEN, A. F. **Estudos do clima urbano das cidades médias do meio norte brasileiro:** o caso de Bacabal (MA). 2018. 245 f. Dissertação (Mestrado) - Centro de Ciências Humanas Universidade Estadual Vale do Acaraú, Sobral: 2018.

PINHEIRO, J.M. Dinâmica Climática da Ilha do Maranhão: In FARIAS FILHO, M.S.; CELERI, M.J. (Org.). **Geografia da Ilha do Maranhão**. 1.ed. São Luís: EDUFMA, 2015.p.28-35. Cap.3

SILVEIRA, D.T.; GERHARDT, T. E. (Org.) **Métodos de pesquisa.** 1.ed. Universidade Aberta do Brasil-UAB/UFRGS. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

SANTOS, A. P. S. **Analise espacial da distribuição espacial das chuvas no município de São Luís no período de 2017-2018:** impactos ambientais e sociais. São Luís: 2018. 70 f. Monografia (Graduação em Geografia) – Centro de Ciências Humanas, Universidade Federal do Maranhão, São Luís: 2018. No Prelo.

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

A DISTRIBUIÇÃO DAS CHUVAS NO PARQUE ESTADUAL DE ITAPUÃ/RS ENTRE JUNHO DE 2017 E MAIO DE 2018

Alcionir Pazatto Almeida [(a)], Cássio Arthur Wollmann [(b)], Ismael Luiz Hoppe [(c)]

[(a)] Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Santa Maria, alcionirpazatto@gmail.com

[(b)] Docente do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Santa Maria, cassio_geo@yahoo.com.br

[(c)] Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Santa Maria, ismael.hoppe@hotmail.com

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo/

O presente trabalho tem como escopo principal conhecer a variabilidade espacial e temporal das chuvas no Parque Estadual de Itapuã/RS, entre junho de 2017 e maio de 2018. Utilizou-se de dois pluviômetros graduados simples de leitura manual, um instalado na sede do parque e outro em propriedade limítrofe ao mesmo. Após o tratamento estatístico dos dados verificou-se que os valores totais de chuvas acumuladas durante o período, e em cada ponto de observação indicam que o volume das chuvas varia de acordo com a posição e características geográficas de cada ambiente, sobretudo, quanto à altimetria e a proximidade a corpos d'água de grande extensão. Quanto à sazonalidade, foi verificado que os maiores volumes de chuvas acontecem na primavera, sendo o mês de outubro o de maior volume pluviométrico.

Palavras chave: Variabilidade, Chuvas, Unidade de Conservação, Parque de Itapuã/RS

1. Introdução

Desde a antiguidade, o conhecimento acerca da variabilidade espacial e temporal das chuvas tem sido objeto de análise e estudo, pois a ocorrência de períodos chuvosos e secos impacta direta e/ou indiretamente nas atividades humanas e no meio ambiente. Portanto, conhecer sua variabilidade ao longo do ano é premissa básica para todo e qualquer planejamento territorial urbano, rural ou ambiental.

Tratando especificadamente de espaços destinados à preservação e manutenção de ecossistemas terrestres é importante salientar que as chuvas exercem grande influência na distribuição e ocorrência de espécies vegetais endêmicas, necessárias à manutenção de populações e habitats naturais.

Contudo, apesar de sua importância, estudos pormenorizados sobre o elemento climático chuva em unidades de conservação ainda são escassos e incipientes entre as pesquisas realizadas no âmbito da Ciência Geográfica, consistindo, portanto, em um campo de estudo ainda pouco explorado pelos geógrafos.

Ao buscar minimizar essa lacuna, o presente trabalho se propõe analisar a distribuição espacial e temporal das chuvas no Parque Estadual de Itapuã (PEI), uma unidade de conservação de proteção integral, pertencente à categoria parque estadual, que segundo o Sistema Nacional de Unidades de Conservação são conceituados como:

> Áreas destinadas à preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, que possibilitam a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental, de recreação em contato com a natureza e de turismo ecológico. São de posse e domínio públicos, sendo que as áreas particulares incluídas em seus limites serão desapropriadas, de acordo com o que dispõe a lei (SNUC, 2000, p. 14).

O resultado aqui apresentado é importante para construir e/ou atualizar dados sobre o clima do PEI, que podem ser utilizados em seu plano de manejo, pesquisas científicas realizadas na unidade de conservação (UC), ou ainda em programações de atividades educativas ao ar livre, em contato com a natureza voltada à conservação, preservação e

interpretação ambiental desse espaço natural de grande relevância ecológica e cênica para o estado do Rio Grande do Sul.

1.1 Objetivo Geral e Específico

Como objetivo geral, a pesquisa visa conhecer a variabilidade espacial e temporal das chuvas no Parque Estadual de Itapuã/RS, entre junho de 2017 e maio de 2018. E como objetivos específicos analisar o total de chuvas mensais para o período considerado, assim como sua variabilidade sazonal e os totais de dias com chuvas por mês e estações do ano.

2. Materiais e Métodos

2.1 Do local de estudo

Criado em 1973, o Parque Estadual de Itapuã é uma unidade de proteção integral, que faz parte do Sistema Estadual de Unidades de Conservação (SEUC) do Rio Grande do Sul. Localizado no município de Viamão, região metropolitana de Porto Alegre, entre as coordenadas 50º 50’ e 51º 05’ longitudes oeste e 30º 30’ e 30º 20’ e 30º 27’ de latitudes Sul, atualmente possui 5.566,50ha (Figura 1).

Figura 1 – Mapa de localização do Parque Estadual de Itapuã (PEI).

Org.: Os Autores (2018).

Segundo Nicolodi (2002) o parque é composto por um mosaico de ecossistemas que inclui campos, restingas, ilhas, praias e morros, que abrigam um grande número de espécies animais e vegetais característicos do estado do Rio Grande do Sul.

2.2 Metodologia

Para conhecer a variabilidade espacial e temporal das chuvas no Parque Estadual de Itapuã/RS, entre junho de 2017 e maio de 2018 foram utilizados dois pluviômetros graduados simples de leitura manual, instalados em dois pontos amostrais. Um deles, instalado na sede do PEI (ponto 1) e outro em propriedade particular limítrofe a unidade (ponto 2), conforme a Figura 2.

Figura 2 – Pontos de Instalação e coleta dos dados de pluviometria em campo.

Org.: Os Autores (2018).

Os critérios de seleção dos pontos foram definidos a partir das diferenças de ambientes (altitude e proximidade a corpos d'água), assim como pela viabilidade de coleta dos dados, pois como são pluviômetros convencionais de baixo custo, demandam de leitura e anotação manual nos dias em que as chuvas ocorrem, fato que contribuiu para que a coleta se restringisse a dois pontos amostrais.

Contudo, acredita-se que a nível escalar local, os pontos selecionados refletiram a realidade espaço-temporal das chuvas na unidade de conservação.

Para ordenamento dos dados, utilizou-se de planilhas do Programa Microsoft Excel 2010, cujos dados diários de cada mês e estação foram [illegible] aplicado técnicas da estatística descritiva muito utilizada em pesquisas de cunho quantitativo.

Nesse trabalho, os meses de junho, julho e agosto representam à estação de inverno, setembro, outubro e novembro a primavera, dezembro, janeiro e fevereiro o verão e março, abril e maio o outono. Para fins de comparação e referência regional dos volumes de chuvas foram utilizados dados oficiais da Estação Convencional de Porto Alegre, obtidos via Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP), pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) para o mesmo período. A escolha pela referida Estação deve-se a sua relativa proximidade com a área de estudo (50 km de distância), assim como, por suas características locais em termos de altitude, relevo e maritimidade, uma vez que, não apresenta diferenças significativas em relação às encontradas no PEI.

3. Resultados e Discussões

Tabela 1 – Total de chuvas ao mês e acumulado de junho de 2017 a maio de 2018

Pontos de amostragens	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Maio	**Total**
Ponto 1 (Sede do PEI)	160	14	101	237	282	161	75	58	115	141	88	116	**1548**
Ponto 2 (Propriedade do Sr. Jairo	163	10	80,5	258	445	225	114	219	137	136	107	75	**1969,5**
Estação Meteorológica De Porto Alegre	197	19	106	165	290	138	154	150	119	99,4	103	88,2	**1628,6**

Fonte: Dados coletados em campo e obtidos em http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/

Org.: Os autores

Os valores totais de chuvas acumuladas em cada ponto amostral entre junho de 2017 e maio de 2018 indicam que o ponto 2 (propriedade do Sr. Jairo) é o ambiente de maior volume de chuvas para o período (1969,5 mm), seguido pela Estação Meteorológica de Porto Alegre (1628,6 mm), e pelo ponto 1 (sede do PEI), cujo valor acumulado foi de 1548 mm.

A diferença no volume de chuva entre os dois pontos localizados na UC foi de 420,5 mm e pode estar relacionada à posição geográfica de cada ambiente, uma vez que, o ponto 1 (sede do PEI) está a 72 m de altitude em relação ao nível do mar e circundado por terras mais altas em seu sentido sudeste/oeste, como o morro da Grota com 263 m de altitude, o do Campista com 192 m e o morro da Fortaleza com 172 m. Essa barreira de terras

circunvizinhas pode ter ocasionado o efeito zona de sombra de chuva, onde os valores de precipitações registrados são inferiores aos do seu entorno.

Segundo Sartori (2003), no estado do Rio Grande do Sul a variação espacial das chuvas recebe em parte, influência do relevo, e com [illegible] ocorre do sentido sudoeste para nordeste principalmente, acredita-se que a presença de áreas mais elevadas em alguns quadrantes do Parque Estadual de Itapuã, seja um fator climático local de influencia, sobretudo, no que tange aos volumes de chuvas, conforme o observado no ponto 1 (sede do PEI).

Essa tese é reforçada, quando se compara aos valores registrados no ponto 1 com os obtidos no ponto 2 (propriedade do Sr. Jairo), onde a altitude é de 2 m em relação ao nível do mar e não há presença de relevo elevado circundando o ambiente.

Portanto, a baixa altitude do relevo circundante no ponto 2 permite que o avanço das frentes polares ocorra sem qualquer influência orográfica, ou seja, sem o denominado efeito sombra de chuva, o que explica em parte, o maior volume de chuvas registrado nesse ponto.

Outro controle climático local que deve ser ressaltado é a proximidade do ponto 2 (propriedade do Sr. Jairo) com a Lagoa Negra, corpo d'água de grande extensão presente na UC, e que certamente corrobora para o aumento da umidade atmosférica local e por conseguinte no volume total de chuvas nesse ponto de coleta.

Quanto aos registros de chuvas ao mês (tabela 1), verifica-se que o mês de julho foi o de menor volume pluviométrico nos três pontos de amostragem, sendo 14 mm no ponto 1 (sede do PEI), 10 mm no ponto 2 (propriedade do Sr. Jairo) e 19 mm na Estação Meteorológica de Porto Alegre.

Tabela 2 - Total de chuvas por estação do ano (mm)

Pontos de amostragem	Inverno	Primavera	Verão	Outono
Ponto 1 (sede do PEI)	275	680	248	345
Ponto 2 (propriedade do Sr. Jairo)	253,5	927,5	470	318
Estação Meteorológica de POA	322	593	423	290,6

Fonte: Dados coletados em campo e obtidos em http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/

Org.: Os autores

Da mesma forma, têm-se para os três pontos de observação, o mês de outubro como sendo o de maior volume de chuvas registradas, sendo 282 mm no ponto 1, 445 mm no ponto 2 e 290 mm na Estação de Porto Alegre. Tendo, po[illegible] menor volume de chuvas e a primavera o de maior volume para os três pontos observados.

Quanto aos maiores volumes de chuvas por estação (tabela 2), verifica-se que nos três pontos amostrais os maiores volumes ocorrem na primavera, sendo 927,5 mm no ponto 2 (propriedade do Sr. Jairo), 680 mm no ponto 1 (sede do PEI) e 593 mm na Estação Meteorológica de Porto Alegre.

No que se refere aos menores volumes por estação, observa-se que cada ponto de coleta apresenta os menores registros em diferentes estações do ano, uma vez que, o ponto 1 marcou 248 mm no verão, o ponto 2, apresentou (253,5 mm) no inverno e a Estação Meteorológica de Porto Alegre (290,6 mm) no outono. Portanto, ao considerar os menores volumes de chuvas por estação do ano, e em cada ponto amostral, verifica-se que, ao contrário do que acontece com os maiores volumes, elas não ocorrem na mesma estação do ano nos três ambientes.

Tabela 3 - Total de dias chuvosos por mês e acumulado de junho de 2017 a maio de 2018

Pontos de amostragens	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Maio	**Total**
Ponto 1 (Sede do PEI)	10	4	10	11	14	10	9	9	6	13	6	7	**109**
Ponto 2 (Propriedade do Sr. Jairo	10	2	5	11	7	8	10	13	11	15	9	7	**108**
Estação Meteorológica De Porto Alegre	14	5	15	10	13	12	11	15	7	13	10	9	**134**

Fonte: Dados coletados em campo e obtidos em http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/

Org.: Os autores

Sobre o total de dias chuvosos ocorridos durante o período em estudo, verifica-se que tanto o ponto 1 como o ponto 2 apresentam praticamente o mesmo número de dias com chuvas, 109 e 108 dias respectivamente, sendo o maior número ocorrido na Estação Meteorológica de Porto Alegre onde se registrou 134 dias de chuvas.

O maior número encontrado na Estação de Porto Alegre, provavelmente esteja relacionado à ocorrência de chuvas de origem convectiva, comuns, em áreas de grande urbanização, especialmente durante o verão, devido ao maior aquecimento do solo, impulsionado pelo uso e tipo de cobertura encontrada nesses espaços. Segundo Tavares

(2002) o espaço urbanizado altera as características climáticas locais em micro e meso escalas, elevando de modo geral, o calor e a precipitação pluviométrica, bem como altera o fluxo de ventos e a umidade relativa do ar.

Quanto ao mês que apresentou o maior número de dias com chuvas durante o período de observação têm-se o mês de outubro com 14 dias no ponto 1, o mês de março com 15 dias no ponto 2 e o mês de agosto e janeiro, ambos com 15 dias no ponto de observação da Estação Meteorológica de Porto Alegre.

Referente aos meses com menor número de dias chuvosos verificou-se que em todos os pontos de amostragem o mês de julho foi o que apresentou o menor quantitativo de dias com chuvas, sendo quatro dias no ponto 1, dois no ponto dois e cinco na Estação de Porto Alegre.

Ao analisar o número de dias com chuva por estação do ano (tabela 4) verifica-se que, no ponto 1 e na Estação de Porto Alegre, o maior valor registrado ocorre na primavera com 35 dias de presença de chuva em ambos os casos, enquanto que no ponto 2 isso ocorre durante o verão, onde se registra 34 dias chuvosos.

Tabela 4 - Total de dias chuvosos por estação do ano

Pontos de amostragens	Inverno	Primavera	Verão	Outono
Ponto 1 (Sede do PEI)	24	35	24	26
Ponto 2 (Propriedade do Sr. Jairo	17	26	34	31
Estação Meteorológica De Porto Alegre	34	35	33	32

Fonte: Dados coletados em campo e obtidos em http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/

Org.: Os autores

Quanto aos menores registros têm-se o seguinte: no ponto 1 é na estação de inverno e verão, que ocorre os menores valores, ambas com 24 dias com registro de chuvas. No ponto 2 a menor concentração de dias chuvosos é registrado no inverno com 17 dias, e na Estação Meteorológica de Porto Alegre durante o outono, onde se registra 32 dias com a presença de chuvas.

4. Considerações finais

Os dados coletados *in loco* permitiram conhecer aspectos importantes sobre a distribuição espacial e temporal das chuvas no Parque Estadual de Itapuã/RS entre os meses de junho de 2017 e maio de 2018, onde, a partir de [illegible] conhecimentos acerca do clima local, os quais poderão ser utilizados por pesquisadores, administradores, visitantes e interessados pela temática.

Além disso, os resultados aqui alcançados poderão contribuir também, seja direta/indiretamente para o planejamento de atividades educativas ao ar livre, cuja natureza da ação é fortemente influenciada pelas condições do tempo atmosférico local, sobretudo em determinados meses do ano.

Uma vez que, os valores totais de chuvas acumuladas para o período em estudo, e em cada ponto de observação, sinalizam que o volume destas, varia de acordo com a posição e características geográficas dos ambientes, sobretudo, quanto à altimetria e a proximidade a corpos d'água.

Quanto aos maiores e menores volumes registrados ao mês foi observado que eles ocorrem na mesma época do ano nos três pontos de coletas. Sendo o mês de julho o de menor volume pluviométrico e o mês de outubro o de maior registro de chuvas.

Ao considerar a sazonalidade, verificou-se que os maiores volumes de chuvas acontecem na primavera nos três pontos de observação, enquanto que os menores registros variam de acordo com o local de mensuração. Não havendo, portanto, igual sazonalidade para os mesmos.

Quanto ao total de dias chuvosos ocorridos durante o período considerado, foi observado que os pontos localizados na unidade de conservação apresentaram praticamente os mesmos valores, 109 dias de chuvas no ponto 1 (sede do PEI) e 108 dias no ponto 2 (propriedade do Sr. Jairo). Não havendo, portanto, influência de fatores climáticos locais quanto ao quantitativo de dias chuvosos, entretanto, ao considerar os valores totais de precipitações acumuladas para o mesmo período, foi observado que as características fisiográficas de cada ambiente influenciam sim, nos valores totais registrados dentro da unidade de conservação.

Ao analisar mês a mês pode-se observar que julho apresenta o menor quantitativo de dias chuvosos em todos os pontos de amostragem, enquanto que o de maior número de dias com chuvas difere de acordo com o local de coleta.

Em suma, esse primeiro olhar sobre a distribuição das chuvas no Parque Estadual de Itapuã/RS, possibilitou uma caracterização estática simples desse importante elemento climático. Todavia, é oportuno salientar, que sua gênese e dinâmica ainda estão sendo averiguadas, e em breve serão apresentadas em trabalhos [illegible]. Os demais elementos climáticos obtidos nesse espaço de conservação e proteção ambiental serão agregados e analisados em escala temporal mensal e diária.

5. Referências Bibliográficas

BRASIL. Decreto nº 4340, de 22 de agosto de 2002. Regulamenta artigos da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que institui o **Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências.** https://www.planalto.gov.br, Acesso em dezembro de 2018.

NICOLODI, L. J. **A Morfodinâmica Praial como Subsídio ao Gerenciamento Costeiro: o caso da Praia de Fora/Parque Estadual de Itapuã, RS.** 2002, 140p. Dissertação (Mestrado em Geociências). Programa de Pós-Graduação em Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**: 2ª edição, Rio de Janeiro, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1989, 442p.

RAO,V.B.; HADA, K. Characteristic of rainfall over Brazil anual variations and connections with the southern oscillation.**Teoretical and Applied Climatology**, v.42, p. 81-91, 1990.

SARTORI, M. G. B. A dinâmica do clima do Rio Grande do Sul: Indução empírica e Conhecimento Científico. **Revista Terra Livre**, São Paulo, v. 1, n. 20, p. 27-49, 2003.

TAVARES, R. O Clima de Sorocaba-SP: Aspectos Regionais, Locais e Urbanos. In: SANT'ANNA NETO, João Lima (org.). **O Clima das Cidades Brasileiras**. Presidente Prudente: [s. n.], 2002.

WOLLMANN, C. A.; GALVANI. E. Caracterização Climática Regional do Rio Grande do Sul: dos Estudos Estáticos ao Entendimento da Gênese. **Revista Brasileira de Climatologia**. Curitiba, PR, v. 11, p. 87 - 103, jul./dez. 2012.

WOLLMANN, C. A.; Enchentes no Rio Grande do Sul do Século XXI. **Mercator,** Fortaleza, n. 1, v. 13, p. 79 -91, jan./abr. 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

A FORMAÇÃO DE ILHAS DE CALOR NA ZONA URBANA DO MUNICÍPIO DO CRATO-CE NO PERIODO SECO

Vinicius Ferreira Luna [(a)], Francisco Bráz Matos[(b)], Juliana Maria Oliveira Silva[(c)]

[(a)] Graduando em Geografia, Bolsista de Iniciação Cientifica (PIBIB/URCA) Departamento de Geociências da Universidade Regional do Cariri – URCA, e-mail: viniciusluna13@gmail.com

[(b)]Graduando em Geografia, Bolsista de Iniciação Cientifica (BPI/Funcap) Departamento de Geociências da Universidade Regional do Cariri – URCA, e-mail: matosurca@hotmail.com

[(c)] Orientadora, Profª. Drª. do Departamento de Geociências da Universidade Regional do Cariri – URCA, e-mail: juliana.maria@urca.br

Eixo 1: A climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais.

Resumo/

O trabalho tem como enfoque o Subsistema Termodinâmico do Sistema Clima Urbano, avaliando a formação de Ilhas de Calor Urbana (ICU) no município do Crato. A metodologia se baseou em levantamentos bibliográficos a respeito do Sistema de Clima Urbano e Ilhas de Calor, caracterização ambiental, levantamento das condições de temperaturas do ar em áreas específicas específicos em três horários distintos: 9h, 15h e 21h no período seco do município. Através dos dados foi possível identificar que as maiores temperaturas se dão entre as 9h e 15h nos bairros mais urbanizados e com a presença de pouca vegetação e as menores temperaturas nos bairros mais próximos da escarpa da chapada do Araripe. Com estudos relacionados ao clima urbano podemos identificar fatores que contribuem diretamente na alteração de microclimas locais.

Palavras chave: Ilhas de Calor; S.C.U, Conforto Termico.

1. Introdução

O desenvolvimento da pesquisa pautou-se nas concepções de Monteiro (1976), na sua proposta de estudo sobre os climas da cidade na disciplina de Climatologia Urbana do

Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade de São Paulo e da publicação de sua Tese de Livre Docência (Teoria e Clima Urbano), introduzindo o conceito do "Sistema Clima Urbano (S.C.U)" como um novo paradigma, influenciando as novas pesquisas na área da climatologia brasileira.

O Sistema Clima Urbano (S.C.U) é dividido em três subsistemas: Físico-Químico, o Termodinâmico e o Hidrometeórico. O trabalho tem como enfoque o Subsistema Termodinâmico, pesquisando a formação de ilhas de calor na zona urbana do município do Crato-Ceará, devido às alterações de temperatura proporcionada pelos diferentes tipos de uso e ocupação associado aos elementos naturais que compõem a área de estudo.

De acordo com Amorim et al (2009), a ilha de calor urbana (ICU) é a manifestação do aumento das temperaturas causado por características físicas (alta densidade de construções, concentração de materiais construtivos de grande potencial energético de emissividade e reflectância) e as atividades urbanas. As mesmas são formadas em áreas urbanas e suburbanas, por que muitos materiais de construção comuns absorvem e retém mais calor proveniente do sol, do que superfícies naturais em áreas rurais menos urbanizadas como destacado por Gartland (2010).

Um dos grandes problemas das cidades hoje é a modificação dos ambientes naturais, os efeitos que surgem a partir das transformações no meio ambiente pelo homem, vêm causando consequências negativas, afetando diretamente a população local causando-lhes sensação de desconforto de diversas formas (SANTOS, 2011).

2. Materiais e Métodos

O trabalho tem como embasamento teórico Monteiro (1976, 2011), Mendonça (1995, 2011), Lombardo (1995), Zanella e Moura (2012), Moura (2008), Gartland (2010), Fialho (2012), Amorim (2012) dentre outros autores que trabalharam a temática do Clima Urbano em dissertações, teses, livros e artigos.

Para se estudar o ambiente quanto às diferenças térmicas foi essencial uma caracterização ambiental (geologia-geomorfologia, clima, solos, recursos hídricos e vegetação)

ISBN: 978-85-27282-778-2

da área e estudo, pois os elementos naturais fornecem dados que auxiliam na interpretação dos resultados quanto às influências que podem gerar no clima urbano.

Para uma análise mais detalhada da área de estudo foram elaborados alguns mapas produzidos no Software Qgis 2.18, como o de altitude e declividade. As imagens utilizadas para foram adquiridas do Banco de Dados Geomorfológicos do Brasil (TOPODATA), onde se utilizaram as folhas base "0754055N" e "075S405ZN", bem como foi adotado as classes de declividade da Embrapa para classificar a variação da altitude no município.

Segundo Mendonça (1993), as cidades de porte médio e pequeno possuem características geográficas bastante diferenciadas daquelas de grande porte e metropolitanas e apresentam, portanto, consideráveis facilidades para a identificação de suas paisagens intraurbanas. Para esta etapa se consultou trabalhos já existentes sobre o município como: Magalhães (2006), Ribeiro (2004), Funceme (2006), Menezes (1985), Brito e Silva (2012).

O levantamento das condições de temperaturas do ar em áreas específicas se deu a partir da instalação de pontos fixos de observação utilizando-se 10 termohigrômetros digitais (dataloggers da marca Instrutherm pertencentes ao Laboratório de Análise Geoambiental da URCA, programados para a medição de hora em hora). Os locais escolhidos para a medição se deu a partir da ocupação do solo, estrutura urbana e condições geoecológicas diferenciadas.

Utilizaram-se também abrigos de baixo custo, que foram pensados para serem facilmente transportados e que pudessem ser instalados em diferentes pontos da cidade. A análise foi realizada com medição às 09h, 15h, e 21h no dia 25/10, mês que faz parte do período seco onde o município apresenta temperaturas bastante elevadas. Após o campo os dados foram tabulados em tabelas e gráficos. A intensidade da ilha de calor foi calculada conforme a proposição de García (1996), que definiu os seguintes parâmetros: ilha de calor de fraca magnitude, quando as diferenças entre os pontos mais quentes e mais frios variam de 0ºC a 2ºC, de média magnitude, quando variam de 2ºCa 4ºC, de forte magnitude quando variam de 4ºC a 6ºC e de muito forte quando superiores a 6ºC.

3. Resultados e Discussões

ISBN: 978-85-27282-778-2

Para a seleção dos pontos de medição levou-se em consideração os aspectos geoambientais como relevo, incluindo a altitude como é destacada na Figura 4, a cobertura vegetal, como também os padrões de ocupação de cada bairro. Os equipamentos distribuíram-se em 10 bairros da sede do município do Crato: Pimenta, Zacarias Gonçalves, Santa Luzia, Muriti, Granjeiro, Seminário, Pinto Madeira, Mirandão, Centro e Lameiro, como ilustra a Figura 3. Os bairros da cidade encontram-se em diferentes formas de relevo como talude, as planícies e vales fluviais dos rios Granjeiro, Batateiras, Saco e Lobo, alguns bairros próximos à encosta da Chapada, outros nos pedimentos dissecados e nos pediplanos sertanejo com colinas suaves onduladas (SILVA ,2016).

Figura 3: Distribuição dos 10 pontos no município do Crato.

Através do mapa (Figura 4) pode-se perceber que cidade do Crato apresenta altitudes que estão em torno de 373metros podendo chegar até 963 metros. O topo da chapada apresenta maiores altitudes, enquanto na parte urbana, a altitude encontra-se em torno de 414 a 586metros. Altitudes elevadas proporcionam uma maior circulação do ar, contribuindo para menores temperaturas e para o conforto térmico do ambiente. A Chapada do Araripe possuí níveis altimétricos consideráveis, juntamente com a presença da Mata Úmida, proporcionam características microclimáticas confortáveis e níveis de temperaturas menores que os da zona urbana.

ISBN: 978-85-27282-778-2

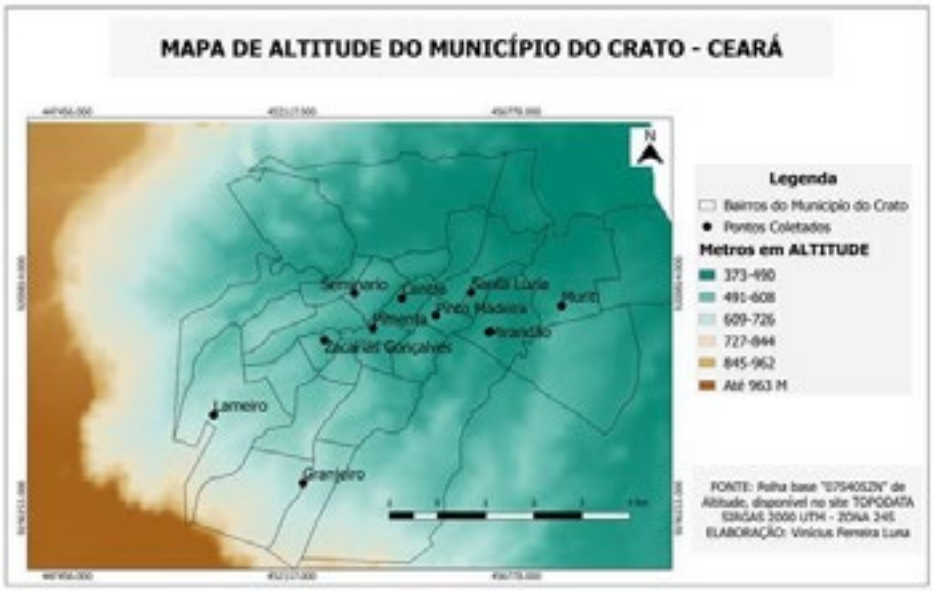


Figura 4: Mapa de altitude do município do Crato.

A partir do mapa ilustrado na Figura 5 observa-se que áreas que apresentam maior declividade correspondem à escarpa da chapada. De acordo com Fialho (2012), o comportamento da temperatura pode apresentar diferenças em razão a fatores associados à topografia acidentada, como o tipo de vegetação e a orientação dos vales, que pode canalizar os ventos produzindo uma maior ou menor diferenciação térmica.

Entretanto, o efeito dos fundos de vale na diminuição das temperaturas pode ser minimizado nos locais que apresentam alta densidade de construções e pequena quantidade de cobertura vegetal arbórea (AMORIM, 2015), sendo o caso da cidade do Crato nos bairros localizados em vales fluvial dos rios Granjeiro, Batateiras, Saco e Lobo.

ISBN: 978-85-27282-778-2

Figura 5: Mapa de declividade do município do Crato.

Segundo Mendonça (1993), a confecção de mapas de altitude e declividade possibilita a observação tanto da variação altimétrica quanto das principais feições geomorfológicas do relevo. Ainda segundo o autor, quanto maior for a movimentação e a variação altimétrica do relevo de um sítio urbano, maiores variações em termos de temperatura e umidade, dentre outros, o clima local, urbano e intra-urbano apresentará.

O município do Crato possui 32 bairros na sua zona urbana, porém a pesquisa tem enfoque em 10 bairros que foram escolhidos por condições geoecológicas diferenciadas. Para melhor entender o ambiente foi feito uma pequena caracterização dos 10 bairros estudados como ilustra a Figura 6.

ISBN: 978-85-27282-778-2

Figura 6: Caracterização dos pontos na cidade em que os dados de temperatura e umidade foram coletados

Os dados coletados no dia do campo estão expostos e tabulados na Tabela 1, e é possível identificar que as maiores temperaturas mensuradas em cada horário estão destacadas em vermelho e que as menores em azul, como também da umidade.

ISBN: 978-85-27282-778-2

Tabela 1: Valores de temperatura e umidade em cada bairro e horario, onde os dados foram coletados.

DADOS DE TEMPERATURA E UMIDADE						
Bairro	**Temperatura (C°)**			**Umidade (%)**		
	9h	**15h**	**21h**	**9h**	**15h**	**21h**
Pimenta	34.1	36.6	29.8	37.4	21.4	34.9
Zacarias Gonçalves	30.7	36.5	28.4	44.7	21.7	37.1
Santa Luzia	33.0	39.3	30.1	38.7	17.8	37.1
Muriti	32.5	37.6	27.3	40.1	20.2	37.2
Granjeiro	29.3	34.4	27.4	46.7	25.0	37.3
Seminário	33.9	40.7	27.5	39.0	17.9	38.2
Pinto Madeira	34.8	36.1	29.5	36.5	20.9	34.6
Mirandão	30.5	40.6	28.3	44.2	17.2	35.7
Centro	34.9	35.5	30.6	42.4	32.8	36.5
Lameiro	31.1	34.4	27.0	41.7	21.7	37.6

A partir dos dados pode-se observar que as temperaturas estavam bem elevadas, às 09:00 da manhã foi registrado altas temperaturas e as 15:00 da tarde chegou a temperaturas muito elevadas consequência de uma maior incidência de radiação solar, às 21:00 horas encontrou-se as temperaturas menos elevadas, consequência dessas superfícies já estarem resfriando e perdendo o calor absorvido durante o dia.

As 09:00 horas da manhã a maior temperatura foi registrada no bairro Centro registrando 34.9°C e a menor temperatura no bairro Granjeiro com 29.3°C, registrando uma amplitude térmica de 5.6°C que de acordo com a metodologia de Garcia (1996) é de forte magnitude.

ISBN: 978-85-27282-778-2

Figura 7: Gráfico com dados de temperatura.

As 15:00 horas da tarde foi o horário em que registrou temperaturas muito elevadas, a maior foi registrada no bairro Seminário com 40.7°C e a menor no bairro Lameiro e Granjeiro, ambos registrando 34.4°C, tendo uma amplitude térmica de 6.3°C considerada com uma magnitude muito forte.

Durante a noite 21:00 horas, a maior temperatura registrada foi novamente no bairro Centro marcando 30.6°C e a menor no bairro Lameiro com 27°C, com a amplitude térmica de 3,6°C sendo de média magnitude de acordo com Garcia (1996).

A partir das condições geoecológicas e geourbanas dos bairros estudados, percebe-se que os bairros Lameiro e Granjeiro, possui o grau de urbanização menor do que os demais, localizam-se muito próximos a escarpa da Chapada do Araripe com alto índice de vegetação no que influencia de forma direta na temperatura encontrada nesses dois bairros.

Levando em consideração esses fatores foi feita uma análise dos demais bairros em que as condições geoecológicas e geourbanas são mais homogêneas em relação a altimetria e uso e ocupação. De acordo Moura et al (2010), observar essas variáveis é essencial para uma investigação mais profunda do clima urbano da cidade e desse modo das alterações nas variáveis meteorológicas provocadas pela urbanização, os quais formam fatores limitantes na produção do conforto térmico no ambiente urbano.

ISBN: 978-85-27282-778-2

Ás 09:00 da manhã a maior temperatura foi no bairro Centro (34.9°C) e a menor no bairro Mirandão (30.5°C) registrando uma amplitude térmica de 4,4°C considerada por Garcia (1996) de forte magnitude. Já as 15:00 horas a maior temperatura foi registrada no bairro Seminário (40,7°C) e a menor no bairro Centro (35,5°C) com amplitude térmica de 5,2°C considerada de forte magnitude. As 21:00 a maior temperatura foi registrada no bairro Centro (30,6°C) e a menor no bairro Muriti (27.3°C) registrando amplitude de 3,3°C considerada de media magnitude.

Os dados de umidade foram tabulados e representados em gráfico, assim como mostra a figura 8.

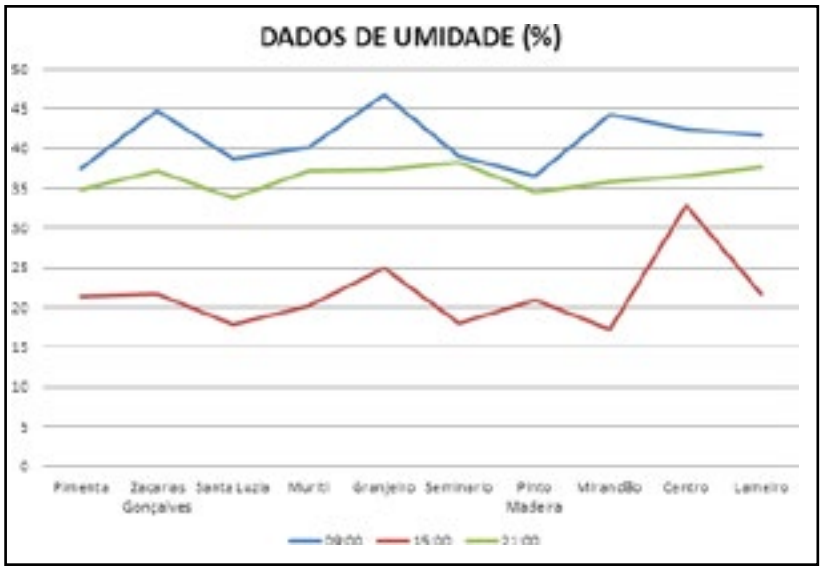


Figura 8: Gráfico dos dados de umidade.

A partir da interpretação do gráfico podemos identificar que o menor valor de umidade foi no bairro Seminário registrando 17.9% no período da tarde em que também apresentou uma das maiores temperaturas no dia do campo, devido ao alto grau de urbanização e a concentração de comércios e fabricas com a Grendene, o bairro Seminário é o bairro mais populoso da zona urbana do Crato.

ISBN: 978-85-27282-778-2

Outro bairro que apresenta baixo valor de umidade e o bairro Mirandão, registrando 17.2% de umidade devido ao grau de urbanização, estando em amplo crescimento, e o surgimento de muitos loteamentos nos últimos anos, muito solo exposto e pouca vegetação. A maior umidade registrada foi no bairro Granjeiro as 09:00 da manhã 46.7% devido a proximidade da chapada e do alto índice de vegetação.

4. Considerações Finais

Através dos resultados e possível identificar uma grande variação tanto na temperatura como na umidade nos 10 pontos estudados, e que os fatores urbanos e geoecológicos têm contribuído bastante para formação das Ilhas de Calor Urbano (ICU).

Mesmo no período seco os bairros que se localizam bem próximos à escarpa da chapada (Lameiro e Granjeiro) são mais favoráveis por conta do baixo grau de urbanização e por estarem próximos de corpos hídricos, já os demais bairros mais afastados estão mais quentes pela falta de áreas arborizadas gerando baixa umidade e de uma concentração maior da ocupação. Podendo ser mitigado através preservação das áreas verdes como também através de arborização em extensas avenidas superaquecidas pelo asfalto e os carros.

Com estudos relacionados ao clima urbano podemos identificar fatores que contribuem diretamente na alteração do clima da cidade e que a mesma e capaz de produzir um clima particularmente urbano. Os métodos adotados nessa pesquisa podem ser adaptados a outas realidades que apresentem condições diferenciadas contribuindo para os estudos de clima urbano em áreas semiáridas onde apresentam um estresse térmico.

Agradecimentos

Agradecemos ao apoio do CNPq pelo financiamento do Projeto Universal edital 01/2016 (processo nº:427168/2016-3) “Geotecnologias aplicada ao estudo do Sistema Clima Urbano (S.C.U) da zona urbana do Município do Crato/Ceará”.

Referencias

AMORIM, M. C. C. T. **Aspectos conceituais e práticos da pesquisa em clima urbana.** In: Charlei Aparecido da Silva; Edson Soares Fialho. (Org.). Concepções e Ensaios da Climatologia Geográfica. 1ed.Dourados: Editora da UFGD, 2012, v. 1, p.61-82.

AMORIM, M. C. C. T. et al. **Características das ilhas de calor em cidades de porte médio**: exemplos de Presidente Prudente (Brasil) e Rennes (França). Confins [Online], n. 7, 2009. Disponível em: http://confins.revues.org/index6070.html. Acesso em 26 de Janeiro de 2019.

FIALHO, E. S. **Estudos climáticos em sítios urbanos e rurais.** In: Charlei Aparecido da Silva; Edson Soares Fialho. (Org.). Concepções e Ensaios da Climatologia Geográfica. 1ed.Dourados: Editora da UFGD, 2012, v. 1, p.83-113.

GARCÍA, M.C.M. **Estudiodel clima urbano de Barcelona: lá "isla de calor"**. Tese de Doutorado, Universidade de Barcelona, Barcelona, 1993.

MENDONÇA, F.A. **O clima e o planejamento urbano de cidades de porte médio e pequeno: proposição metodológica para o estudo e sua aplicação à cidade de Londrina/PR**. (Tese de Doutorado). São Paulo: FFLCH/USP- Programa de Pós-Graduação em Geografia, 1993, 300p.

MONTEIRO, C. A. F. MENDONÇA, F. **Clima Urbano**. São Paulo: Contexto, 2011. 2ª edição.

MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e Clima Urbano**. Série Teses e Monografias, nº25.São Paulo: Instituto de Geografia/USP, 1976.181p

MOURA, M.O. **O clima urbano de Fortaleza sob o nível do campo térmico**. (Dissertação de Mestrado). Fortaleza: Programa de Pós- Graduação em Geografia/UFC, 318p.2008.

MOURA, M. O; ZANELLA, M. E, SALES, M. C. L. **Conforto Térmico em FortalezaCE**. Revista da ANPEGE. , v.6, p.177 - 189, 2010.

SANTOS, T. O. **Identificação de Ilhas de Calor em Recife-PE por Meio e Sensoriamento Remoto e Dados Meteorológicos de Superfície**. 2011. 90 f. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Rural Federal de Pernambuco, Recife, 2011. Disponível em: <file:///C:/Users/Lab.Geoprocessamento/Downloads/Disserta%C3%A7%C3%A3o_Ilhas.pdf> . Acesso em: 06 ago. 2018.

SILVA, J. M. O. **Geotecnologias Aplicadas ao Estudo do Clima Urbano.**Anais do XII Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica. Goiania-GO. p1465-1476, 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 ILHA DE CALOR URBANA EM AMBIENTE INSULAR E COSTEIRO: uma abordagem a partir de Florianópolis (SC)

Geisa Silveira da Rocha[(a)], Vincent Dubreuil[(b)]

[(a)] Doutoranda do Programa de Pós Graduação em Geografia, Universidade Federal do Paraná, geisarochageo@gmail.com

[(b)] 2 LETG-COSTEL, UMR 6554 CNRS, Université Rennes 2, France, vincent.dubreuil@univ-rennes2.fr

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

Este artigo apresenta os resultados preliminares de uma tese de doutorado que estuda o fenômeno da ilha de calor (ICU) em Florianópolis - SC. A cidade possui 97% do seu território situado em uma ilha e possui cerca de 420 mil habitantes O objetivo do trabalho é caracterizar e analisar a variabilidade térmica na cidade. Para isto, foram utilizados dados primários obtidos de cinco estações meteorológicas instaladas na área central e dados da estação oficial da EPAGRI. Utilizou-se os dados diários e horários de temperatura média, máxima e mínima durante os meses de agosto e de setembro de 2018, a partir destes, foram calculadas as médias e as variações entre as estações. Os resultados apontam para um aquecimento da área urbana, com temperaturas em média 1,0ºC maiores que na zona rural, indicando uma diferenciação dessas áreas, o que pode estar associado ao fenômeno da ICU.

Palavras chave: Ilha de calor urbano; variabildidade térmica; Florianópolis; ambiente costeiro.

1. Introdução

Os estudos de clima urbano no Brasil tem se concentrado, sobretudo, para as grandes e médias cidades, como São Paulo, Curitiba, Londrina, Presidente Prudente, entre outras (MENDONÇA, DUBREIUL, 2005; AMORIM, et.al.,2015). Neste contexto, o fenômeno da

ilha de calor urbano (ICU), caracterizado por apresentar um nítido contraste térmico com temperaturas altas em áreas adensadas urbanas em relação às áreas rurais ou adjacentes (DANI, 1987), é bem conhecido neste tipo de ambiente.

Por outro lado, há ainda poucos estudos que versam sobre as cidades costeiras e menos ainda sobre àquelas que tem seu território situado em ilhas. Nesta perspectiva, o presente artigo objetiva estudar Florianópolis, capital do estado de Santa Catarina no sul do Brasil (Figura 1). O clima da região é subtropical, com temperatura média de 28,8ºC no mês de fereiro e 12,9ºC em julho, com uma média de precipitação de 1734 mm. A área conurbada (Florianópolis, São José, Palhoça e Biguaçu) engloba 818.153 habitantes, 405.223 na capital catarinense (IBGE, 2010).

Figura 1 – Localização de Florianópolis e das estações meteorológicas do estudo

É importante destacar que a interação frequente entre sistemas tropicais e temperados nesta região explica a ausência de uma estação predominantemente seca e a menor frequência de tipos de clima favoráveis ao desenvolvimento de ilhas de calor urbanas; contudo, alguns estudos anteriores mostraram a influência do uso da terra e particularmente da urbanização no clima local (Monteiro 1990, Mendonça 2007, Souza 2013). Este artigo é parte de uma tese de doutorado atualmente em desenvolvimento para a qual apresenta os resultados preliminares referentes ao campo térmico.

2. Materiais e métodos

A coleta de dados foi realizada a partir de cinco estações meteorológicas automaticas completas do tipo Davis Vue, duas instaladas na região continental e três na porção insular do município. Para fins de comparação, foi utilizada os dados da estação oficial da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), que se encontra fora do perímetro urbano, na região norte da ilha.

Foram coletados dados horários de temperatura média, temperatura máxima, temperatura mínima, no período de 01 de agosto de 2018 à 30 de setembro de 2018, ou seja, da metade do inverno até o início da primavera astronômica. Para os dias mais significativos da intensidade da ICU, foi consultado o Boletim Técnico do Centro de Previsão Meteorológica e Climática (CPTEC) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

2.1 Caracterização das estações meteorológicas

As estações meteorológicas foram instaladas em locais com características urbanas distintas (figura 2). A ***estação 1*** está localizada nas dependência do Grupo de Busca e Salvamento dos Bombeiros Militares de Santa Catarina, a 1 metro de altitude, a uma distância 24 metros do mar. Situa-se ao lado de uma avenida de intenso fluxo de automóveis e a área urbana ao redor é composta por prédios residenciais de em média 12 andares.

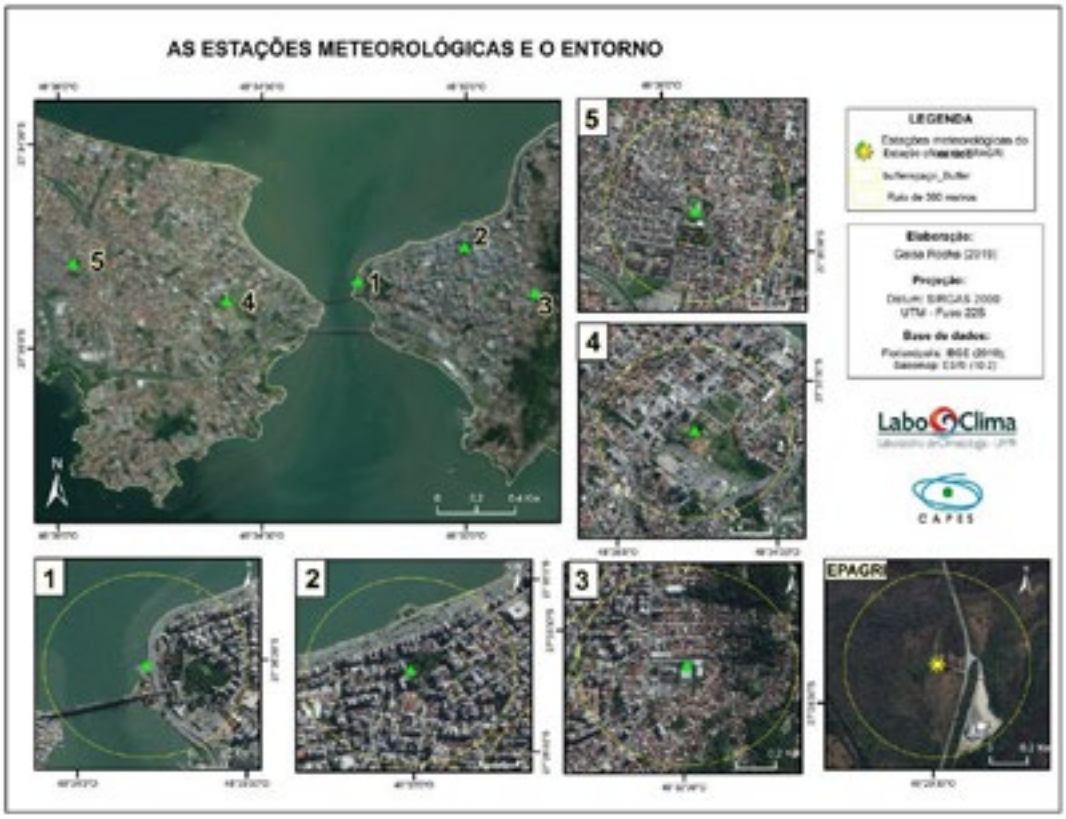


Figura 2 - Caracterização das estações e seus entornos. Elaboração: Rocha (2019)

A ***estação 2*** está instalada no pátio do14ª Brigada de Infantaria Motorizada, a 9 metros de altitude e 290 metros do mar. Os primeiros 100 metros de raio da estação (uma área aproximada de 17km²) é uma região muito arborizada, contudo, o seu entorno de forma geral, constitui-se de ambiente urbano com a presença de prédios de em média 12 andares, intercalado com residências de 2 pavimentos.

A ***estação 3*** situada no Instituto Federal de Santa Catarina, está a 12,3 metros de altitude e 1,2 km do mar. Situa-se a poucos metros da maior elevação do centro de Florianópolis (Maciço do Morro da Cruz, 285 metros). O entorno da estação é marcado por prédios comerciais e residenciais variando entre 2 e 12 pavimentos.

A ***estação 4*** instalada no pátio do 63º Batalhão de Infantaria, está a 26 metros de altitude e a 720 metros de distância do mar. Localiza-se a 120 metros de uma avenida de alto fluxo de automóveis. O entorno é caracterizado por residências de em média 2 pavimentos, com a presença de alguns terrenos vazios com vegetação pouco arbustiva.

A ***estação 5*** localizada no 22º Batalhão de Polícia Militar é a que está mais alta dentre as estações e a mais distante do mar, são 56 metros de altitude e 1,54 metros, respectivamente. A urbanização no entorno é consolidada, com residências de até 2 pavimentos.

A estação meteorológica da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI) está localizada no norte da ilha, dentro da estação ecológica "Carijós", uma área em que predomina o ecossistema de manguezal. São cerca de 3,5km até o mar e 14km até o centro da cidade.

3. Caracterização da variabilidade térmica no período (agosto-setembro de 2018)

3.1 Variabilidade térmica mensal e diária

A temperatura média verificada para o período foi de 18,3ºC, em agosto a média foi de 13,2ºC e em setembro de 20,1ºC. A tabela 1 mostra as temperaturas médias para cada estação.

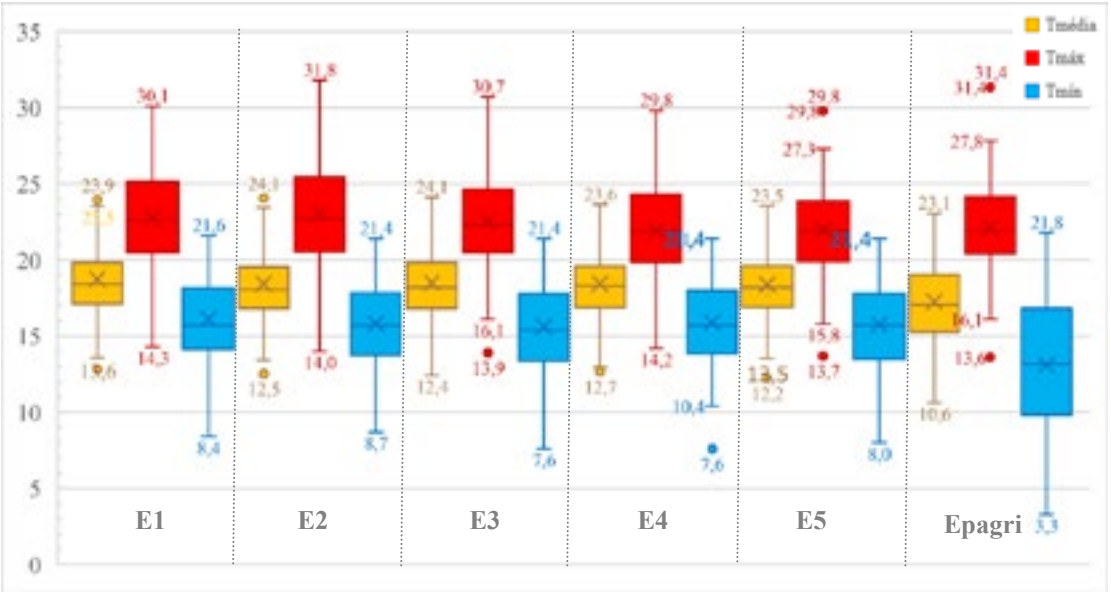
Tabela 1. Temperaturas médias e amplitude por estações meteorológicas. Organização: Rocha (2019).

	T (ºC)	*E1*	*E2*	*E3*	*E4*	*E5*	*Epagri*	*MÉDIA*
Agosto	**Tmédia**	17,0	16,7	16,8	16,7	16,7	15,3	16,5
	Tmáx.	21,4	21,4	21,1	20,5	20,5	20,6	20,9
	Tmin.	14,1	13,8	13,5	13,9	13,7	10,3	13,2
Setembro	**Tmédia**	20,5	20,2	20,3	20,2	20,1	19,3	20,1
	Tmáx.	24,2	24,7	24,0	23,5	23,5	23,6	23,9
	Tmin.	18,2	17,8	17,8	17,9	17,9	16,0	17,6
Período completo	**Tmédia**	18,8	18,5	18,5	18,5	18,4	17,3	18,3
	Tmáx.	22,8	23,0	22,5	21,9	22,0	22,1	22,4
	Tmín.	16,1	15,8	15,6	15,9	15,8	13,1	15,4
	Amp.	6,6	7,2	6,9	6,1	6,2	9,0	7,0

Dentre as cinco estações meteorológicas (tabela 1), a que apresentou os maiores valores de temperatura média (18,8ºC) para o período de Agosto-Setembro foi a E1. A estação E2 tem as maiores temperaturas máximas (23ºC). A estação de comparação (EPAGRI), fora da área urbana, registrou as menores temperaturas mínimas nestes dois meses (15,8ºC), a mesma estação também teve a maior amplitude térmica, com uma média de 9ºC de diferença entre as máximas e mínimas mensais (gráfico 1).

Quando tratamos dos extremos diários, a maior temperatura máxima registrada foi de 31,8ºC, em 24/09/2018, na ocasião havia um sistema de baixa pressão que dominava a região. A menor temperatura mínima foi 3,3ºC, no dia 27/08/2018, no qual havia uma massa de ar Polar Atlântica (mPa). A maior amplitude térmica no período foi de 17,5ºC no dia 11/08/2018 na EPAGRI, a máxima foi de 23,8ºC, a mínima foi de 6,3ºC, neste dia, todas as demais estações tiveram a amplitude em média de 12ºC. Dois sistemas atmosféricos foram responsáveis por essa amplitude, uma massa de ar frio e seco, que fez as temperaturas diminuírem nas primeiras horas da manhã e um ciclone extratropical que se aproximou da costa catarinense.

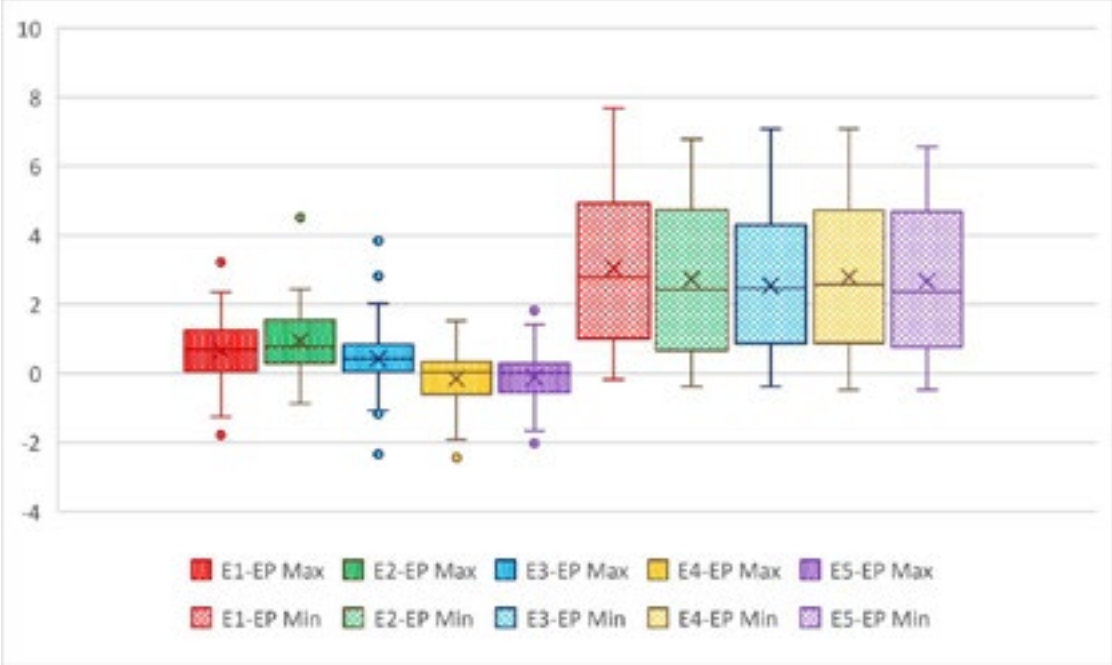
Gráfico 1. Variação da temperatura média, máxima e mínima no período. Elaboração: Rocha (2019).



A partir do gráfico 1, é possível notar que a variação entre as temperaturas máximas diárias das estações é pequena, apresentando uma média de ±0,47ºC durante o período. A maior variação é encontrada entre as estações E2 e E4, com ±1,1ºC, sendo a primeira mais quente que a segunda. A E2 também registrou as maiores temperaturas máximas.

Já o comportamento das mínimas foi diferente, a variação entre as estações é maior, ±1ºC. Entre as estações localizadas na área urbana, as mínimas pouco variaram (±0,13ºC). No entanto, a variação destas estações com a EPAGRI, é maior, uma vez que ela registra as menores temperaturas, a maior diferença encontrada é com a E1, cerca de ±3,0ºC. O gráfico 2 mostra esta relação.

Gráfico 2. Variações de temperatura máxima e mínima entre as estações em área urbana e EPAGRI. Organização: Rocha (2019)

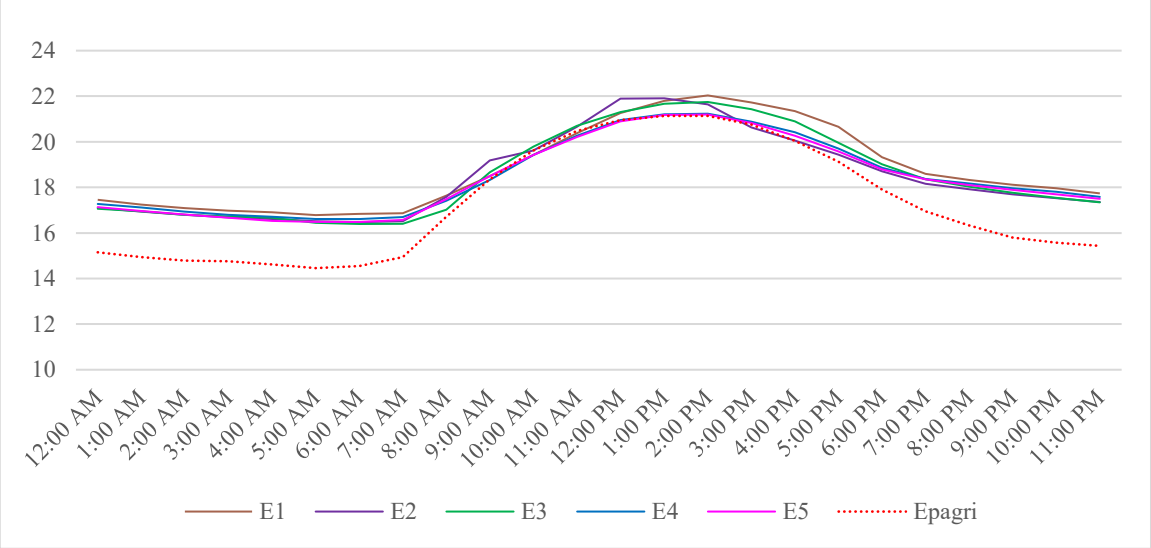


3.2 Variabilidade térmica horária

Em relação aos dados horários (gráfico 3), o horário em que registram-se as maiores temperaturas é às 13 horas, como uma média 21,7ºC. A temperatura mínima é registrada por voltas das 6 horas da manhã.

A estação EPAGRI (EP) é a mais fria a qualquer hora do dia, contudo a menor temperatura é registrada geralmente as 5 horas da amanhã. No dia de maior amplitude (27/08), houve uma diferença média de 3,6°C entre E1 (14,2°C) e EP com (10,6°C). Nesse dia, Florianópolis registrou a menor temperatura do ano, 3,3ºC. Nas primeiras horas, ao amanhecer, todas as estações da área urbana permaneceram 4 a 5ºC mais quentes a estação da EPAGRI. A maior diferença foi registrada às 21 horas, em que as estações da área urbanizada estavam 6°C mais quentes que a estação em ambiente rural. Cabe destacar que as estações urbanas mostram pouca diferença entre sí durante a noite, no entanto, as diferenças mais marcantes durante o dia podem ser relacionadas às condições de iluminação: E2 recebe a radiação solar pela manhã, enquanto E1 e E3 estão mais expostas no final do dia.

Gráfico 3. Temperatura média horária no período de agosto a setembro. Elaborado: Rocha (2019).



4. Considerações finais

Os dados preliminares apontam a correlação da temperatura com a localização das estações meteorológicas, aquelas situadas na área urbana central são em média 1,2ºC mais quentes que a EPAGRI, localizada em área rural, próxima à vegetação de manguezal.

Na área urbana, a E1 apresentou a temperatura média mais alta para o período e a E3 apresentou as menores temperaturas. Embora a E1 esteja localizada mais próximo ao próximo ao mar, situa-se ao lado de uma avenida de alto fluxo, a Avenida Beira-Mar Norte.

Considera-se que, até o momento, apenas os dados de temperatura não são suficientes para afirmar a existência de uma ilha de calor urbana em Florianópolis. No entanto, no dia 27/08, como analisado, podemos observar o aquecimento das áreas urbanas durante o período noturno em relação às áreas periféricas, indicando uma das características clássicas da ICU. Desta maneira, é necessário um período maior de coleta de dados, mais pontos de coleta, análise de outras variáveis importantes, como vento, pressão atmosférica, precipitação, entre outros.

5. Referências Bibliográficas

AMORIM M.C.C.T., DUBREUIL V., CARDOSO R., 2015: Modelagem espacial da ilha de calor urbana em Presidente Prudente (SP), Brasil. *Revista Brasileira de Climatologia*. (16) 29-45.

GOMEZ W., AMORIM M.C.C.T., DUBREUIL V., 2017: Modelagem da Ilha de Calor Urbana Aplicada ao Ambiente Litorâneo - Ubatuba/Brasil. *Revista do Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo*. (34) 82-94.

MENDONÇA, M., 2007. *Mapeamento do Campo Térmico no Centro de Florianópolis - Etapa avançada de uma proposta metodológica*. Projeto de Pesquisa FUNPESQUISA, 2007.

MENDONCA F., DUBREUIL V., 2005: Termografia de superfície e temperatura do ar na RMC (Região Metropolitana de Curitiba - PR). *RA'E GA - O espaço geográfico em analise*, (9) 25-35.

MONTEIRO, C.A.F., 1990. O campo térmico na cidade de Florianópolis: primeiros experimentos. *Revista GEOSUL*, nº 9 - Ano V - 19 semestre de 1990. Florianópolis.

SOUZA, F.R., 2013. *Estudo de fatores explicativos urbanos da distribuição da temperatura no centro de Florianópolis/SC.* 2013. 252 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Florianópolis.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO 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 DATEMPERATURA NA MORTALIDADE POR INFARTO AGUDO DO MIOCÁRDIO NA MICRORREGIÃO DE JUIZ DE FORA-MINAS GERAIS

Letícia de Castro Martins Ferreira [(a)], Cássia de Castro Martins Ferreira [(b)], Mário Círio Nogueira[(c)], Ricardo Vela de Britto Pereira [(d)] , William Cossich Marcial de Farias[(e)] , Marilia Sá Carvalho [(f)] , Maria Teresa Bustamante Teixeira [(c)]

[(a)] Doutoranda Programa de Pós graduação em Saúde Coletiva - Faculdade Medicina, Universidade Federal de Juiz de Fora, Email: leticiacmferreira@gmail.com
[(b)] Departamento Geociências/Faculdade Geografia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Email:cassia.castro@ufjf.edu.br
[(c)] Departamento Saúde Coletiva/Faculdade Medicina, Universidade Federal de Juiz de Fora, Email: mario.cirio.nogueira@gmail.com
[(d)] Centro de apoio administrativo– Força Aérea Brasileira, Email: ricardoestatistico@yahoo.com.br
[(e)] Departamento de Física e Astronomia – Universidade de Bologna, Email: william.cossich2@unibo.it
[(f)] Fundação Oswaldo Cruz – Programa de Computação Científica, Email: mariliasaca@gmail.com

Eixo: **A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais.**

Resumo

Variações na temperatura podem ocasionar descompensação de doenças e óbitos por infarto agudo do miocárdio (IAM). Pouco se sabe sobre essa relação na microrregião de Juiz de Fora - Minas Gerais (MG). Desta forma, este trabalho objetivou investigar o efeito da temperatura ambiente na mortalidade por IAM nesta região. Analisaram-se os registros diários de óbitos por IAM e dados temperatura média diária entre 1996 e 2013 utilizando modelo DLNM (*Distributed lag non-linear model*). Esta análise mostrou que o risco atribuível às temperaturas do ar extremamente baixas foi de 1,4% (IC95%: 0,2%; 2,4%) e que 91 óbitos foram atribuídos a elas (IC95%: 15; 156). A temperatura 22.7ºC foi de risco mínimo para morte por IAM enquanto que a temperatura do ar de risco máximo no frio foi 11.4ºC e para o calor foi 28.1ºC. Conclui-se que temperaturas do ar extremamente frias apresentam maior risco para óbitos por IAM na região estudada.

Palavras chave: temperatura, mortalidade, infarto agudo do miocárdio, séries temporais

IBSN: 978-85-7282-778-2

1. Introdução

As mudanças climáticas globais e suas repercussões na saúde humana vem sendo amplamente estudadas (MOURA, 2013; WHO, 2015). A temperatura do ar é um dos elementos climáticos mais utilizados como indicador para estudos dos efeitos da mudança climática devido à fácil obtenção e análise dos dados (LEE et al., 2018). As variações na temperatura do ar contribuem para o aumento na mortalidade por doenças cardiovasculares por mecanismos fisiopatológicos e por propiciar a descompensação de doenças crônicas já existentes levando ao óbito (WATTS et al., 2017). Dentre as doenças cardiovasculares o infarto agudo do miocárdio (IAM) é a principal causa de morte no Brasil e no sudeste brasileiro onde se situa a microrregião de Juiz de Fora (MARINHO et al., 2018).

A relação entre clima e doenças é influenciada por diversos fatores como a capacidade de adaptação, as condições socioeconômicas, susceptibilidade individual e o acesso a serviços de saúde, podendo ampliar as desigualdades e vulnerabilidades na saúde (GUO et al., 2013; LEE et al., 2018)

Alguns estudos desenvolvidos em outras regiões analisaram a influência da temperatura do ar na mortalidade por IAM e encontraram aumento da mortalidade tanto para altas quanto para baixas temperaturas (JIA et al., 2014; SHIUE; PERKINS; BEARMAN, 2016; YANG et al., 2017). Entretanto estes estudos não abordaram o risco atribuível e as temperaturas do ar de maior risco e menor risco de ocorrer o óbito. Estas medidas são importantes em saúde pública pois instrumentalizam gestores e trabalhadores em saúde além das pessoas portadoras fatores de risco e de doenças cardiovasculares com alto risco de morrer por IAM para prevenção e medidas eficazes de controle.

Tendo em vista a magnitude do problema desenvolvemos esta pesquisa com o objetivo de investigar o efeito da temperatura do ar na mortalidade por IAM na microrregião de Juiz de Fora - MG.

IBSN: 978-85-7282-778-2

2. Materiais e Métodos

Este é um estudo de séries temporais diárias de mortalidade por IAM e de temperatura média do ar. Selecionamos a microrregião de Juiz de Fora localizada no sudeste do estado de Minas Gerais. Essa área engloba 33 municípios e uma população total de 730.249 pessoas, área 8.914 km², densidade 81,9 hab./km² e altitude 643 metros. Está situada Zona da Mata mineira e possui número de óbitos expressivo (DATASUS, 2018; IBGE, 2019). O período de análise foi de janeiro de 1996 a dezembro de 2013.

O clima da região é classificado como tropical de altitude (tipo *Cwa* segundo Köppen), mesotérmico ou temperado quente, com seca no inverno e verão quente e úmido (MARTINS et al., 2018). É uma importante região econômica do estado tendo como principais setores econômicos: os serviços, o comércio e a indústria. O setor saúde conta com rede de assistência primária, secundária e terciária o que facilita o acesso a serviços de saúde (DATASUS, 2018; IBGE, 2019).

2.1. Dados

Os dados diários de óbitos por IAM (código I21, CID 10) da microrregião de Juiz de Fora-MG e as estimativas de população foram obtidos do DATASUS - Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde acessíveis na internet (DATASUS, 2018).

A pesquisa foi dispensada de aprovação por comitê de ética em pesquisa conforme resolução do CONEP No.510 de 7/4/2016

Os dados de temperatura foram conseguidos da página na Internet da Reanálise ERA-Interim, desenvolvido pelo ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecast) (DEE et al., 2011). Apesar dos dados fornecidos pelas estações climatológicas serem o padrão ouro para análise, eles não estavam disponíveis em toda microrregião estudada e nem por todo o período analisado. A reanálise do ERA-Interim sintetiza as informações climatológicas de navios,

IBSN: 978-85-7282-778-2

aviões, radiossondas e satélites, distribuídas irregularmente no espaço e no tempo, que são então integradas em modelo de previsão (QUADRO et al., 2012). As estimativas apresentam resolução horizontal em grade uniforme, espaçadas a aproximadamente 13 Km. Para a microrregião de Juiz de Fora, foi calculado a média diária dos valores dos pontos da grade ali localizados.

2.2. Análise Estatística

Para estudar a associação entre óbitos por IAM e temperatura média do ar e permitir estimar efeitos não lineares e defasados no tempo (lag), que ocorrem com frequência relacionados a variáveis ambientais como a temperatura, as predições de risco foram feitas usando modelos não-lineares de atraso distribuído (DLNM). Estes modelos permitem capturar, de forma flexível, as dependências complexas não-lineares e defasadas das relações exposição-resposta através de duas funções que modelam as relações exposição-resposta e lag-resposta, respectivamente (GASPARRINI; ARMSTRONG; KENWARD, 2010). Selecionamos uma natural-spline com cinco graus de liberdade para a função de exposição-resposta e uma função polinomial com um intercepto e quatro graus de liberdade para a função lag-resposta, com a finalidade de permitir maior flexibilidade ao modelo. Os modelos incluíram estimativas até o lag 14, para permitir estimar efeitos defasados até duas semanas.

Estimamos os riscos relativos acumulados (RR) de óbito por IAM em determinados percentis (P) de distribuição da temperatura em relação à temperatura ótima. Os percentis foram escolhidos para representar o frio extremo (P2,5), frio moderado (P10), calor moderado (P90) e calor extremo (P97,5).

Estimamos as frações e números atribuíveis às temperaturas não ótimas, acumulados até o lag 14 (GASPARRINI; LEONE, 2014). Calculamos os seguintes componentes:

(a) risco atribuível (RA) ao frio extremo (entre a menor temperatura e o percentil 2,5);

(b) RA ao frio moderado (entre os percentis 2,5 e 10);

IBSN: 978-85-7282-778-2

(c) RA ao calor moderado (entre os percentis 90 e 97,5);

(d) RA ao calor extremo (entre o percentil 97,5 e a maior temperatura).

A temperatura de referência usada (temperatura ótima) foi uma estimativa da temperatura de risco mínimo de mortalidade para cada região no lag 14 (TOBÍAS; ARMSTRONG; GASPARRINI, 2017).

A média diária dos dados de temperatura são os mais frequentemente utilizados nos estudos sobre clima e saúde (SUN et al., 2018).

As análises foram realizadas no aplicativo R versão 3.4.0, utilizando principalmente a biblioteca dlnm (GASPARRINI, 2011)(R Development Core Team 2008).

3. Resultados e discussões:

A figura 1 exibe o gráfico de RR acumulado até o lag 14, com intervalo de confiança de 95%, para microrregião de Juiz de Fora, com linhas verticais representando a temperatura de risco mínimo (linha cheia) e as temperaturas de risco máximo no frio e no calor (linhas tracejadas). Observa-se nesta figura um aumento do risco para temperaturas do ar mais baixas. As temperaturas do ar mais altas não apresentam risco.

A tabela I mostra os valores do RR de óbito para IAM nas diversas temperaturas médias do ar categorizadas em percentis com intervalo de confiança de 95% na microrregião de Juiz de Fora / MG, no período de 1996-2013. Verifica-se que somente nas temperaturas abaixo do percentil 2,5 há aumento do RR estatisticamente significante. Ou seja, abaixo da temperatura 15,2º. C há aumento do risco de morrer por IAM. Nota-se que o valor de temperatura de risco máximo está em 11,4º.C. Com isso se constata que o risco de morrer por IAM na microrregião de Juiz de Fora aumenta em temperaturas de frio extremo.

IBSN: 978-85-7282-778-2

Somando-se a isto a análise dos dados também mostrou que o risco atribuível (RA) à temperatura abaixo do percentil 2,5, ou seja, frio extremo, foi de 1,4% (IC95%: 0,2%; 2,4%) e 91 óbitos foram atribuídos à temperatura abaixo do percentil 2.5 (IC95%: 15; 156).

Os resultados achados nesta pesquisa estão em consonância com a literatura internacional que evidencia a maior mortalidade nos períodos mais frios. Um processo plausível que determina a influência de temperaturas baixas na elevação do risco de morrer por infarto agudo do miocárdio (IAM) seria a redução do fluxo sanguíneo ao coração por vasoconstrição das artérias e por trombogênese. A vasoconstrição é determinada por estímulo de receptores de frio localizados na pele, que impulsionam o sistema nervoso simpático a soltar catecolaminas no sangue, estas por sua vez causam vasoconstrição, aumento da frequência cardíaca e da pressão arterial (ALPÉROVITCH et al., 2009). Isto leva o coração a consumir mais oxigênio e como este está diminuído pela redução do aporte sanguíneo ao coração pode ocasionar a isquemia miocárdica e o infarto. A trombogênese relacionada-se a elevação das concentrações plasmáticas de fatores da coagulação e de atividade inflamatória como fibrinogênio, proteína C-reativa e número de plaquetas, levando a coagulação e formação de trombos nas artérias coronarianas. Somando-se a isso, o volume plasmático diminuído e o aumento da viscosidade do sangue durante a exposição ao frio também tendem a causar a trombose. Consequentemente, fatores de risco para doenças cardiovasculares que se conhecem são acentuados durante períodos mais frios, podendo levar ao infarto agudo do miocárdio (MCMURRAY; PFEFFER, 2005).

IBSN: 978-85-7282-778-2

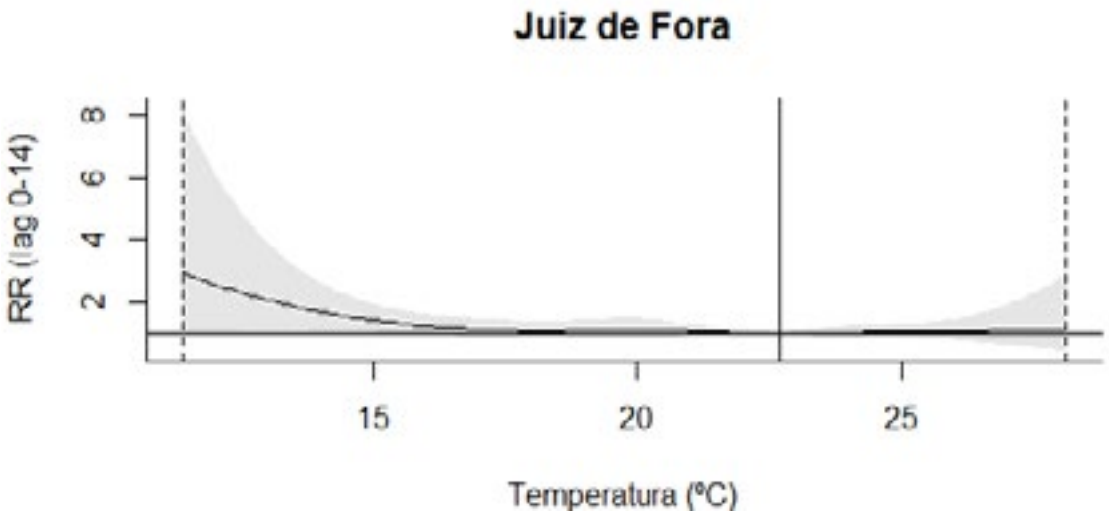


Figura 1: Gráfico de Risco Relativo acumulado até o lag 14, com intervalo de confiança de 95%, para microrregião de Juiz de Fora, com linhas verticais representando a temperatura de risco mínimo (linha cheia) e as temperaturas de risco máximo no frio e no calor (linhas tracejadas).

Tabela I: Risco relativo (RR) de óbito por infarto agudo do miocário para as temperaturas do ar médias na microrregião de Juiz de Fora / MG, 1996-2013.

	Temperatura (graus Celcius)	RR
Valor mínimo	11,4	2.95 (1.07-8.16)
Percentil 1	14,3	1.61 (1.08-2.40)
Percentil 2.5	15,2	1.38 (1.02-1.87)
Percentil 10	17,1	1.12 (0.87-1.45)
Percentil 25	18,8	1.09 (0.85-1.41)
Mediana	21,1	1.08 (0.92-1.26)
Média	20,9	1.09 (0.91-1.31)
Percentil 75	23,2	1.00 (0.92-1.10)
Percentil 90	24,6	1.03 (0.84-1.27)
Percentil 97.5	25,8	1.06 (0.81-1.40)
Percentil 99	26,4	1.08 (0.73-1.61)
Valor máximo	28,1	1.13 (0.44-2.91)

IBSN: 978-85-7282-778-2

4. Considerações Finais

Esta pesquisa evidenciou que temperaturas extremamente frias, abaixo de 15,2ºC, estão associadas a maior risco de óbitos por IAM na microrregião de Juiz de Fora - MG. O risco atribuível à baixas temperaturas foi de 1,4% e 91 óbitos poderiam ter sido evitáveis caso medidas de prevenção tivessem sido realizadas. O conhecimento destas medidas permite a organização de sistemas de alerta que orientem a população vulnerável dos riscos do frio extremo e também a gestores e servidores da saúde para ação na prevenção, cura e reabilitação deste agravo à saúde.

Agradecimentos

Agradecemos à Universidade Federal de Juiz de Fora pela Bolsa Próquali fornecida à doutoranda.

Referências Bibliográficas

ALPÉROVITCH, A. et al. Relationship between blood pressure and outdoor temperature in a large sample of elderly individuals: the Three-City study. **Archives of internal medicine**, v. 169, n. 1, p. 75–80, 2009.

DATASUS. Sistema de Informação sobre Mortalidade. 2018. Disponível em: <https:// http://datasus.saude.gov.br/>. Acesso em: 11 fev. 2019

DEE, D. P. et al. The ERA-Interim reanalysis: configuration and performance of the data assimilation system. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**, v. 137, n. 656, p. 553–597, abr. 2011.

GASPARRINI, A. Distributed lag linear and non-linear models in R: the package dlnm. **Journal of statistical software**, v. 43, n. 8, p. 1, 2011.

GASPARRINI, A.; ARMSTRONG, B.; KENWARD, M. G. Distributed lag non-linear models. **Statistics in Medicine**, v. 29, n. 21, p. 2224–2234, 20 set. 2010.

GASPARRINI, A.; LEONE, M. Attributable risk from distributed lag models. **BMC Medical Research Methodology**, v. 14, n. 1, dez. 2014.

GUO, Y. et al. Extremely cold and hot temperatures increase the risk of ischaemic heart disease mortality: epidemiological evidence from China. **Heart**, v. 99, n. 3, p. 195–213, 2013.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/juiz-de-fora/panorama>. Acesso em: 11 fev. 2019.

JIA, E.-Z. et al. Meteorological Parameters and the Onset of Chest Pain in Subjects with Acute ST-Elevation Myocardial Infarction: an Eight-Year, Single-Center Study in China. **Cellular Physiology and Biochemistry**, v. 34, n. 5, p. 1589–1596, 2014.

LEE, W. et al. Mortality burden of diurnal temperature range and its temporal changes: A multi-country study. **Environment International**, v. 110, p. 123–130, jan. 2018.

MARINHO, F. et al. Burden of disease in Brazil, 1990–2016: a systematic subnational analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. **The Lancet**, jul. 2018.

MARTINS, F. B. et al. CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE KÖPPEN E DE THORNTHWAITE PARA MINAS GERAIS: CENÁRIO ATUAL E PROJEÇÕES FUTURAS. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 1, n. 0, 8 nov. 2018.

MCMURRAY, J. J.; PFEFFER, M. A. steady increase, age-adjusted rates of admission for heart failure seem to have reached a plateau, or even decreased. **Lancet**, v. 365, p. 1877–89, 2005.

MOURA, M. D. O. **ANOMALIAS DAS TEMPERATAURAS EXTREMAS DO AR EM FORTALEZA: CORRELAÇÕES COM A MORBIDADE HOSPITALAR POR DOENÇAS CARDIOVASCULARES**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2013.

QUADRO, M. F. L. DE et al. Análise climatológica da precipitação e do transporte de umidade na região da ZCAS através da nova geração de reanálises. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 27, n. 2, p. 152–162, 2012.

SHIUE, I.; PERKINS, D. R.; BEARMAN, N. Hospital admissions of hypertension, angina, myocardial infarction and ischemic heart disease peaked at physiologically equivalent

IBSN: 978-85-7282-778-2

temperature 0 °C in Germany in 2009–2011. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 23, n. 1, p. 298–306, 1 jan. 2016.

SUN, Z. et al. Effects of ambient temperature on myocardial infarction: A systematic review and meta-analysis. **Environmental Pollution**, v. 241, p. 1106–1114, out. 2018.

TOBÍAS, A.; ARMSTRONG, B.; GASPARRINI, A. Brief Report: Investigating Uncertainty in the Minimum Mortality Temperature. **Epidemiology**, v. 28, n. 1, p. 72–76, jan. 2017.

WATTS, N. et al. The Lancet Countdown on health and climate change: from 25 years of inaction to a global transformation for public health. **The Lancet**, out. 2017.

WHO. **CLIMATE AND HEALTH COUNTRY PROFILES - 2015 A GLOBAL OVERVIEW**. Genebra: [s.n.].

YANG, J. et al. Seasonal variations of temperature-related mortality burden from cardiovascular disease and myocardial infarction in China. **Environ Pollut**, v. 224, p. 400–406, 02PY - 2017 2017.

IBSN: 978-85-7282-778-2

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

A INFLUÊNCIA DO EL NIÑO OSCILAÇÃO SUL E OSCILAÇÃO DECADAL DO PACÍFICO NO REGIME DE CHUVAS DO MUNICÍPIO DE PALMAS-PR

Anderson Borges[(a)], Rafaela Harumi Fujita[(b)], Andrey Luis Binda[(c)]

[(a)] Discente do Programa de Pós Graduação em Geografia, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, anderb_8@hotmail.com.
[(b)] Docente do Programa de Pós Graduação em Geografia, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, rafaela.fujita@unioeste.br.
[(c)]Docente do curso de Geografia, Universidade Federal da Fronteira Sul, abinda@uffs.edu.br.

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais.

Resumo: Esse trabalho propõe-se analisar a variabilidade pluvial no município de Palmas (PR) no período de 1965 à 2017, buscando verificar a relação da precipitação com fenômenos climáticos de escala global como o El Niño Oscilação Sul (ENOS) e a Oscilação Decadal do Pacífico (ODP). Com base em análise quantitativa (tratamento estatístico dos dados) e qualitativa (observação dos fenômenos atuantes) foi possível determinar a influência de El Niño forte (Temperatura da Superfície do Mar maior que 1,5 ^{o}C) durante a fase quente da ODP (1977-1998). Embora, as fases frias da ODP (1965-1976 e 1999-2017) apresentem maior número de La Niña, não foi constatada a diminuição significativa dos totais pluviométricos. No que tange ás análises mensais, foi possível identificar períodos de aumento (normalmente El Niño forte) e diminuição no regime de chuvas. As oscilações negativas na precipitação média mensal se distribuem de maneira uniforme na série e são compensadas por meses chuvosos.

Palavras chave: Precipitação, Anos-Padrão, Oscilação Decadal do Pacífico, El Niño.

1. Introdução

O clima é um resultado complexo, que envolve diversos fatores (atmosfera, oceano etc.), e pode apresentar variabilidade no espaço e no tempo (CONTI, 2000). Sendo assim, a atmosfera não é estática e alguns mecanismos de teleconexão exercem influência em elementos climáticos e variáveis meteorológicas.

A variabilidade climática na região Sul sofre influência de diversos fenômenos, com destaque aos que ocorrem por meio de interações oceano e atmosfera. Tais fenomênos podem ser observados com a variação da Temperatura da Superfície do Mar

(TSM), podendo ocorrer de maneira interanual, como o El Niño Oscilação Sul (ENOS) (OLIVEIRA, 1999; MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007; GRIMM, 2009a), ou decadal, com Oscilação Decadal do Pacífico (ODP) (MOLION, 2005; KAYANO; ANDREOLI, 2009).

O ENOS interfere no regime de precipitação da América do Sul, e vem sendo abordado por vários autores, tanto em aspectos regionais (ANDRADE, 2003; NERY, 2006), como locais (BUFFON; BINDA, 2013). A intensidade do ENOS pode ser observada em alterações de diversos fatores, como mudanças na TSM, oscilação nos campos de pressão (Célula de Walker) e variações na Circulação Geral da Atmosfera (CGA) (OLIVEIRA, 1999; GRIMM, 2009b). A união desses fatores promove teleconexões que apresentam respostas em diferentes regiões do globo (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007; CAVALCANTI; AMBRIZZI, 2009). De acordo com Oliveira (1999, p.50), nos períodos de El Niño (EN) há um aumento no regime de chuvas na região Sul. Já os eventos de La Niña têm-se uma diminuição na pluviosidade. Esse aumento e diminuição do regime pluviométrico resultam em problemas socioambientais, como inundações/enchentes e estiagens.

No que diz respeito aos mecanismos de teleconexão de escala decadal, destacamos a ODP, onde a “fase fria” é caracterizada por anomalias negativas na TSM no Pacífico Tropical e positivas no Pacífico Extratropical. Já a “fase quente” apresenta anomalias de TSM positivas no Pacífico Tropical e negativas no Pacífico Extratropical (MOLION, 2005).

O clima da região sul sofre influência também, de fatores como posição geográfica e relevo (GRIMM, 2009b). Os estudos relacionando a precipitação e os mecanismos de teleconexões são importantes em todas as escalas (global, regional e local), pois o ENOS e a ODP exercem influência de forma diferenciada, dependendo o período e a região (SILVA; CAMPOS, 2011). Nessa perspectiva, o trabalho busca

analisar a variabilidade anual e mensal da precipitação no município de Palmas (PR) no período de 1965 a 2017, buscando relações com mecanismos de teleconexões em escala interanual e decadal.

2. Materiais e Métodos

2.1 Localização da área de estudo

O município de Palmas está localizado na Mesorregião Centro Sul Paranaense (Figura 1), faz limites com os municípios de Clevelândia (PR), General Domingos Soares (PR), Bituruna (PR), General Carneiro (PR), Abelardo Luz (SC) e Água Doce (SC). Possui uma área de 1.557,983 Km² e aproximadamente 48.888 habitantes (IBGE, 2010).

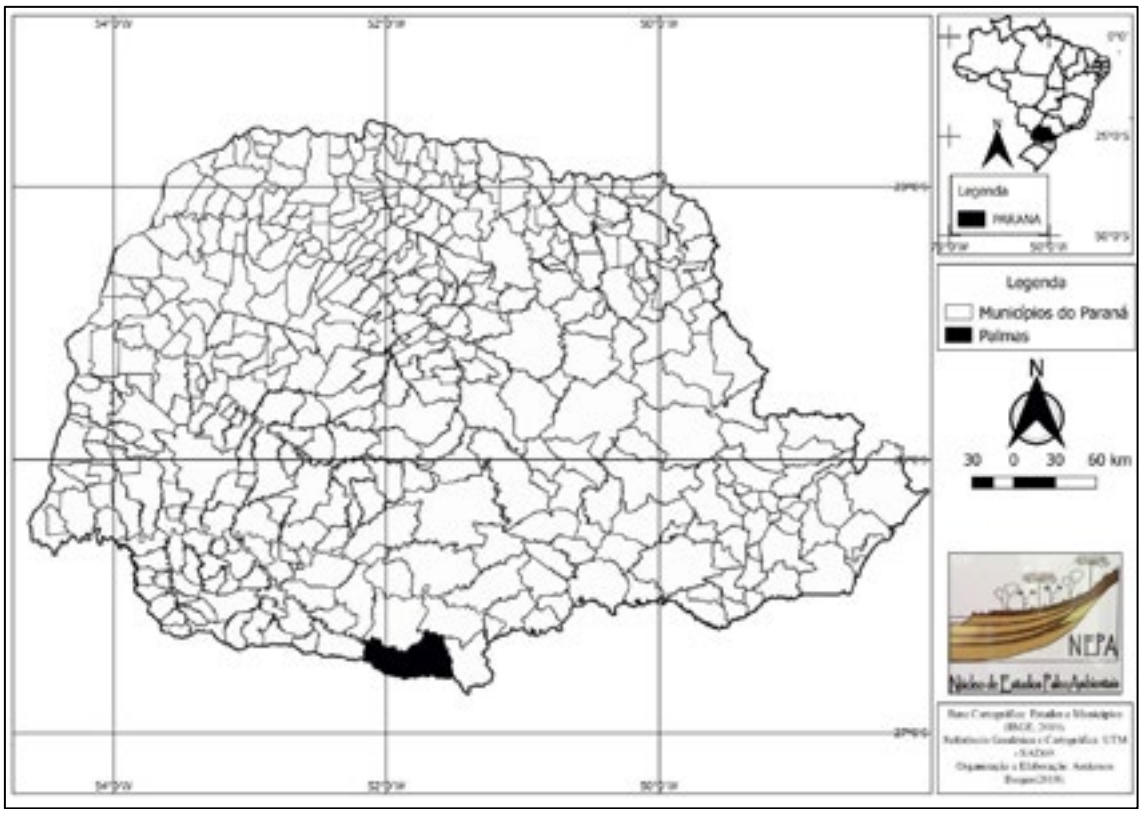


Figura 1-Localização do município de Palmas-PR.

2.2 Métodos

Os dados de precipitação do municipio de Palmas (PR) foram obtidos por meio do acesso ao banco de dados do Instituto das Águas do Paraná (AGUASPARANÁ). A estação pluviométrica utilizada (código 2652010, de responsabilidade da Agência Nacional de Águas-ANA e monitorada pelo AGUASPARANÁ) esta localizada a 26° 28' 40"S e 51° 58' 37"W, com 1124m de altitude. A série histórica de precipitação diária corresponde ao período de 1965 a 2017, compreendendo 52 anos de dados. Os dados cartográficos foram adquiridos por *download* no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e Instituto de Terras, Cartografia e Geologia do Paraná (ITCG).

A organização dos dados e os parâmetros estatísticos utilizados no trabalho são baseados em Zavattini; Boin (2013, p.33). A **média aritmética** foi calculada pela Equação (1):

$$X = \sum_{1a\,n} / n \quad ...(1)$$

Onde X= média aritmética; ∑= somatória dos dados, do primeiro ao enésimo; n= número de ocorrências.

O **Desvio-padrão (S)** foi calculado conforme Equação (2):

$$S = \frac{\sqrt{\sum_{1\,a\,n} (xi - x)^2}}{n} \quad ...(2)$$

Onde xi= o valor individual de cada dado; X= média aritmética; ∑= somatória dos dados, do primeiro ao enésimo; n= número de ocorrências.

O Coeficiente de variação (CV) é uma medida de dispersão relativa, onde o resultado é dado em porcentagem (%), é calculado conforme a Equação (3):

$$CV=(S/X)*100 \quad ...(3)$$

ISBN: 978-85-7282-778-2

Para análise dos anos padrão (Tabela I), adaptou-se o método de Nascimento Junior (2011), utilizando a Média (X) mensal e anual e subtraindo e somando o Desvio Padrão (S):

Tabela I-Proposta de classificação dos anos padrão.

Classe	Fórmula	Formatação condicional	Cor
Seco	T-DP (mm)	Valores menores/ iguais a seco	Amarelo
Tendente a Seco	T-[DP(mm)/2]	Valores entre seco e habitual	Laranja
Habitual	-	-	Branco
Tendente a Chuvoso	T+[DP(mm)/2]	Valores entre habitual e chuvoso	Azul claro
Chuvoso	T+DP(mm)	Valores maiores/ iguais a chuvoso	Azul escuro
Fonte:NASCIMENTO JÚNIOR (2011)			

Os gráficos foram elaborados no Microsoft EXCEL ™. , e a confecção dos mapas, no software *QGIS Development Team 2.18.17* (2018).

Durante os anos estudados, ocorreram períodos de falhas, por diversos fatores. Para preencher as falhas empregamos o método de ponderação regional descrito por Bertoni e Tucci (2009, p.183). Ele consiste na utilização da média de três postos pluviométricos próximos e com base na média desses postos, é possível preencher as falhas em determinados períodos.

3. Resultados e discussões

Para abordar os meses que sofrem influência do fenômeno ENOS foi elaborado o gráfico apresentado na Figura 2, o qual representa os valores da TSM (oscilação em relação a média) no período de 1965 a 2017. Os meses com TSM acima de 0,5 ^{o}C, foram considerados como El Niño, enquanto aqueles com TSM abaixo de -0,5 ^{o}C foram considerados como La Niña. Um fator importante a ser destacado é o grande número de El Niño no período de 1977 a 1998, período esse, marcado pela fase quente da ODP. Já os períodos de fase fria da ODP, foram observados maior ocorrência de La Niña, fato observado nos períodos de 1965 a 1976 e 1999 a 2017 (MOLION, 2005).

ISBN: 978-85-7282-778-2

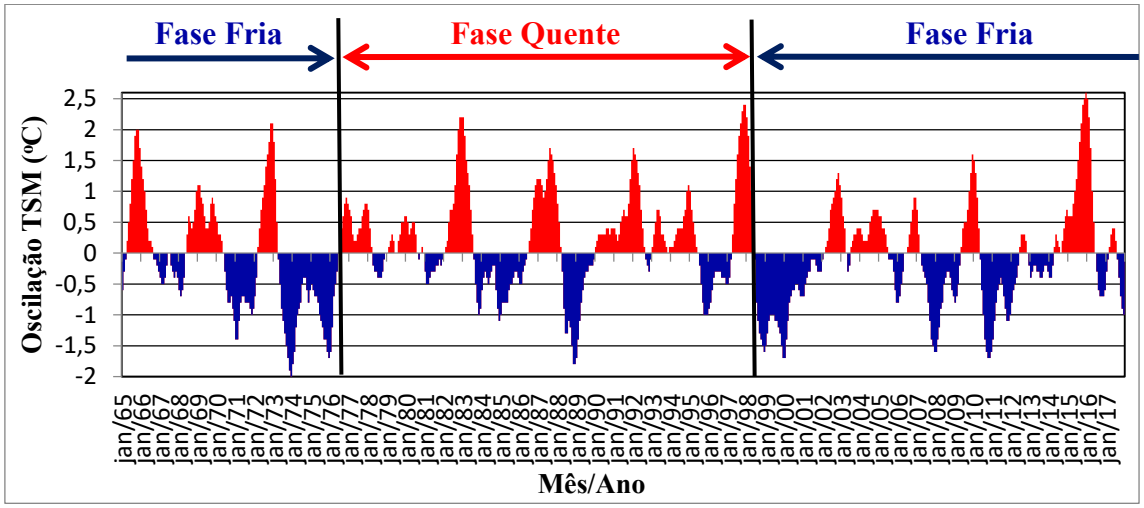


Figura 2- Oscilação na TSM Média de 1965 a 2017. Fonte: NOAA (2018)

Na série abordada no trabalho (52 anos), representada na Figura 3, dezesseis anos foram classificados como “nomais”, sete anos “chuvosos”, onze anos “tendente a chuvoso”, nove anos “tendente a seco” e nove anos “seco”.

Na fase fria da ODP de 1965 a 1976 há seis anos classificados como normais (1966, 1969, 1970, 1971, 1972 e 1975), um ano tendente a chuvoso (1965), um ano chuvoso (1976), dois anos tendente a seco (1974 e 1976) e dois anos seco (1967 e 1968).

Durante a fase quente da ODP de 1977 a 1998 ocorreram cinco anos chuvosos (1983, 1990, 1992, 1997 e 1998) e dois anos tendentes a chuvoso (1979 a 1982), com destaque para o ano mais chuvoso da série, 1983, com 3.279 mm de chuva. Esse período também é marcado pelos extremos, com quatro anos considerados secos (1978, 1985, 1988 e 1995) e quatro anos tendentes a seco (1977, 1981, 1986 e 1991), cabe frisar o ano de 1985, o ano com menor precipitação da série, com 1318 mm. Os anos considerados normais são sete (1980, 1984, 1987, 1989, 1993, 1994 e 1996). Há uma oscilação marcante no período, com eventos de aumento e diminuição da precipitação.

ISBN: 978-85-7282-778-2

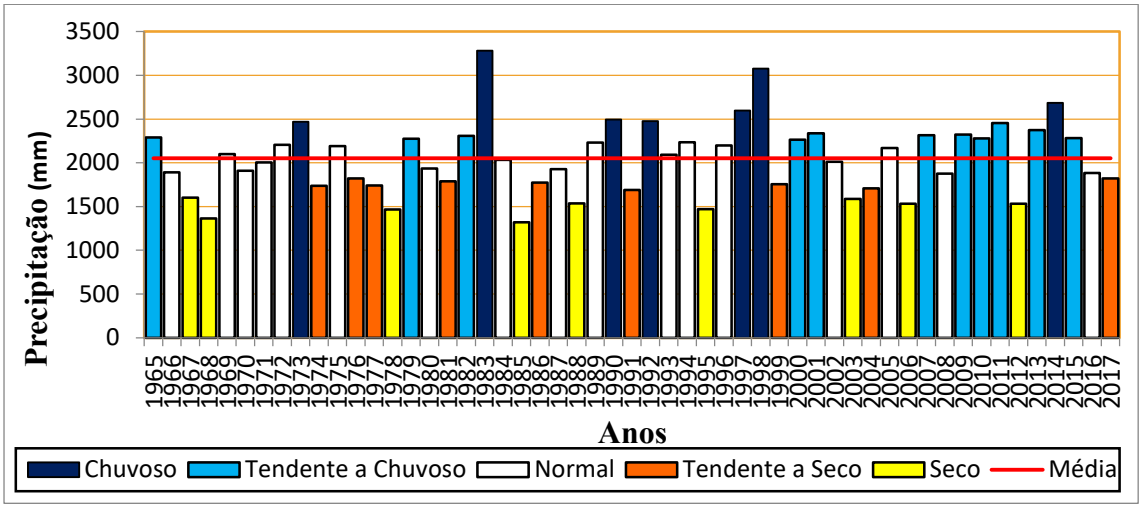


Figura 3-Variabilidade pluvial(anual) e classificação dos "anos padrão"no município de Palmas-PR.

No decorrer da série histórica destacam-se alguns anos chuvosos entre 1983 e 1998, nos quais são marcados por desastres naturais (MARCELINO, 2008) e perdas econômicas na Região Sul (BERLATO; FONTANA, 2001).

Diante do que foi exposto acima, cabe destacar a influência do El Niño e da ODP (fase quente) no regime pluviométrico do município de Palmas-PR, contudo, essa influência é visível nos anos de El Niño Forte (oscilação de 1,5°C acima da média). Nos períodos da ODP (fase fria) há uma diminuição de anos chuvosos, porém, a influência da La Niña não se expressa em anos secos.

A fim de abordar a atuação do ENOS e da ODP na precipitação mensal, elaborou-se a Tabela II, que apresenta a média e o desvio padrão e, a Figura 4, onde estão expressos os totais mensais e os meses padrão. Os dados da Tabela II expressam um aumento da precipitação na primavera (Outubro, Novembro e Dezembro) e uma diminuição no inverno (Julho, Agosto e Setembro). Já no verão (Janeiro, Fevereiro e Março) e no outono (Abril, Maio e Junho) a precipitação média mensal é praticamente igual. Quanto ao desvio padrão, destaca-se os meses de Maio (117 mm) e Julho (116,6 mm), com os maiores valores. Os menores valores são os meses Março (77,4 mm) e

ISBN: 978-85-7282-778-2

Fevereiro (78 mm). Os valores altos de desvio padrão representam a grande oscilação no regime de chuvas da série.

Tabela II-Média mensal (mm) e desvio padrão mensal (mm) da precipitação no município de Palmas (PR) para o período de 1965 a 2017.

Mês	Média Mensal	Desvio Padrão
JAN	191,4	78,9
FEV	162,7	78,0
MAR	147,3	77,4
ABR	152,9	95,8
MAI	174,2	117,0
JUN	175,6	102,5
JUL	144,6	116,6
AGO	131,4	97,0
SET	180,2	97,0
OUT	233,1	98,8
NOV	157,5	87,2
DEZ	174,5	75,1

Os dados apresentados na Figura 4A demonstram os valores mensais de precipitação no município de Palmas-PR. É possível observar na análise mensal, que durante os anos sobre influência do ENOS e ODP há períodos de diminuição e aumento da precipitação. Os meses com precipitação acima de 400 mm, em apenas dois momentos (Maio-1979 e Junho-2014) não coincidem com eventos de El Niño. Porém, os meses com diminuição da precipitação não estão necessariamente relacionados aos eventos de La Niña. Durantes os eventos, alguns meses podem apresentar dimiuição na precipitação, mas esse comportamento não é constante.

ISBN: 978-85-7282-778-2

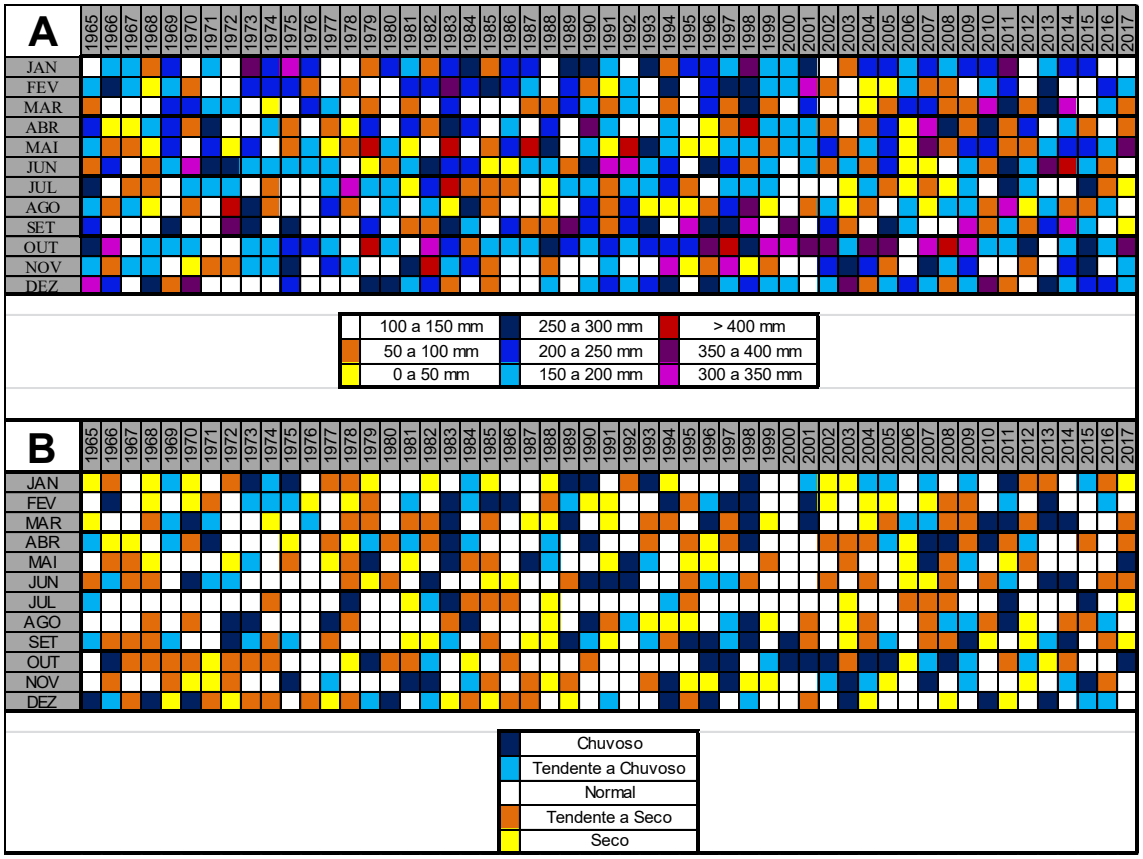


Figura 4 - A) Totais pluviais mensais para o município de Palmas (PR) no período de 1965 á 2017; B) Classificação meses padrão (PR).

Para auxiliar nas análises dos totais pluviais, a Figura 4B expõe a classificação dos meses padrão (chuvoso, tendente a chuvoso, normal, tendente a seco e seco). Nota-se uma inconsistência nos meses classificados como chuvoso e tendente a chuvoso, não apresentando uma regularidade no que diz respeito à estação do ano em que ocorrem. Se destacam os anos 1983 (5 meses chuvosos) e 1998 (6 meses chuvosos). Os anos que detém menor precipitação, são 1967 (1 mês seco e 5 meses tendente a seco) e 1985 (3 meses seco e 5 meses tendente a seco), ambos os anos em eventos de La Niña, um na fase fria e um na fase quente da ODP.

ISBN: 978-85-7282-778-2

No decorrer da série, há anos que apresentam um número maior de meses classificados como seco, como 1988 (6 meses seco e 1 mês tendente a seco). Contudo, a oscilação positiva nos outros meses acaba compensando parte da precipitação. Durante as fases frias da ODP e eventos de La Niña o comportamento da precipitação não é necessariamente de diminuição e quando ocorre, os meses subsequentes compensam. Essa oscilação da precipitação ao longo do ano, com uma média de 25% da precipitação em cada estação, podendo oscilar entre uma estação e outra, já era abordado por Nimer (1979) quando descrevia o clima da região Sul.

4. Considerações Finais

O regime de chuvas em Palmas (PR), no período de 1965 à 2017 apresenta intensa variabilidade, contudo, os eventos de escala global exercem influencia de maneira distinta:

- Na fase quente da ODP temos maior ocorrência de El Niños, contanto, apenas os El Niño fortes com aumento da TSM média em 1,5^{o}C representam aumento no regime pluviométrico.
- Nas fases frias da ODP há maior ocorrência de La Niña, porém, isso não se reflete no regime de chuvas, ao passo que alguns meses manifestam diminuição nas chuvas, mas estas são compensados por meses chuvosos no decorrer do ano.
- Os meses que expressam os maiores totais pluviométricos normalmente estão atrelados a eventos de El Niño. Já os meses com menor precipitação, raramente coincidem com eventos de La Niña.

Com base nos dados expostos, podemos afirmar que o municipio de Palmas (PR) não sofre influência constante dos eventos de escala global frisados no decorrer do trabalho, pois apenas os eventos de El Niño forte são acompanhados de aumento na precipitação. No decorrer da série, os totais anuais e mensais denotam uma distribuição

ISBN: 978-85-7282-778-2

equitativa da precipitação ao longo das estações do ano, conforme já salientado por Nimer (1979).

5. Agradecimentos

"O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001".

6. Referências Bibliográficas

AGUASPARANÁ. **Instituto das águas do Paraná.** Disponível em: <www.aguasparana.pr.gov.br/>. Acesso em: 28 Out. 2018.

ANA. Agencia Nacional de Águas. Disponível em: **<www3.ana.gov.br/>**Acesso em: 28 Out 2018.

ANDRADE, A. R de. **Variabilidade da precipitação pluviométrica na Bacia hidrográfica do Ivaí – Paraná**. Dissertação de mestrado. Maringá: UEM, 2003. 99p.

BERTONI, Juan C.; TUCCI, Carlos E. M.. PRECIPITAÇÃO. In: TUCCI, Carlos E. M. (Org.). **HIDROLOGIA: ciência e aplicação.** 4. ed. Porto Alegre: UFRGS/abrh, 2009. p. 177-243.

BUFFON, E. A. M. ; BINDA, A. L.. **Variabilidade no regime pluvial em Abelardo Luz (SC) no período de 1958 a 2008: interações entre mecanismos de teleconexão decadal e interanual.** Revista Brasileira de Climatologia, v. 13, p. 285-297, 2013.

CONTI, J.B. Considerações sobre mudanças climáticas globais. SANT'ANNA NETO, J.L. & ZAVATINI, J.A. **Variabilidade e mudanças climáticas: implicações ambientais e socioeconômicas**. Maringá: Eduem, 2000.

CAVALCANTI, I. F. A.; AMBRIZZI, T. Teleconexões e suas influências no Brasil. In: CAVALCANTI, I.F.A. et al. (orgs) **Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e estatística**. Disponível em: <www.***ibge***.gov.br>. Acesso em: 28 Out. 2018.

ITCG. **Instituto de Terras, Cartografia e Geologia do Paraná**. Disponível em: <www.itcg.pr.gov.br/>. Acesso em: 28 Out. 2018.

NOAA. **National Oceanic and Atmospheric Administration.** Disponível em: <https://www.noaa.gov/>. Acesso em: 12Nov. 2018.

GRIMM, A. M. Variabilidade Interanual do Clima no Brasil. In: CAVALCANTI, I.F.A. *et al.* (orgs) **Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009a.

GRIMM, A. M. Clima da região Sul do Brasil. In: CAVALCANTI, I.F.A. et al. (orgs) **Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009b.

KAYANO, Mary T. ANDREOLI, Rita Valéria. Variabilidade Decenal a Multidecenal. In: CAVALCANTI, Iracema Fonseca de Albuquerque et al (Org.). **Tempo e Clima: no Brasil**. São Paulo: Oficina dos Textos, 2009. P. 127-134.

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

MOLION, Luiz Carlos Baldicero. AQUECIMENTO GLOBAL, EL NIÑOS, MANCHAS SOLARES, VULCÕES E OSCILAÇÃO DECADAL DO PACÍFICO. **Revista Climanálise,** [s. L.], p.1-5, ago. 2005.

NASCIMENTO JÚNIOR, L. **As chuvas no Paraná**: variabilidade interanual e decadal. 2011. 87 páginas. Trabalho de conclusão de curso em Geografia – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011.

NERY, J. T. Influência do fenômeno el niño na vazão da bacia do Rio Iguaçu-PR. **XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia**, 2006, Florianópolis. Previsão e Sociedade. Florianópolis: EDUFSC, 2006. v. 01. p. 01-12.

NIMER, Edmon. **CLIMATOLOGIA DO BRASIL.** Rio de Janeiro: IBGE, 1979. 422 p.

OLIVEIRA, Gilvan Sampaio de. **O El Niño e Você:** O Fenômeno Climático. São José dos Campos: Transtec Editorial, 1999. 116 p.

SILVA, M. V. da.; CAMPOS, C. R. J. de. Anomalias decadais do regime hídrico do RS no período de 1977 a 2006. **Ciência e Natura**, UFSM, 33 (1), 2011. p.75-89.

ZAVATTINI, João Afonso; BOIN, Marcos Norberto. **Climatologia Geográfica:** Teoria e Prática de Pesquisa. Campinas: Alínea, 2013. 151 p.

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

A INFLUÊNCIA DO ENOS NAS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DO MUNICÍPIO DE SÃO LOURENÇO/MG

Patrícia Rosa Aguiar [(a)], Regina Gonçalves Bastos[(b)], Antoniel Silva Fernandes[(c)], Daniel Sena Braga[(d)], Gisele Mol da Silva[(e)], Neolmar Matos Filho[(f)], Alecir Antônio Maciel Moreira[(g)]

[(a)] [(b)] [(c)] [(g)] PPG em Geografia – Tratamento da Informação Espacial, PUC/MINAS
[(d)] [(e)] [(f)] PPG em Engenharia Mecânica, PUC/MINAS

Eixo - A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

Os fenômenos que geram variabilidade climática ainda são poucos compreendidos, bem como suas ocorrências e efeitos em diferentes regiões. Buscou-se identificar as possíveis alterações nos parâmetros meteorológicos na região de São Lourenço em Minas Gerais na ocorrência do ENOS, através dos métodos estatísticos da correlação e da regressão. Foi realizada, em primeiro momento, uma revisão bibliográfica para compreensão dos processos de interação entre os parâmetros climáticos, à nível de município, e também uma revisão dos estudos de variabilidade climática, com foco nos fenômenos do ENOS. Assim, constatou-se que os valores que apresentam maior correlação estão concentrados na região de Niño 1+2. É nas estações da primavera e do outono as maiores anomalias para as temperaturas mínimas, médias compensadas e máximas em São Lourenço. As anomalias identificadas foram moderadas, não sendo identificada anomalias forte ou muito forte. Os demais parâmetros analisados não apresentaram alterações na ocorrência de ENOS para a região.

Palavras chave: Variabilidade Climática, ENOS, São Lourenço, Minas Gerais.

1. Introdução

A variabilidade climática acoplada do oceano-atmosfera que ocorre na região equatorial do Oceano Pacífico, ou seja, El Niño-Oscilação Sul (ENOS), produz alterações na Temperatura da Superfície do Mar (TSM), na pressão atmosférica, na direção dos ventos e na convecção tropical. É considerado o principal mecanismo de variabilidade climática interanual global (YEH, 2009).

Em condições climáticas normais, os ventos alísios com direção leste/oeste, impulsiona as águas quentes superficiais do Oceano Pacífico nas proximidades da costa da América do Sul para a região da Ásia, contribuindo para que ocorra ressurgência no litoral peruano. Dessa forma, em condições normais as águas superficiais do Oceano Pacífico Leste são mais frias em relação às águas do Pacífico Oeste.

Já nas condições climáticas sob o efeito do ENOS, ocorre um enfraquecimento dos ventos alísios nesta região, ocasionando um aumento na TSM e a diminuição da ressurgência no Oceano Pacífico Leste. Mendonça e Danni-Oliveira (2007) ressaltam que a anomalia térmica na ocorrência do ENOS atinge proporções elevadas (1°C) ou muito elevadas (de 4°C a 6°C) acima da média térmica, que é de 23°C, isso irá alterar a dinâmica normal da Célula de Walker.

Tal fenômeno dificulta o resfriamento das águas da costa oeste da América do Sul, provocando mudanças na circulação dos ventos. Pode-se citar como efeitos que ocorrem no Brasil devido a esse fenômeno o aumento das precipitações no sul, aumento moderado das temperaturas durante o inverno no sudeste, e a seca na região do extremo norte do país e no semiárido nordestino durante a estação chuvosa, entre fevereiro a maio (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Com características opostas às do El Niño, ocorre o fenômeno La Niña. Trata-se do resfriamento das águas superficiais do Oceano Pacífico, em especial na região equatorial, proporcionando também a alteração na Célula de Walker, provocando mudanças na direção dos ventos e nas massas de ar. Como efeitos no Brasil nos períodos chuvosos, entre dezembro a fevereiro, tende a intensificar as chuvas nas regiões norte e nordeste do país, bem como proporciona um período seco na região sudeste.

As condições oceânicas e atmosféricas no oceano Pacífico Equatorial apresentam fases irregulares, alternando entre as fases quentes do ENOS e as fases frias nas quais as águas superficiais se resfriam com a ocorrência da La Niña (figura 1).

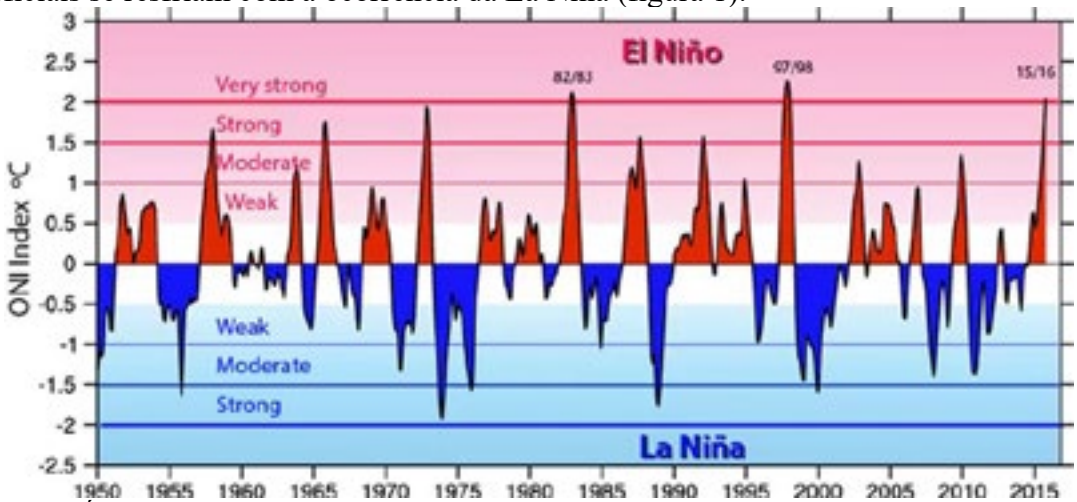


Figura 1 - Índice de Niño Oceânico (ONI) demonstrando fases quentes (em vermelho) e frias (em azul) da temperatura anormal da superficie do mar no Oceano Pacífico. Fonte: The Conversation, 2016.

A influência do ENOS na variabilidade da precipitação sobre o Brasil proporciona um impacto na produção agrícola, através dos longos períodos de estiagem no Nordeste, e também nas áreas sujeitas a ocorrência de enchentes, na região sul e sudeste.

ISBN: 978-85-7282-778-2

As anomalias da temperatura na superfície do mar que ocorrem no oceano Pacífico na porção equatorial estão separadas por regiões de Niños, conforme mostra a Figura 2. O Pacífico tropical leste, em torno de 140º lat.W, tem a maior influência na precipitação em várias regiões do continente sul-americano durante eventos de El Niño (Niño 1+2); enquanto que durante La Niña, a região próxima da área central do Pacífico mostra uma influência mais significativa.

Dessa forma, o objetivo deste artigo consiste em verificar as possíveis influências das variáveis oceânicas, a partir da Temperatura da Superfície do Mar e do Índice de Oscilação Sul (IOS) das regiões de Niño 1+2, Niño 3, Niño 4 e Niño 3+4, nas condições climáticas do município de São Lourenço em Minas Gerais.

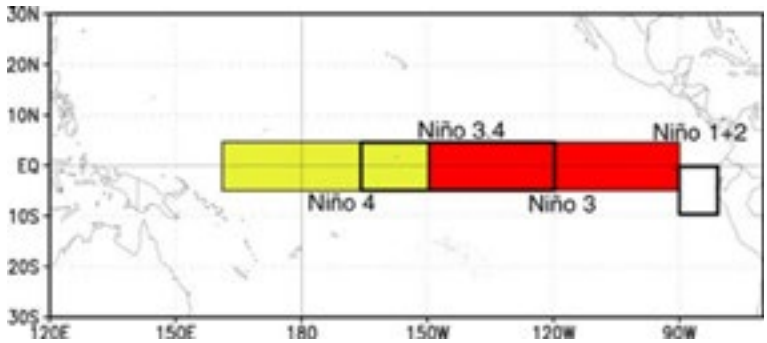


Figura 2 - Localização das regiões de Niño na faixa equatorial do Oceano Pacífico.
Fonte: Climate Prediction Center, 2018.

2. Materiais e Métodos

Para a elaboração deste artigo foi realizada, em primeiro momento, uma revisão bibliográfica para compreensão dos processos de interação entre os parâmetros climáticos, à nível de município, e também uma revisão dos estudos de variabilidade climática, com foco nos fenômenos do ENOS.

A partir da prévia compreensão dos fenômenos analisados, houve o acesso aos dados da estação meteorológica de número 83.736 instalada no município de São Lourenço, MG, pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet).

Os parâmetros consultados foram direção e velocidade do vento, evaporação, insolação, nebulosidade, número de dias da precipitação, pressão atmosférica, umidade relativa do ar, e temperaturas mínima, máxima e média compensada, no período entre os anos de 1981 e 2016. Para o estudo das variabilidades do oceano, utilizou-se as variáveis de TSM, entre os anos de 1982 e 2017, e os dados do Índice de Oscilação Sul (IOS), no período de 1951 a 2017.

Foi realizada uma filtragem nos dados apresentados, possibilitando a seleção de períodos específicos para se analisar os fenômenos presentes. Identificou-se a ausência de informações em alguns períodos, dessa forma, optou-se por selecionar os dados que apresentaram um intervalo de tempo com menos informações ausentes. Após o período

ISBN: 978-85-7282-778-2

selecionado, foi calculada a média para os meses faltantes. Estes dados foram utilizados para completar os dados ausentes.

A partir de então, foi selecionado o período entre os anos de 1990 e 2016 para filtrar os dados e analisar o comportamento e a diferença entre os períodos de ocorrência do El-Niño e a não ocorrência. A Figura 3 apresenta o registro da ocorrência de El-Niño e La-Niña.

El Niño				La Niña		
Weak - 10	Moderate - 7	Strong - 5	Very Strong - 3	Weak - 10	Moderate - 4	Strong - 7
1952-53	1951-52	1957-58	1982-83	1954-55	1955-56	1973-74
1953-54	1963-64	1965-66	1997-98	1964-65	1970-71	1975-76
1958-59	1968-69	1972-73	2015-16	1971-72	1995-96	1988-89
1969-70	1986-87	1987-88		1974-75	2011-12	1998-99
1976-77	1994-95	1991-92		1983-84		1999-00
1977-78	2002-03			1984-85		2007-08
1979-80	2009-10			2000-01		2010-11
2004-05				2005-06		
2006-07				2008-09		
2014-15				2016-17		
				2017-18		

Figura 3 - Ocorrência de El-Niño e La-Niña.
Fonte: GOLDEN GATE WEATHER SERVICES, 2018.

A partir da ocorrência do fenômeno de El Ninõ, foi selecionado o período dos anos de 1997 e 1998, buscando correlacionar o El-Niño mais intenso com os dados meteorológicos de São Lourenço para o mesmo período. Foi utilizado a variáveis estatísticas da correlação e da regressão através do software Minitab®, versão 17.

Na sistematização dos dados procurou associar as informações das regiões marítimas com os dados de precipitação, número de dias de chuva, e temperaturas. Optou-se por esses parâmetros, pois entende-se que é através da quantidade de dias de chuva, da sua intensidade, e da temperatura, que é possível verificar a influência do fenômeno ENOS.

Através da planificação da correlação entre as regiões marítimas com as variáveis de temperatura permitiu observar o avanço do fenômeno sazonalmente no município de interesse. De acordo com Viali (2018), a correlação fornece um valor que expressa a relação entre duas variáveis. Nesta pesquisa, essa correspondência foi utilizada para identificar qual(is) regiões de ocorrência do El-Niño possui(em) maior influência nos parâmetros meteorológicos de São Lourenço.

Na regressão, o valor obtido expressa o comportamento de uma das variáveis escolhida em função de outra variável selecionada, esta relação foi utilizada para analisar qual a dimensão desta influência percebida no município.

A partir dos valores obtidos, a correlação foi classificada em 5 índices, baseado em Baba, Vaz e Costa (2014), e especificados a seguir (figura 4). Para esta pesquisa, preocupou-se em realizar as interpretações das correlações positivas. Para melhor ilustrar os resultados foram elaborados gráficos que segue na apresentação dos resultados.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Intervalo	Interpretação
0,00 - 0,19	Correlação muito fraca
0,20 - 0,39	Correlação fraca
0,40 - 0,69	Correlação moderada
0,70 - 0,89	Correlação forte
0,90 - 1,00	Correlação muito forte

Figura 4 - Valores para a correlação.
Fonte: BABA; VAZ; COSTA (2014)

3. Resultados e Discussões

A partir do método estatístico da correlação constatou-se que os valores que apresentam maior correlação estão concentrados na região de Niño 1+2 (Figura 5). Todas as outras regiões apresentam correlação negativa, demonstrando que qualquer correlação existente entre os fenômenos ocorre na região mais próxima do continente americano, conforme mostra a figura 02.

A temperatura mínima apresenta correlação positiva nas regiões 3 e 1+2 do El-Niño (Figura 5), sendo mais expressiva na região 1+2 com uma correlação moderada (0,405). As outras variáveis apresentam correlação fraca conforme a proposta de Baba, Vaz e Costa (2014).

	Precipitação	Nº dias chuva	T min	T comp	T max
Nino 1 + 2	0,221	0,286	0,405	0,34	0,262
Nino 3	-0,095	-0,084	0,031	-0,017	-0,031
Nino 3 + 4	-0,221	-0,235	-0,173	-0,191	-0,158
Nino 4	-0,207	-0,213	-0,202	-0,189	-0,141

Figura 5 - Correlação das regiões de El-Niño e os parâmetros meteorológicos de São Lourenço, MG.

Portanto, de forma geral, constata-se que a temperatura mínima é o parâmetro que vai apresentar maior mudança com a presença do El Niño no município de São Lourenço. Para aferição dos resultados foram feitas para cada estação do ano as correlações para temperatura mínima, média compensada e máxima, de forma a averiguar em qual estação do ano a correlação vai ser mais significativa (Figura 6).

ISBN: 978-85-7282-778-2

		Nino 1+2	Nino 3	Nino 3+4	Nino 4
Verão	T min	0,152	0,334	0,366	0,288
	T comp	0,317	0,380	0,333	0,250
	T max	0,320	0,277	0,196	0,120
Primavera	T min	0,504	0,282	0,224	0,173
	T comp	0,522	0,362	0,309	0,225
	T max	0,368	0,353	0,332	0,251
Inverno	T min	0,065	0,072	0,047	0,074
	T comp	-0,269	-0,274	-0,201	-0,024
	T max	-0,358	-0,387	-0,295	-0,112
Outono	T min	0,626	0,090	-0,269	-0,243
	T comp	0,662	0,156	-0,228	-0,234
	T max	0,559	0,184	-0,171	-0,194

Figura 6 - Correlação entre as regiões do El-Niño e os parâmetros de temperatura em São Lourenço, MG, de acordo com a estação climática.

Na figura 06 observa-se que de forma geral, a correlação é frequente e, sempre com dados positivos, nas estações da primavera e do verão. Porém, é nas estações do outono e do inverno que a correlação gerou resultados mais expressivo, sendo interpretada como moderada na classificação de Baba, Vaz e Costa (2014). Entretanto, somente as regiões 1+2 e 3 que apresentam correlações positivas nas estações do outono e do inverno.

Desta forma, o El-Niño região 1+2 vai influenciar nas condições do tempo de São Lourenço nas estações da primavera e do outono, conforme os dados de temperatura mínima, com uma correlação moderada (Figura 6). Cabe ressaltar, que em nenhum dos casos identificados de correlação observou-se este parâmetro classificados como forte ou muito forte. Acredita-se que, devido ao longo processo de formação do El-Niño, que pode durar cerca de 18 meses, o efeito no interior do continente será sentido com uma dinâmica não esperada. O El-Niño pode provocar a intensificação da seca em algumas regiões, ou a intensificação de chuvas em outras.

Este efeito somente na estação do outono pode indicar um retardo nos seus efeitos ao atingir a superfície continental. A partir da regressão realizada observou o mesmo padrão de interferência, ou seja, as alterações nas condições do tempo para o município de São Lourenço ocorreram na atuação de Nino 1+2 (Figura 7).

ISBN: 978-85-7282-778-2

		Nino 1+2	Nino 3	Nino 3 + 4	Nino 4
T min	R^2	16,36	0,10	3,01	4,06
	R^2 (adj)	16,10	0,00	2,71	3,76
	R^2 (pred)	15,49	0,00	1,85	3,02
T comp	R131	11,59	0,03	3,65	3,56
	R^2 (adj)	11,31	0,00	3,35	3,26
	R^2 (pred)	10,67	0,00	2,50	2,55
T max	R132	6,84	0,09	2,50	1,99
	R^2 (adj)	6,55	0,00	2,19	1,68
	R^2 (pred)	5,81	0,00	1,33	0,95
P recip.	R133	4,89	0,91	4,87	4,30
	R^2 (adj)	4,60	0,60	4,57	4,00
	R^2 (pred)	3,91	0,00	3,44	2,86
Nº dias chuva	R134	0,00	0,21	0,95	0,75
	R^2 (adj)	0,00	0,00	0,64	0,44
	R^2 (pred)	0,00	0,00	0,00	0,00

Figura 7 - Regressão entre regiões de El-Niño e os parâmetros climáticos de São Lourenço, MG.

Na figura 07, observa-se que a dependência do comportamento de uma variável climática com o El-Niño só é mais evidenciada nas temperaturas mínimas. Na variável de número de chuvas, quase a totalidade dos valores não apresentam taxa de regressão. No que diz respeito à precipitação, o índice não ultrapassa os 5,00 de regressão. Conforme já expresso nos dados de correlação, a regressão também será evidenciada no outono com valores mais significativos (Figura 8).

		Nino 1+2			
		Verão	Primavera	Inverno	Outono
T min	R^2	2,31	25,40	0,42	39,24
	R^2 (adj)	1,07	24,45	0,00	38,47
	R^2 (pred)	0,00	21,54	0,00	36,34

Figura 8 - Regressão entre El-Niño 1+2 e a temperatura mínima em São Lourenço, MG, para as estações do ano.

Após a identificação do Niño 1+2 e seus respectivos momentos de maior influência nos parâmetros meteorológicos de São Lourenço, realizou-se a regressão do Niño 1+2 nas três temperaturas médias, somente nos períodos de primavera e outono. Foi utilizado como critério

ISBN: 978-85-7282-778-2

de corte o valor percentual de 15%. A regressão ocorreu tendo maior influência na temperatura mínima e na temperatura compensada média.

			Nino 1+2				Nino 1+2
Primavera	T min	R^2	25,40	Outono	T min	R131	39,24
		R^2 (adj)	24,45			R^2 (adj)	38,47
		R^2 (pred)	21,54			R^2 (pred)	36,34
	T comp	R^2	27,24		T comp	R131	43,36
		R^2 (adj)	26,32			R^2 (adj)	43,15
		R^2 (pred)	23,61			R^2 (pred)	41,36
	T max	R^2	13,53		T max	R131	35,84
		R^2 (adj)	12,44			R^2 (adj)	35,03
		R^2 (pred)	9,42			R^2 (pred)	33,00

Figura 9 - Regressão entre El-Niño 1+2 e a temperatura em São Lourenço, MG, nas estações de primavera e outono.

4. Considerações Finais

Os fenômenos que geram variabilidade climática ainda são poucos compreendidos, bem como suas ocorrências e efeitos em diferentes regiões. Buscou neste artigo identificar as possíveis alterações nos parâmetros meteorológicos na região de São Lourenço em Minas Gerais na ocorrência do ENOS, através dos métodos estatísticos da correlação e da regressão.

A análise focou-se na ocorrência do El Niño de 1997/1998, pois este é considerado uns dos mais severos até então (GOLDEN GATE WEATHER SERVICES, 2018). Desta forma, constatou-se que é nas estações da primavera e do outono as maiores anomalias para as temperaturas mínimas, médias compensadas e máximas em São Lourenço. As anomalias identificadas foram moderadas, não sendo identificada anomalias forte ou muito forte conforme a classificação de Baba, Vaz e Costa (2014).

Os demais parâmetros analisados não apresentaram alterações na ocorrência de ENOS para a região de São Lourenço em Minas Gerais.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Referências Bibliográficas

BABA, R. K.; VAZ, M. S. M. G.; COSTA, J.. Correção de dados agrometeorológicos utilizando métodos estatísticos. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 29 n.4., 515 - 526, 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-77862014000400005&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em: 13 dez. 2018

Climate Prediction Center. **Localização das regiões de Nino na Bacia do Pacífico (Figura).** Disponível em: <http://www.cpc.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/nino_regions.shtml>. Acesso em: 11 dez. 2018.

GOLDEN GATE WEATHER SERVICES. **El Niño and La Niña Years and Intensities**. Updated thru Sept-Oct-Nov 2018. Disponível em: <https://ggweather.com/enso/oni.htm>. Acesso em: 11 dez. 2018.

MENDONÇA, F.; Danni-Oliveira, I. M. **Climatologia**: noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 206 p.

MOREIRA, Alecir Antônio Maciel. **ENSO – EL NIÑO – Southern Oscilation.** Belo Horizonte: Programa de Pós-Graduação em Geografia da PUC Minas, Disciplina Variabilidades Climáticas, 2018. Notas de aula.

VIALE, Lorí. **Correlação e regressão**. Texto V. Série Estatística Básica. Enfoque Exatas, material didático. [n.d]. Disponível em: <http://www.pucrs.br/ciencias/viali/graduacao/engenharias/material/apostilas/Apostila_5.pdf> . Acesso em: 11 dez. 2018.

The Conversation. **O que a América do Norte pode esperar do El Niño.** 2016. Disponível em: <http://theconversation.com/what-north-america-can-expect-from-el-nino-51959>. Acesso em: 11 dez. 2018.

YEH, S. W.; KUG, J. S.; DEWITTE, B.; KWON, M. H.; KIRTMAN, B. P.; JIN, F. F. El Niño in a changing climate. **Nature**. vol 461, 24 set. 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 INFLUÊNCIA DO RELEVO NA VARIABILIDADE CLIMÁTICA ENTRE OS MUNICÍPIOS DE BANANEIRAS, OLIVEDOS E MALTA NA PARAÍBA

John da Silva Evaristo [(a)], Anselmo de Araújo Barbosa [(b)] , Fagne de Almeida Oliveira [(c)] , Ailson de Lima Marques [(d)] , Débora Coelho Moura [(e)].

[(a)] Graduando em Geografia UAG-CH-UFCG, john.silva.evaristo@gmail.com

[(b)] Graduando em Geografia UAG-CH-UFCG, anselmo.a.barbosa@gmail.com

[(c)] Graduando em Geografia UAG-CH-UFCG, fa_guinho2007@hotmail.com

[(d)] Mestrando em Ciência do Solo CCA-UFPB, marques.ailsonl@gmail.com

[(e)] Professora Dra. UAG-CH-UFCG, debigeo@hotmail.com

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo/

Devido as condições do clima Semiárido caracterizadas pela insolação associada a sua formação geomorfologica, ocasionando irregularidades pluviométricas em cada recorte espacial onde existam tais especificações. Nesse sentido, houve a necessidade de observar três Municípios (Bananeiras, Olivedos e Malta) em suas distintas Regiões para assim, através deste ponto de partida metodológico, houve um levantamento, após uma revisão literária, foi comparado através de dados pluviométricos, utilizando métodos de análise teóricas, baseada em estudos biogeográficos acerca do conceito geosistêmico, onde ao analisar as variáveis de pluviometria destes Municípios, verificou-se que Bananeiras por está situado em uma região de Brejos de Altitude ocorreu os maiores índices pluviométrico (1100 mm), enquanto a mais baixa está Olivedos acerca de 400 e 500 mm, por está situado aos arredores do Cariri paraibano; e Malta 700mm. Tais flutuações fisiográficas são responsáveis por diferentes tipos de precipitações, ocasionando adaptações em um contexto geosistemico de cada localidade.

Palavras chave: Precipitação, morfometria, geosistemas.

1. Introdução

A Região Semiárida nordestina tem por si, características que se refere a fundamentação do bioma Caatinga. Este por sua vez, apresenta particularidades distintas, referentes ao diagnóstico

geosistêmico (elementos geológicos, pedológicos, geomorfológicos climatológicos, hidrográficos e biogeográficos), ficando cada vez mais explícito a representação da biodiversidade, evidenciando componentes diferenciados da paisagem (NOBREGA et al, 2015).

Quando se fala em clima Semiárido no Brasil é notável a presença de baixas precipitações pluviométricas, estas com grande sazonalidade, no qual varia de localização ou região. Contudo, neste caso é perceptível, que possua região, a qual apresentem índice pluviométricos, que ultrapassem os mil e duzentos milímetros anuais (1200 mm) (BRASIL,2005).

No Nordeste brasileiro, assim como no território paraibano, as variações dos elementos atmosféricos, dependem mais de condições topográficas locais, que daquelas decorrentes de variações latitudinais (FRANCISCO et al., 2015). Porquanto, a caracterização geomorfológica do Estado da Paraíba apresenta-se diversificada, atribuído por tipos de relevo, que desempenham mudanças nos elementos climáticos de uma região para outra, destacando os climas Úmido, Subúmido e Semiárido (MARQUES et al, 2017).

Assim, a mudança nos elementos climáticos são influenciadas pelo relevo e posição orográfica, que em escala micro, altera a precipitação. Porquanto, os mecanismos que proporcionam a pluviosidade, necessários de cada ambiente, ocasiona um estudo bem mais preciso, que subsidie as atividades voltadas ao conhecimento, planejamento e manejo dos recursos naturais. (AB'SABER, 1974; CORRÊA et al, 2010). Entretanto, esses estudos proporcionam um melhor entendimento geosistêmico do território paraibano.

Nesse sentido, essa pesquisa tem por objetivo analisar a influência do relevo na variabilidade climática entre os municípios de Bananeiras, (localizado na região de Brejos de altitudes), Olivedos (no Agreste) e Malta (no Sertão). Entendendo assim, que os mecanismos climático-meteorológico dessas áreas são influênciados pela altitude e morfodinâmica local, em consonância aos fatores geosistêmicos desses ambientes.

2. Procedimentos Metodológicos

2.1. Caracterização das Áreas

Para entender de forma mais precisa como o revelo influencia em seus elementos climáticos, foi escolhido os Municípios de Bananeiras, Olivedos e Malta (Figura 1), onde o primeiro se localiza na Região Intermediária de João Pessoa, a segunda na região intermediária de Campina Grande e a

ISBN: 978-85-7282-778-2

última na Região Intermediária de Patos, todas com base na nova configuração regional do IBGE de 2017, tendo em vista a nova divisão regional do território brasileiro (BRASIL, 2019).

Figura 1 – Mapa de localização dos Municípios: Bananeiras (a direita), Olivedos (no centro) e Malta (a esquerda), referente a influência do relevo na variabilidade climática entre os Municípios de Bananeiras, Olivedos e Malta Na Paraíba. Autor: EVARISTO,2019

2.2. Materiais utilizados

Para excursão dessa pesquisa, foram utilizados dados totais anuais das precipitações obtidas através de postos pluviométricos da Rede Básica do Nordeste, pois segundo Francisco & Santos (2017), esses postos foram instalados de início pela Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) e posteriormente em 1992, essa Rede Pluviométrica foi repassada para a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA-PB), que funciona até os dias atuais.

2.3. Base teórica-metodológica

Através deste ponto de partida metodológico, foi analisado através de a interligação de fatores dominantes do meio e suas correlações entre si, inicialmente houve um levante teórico baseado a estudos biogeográficos acerca do conceito geosistêmico.

A teoria Geosistêmica consiste da combinação de fatores bióticos, abióticos e antrópicos interligados a natureza, sendo assim, a geomorfologia baseia-se na configuração do relevo e a influência climática, das rochas e dos mantos superficiais, valor do declive, dinâmica das vertentes, fatores climáticos (precipitações, temperatura, umidade, velocidade do vento e radiação) e hidrológicos (lençóis freáticos, pH das águas, tempos de ressecamento do solo) (BERTRAND, 2004). Por conseguinte aos elementos antropogênicos para o planejamento, referente aos componentes sociais

ISBN: 978-85-7282-778-2

e principalmente políticos, trazendo como o objetivo de demonstrar uma abordagem interdisciplinar nos estudos ambientais (MONTEIRO, 2001).

2.4. Pluviometria

Foram utilizadas médias dos valores históricos pluviométricos de 30 (Município de Malta), 42 (Município de Bananeiras) e 59 (Município de Olivedos) anos de dados, pela qual o método usado foi calcular a média anual durante esse período de tempo. Essas séries foram selecionadas com base no critério de análise das normais climatológicas, onde segundo a Organização Meteorológica Mundial (OMM) é definido como Normais os "valores médios calculados para um período relativamente longo e uniforme, compreendendo no mínimo três décadas consecutivas" (BRASIL,2019), estes sem que haja falhas e que sejam contínuas, bem como distribuídas homogeneamente em cada município estudado.

No entanto, a análise dos índices pluviométricos registrados nos municípios analisados foram construídas por duas séries pluviométricas. Estes dados foram obtidos na SUDENE, entre 1940 a 1993 e AESA de 1994 a 2018, onde o processo de manipulação desses dados foi elaborada com base em uma planilha eletrônica que foram calculadas as médias mensais e anuais utilizando o software Microsoft Excel 2013.

2.4. Processamento dos Modelos Digitais de Elevação-MDEs

Para elaboração dos mapas de localização de topografia dos municípios analisados, foi utilizado o software Qgis 2.18 para manipulação de dados Raster e vetoriais. Foram mosaicadas para todo o Estado da Paraíba as cartas topográficas: SB-25-Y-A, SB-24-Z-B, SB-24-Z-C, SB-24-Z-D, SB-24-X-B, SB-25-Y-A e SB-25-Y-C (MDEs) que compõe a plataforma da Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), dessas cartas houve a aquisição das informações de altitude, declividade e morfologia do relevo, destacando assim, a delimitação dos Municípios analisados a partir de arquivos Shapefile disponibilizados gratuitamente pelo IBGE. A SRTM foi desenvolvida pela Agência Espacial Norte Americana (NASA) e a Agência Nacional de Mapeamento e Imageamento (NIMA) dos Estados Unidos, editados e concedidos, tendo em vista o seu livre acesso no Brasil pela EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias.

3. Resultados e Discussão

3.1. Contexto fisiográfico da área

A base geológica dos municípios analisados, segundo os estudos de SANTOS, et al, (2002) e MARQUES et al, (2017) são formados principalmente, por rochas de idade arqueana e Paleoproterozóica, com uma pequena relíquia Neoproterozóica, com idade mínima de 600 milhões de anos. Estas são rochas do Complexo Granitóide, decorrentes do Embasamento Cristalino, ou seja, fazem parte desse sistema estrutural, as rochas de origem magmatitos e ortognaisses, granodioríticos e ortognaisses, graníticos e tonalíticos (SANTOS & NEVES, 1984, FREIRE, 2006; CORRÊA, et al, 2010; MARQUES et al, 2017).

A morfologia desses municípios compreende uma particularidades distintas, onde uma delas é ao ambiente do Planalto da Borborema do Nordeste brasileiro, uma área típica dessa porção do Semiárido nordestino (Figura 2). As áreas fazem parte da Província Estrutural da Borborema, no extremo norte do Nordeste brasileiro, caracterizada por áreas que apresentam formações suave ondulados e as áreas mais íngremes variam de 511m a 1.171m em terrenos ondulados a escarpados dos Cariris Velhos (MARQUES et al, 2017).

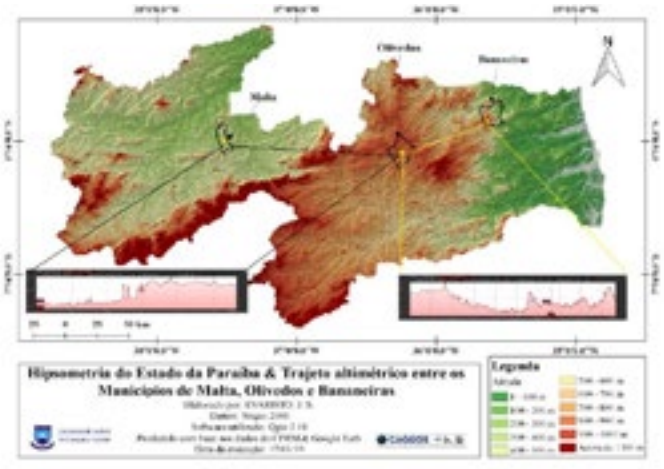


Figura 2 – . Mapa hipsométrico da Paraíba, tendo em vista seu trajeto altimétrico entre os municípios estudados, referente a influência do relevo na variabilidade climática entre os Municípios de Bananeiras, Olivedos & Malta na Paraíba. Autor: EVARISTO,2019

O município de Bananeiras se localiza na Morfoestrutura composta pelos Brejos de Altitude, ou seja, refúgios de floresta úmida (Mata Atlântica), encontradas na região Semiárida, sendo cercadas por uma vegetação de Caatinga. Segundo MARQUES (2014), a elevação altimétrica do planalto, favorecem a ocorrência de zonas fisiográficas de clima úmido. Entretanto, por conta da ocorrência

destes acidentes, as áreas ficam exposta a barlavento, tornando-se úmidas, devido à concentração de umidade e condensação, resultando em orografismo, que garante uma maior umidade atmosférica no local.

Todavia, os Municípios de Malta e Olivedos localiza-se na Morfoestrutura da Depressão Intraplanáltica Paraibana, situado no Cariri paraibano, estas áreas são marcadas pela presença de maciços e pediplanos. Em decorrência destas áreas estarem a sotavento e com índices altimétricos, que variam de 500 a 650 metros apresentam baixa nível de precipitação (SOUSA et al, 2015).

3.2. Fatores edáficos das áreas

Existe uma diferenciação referente aos fatores edáficoclimáticos de cada Município, no qual está incluído na área geográfica de abrangência do Semiárido brasileiro, definida pelo Ministério da Integração Nacional, em 2005. Esta delimitação tem como critérios o índice pluviométrico, o índice de aridez e o risco de longos períodos de estiagem (Figura 3). Apesar disso, as precipitações apresentam uma variabilidade típica de regiões Semiáridas, sujeitas as interferências de macros sistemas como a La Niña e El Niño e a Zona de Convergência Intertropical-ZCIT.

As regiões possuem climas Tropical Quente e Seco e (Olivedos e Malta) e Quente e Úmido (Bananeiras), segundo as classificações climáticas de Thornthwaite (1948) e de Thornthwaite e Mather (1955), que utilizam-se de índices climáticos. Esses indicadores tem como alicerce o balanço hídrico climatológico (BHC), que utiliza as variáveis de índice hídrico, de aridez e de umidade.

Figura 3 – . Mapa hipsométrico da Paraíba, tendo em vista sua pluviometria anual entre os municípios estudados, referente a influência do relevo na variabilidade climática entre os Municípios de Bananeiras, Olivedos & Malta Na Paraíba. Autor: EVARISTO,2019

3.3 Climatologia da precipitação

A precipitação média anual ponderada obtida para o Município de Bananeiras foi de 1.100 mm. Com relação à distribuição espacial das precipitações, observa-se que as maiores médias anuais de precipitação, ocorreram entre os anos de 1994, 2000, 2004 e 2011 (Figura 4) deixando explícita a ocorrência de períodos de La-Niña. Entretanto os menores valores anuis, foram registrados nos períodos de 1972,1975, 2010 e 2012, mesmo assim, não sendo inferior a 800mmm. Contudo, apenas no ano de 1991, ocorreu o menor acumulado, com 591mm.

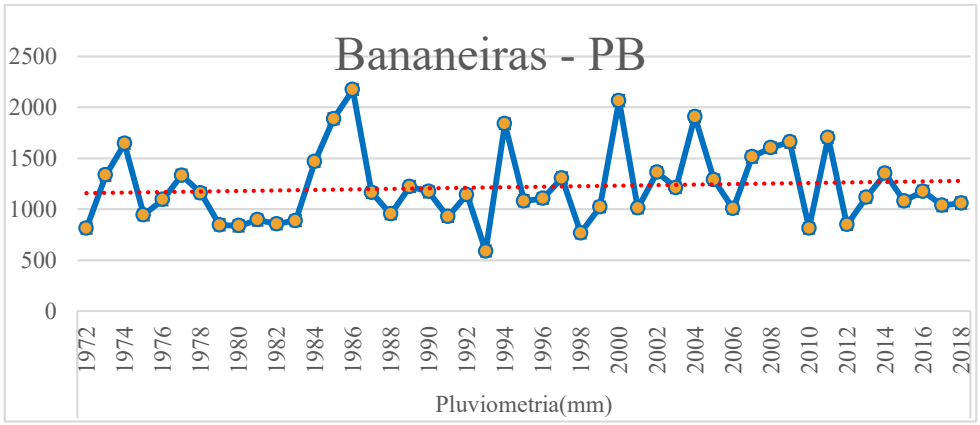


Figura 3 – . Médias anuais de precipitações do Município de Bananeiras-PB durante 46 anos, referente a influência do relevo na variabilidade climática entre os Municípios de Bananeiras, Olivedos & Malta Na Paraíba. Autor: EVARISTO,2019

Já o município de Olivedos, a média anual chega aproximadamente 360 a 400 mm, tendo em vista uma baixa pluviosidade, com chuvas irregulares (Figura 4). Isso se dá pelo fato do município está situado em um ambiente onde predomina o clima BSh (Semiárido muito quente), segundo a classificação de Köppen e também pelo fato do mesmo se situar a Sotavento no Planalto da borborema (BRASIL, 2005). As temperaturas médias anuais variam entre 23 ºC e 27 ºC, a umidade relativa média é de 50%; o período de insolação atinge valores de 2.800 h/ano (SALCEDO & SAMPAIO, 2008).

ISBN: 978-85-7282-778-2

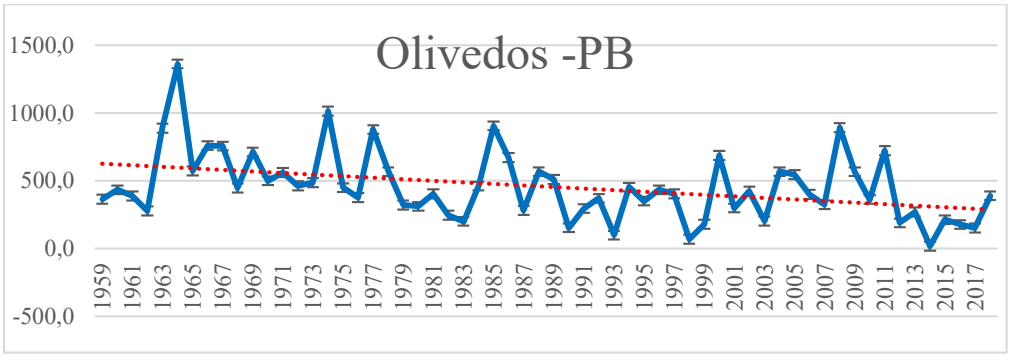


Figura – 4. Médias anuais de precipitações do Município de Olivedos-PB durante 46 anos, referente a influência do relevo na variabilidade climática entre os Municípios de Bananeiras, Olivedos & Malta Na Paraíba. Autor: EVARISTO,2019

O município de Malta, por estar em uma zona após o antigo escudo cristalino pré-cambriano como a Província Borborema, assim então chamado de depressão sertaneja, seus índices pluviométricos tendem a estar aproximadamente aos 750 mm (SILVA et al., 1993).

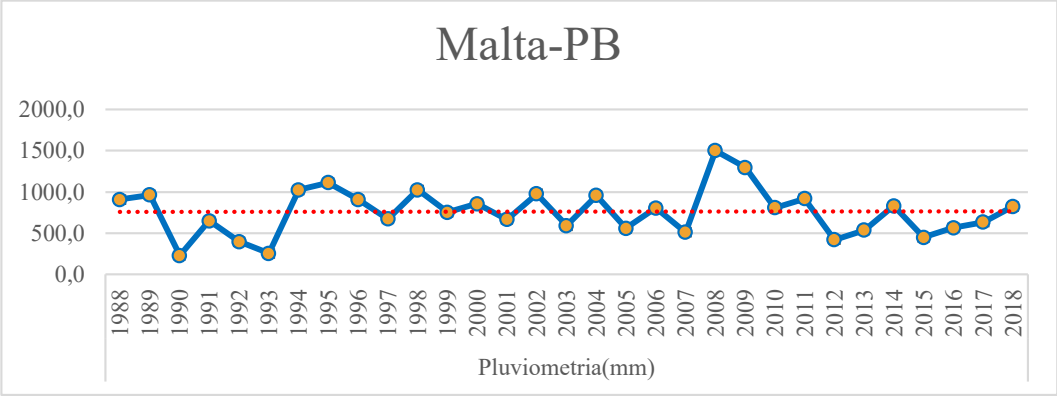


Figura – 5. Médias anuais de precipitações do Município de Malta-PB durante 30 anos, referente a influência do relevo na variabilidade climática entre os Municípios de Bananeiras, Olivedos & Malta Na Paraíba. Autor: EVARISTO,2019

O Estado da Paraíba evidencia duas estações chuvosas distintas. As áreas úmidas, que correspondem região Litorânea, e as o Brejo paraibano e o Agreste, as chuvas perpassam os meses de abril a julho. Contudo, as áreas secas englobam as localidades do Cariri, Curimataú e Sertão, no qual as chuvas mais intensas compreendem os meses de Fevereiro a Maio (NOBREGA et al, 2015).

ISBN: 978-85-7282-778-2

Os período de chuvas intensas e de estacionalidade são decorrentes dos eventos meteorológicos, que influenciam a variabilidade climática intrasazonal e interdecadal para o Nordeste (Silva et al, 2017). Estes eventos foram relatados por WANDERLEY et al, (2018) evidenciam ocorrências de extremos de precipitação, para os sistemas transientes como Oscilações de 30-60 dias (KOUSKY & KAYANO, 1994; LIMEIRA, 2008), decorrentes dos mecanismos de (DOLs) Distúrbios Ondulatórios de Leste (GOSWAMI & MATHEW, 1994), os Vórtices Ciclônicos de Ar Superior (VCAS), Linhas de Instabilidade juntamente a Brisa Marítima. Bem como, que as linhas de instabilidade termodinâmicas locais, podem ser formadas pela troca energética diferencial da superfície, convergência de umidade e convecção (LIMEIRA, 2008; NOBREGA et al, 2015; WANDERLEY et al, 2018).

Estes mecanismos interferem na modulação e distribuição temporal da ocorrência de chuvas sobre a região Nordeste do Brasil (LUCENA et al, 2017). Estes fenômenos ocasionam intervalos de estiagem alternativos na ocorrências de precipitações mais abundantes (WANDERLEY et al, 2017). Ademais, outros mecanismos como a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), da qual o posicionamento latitudinal e a diminuta ligação com o gradiente meridional Temperatura da Superfície do Mar (TSM) sobre o Atlântico Tropical, têm ação local e regional, proporcionando extremos de chuvas, em períodos decadais, como a La-Niña e extremos de estacionalidade como o El Niño (MOURA, 1981; LIMEIRA, 2008; SILVA et al, 2017).

Assim, como pode ser visto nos dados registrados dos municípios de Malta e Olivedos, para os anos de 1991 a 1993, 1997 a 1999, 2001 a 2003 e de 2012, que se estendeu até 2017, como uma das maiores estiagens do século. Estas estiagens severas foram com maior gravidade para o município de Olivedos, localizado na região da Paraíba, que apresenta o menor índice pluviométrico (Figuras 4). Estas estiagens são referentes as mudanças relativas a TSM no Pacífico Equatorial, proporciona uma interferência na circulação geral da atmosfera, influenciando diretamente a direção dos ventos Alísios de Nordeste e Sudeste, que trazem umidade do Atlântico Sul, as quais interferem diretamente nos grandes períodos de estiagem, para a região Nordeste e a parte central e oeste, do estado da Paraíba (MACEDO et al, 2010; WANDERLEY et al, 2017), também parece apresentar flutuações nas escalas de tempo intrasazonal (LIMEIRA, 2008;).

Outro fator a ser mencionado na dinâmica atmosférica são as chuvas consideradas de pré-estação, ou convecção local, que ocorrem principalmente no Alto Sertão em função da ZCIT. Estas

iniciam-se geralmente no mês de janeiro e ocorrem em forma de pancadas, (alto volume em um curto período de tempo) (LIMEIRA, 2008, SILVA et al, 2017). Dentro desse contexto, explica-se o fato do município de Malta (Sertão paraibano), apresentar volume de chuvas superior ao município de Olivedos (Curumataú paraibano).

4. Conclusão

Foi registrado que a variabilidade climática intrasazonal e interdecadal para o Nordeste interdecadal e especificamente para os três município estudados (Bananeira, Olivedos e Malta), mostrou por consequência, o desequilíbrio pluviométrico. Esta variabilidade pluviométrica entre os anos de maior índice pluviométrico, que correspondeu aos eventos extemos de La-Niña, foram intercalados com eventos de estiagens, curtas ou prolongadas, sobre influência de El Niño.

Entretanto o relevo atuou de forma incondicional, proporcionando principalmente ao município de Olivedos, um baixo índice pluviométrico, mesmo estando situados em área de maior altitude, com 400m, que o município de Malta, localizado no Sertão paraibano.

Assim, nesse trabalho, conclui-se que as características físicas como relevo e clima são extremamente pertinentes, para o planejamento regional, de áreas de extrema expressão agrícola do estado.

5. Agradecimentos

Ao CNPq (bolsa), AESA, SUDENE, INPE (dados pluviométricos) e UFCG (viabilidade de infraestrutura).

6. Referências Bibliográficas

AB'SABER, N. A. **O domínio morfoclimático semiárido da caatinga brasileira**. Geomorfologia, n. 43, p. 1 – 3, 1974.

BERTRAND, G. **Paisagem e geografia física global**. R. RA´E GA, Curitiba, 2004. Editora UFPR n. 8, p. 141-152.

BRASIL, **Nova delimitação do Semiárido brasileiro**. Brasília, DF, 2005, 32 p.

BRASIL, INMET. **Normais Climatologicas.** http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/ normaisclimatologicas. Acesso em: 16-01-2019

CORRÊA, A.C.B.; TAVARES, B.A.C.; MONTEIRO, K.A.; CAVALCANTI, L.C.S.; LIRA, D.R. **Megageomorfologia e morfoestrutura do planalto da borborema**. Revista do Instituto Geológico, São Paulo, 2010. n. 31, p. 35-52.

FRANCISCO, P. R. M.; Medeiros, R. M. de; Santos, D.; Matos, R. M. de. **Classificação Climática de Köppen e Thornthwaite para o Estado da Paraíba**. Revista Brasileira de Geografia Física,2015. V. 08 N. 04 1006-1016.

FREIRE. R, C. **Técnicas de aquisição de dados geológicos com a tecnologia Lidar**. Dissertação de Mestrado. UFRN, Natal – RN, 2006.

GOSWAMI, P.; MATHEW, V. **A Mechanism of Scale Selection in Tropical Circulation at Observed Intraseasonal Frequencies.** J. Atmos. Sci. v 51, p. 3155-3166. 1994.

KOUSKY, V. E.; KAYANO, M. T. **Principal Modes of Outgoing longwave Radiation and 250-mb Circulation for the South American Sector**. J. Climate. v. 7, 1131-1143. 1994.

LIMEIRA, R.C. **Variabilidade e Tendência das Chuvas do estado da Paraíba**. (Dissertação de Mestrado). Mestrado em Meteorologia. Universidade Federal de Campina Grande- UFCG. Campina Grande- PB. 122p. 2008.

LUCENA, J.A. ; NÓBREGA, R.S. ; WANDERLEY, L. S. A. . **Aspectos temporais, espaciais e rítmicos da variabilidade pluviométrica no Núcleo de Desertificação de Cabrobó/PE**. Revista Brasileira De Geografia Física , v. 10, p. 1784, 2017.

MACEDO, M. J. H.; GUEDES, R. V. S.; SOUZA, F. A. S.; DANTAS, F. R. C. **Análise do índice padronizado de precipitação para o estado da Paraíba, Brasil**. Ambi-Agua, Taubaté, v. 5, n. 1, p. 204-214, 2010.

MARQUES, L. A; SILVA, B. J; MOURA, C. D; SILVA, G. D. **Caracterização Morfoestrutural e Morfoescultural do Cariri Paraibano**. ACTA Geográfica, Boa Vista, 2017. v.11, n.27, pp.231-242.

MARQUES, L. A; SILVA, J. B; SILVA, D. G. **Refúgios Úmidos Do Semiárido: Um Estudo Sobre O Brejo De Altitude De Areia-PB**. GEOTemas, Pau dos Ferros, Rio Grande do Norte, Brasil, v.4, n.2, p.17-31, jul./dez., 2014.

MONTEIRO, CARLOS. A. F. **Geossistemas - História de uma procura**. São Paulo: Editora Contexto, 2001. v. 01. 154 p.

MOURA, A. D.; SHUKLA, J. **On the Dynamics of the Droughts in Northeast Brazil: Observations, Theory and Numerical Experiments with a General Circulation Model**. J. Atmospheric Science. 1981.

NOBREGA, R.S; SANTOS, R.F.L.F; SANTOS, C.A.C. **Variabilidade temporal e espacial da precipitação pluviométrica em Pernambuco através de índices de extremos climáticos.** Revista Brasileira de Meteorologia. V.30, N.2, 171-180, 2015.

SANTOS, E. J. dos; FERREIRA, C. A; SILVA, J.M.F.J. **Geologia e Recursos Minerais do Estado da Paraíba.** Recife: CPRM, 2002. p.142.

SANTOS. E, J; NEVES. B. B. B. ALMEIDA. F, M; HASUI. Y (Orgs). **Província Borborema.** O Pré-cambriano**.** Ed. Edgard Blücher, São Paulo, 1984.

SALCEDO, I. H. & SAMPAIO, E.V.S.B. **Matéria orgânica do solo no bioma caatinga**. In: SANTOS, G.A.; SILVA, L.S.; CANELLAS, L.P. & CAMARGO, F.A.O. (eds.) Fundamentos da matéria orgânica do solo: Ecossistemas tropicais e subtropicais. 2.ed. Porto Alegre, Metrópole, 2008 p.419-441.

SILVA, F.B.R.; RICHE, G.R.; TONNEAU, J.P.; SOUZA NETO, N.C.; BRITO, L.T.; CORREIA, R.C.; CAVALCANTI, A.C.; SILVA, F.H.B.; SILVA, A.B.; ARAUJO FILHO, J.C.; LEITE, A.P. **Zoneamento agroecologico do Nordeste: diagnostico do quadro natural e agrossocioeconomico**. Petrolina: Embrapa-CPATSA, 1993. 388p.

SILVA, E.R.A.C; GALVÍNEO, J.D; NASCIMENTO, K.R.P; SANTANA, S.H.C; SOUZA, W..M; COSTA, V.S.O. **Análise da tendência temporal da precipitação pluviométrica interanual e intra-anual no Semiárido pernambucano.** Revista Brasileira de Climatologia. Ano 14- vol. 22 – Jan-Jun, 2018.

SOUZA, B.I.; ARTIGAS, R.C.; LIMA, E.R.V. **Caatinga e desertificação. Mercator**. (Fortaleza. Online), 2015. v. 14, p. 131-150.

WANDERLEY, L. S. A. ; NÓBREGA, R.S. ; MOREIRA, A.B. ; DOS ANJOS, R.S. ; ALMEIDA, C.A.P. **As chuvas na cidade do Recife: uma climatologia de extremos**. Revista Brasileira de Climatologia , v. 22, p. 149-164, 2018.

WANDERLEY, L. S. A; NÓBREGA, R.S; MENEZES, R. S. C; SANTOS, C. L; LUCENA, J. A. **Climatology applied to forage palm cultivation planning in the semi-arid hydrographic basin of the brazilian Northeast**. Revista Brasileira De Geografia Física, v. 10, p. 641-649, 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 RELAÇÃO ENTRE OS FENÔMENOS *EL NIÑO* E *LA NIÑA* E O CLIMA DA BAIXADA CAMPISTA, NORTE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

José Maria Ribeiro Miro[(a)], Victor Carlos de Souza[(b)], Renata de Azevedo Tavares Guedes[(c)], Leidiana Alonso Alves[(d)]

[(a)] Geografia/Instituto Federal Fluminense, jmiro@iff.edu.br

[(b)] Geografia/Instituto Federal Fluminense, metalvictorx96@gmail.com

[(c)] Geografia/Instituto Federal Fluminense, renataaztavaresg@hotmail.com

[(d)] Educação Ambiental /Instituto Federal Fluminense, leididialves@hotmail.com

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

Este trabalho tem como finalidade relacionar os fenômenos *El Niño* e *La Niña* com as alterações na temperatura do ar e na precipitação pluviométrica na Baixada Campista/RJ, através da análise de climogramas no período de 42 anos (1975-2017). Esses eventos podem ocasionar alterações climáticas em todo mundo e, principalmente, na América do Sul e Indonésia. Por isso, investigaram-se as mudanças no clima da região a partir de dados coletados na Estação Meteorológica de Superfície da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro *campus* Campos dos Goytacazes. Os dados coletados e, em seguida tabulados, geraram resultados consistentes para a análise proposta, onde foi possível identificar alterações que pouco interferem na temperatura e na precipitação total anual da região.

Palavras chave: ENOS, Climograma, Climatologia regional.

1. Introdução

Os fenômenos *El Niño* e *La Niña*-Oscilação Sul (ENOS) ocorrem em função da mudança de temperatura no Oceano Pacífico Equatorial, o que provoca mudanças na circulação atmosférica no subcontinente Sul-americano e Região da Indonésia. Logo, os ENOS são causados por oscilações de temperatura no Pacífico Sul (anomalias positivas, *El Niño* e negativas, *La Niña*), e ocasionam fenômenos de secas e enchentes. Eles são estudados

por distintas áreas do conhecimento com o intuito de entender sua dinâmica e os impactos sobre o clima regional e global. Meteorologistas, geógrafos e agrônomos possuem interesse particular sobre estes eventos climáticos, seja para acumular conhecimento ou para aplicá-los no setor agrícola, muito dependente da dinâmica atmosférica (INPE, 2019; MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).

O *El Niño* é um fenômeno oceânico caracterizado pelo aquecimento anômalo das águas superficiais do Oceano Pacífico Equatorial Oriental e Central, particularmente, na costa do Peru. Ele recebe esse nome quando as temperaturas oceânicas se elevam de 1ºC a 6ºC acima da média de 23ºC. Este fenômeno pode durar de 12 a 18 meses (do aquecimento até o resfriamento), com sua máxima intensidade de dezembro a janeiro e termina na metade do segundo ano (OLIVEIRA; SATYAMURTY, 1998). Segundo Da Silva (2009), o fenômeno *El Niño* é recorrente, não apresentando um período contínuo, retornando no intervalo de três a cinco anos.

Já o *La Niña*, também denominado "Anti-*El Niño*", é caracterizado pelo fortalecimento dos ventos Alísios, o que resulta no aumento da intensidade do carregamento das águas quentes para o oeste e no resfriamento anômalo das águas superficiais do Oceano Pacífico Equatorial Central e Oriental. Em geral, um episódio de *La Niña* que começa a se desenvolver em determinado ano só atinge sua intensidade máxima no final do próximo, vindo a se dissipar em meados do ano (CALDERON; BORSATO, 2017).

Oscilação sul é uma medida da intensidade dos centros de pressão no oeste e leste do Pacífico no Hemisfério Sul. Quando a Oscilação está em seu máximo a pressão é alta no lado oriental do Pacífico e baixa no lado ocidental. Ao longo do Equador, o contraste de pressão que ocorre de leste-oeste provoca ventos superficiais. O *El Niño* e Oscilação Sul são partes de um mesmo fenômeno de interação entre o Oceano Pacífico Tropical e a atmosfera (OLIVEIRA; SATYAMURTY, 1998).

O Gráfico 1 apresenta a ocorrência e a intensidade dos fenômenos ENOS, onde se observa que nos anos 1982-1983, 1997-1998 e 2015-2016 os eventos *El Niño* (grifados em vermelho) tiveram intensidade muito forte. Já nos anos 1973-1974, 1975-1976, 1988-1989, 1998-1999, 1999-2000, 2007-2008 e 2010-2011 os eventos de *La Niña* (grifados em azul) foram considerados fortes (WOLTER, 2019).

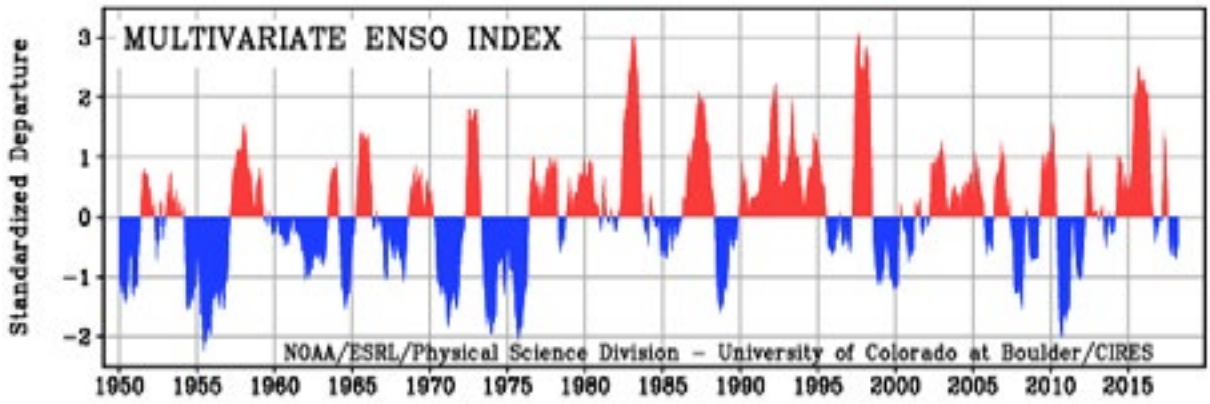


Gráfico 1 – Índice Multivariado de ENOS – 1950 a 2017

Fonte: Wolter, 2019.

Esses eventos estão relacionados com a célula de Walker (Figura 1) ou célula do Pacífico que, por sua vez, está relacionada à variação da pressão atmosférica entre as porções leste e oeste do Oceano Pacífico, o que promove uma circulação celular zonal na região Equatorial. As circulações do tipo Walker são marcadas pelas zonas de ascendência acima dos continentes, na porção oeste dos oceanos (fonte quente) e pelas zonas de subsidência acima das partes orientais dos oceanos (fonte fria). As variações do campo de pressão atmosférica da célula de Walker sobre o Pacífico, em associação com a variação térmica da superfície oceânica, originam os fenômenos *El Niño*, *La Niña* e Oscilação Sul, também conhecidos como ENOS (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).

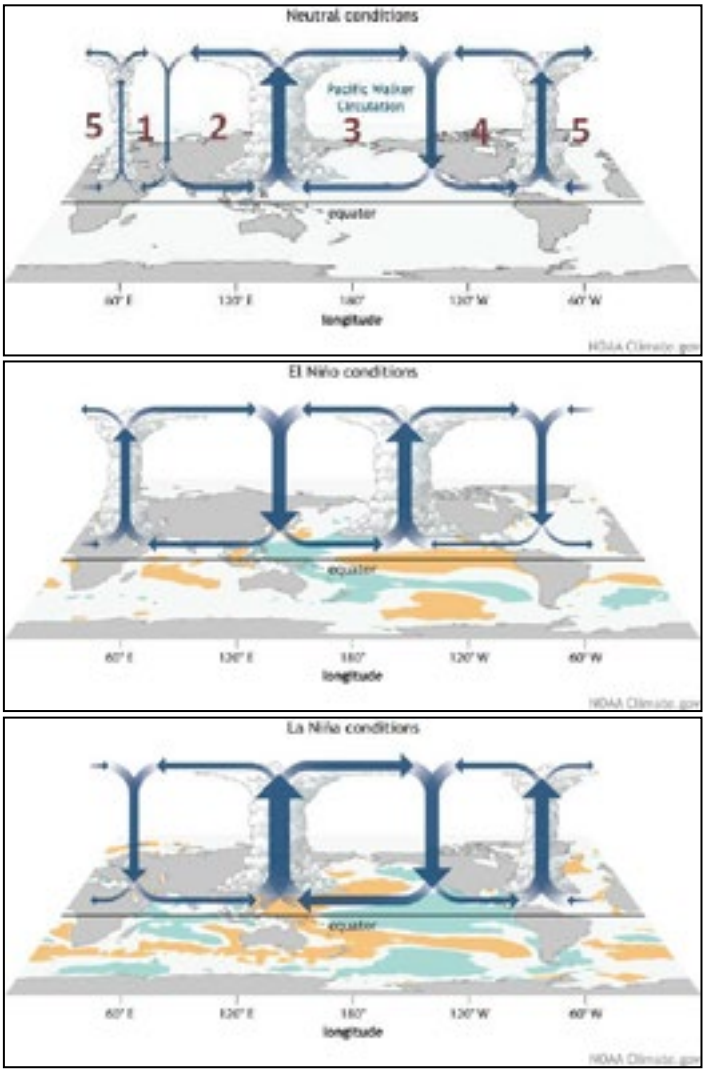


Figura 1 – Célula de Walker nas situações: neutra, de *El Niño* e de *La Niña*.

Fonte: Climate.gov.

Como se vê no esquema acima (Figura 1), a fase quente do ENOS é caracterizada sempre que ocorrem cinco meses consecutivos de Índice de Oscilação Sul (IOS) com valores inferiores a –0.5 (fase negativa) e a fase fria é caracterizada pelo mesmo critério, porém, com valores de IOS superiores a 0.5 (fase positiva) (DA SILVA, 2009).

No Brasil, durante o *El Niño*, ocorre uma redução de chuvas nas regiões Norte e Nordeste e aumento na região Sul, que pode provocar seca no Nordeste e inundações em Santa Catarina, como ocorreu no ano de 19 83 (MELO, 1999). Já em anos de *La Niña* também ocorrem impactos diferentes regionalmente, como foi estudado em Campo Mourão/PR, onde se constatou que numa série determinada de anos o regime de chuvas foi irregular e abaixo do esperado (CALDERON; BORSATO, 2017).

A Região Sudeste do Brasil está situada entre os paralelos 14º e 25º sul, localizada na zona intertropical. De acordo com Nimer (1977), ela apresenta diversidade climática devido a fatores (estáticos e dinâmicos), que podem influenciar o seu clima. Além disso, o autor diz que a variação na distribuição de chuvas ocorre de forma desigual no espaço regional e durante o ano.

O estado Rio de Janeiro está localizado na faixa Tropical e apresenta diversificação climática em função da maior ou menor proximidade com a Serra do Mar. Segundo Bernardes (1952), a Baixada Campista pode ser classificada como de clima Tropical subúmido, de acordo com a classificação de Köppen. Além disso, a autora enfatiza que a região se caracteriza por apresentar chuvas concentradas no verão e estação seca no inverno. Neste contexto climático, podem-se questionar as possíveis alterações provocadas pelos fenômenos *El Niño* e *La Niña* na Baixada Campista.

O objeto deste trabalho consiste em correlacionar dados de temperatura do ar e precipitação atmosférica na Baixada Campista/RJ, considerando a ocorrência de eventos *El Niño* e *La Niña* fortes e muito fortes, no intuito de discutir a variação do clima regional.

2. Materiais e Métodos

A Baixada Campista (Figura 2) se localiza na região Norte Fluminense e tem na agricultura da cana-de-açúcar e criação de gado os principais Usos da Terra. Situa-se no interior do estado do Rio de Janeiro, no município de Campos dos Goytacazes. Dista de 275

km da Metrópole Fluminense e apresenta uma população de, aproximadamente, 500.000 habitantes (IBGE, 2010).

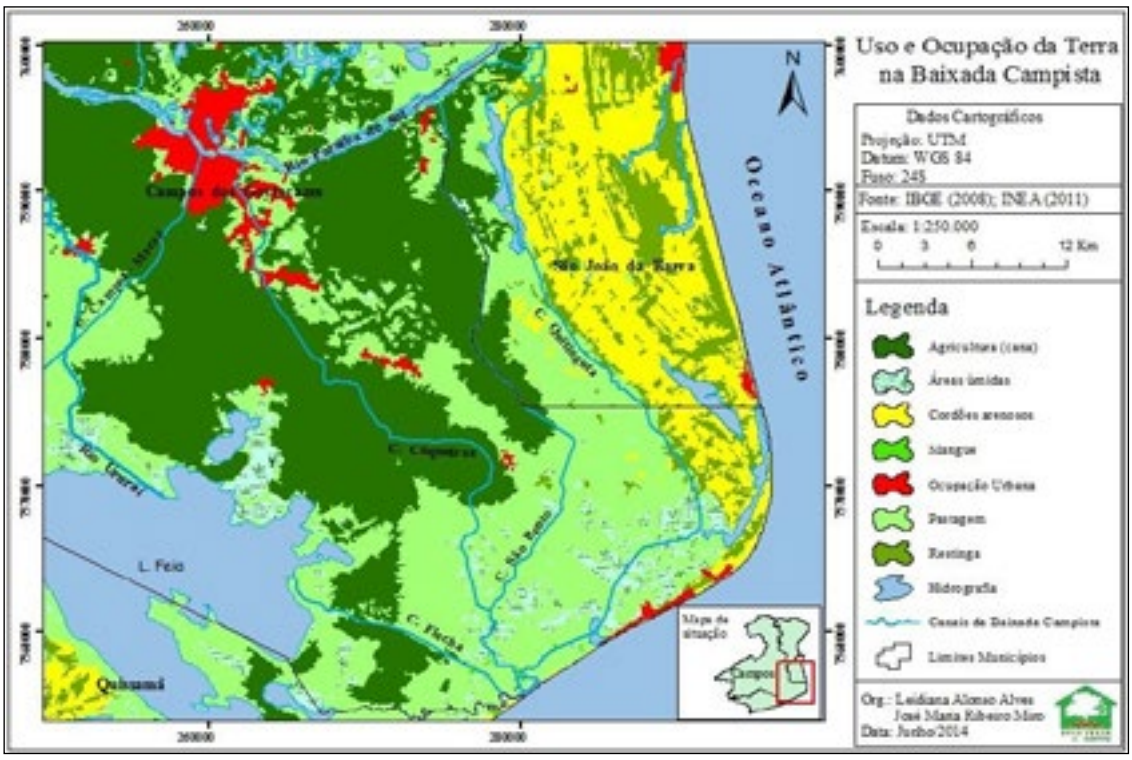


Figura 2 – Localização da Baixada Campista

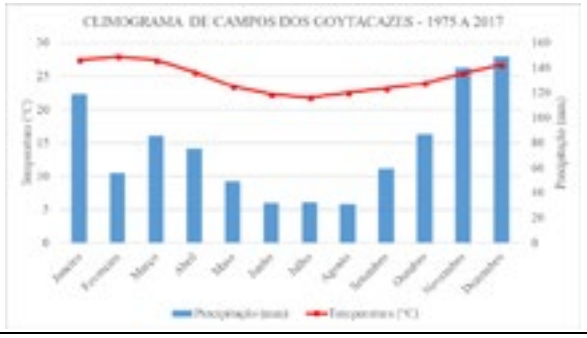
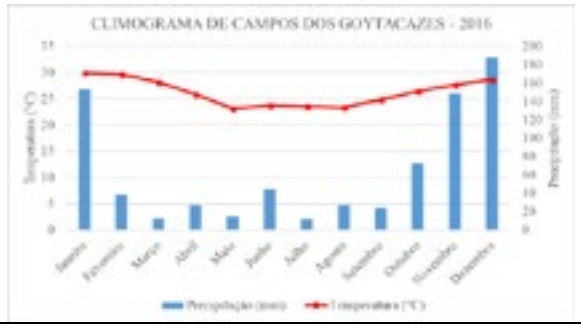
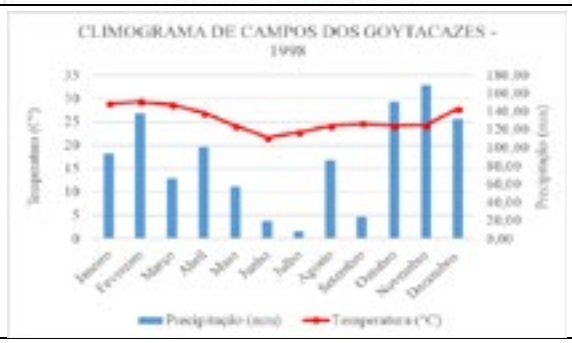
Fonte: Souza et al., 2014.

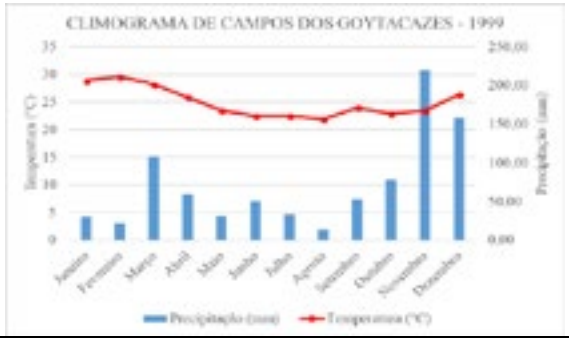
Os dados utilizados neste trabalho foram obtidos através das observações realizadas na Estação Meteorológica de Superfície da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), *campus* localizado na cidade de Campos dos Goytacazes (coordenadas 21°48'11,08" S e 41°17'37,68" O). Para a organização dos climogramas, tabulou-se os dados de temperatura média mensal (ºC) e acumulado mensal pluviométrico (mm), ambos de uma série histórica de 42 anos (1975 e 2017). Já para a determinação dos anos de ocorrência de *El Niño* e *La Niña,* foram utilizadas referências a partir de trabalhos acadêmicos e de órgãos de gestão ambiental.

3. Resultados e discussões

Os climogramas apresentados a seguir (Quadro 1) foram elaborados para verificar se existem correlações entre esses eventos *El Niño* e *La Niña* e o clima da Baixada Campista. O primeiro é um climograma geral com as médias anuais históricas e os demais são climogramas de anos em que os eventos se destacaram como *El Niños* muito fortes e *La Niñas* fortes.

Quadro 1 – Climogramas da Baixada Campista

	Climograma 1 - apresenta os dados médios de temperatura e precipitação na região da Baixada Campista em Campos dos Goytacazes/RJ, durante o período de 1975 a 2017, ou seja, é o **Climograma Normal**.
	Climograma 2 - representa o ano de 2016, quando ocorreu o último evento de ***El Niño*** **Muito Forte**.
	Climograma 3 - representa o ano de 1998, quando ocorreu o penúltimo evento de ***El Niño*** **Forte**.

	Climograma 4 - representa o ano de 2011, quando ocorreu o último evento de ***La Niña* Forte**.
	Climograma 5 - representa o ano de 1999, quando ocorreu penúltimo ano de ***La Niña* Forte**.

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados da UFRRJ.

É possível observar que o clima de Campos dos Goytacazes é compatível com os padrões do clima Tropical, que apresenta altas temperaturas (embora haja pouca variação sazonal), com altos índices de pluviosidade no verão e estiagem no inverno.

Segundo Mendonça e Danni-Oliveira (2007), na região Sudeste do Brasil o padrão das chuvas não sofre alterações e há um aumento moderado das temperaturas de inverno durante eventos de *El Niño*. Na Baixada Campista, as temperaturas médias nos anos de *El Niño*, Muito Fortes, observados em 1998 e 2016, foram de 25,7°C e 25,4°C, respectivamente, ou seja, levemente superior à média anual histórica de 24,8°C. Já o total pluviométrico anual desses anos variou para mais em 1998 (1.048 mm) e para menos em 2016 (764,6 mm) em relação à média pluviométrica anual de 929,3 mm, o que corrobora Barbosa e Bulhões (2017) quando dizem que não há correlação significativa entre valores de precipitação acumulada mensal e ENOS em Campos dos Goytacazes.

Portanto, nota-se que o evento *El Niño* pouco impactou nas médias anuais de temperatura dos anos em que o evento foi Muito Forte, elevando-as levemente. Além de não influenciar significativamente os totais pluviométricos anuais desses anos na região, já que se esperava um total pluviométrico anual maior que a média total histórica em ambos os períodos do evento, pois variou para mais e menos.

O padrão esperado para os eventos de *La Niña* na região Sul do país é de temperaturas e médias pluviométricas mais baixas que a Normal. As temperaturas médias dos anos de *La Niña* Fortes observados na Baixada Campista variaram para acima da média em 1999, com 25ºC e para baixo em 2011 com 24ºC, sendo a média anual de 24,8°C. Já os totais pluviométricos desses anos foram de 857 mm e 772,4 mm em 1999 e 2011, ficando abaixo da média pluviométrica total anual de 929,3 mm.

Sendo assim, observa-se que o evento *La Niña* não influenciou de forma significativa as médias anuais de temperatura dos anos em que o evento foi forte, pois as temperaturas variaram para mais e para menos em relação à média de todos os anos analisados. Esperavam-se temperaturas menores que as médias anuais em ambos os períodos do evento estudado em que o fenômeno estava Forte. No entanto, é possível observar que o evento possui papel influenciador nos totais pluviométricos anuais durante os anos de eventos Fortes na Baixada Campista, o que resultou em médias pluviométricas abaixo da Normal, conforme esperado.

4. Considerações finais

Concluiu-se que a influência dos eventos *El Niño* e *La Niña* na Baixada Campista é branda e parcial. Estes eventos influenciam, apenas parcialmente, o regime de chuvas (somente durante os eventos de *La Niña* Fortes estudados) e as médias de temperatura (somente durante os eventos de *El Niño* Muito Fortes estudados). A influência do *El Niño* é demonstrada através de um pequeno aumento na média de temperatura anual nos últimos anos em que o evento foi Muito Forte, coincidindo com o aumento das temperaturas superficiais no Oceano Pacífico, enquanto que a precipitação não sofreu impactos significativos. Já a

influência do *La Niña* se deu apenas através de um volume de chuva abaixo da média anual de todos os anos estudados e a temperatura não sofreu variações significativas compatíveis com o resfriamento das águas superficiais do Oceano Pacífico.

Referências Bibliográficas

ADMINISTRAÇÃO OCEÂNICA E ATMOSFÉRICA NACIONAL (sigla NOAA - NationalOceanicandAtmosphericAdministration). Gráfico. Disponível em: <https://www.esrl.noaa.gov/psd/enso/mei/>. Acesso em: 24 maio 2018.

BARBOSA, A. I. G.; BULHÕES, E. M. R. Possível influência do fenômeno climático oceânico-atmosférico *El Niño* Oscilação Sul (ENOS) sobre a precipitação acumulada mensal observada em Campos dos Goytacazes – RJ, Brasil. In: PEREZ FILHO, A; AMORIM, R. R. (Org.). *Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento*. 1 ed. Campinas, SP: INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS - UNICAMP, 2017, v. 1, p. 2588-2592.

BERNARDES, L. M. C. Tipos de clima do estado do Rio de Janeiro. In: *Revista Brasileira de Geografia*. Ano XIV. n. 1. p. 57-80. Janeiro a Março de 1952.

CALDERON, G.; BORSATO, V. A. O fenômeno *La Niña* e sua influência na disponibilidade hídrica no município de Campo Mourão-PR. *Geousp – Espaço e Tempo*(Online), v. 21, n. 1, p. 177-197, abril. 2017. ISSN 2179-0892.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Monitoramento do *El Niño* durante DJF-2019. Disponível em: <http://enos.cptec.inpe.br/>. Acesso em: 25 jan. 2019.

MELO, J. C. O fenômeno *El Niño* e as secas no Nordeste do Brasil. *Raízes*, Ano XVIII, nº 20, nov./99, p. 13-21.

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

NIMER, E. Clima. In: *Geografia do Brasil*. Rio de Janeiro: SERGRAF – IBGE, 1977.

OLIVEIRA, G. S.; SATYAMURTY, P. O *El Nino* de 1997/98: Evolução e impactos no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 10., 1998, Brasília, DF. *Anais...* Brasília: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 1998.

SOUZA, V. S.; ALVES, L. A.; MIRO, J. M. R.; CUNHA, S. B. *Caracterização do canal Coqueiros: dos problemas ambientais urbanos ao conflito pelo uso da água na zona rural – Campos dos Goytacazes/RJ*. In: VII CONGRESSO BRASILEIRO DE GEÓGRAFOS, 2014, Vitória (ES).

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO (UFRRJ). Precipitação pluviométrica. Disponível em: <http://campuscg.ufrrj.br/precipitacao-pluviometrica/>. Acesso em: 29 dez. 2017.

DA SILVA, A. F. Análise de Aspectos Climatológicos, Agronômicos, Ambientais e de seus efeitos sobre a Bacia Hidrográfica do Rio Mundaú (AL e PE). Tese (Gestão e Planejamento de Recursos Naturais - UFCG - Universidade Federal de Campina Grande, 2009.

WOLTER, KLAUS. Disponível em: <https://www.esrl.noaa.gov/psd/enso/mei/>.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO 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 UTILIZAÇÃO DA ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS (ACP) PARA A COMPREENSÃO DA INFLUÊNCIA DE TELECONEXÕES SOBRE BREJO SANTO - CE

Jéssica Ramires [(a)], Núbia Beray Armond [(b)], Carla Maciel Salgado [(c)]

[(a)] Aluna do Programa de Pós-Graduação em Geografia, Instituto de Geociências, UFF, jessicaramires@id.uff.br

[(b)] Professora do Departamento de Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, nubia.beray@gmail.com

[(c)] Professora do Departamento de Geografia, Universidade Federal Fluminense, carlasalgado@id.uff.br

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

A reconhecida e marcada sazonalidade das chuvas no NEB pode ter sua dinâmica associada a fenômenos de meso e macro escala. Uma das formas de se compreender quais fenômenos e o quanto eles se fazem influentes nas chuvas do NEB, é através da aplicação de testes estatísticos robustos. Nesse sentido, o presente trabalho propõe a aplicação da Análise de Componentes Principais (ACP) como técnica que pode auxiliar na compreensão da relação entre modos globais de variabilidade e a chuva, utilizando como exemplo a cidade de Brejo Santo – CE. Foram encontradas correlações estatisticamente significativas com modos de variabilidade que tem sua ocorrência principalmente no Oceano Pacífico, tais como ENOS.

Palavras chave: Nordeste do Brasil; Ceará, teleconexões; variabilidade pluviométrica.

1. Introdução

Devido ao histórico de secas, o Nordeste do Brasil (NEB) é alvo de estudos sobre clima desde os tempos do Império. Investigações foram realizadas para compreender a dinâmica climática da região, mas boa parte destas não chegaram a um consenso sobre quais fenômenos eram responsáveis pela ocorrência dos extremos climáticos. Entretanto, pode-se considerar como consenso acadêmico o entendimento de que a dinâmica das chuvas no NEB é influenciada por fenômenos oceânico-atmosféricos de meso e macro escala.

Nimer (1989), Uvo *et al*. (1998), Siqueira *et al*. (2006) e Santos (2013) destacam os sistemas produtores de chuva mais influentes sobre o NEB, quais sejam: os complexos convectivos, linhas de instabilidade, Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN), resquícios de sistemas frontais (SF), além de fenômenos de escala local, como brisa marítima e terrestre. O sistema inibidor de chuva mais influente sobre o NEB é o Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS).

A cidade de Brejo Santo, localizada ao sul do Ceará (Figura 1), possui média pluviométrica de 896,01 mm (série histórica de 1912-2016), com uma sazonalidade pluviométrica bem definida. A estação chuvosa vai de janeiro a abril, e a estação seca, de junho a novembro. Os meses de maio e dezembro são considerados meses de transição. Os sistemas produtores de chuva que mais atuam sobre a área em que se situa a cidade são ZCIT, VCAN e SF.

Uma vez que sistemas atmosféricos são resultantes da circulação geral da atmosfera, a compreensão da dinâmica das chamadas teleconexões, que são fenômenos que ocorrem em uma área do globo e afetam áreas distantes, é fundamental (CAVALCANTI e AMBRIZZI, 2009). Para isso, uma das formas de se compreender essas inter-relações é por meio da utilização de técnicas estatísticas robustas.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Figura 1 - Mapa hipsométrico da área de estudo, destacando a localização do posto pluviométrico de Brejo Santo, sul do estado do Ceará.

2. Procedimentos metodológicos

Os dados do posto pluviométrico de Brejo Santo foram adquiridos no site da Agência Nacional de Águas (ANA), abertos no programa *Hidro 1.3* e posteriormente copiados para o ambiente de planilha eletrônica *Microsoft Excel 2013*. O posto se localiza a 7º29'28" S e 38º59' W, a 490m de altitude e está sob responsabilidade da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME). A série histórica completa vai de 1910 a 2018, entretanto, a série aqui empregada vai de 1975 a 2015, para se adequar à série de dados disponíveis sobre os modos de variabilidade analisados.

A série apresentou poucas falhas. De 1975 a 2015, as lacunas foram de apenas 5 meses, sendo estes julho, agosto, setembro e novembro de 2010 e outubro de 2011, ou seja,

ISBN: 978-85-7282-778-2

1,04% da série. Para o preenchimento dessas falhas, foi utilizado o método da Ponderação Regional, empregado por Alexandre (2009) e Fante (2014), que utiliza a equação:

$$y = \frac{1}{3} \cdot \left({}^{x_1}/_{\bar{x}_1} + {}^{x_2}/_{\bar{x}_2} + {}^{x_3}/_{\bar{x}_3} \right) \cdot \bar{y} \qquad \textbf{(1)}$$

Onde y é a precipitação estimada/falha a ser preenchida; $\bar{y}$ é a média estimada do mês na estação com falha; $x_1; x_2; x_3$ são as precipitações do mês nas estações vizinhas; e $\bar{x}_1; \bar{x}_2; \bar{x}_3$ são as médias mensais nas estações vizinhas.

Para compreender como os modos de variabilidade (Quadro I) participam na modulação das chuvas de Brejo Santo – CE, foi empregada a Análise de Componentes Principais (ACP), uma vez que, se tratando de um grande número de variáveis, é necessária a simplificação dos dados utilizando a Estatística Multivariada. Autores como Mingoti (2005) e Rogerson (2012) indicam essa técnica para estudos de fenômenos geográficos complexos.

As informações sobre os padrões de variabilidade foram adquiridas através dos sites do *Climate Prediction Center* (CPC)[1] e *National Climatic Data Center* (NCDC)[2], ambos vinculados ao *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA). Os índices utilizados foram o *Multivariate ENSO Index* (MEI); *El Niño Southern Oscillation* (ENSO ou ENOS); El Niño 3.4; *Southern Oscillation Index* (SOI ou IOS); *Quasi-Biennial Oscillation* (QBO); *Pacific Decadal Oscillation* (PDO ou ODP); *Antarctic Oscillation* (AAO); *Atlantic Multidecadal Oscillation* (AMO); *North Atlantic Oscillation* (NAO). Estes índices são classificados de acordo com a forma de mensuração em: i) Atmosférico, que mede dados da atmosfera; ii) Oceânico, que mede dados dos oceanos; iii) Acoplados, que mescla dados medidos na atmosfera e oceanos.

[1] Disponível em: <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/MJO/climwx.shtml>
[2] Disponível em: <https://www.ncdc.noaa.gov/teleconnections/>

Quadro I - Relação dos modos de variabilidade, índice, tipo de mensuração e locais de ocorrência/identificação.

Modo de Variabilidade	**Índice**	**Tipo**	**Área de ocorrência/identificação**
El Niño - Oscilação Sul	MEI ENOS	Acoplado	Oceano Pacífico Equatorial e Tropical
El Niño	Niño3.4	Oceânico	Pacífico Equatorial (5°N-5°S e 170°W-120°W)
Oscilação Sul	SOI	Atmosférico	Darwin e Tahiti
Oscilação Quasi-Bianual	QBO	Atmosférico	Zona Equatorial (5°S-5°N)
Oscilação Decenal do Pacífico	PDO	Oceânico	Bacia do Pacífico Norte (norte de 20°N)
Oscilação Antártica	AAO	Atmosférico	20°S ao Oceano Antártico
Oscilação Multidecadal do Atlântico	AMO	Oceânico	Bacia do Atlântico Norte (0°-80°N)
Oscilação do Atlântico Norte	NAO	Atmosférico	Islândia e Açores

A ACP é uma técnica estatística multivariada. Este método estatístico transforma linearmente um conjunto de p variáveis originais em termos de um conjunto de k componentes não correlacionados ($k < p$), produzindo vetores de dados. Assim, suas componentes, chamadas componentes principais, são ordenadas de acordo com sua relevância (MINGOTI, 2005; ROGERSON, 2012).

Esta técnica, que consiste em um método exploratório e que permite a elaboração de hipóteses gerais, viabiliza a separação de informações importantes das redundantes e/ou aleatórias, de forma que a variação total é preservada. Assim, consegue-se identificar a ligação entre as características dos dados. Também pode ser representada graficamente, em um plano cartesiano – onde o eixo x é a componente principal e o eixo y, a secundária –

demonstrando a distribuição dos dados. A componente principal é a que possui maior carga fatorial e melhor explica essa distribuição (VARELLA, 2008; VASCONCELOS, 2011).

Rogerson (2012, p. 299), descreve a carga fatorial como "... a correlação entre uma componente ou fator e a variável original". Neste caso, o valor da correlação é adquirido por meio do Coeficiente de Correlação por postos de Spearman, realizando uma associação linear entre as variáveis. Este valor varia entre +1 e -1. Quanto mais próximo de zero, menor a correlação encontrada, quanto mais próximo de +1, a correlação é diretamente proporcional, quanto mais próximo de -1, a correlação será inversamente proporcional. Rogerson (2012, p. 191) descreve a equação da seguinte forma:

$$r_s = 1 - \frac{6\sum_{i=1}^{n} d_i^2}{n^3 - n} \quad \textbf{(2)}$$

Onde: *n* é número de observações; *i* é *i*-ésimo termo; *di* é diferença entre as observações *i* e *n*.

Varella (2008, p. 7) diz que as componentes principais apresentam quatro propriedades, que são: a) a variância do componente principal é igual ao valor do autovalor; b) o primeiro componente é o que apresenta maior variância e assim por diante; c) o total de variância das variáveis originais é igual ao somatório dos autovalores que é igual ao total de variância dos componentes principais; d) os componentes principais não são correlacionados entre si.

A variância (s^2) é adquirida através do quadrado do desvio padrão (s), quando se trata de uma dimensão. A medida entre duas dimensões é denominada covariância, adquirida ao multiplicar uma variável da dimensão X por outra variável da dimensão Y, utilizando a equação:

$$cov_{x,y} = \frac{\sum_{i=1}^{n}[(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})]}{n} \quad \textbf{(3)}$$

Quando houver mais dimensões, se faz necessária a realização da covariância para cada par de dimensões. Desta forma, obtemos a matriz de correlação (Σ_{pxp}), que apresentará em sua diagonal a variância das dimensões (VARELLA, 2008; VASCONCELOS, 2011).

$$\Sigma_{pxp} = \begin{bmatrix} Var_x & Cov_{x,y} & Cov_{x,z} \\ Cov_{y,x} & Var_y & Cov_{y,z} \\ Cov_{z,x} & Cov_{z,y} & Var_z \end{bmatrix} \quad \textbf{(4)}$$

Os autovalores são as *p* raízes de uma matriz *pxp*, onde uma coluna não é igual à outra, e I é a matriz identidade. Utiliza-se a equação:

$$\left|\Sigma_{pxp} - \lambda I\right| = 0 \quad \textbf{(5)}$$

Para cada autovalor (λ_i), há um autovetor (e_i). Os autovetores são ortogonais entre si e normalizados. Ao multiplicar um autovetor por uma matriz, obtém-se um autovalor múltiplo do autovetor (MINGOTI, 2005; VARELLA, 2008; VASCONCELOS, 2011), que dizer:

$$\Sigma_{pxp} e_i = \lambda_i e_i \quad \textbf{(6)}$$

A importância de cada componente principal (Y_i) é medida por sua contribuição (C_i) para a variância total, sendo expressa em porcentagem. Calcula-se dividindo a variância do componente principal pela variância total, o que equivale a dividir o autovalor (λ_i) pela soma dos elementos de sua diagonal principal da matriz *M*, ou seja, pelo traço da matriz *M*:

$$C_i = \frac{\hat{V}ar(Y_i)}{\sum_{i=1}^{p} \hat{V}ar(Y_i)} \times 100 = \frac{\lambda_i}{\sum_{i=1}^{p} \lambda_i} \times 100 = \frac{\lambda_i}{traço(M)} \times 100 \quad \textbf{(7)}$$

A contribuição de cada componente é decrescente, o que quer dizer que a primeira é a que possui maior contribuição, e a última é a de menor contribuição. Visto isso, não se faz necessária a utilização de todas as componentes para a compreensão da variância total. Utiliza-se a quantidade de componentes que explicam 70% da variância total. Quer dizer, se

ISBN: 978-85-7282-778-2

existem dez componentes, mas apenas quatro explicam 70% da variância, pode-se utilizar apenas essas quatro. Para isso, utiliza-se a equação:

$$\frac{\hat{V}ar(Y_1) + \cdots \hat{V}ar(Y_k)}{\sum_{i=1}^{k} \hat{V}ar(Y_i)} \times 100 \geq 70\% \quad \textbf{(8)}$$

3. Resultados e discussões

A cidade de Brejo Santo está localizada no Nordeste do Brasil (NEB), uma área climaticamente heterogênea influenciada por sistemas atmosféricos de diferentes escalas. A Circulação de Hadley (CH) e a Circulação de Walker (CW), resultantes da interação entre superfície e atmosfera, exercem um importante papel para o clima no NEB. Em especial, fenômenos oceânico-atmosféricos possuem uma alta correlação com a precipitação sobre o NEB, uma vez que a temperatura da superfície do mar (TSM) dos oceanos Pacífico Equatorial, Atlântico Norte e Atlântico Sul interagem intensamente com a atmosfera (UVO *et al*. 1998; KAYANO e ANDREOLI, 2009; IAG/USP, 2018).

As teleconexões têm papel importante na modulação das chuvas em Brejo Santo sob diferentes graus. As componentes F1 (44,401%), F2 (14,821%), F3 (10,033%) e F4 (8,833%) totalizam 78,089% de variância acumulada (Tabela I).

Tabela I - Autovalores e a porcentagem da contribuição de cada componente para a variância total.

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10
Autovalor	4,44	1,48	1,00	0,88	0,82	0,73	0,44	0,09	0,08	0,03
Variab. (%)	44,40	14,82	10,03	8,83	8,21	7,29	4,43	0,90	0,76	0,33
% acumul.	44,40	59,22	69,26	78,09	86,30	93,59	98,02	98,92	99,67	100,00

ISBN: 978-85-7282-778-2

Tendo em vista que as variáveis F1, F2, F3 e F4 explicam quase 80% da variância total, podemos considerar as maiores cargas fatoriais (>0,5 ou <-0,5) dentro dessas componentes principais. Assim, a componente 1, que é a mais significativa (Tabela II), apresenta maiores correlações com os fenômenos oceânico-atmosféricos do Pacífico (ENOS, SOI e PDO), sendo que os índices relacionados ao padrão El Niño, a Oscilação Sul e a relação entre ambos (ENOS, Elnino34 e MEI, respectivamente) apresentam carga fatorial superior a 0,9. Já a segunda componente, F2, está mais correlacionada com os modos de variabilidade que ocorrem na faixa equatorial e Atlântico Norte (QBO e AMO). A componente 3 apresenta maior correlação com os índices medidos no Atlântico Norte (NAO) e no extremo sul (AAO). A componente 4 possui uma correlação significante apenas com a NAO. A média histórica de 1975-2015 de Brejo Santo (med) apresenta carga significativa apenas em F1 e F2.

Tabela II - Cargas fatoriais das componentes principais.

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10
med	-0,60	0,55	0,03	-0,25	-0,08	-0,11	-0,52	-0,01	-0,04	0,01
ENOS	**0,93**	0,14	0,11	-0,09	0,02	-0,23	-0,11	0,02	0,14	-0,11
NAO	0,21	0,39	**-0,50**	**0,73**	-0,01	-0,11	-0,08	0,01	0,00	0,01
SOI	**-0,95**	-0,17	-0,04	0,04	-0,05	-0,02	-0,04	0,20	0,15	0,03
QBO	-0,14	**0,66**	0,38	0,08	-0,58	0,04	0,25	0,01	0,01	0,00
PDO	**0,61**	0,03	0,11	0,12	-0,01	0,75	-0,19	0,05	0,01	-0,01
Elnino34	**0,94**	0,08	0,01	-0,12	0,01	-0,20	0,02	0,21	-0,14	0,02
MEI	**0,96**	0,12	0,07	-0,10	0,02	-0,10	-0,05	-0,06	0,11	0,14
AMO	0,12	**-0,64**	0,48	0,40	-0,30	-0,19	-0,24	-0,02	-0,03	0,01
AAO	-0,28	0,36	**0,58**	0,27	0,62	-0,04	0,05	0,02	-0,01	0,01

Apenas F1 é responsável por 44% da variância total (Figura 2). As componentes F1 e F2 explicam mais da metade da variância total (59,22%). Desta forma, pode-se fazer uma representação gráfica (Figura 3), de modo que visualiza-se a correlação entre as variáveis globais e os fatores – F1 representada no eixo x, enquanto F2 está representada no eixo y.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Quanto mais próximo das extremidades (+1 ou -1) maior é a correlação, quanto mais próximo do ponto perpendicular (zero), menor é a correlação. Esta representação facilita a visualização da importância de cada variável global para os principais fatores.

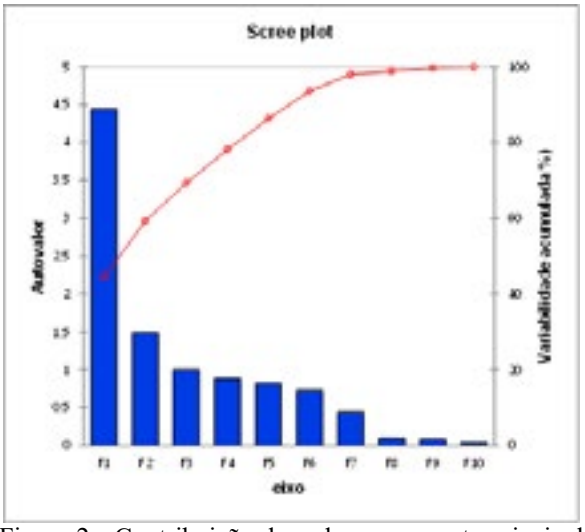


Figura 2 - Contribuição de cada componente principal para a variância total.

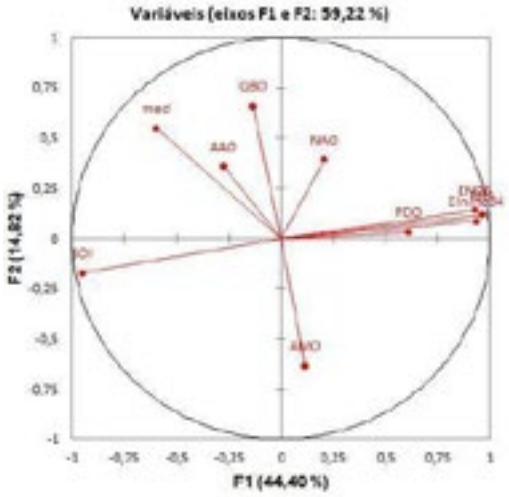


Figura 3 - Correlação entre as cargas fatoriais das variáveis globais e os fatores.

4. Considerações finais

A Análise de Componentes Principais (ACP), indicada por Mingoti (2005) e Rogerson (2012) como uma técnica para estudos de fenômenos geográficos complexos, foi um excelente método estatístico, que permitiu a compreensão dos fenômenos que exercem maior influência sobre a variabilidade pluviométrica na cidade Brejo Santo (sul do Ceará). Este fato facilita o recorte dos fenômenos, uma vez que a dinâmica do clima é extremamente complexa. Com a utilização da carga fatorial, pode-se observar que os modos de variabilidade mais relevantes para as chuvas em Brejo Santo são aqueles ligados ao El Niño Oscilação Sul. Os

ISBN: 978-85-7282-778-2

modos de variabilidade que ocorrem no oceano Atlântico são significativos para o NEB, porém não tanto quanto os fenômenos do oceano Pacífico.

Agradecimentos

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo incentivo que possibilitou a realização dessa pesquisa.

Referências Bibliográficas

ALEXANDRE, G. R. **Estudo para identificação de tendências do regime pluvial na região metropolitana de Belo Horizonte a partir de métodos estatísticos e modelos climáticos**. 2009, 215 f. Dissertação de mestrado (Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, Belo Horizonte/MG. 2009.

CAVALCANTI, I. F. A.; AMBRIZZI, T. Teleconexões e suas influências no Brasil. In: CAVALCANTI, et al. (Orgs). **Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009, p. 317-335.

FANTE, K. P**. Variabilidade da temperatura em áreas urbanas não metropolitanas do estado de São Paulo-Brasil no período de 1961 a 2011**. 2014, 254 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente. 2014

IAG/USP, Climatologia Dinâmica do Brasil e principais sistemas meteorológicos, 2018. Disponível em: <http://master.iag.usp.br/pr/ensino/sinotica/aula04/>. Acesso em: 09 out. 2018.

KAYANO, M. T.; ANDREOLI, R. V. Clima da Região Nordeste do Brasil. In: CAVALCANTI, *et al*. (Orgs). **Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009, p. 213-233.

MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. 2ª ed. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1989. 422 p.

ROGERSON, P. A. **Métodos estatísticos para Geografia: um guia para o estudante**. Bookman Editora, 2012, 348 p.

SANTOS, D. C. VARIABILIDADE CLIMÁTICA E REGIONALIZAÇÃO DA PRECIPITAÇÃO NO ESTADO DO CEARÁ. **CLIMEP - Climatologia e Estudo da Paisagem**. Rio Claro - SP, v. 8, n. 2, p. 28-48, 2013.

SIQUEIRA, A. H. B, et al. Impactos do ENOS no Norte e Nordeste Brasileiros e sua relação com a Oscilação Decadal do Pacífico. In: **Anais do XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia**, SBMET. Vol. 26. 2006.

UVO, C. B.; REPELLI, C. A.; ZEBIAK, S. E.; KUSHNIR, Y. The relationships between tropical Pacific and Atlantic SST and northeast Brazil monthly precipitation. **Journal of Climate**, v. 11, n. 4, p. 551-562, 1998.

VARELLA, C. A. A. Análise de componentes principais. **Seropédica: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro**, 2008.

VASCONCELOS, S. Análise de componentes principais. Disponível em: <http://www2.ic.uff.br/~aconci/PCA-ACP.pdf>, 2011.

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

A UTILIZAÇÃO DE TRANSECTOS MÓVEIS NA ANÁLISE CLIMÁTICA URBANA: ENSAIO METODOLÓGICO APLICADO À CIDADE DE ITUIUTABA-MG NO INVERNO DE 2018[1]

Ana Cristina Araújo Foli [(a)], Gislaine Cristina Luiz [(b)]

[(a)] Instituto de Estudos Socioambientais, Universidade Federal de Goiás, anacafoli@outlook.com
[(b)] Instituto de Estudos Socioambientais, Universidade Federal de Goiás, gislaineluiz@yahoo.com.br

Eixo 1: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

Este trabalho apresenta uma análise parcial sobre o clima urbano da cidade de Ituiutaba-MG, e prezou pela busca de uma relação entre os fatores geográficos que compõem a estrutura termohigrométrica com o objetivo de identificar as Ilhas de Calor Urbanas (ICU), utilizando a metodologia do transecto móvel. Os dados de temperatura e umidade relativa do ar utilizados foram coletados *in situ* entre os dias 21 e 30 de julho de 2018 às 09h00, 15h00 e 21h00. Os resultados apontaram para a formação de ilhas de calor urbanas com intensidade de até 7°C. Entretanto, novos dados deverão ser analisados e incluídos posteriormente, por se tratar de pesquisa em andamento.

Palavras chave: Transecto Móvel. Ilhas de Calor. Temperatura do Ar. Umidade do Ar. Ituiutaba-MG

1. Introdução

As alterações ambientais decorrentes da ocupação humana nas cidades são evidentes. O processo de urbanização implica em um conjunto de modificações que interferem no balanço energético e nos climas locais, trazendo consequências que influenciam a qualidade de vida dos

[1] Este artigo apresenta parte dos resultados da pesquisa de mestrado intitulada "A influência dos fatores geográficos na estrutura termohigrométrica de Ituiutaba-MG".

cidadãos. Grande parte das cidades brasileiras situa-se em ambientes de clima tropical, caracterizados por altas temperaturas durante o ano todo. Estas condições naturais podem ser agravadas devido à forma como o espaço urbano é apropriado, ocasionando o fenômeno Ilhas de Calor Urbanas (ICU) (TEOBALDO NETO; AMORIM, 2017).

Muitos são os mecanismos e fatores que contribuem para a formação e intensidade das ilhas de calor urbanas, dentre eles: localização geográfica, condições climatológicas do dia, tamanho da cidade, densidade da população, entre outros. Segundo Amorim, (2005)

> O parâmetro mais importante que caracteriza a ilha de calor é sua intensidade ou magnitude, que geralmente evolui mediante a diferença máxima observada, em um momento determinado, entre a temperatura de um ponto da cidade, densamente construído, e outro em seu entorno ou no ambiente rural (AMORIM, p.122, 2005).

Os efeitos das ilhas de calor urbanas são desfavoráveis para o meio ambiente, provocando alterações na temperatura e umidade do ar, precipitação e ventos, além de trazer consequências como desconforto térmico, problemas de saúde, elevação do consumo de energia para refrigeração dos ambientes, degradação da qualidade do ar, dentre outros (OKE, 1987).

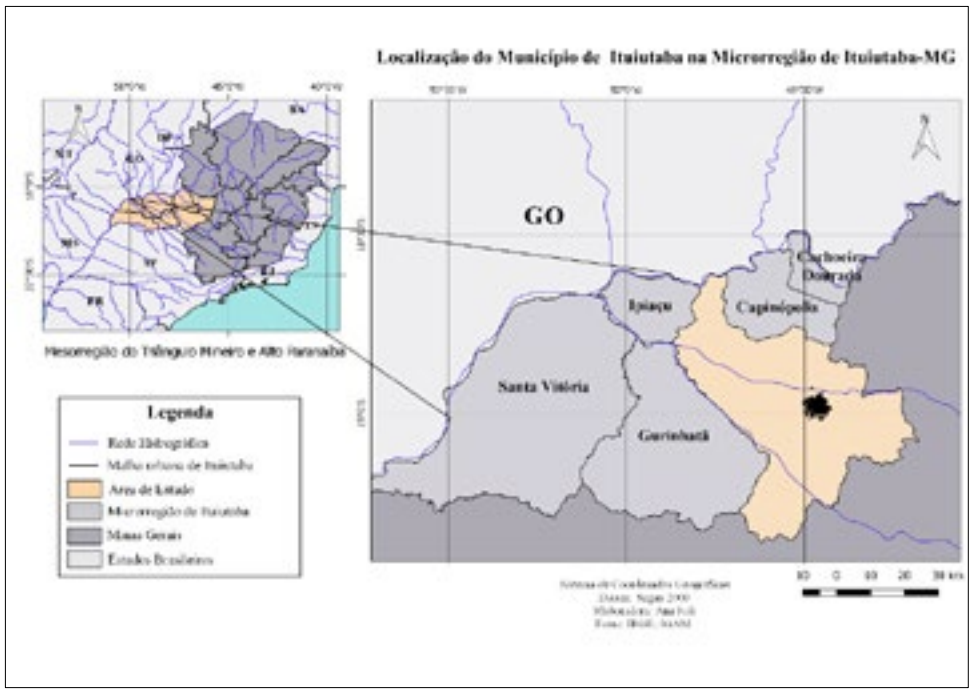
A ocorrência espacial e temporal das ilhas de calor urbanas pode ser variada, como aponta Minaki (2017), é necessário considerar que

> Comumente, a formação da área mais aquecida segue a lógica da ocupação urbana e do desenvolvimento local, na constituição de espaços favoráveis à concentração de pessoas, edificações, serviços e atividades poluentes, em detrimento da vegetação urbana. Particularidades como a dinâmica dos ventos e as feições do relevo, são aspectos que devem ser evidenciados na busca pela compreensão do fenômeno. (MINAKI, 2017, p. 1622-1623).

O presente trabalho tem como unidade territorial o município de Ituiutaba – MG (Mapa 1), situado na Mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, na intersecção das coordenadas 18°57’36” S e 49°27’36” W. A população estimada de 2018, segundo o IBGE é de 104. 067 mil habitantes, possuindo uma área territorial de 2.598,046 km² e o perímetro urbano uma área de aproximadamente 24,2 km².

ISBN: 978-85-7282-778-2

De maneira sintética, os principais mecanismos atmosféricos que atuam sobre o município de Ituiutaba são os sistemas intertropicais e polares.



Mapa 1: Localização do município de Ituiutaba-MG.

Nos meses de verão, o município sofre influência, principalmente, dos sistemas equatoriais (mEc) e polares (mPa), e no intervalo de atuação destes verifica-se a ação da mTac. Também é comum a ocorrência da ZCAS (Zona de Convergência do Atlântico Sul), que se estende da porção sul da região amazônica ao litoral da Região Sudeste, passando sobre o Triângulo Mineiro, provocando nebulosidade e chuvas intensas por dias e até semanas (MENDES; QUEIROZ, 2011).

Nos meses de inverno, a faixa de convergência intertropical passa a abranger a região norte do Brasil. Associada a um fraco anticiclone térmico sobre o Uruguai e o sul do Brasil facilita o avanço de dois sistemas principais: mTac, responsável por dias de temperaturas elevadas e baixa umidade relativa do ar, e a mPa que acarreta a formação de frentes frias que

ISBN: 978-85-7282-778-2

podem causar algumas chuvas na região. As estações de primavera e outono são consideradas de transição seca/chuvosa e chuvosa/seca, respectivamente (MENDES; QUEIROZ, 2011).

Nas escalas locais do clima os fatores geográficos como vegetação, relevo e rede hidrográfica exercem um papel fundamental na configuração do clima, pois trocam energia e matéria de forma diferenciada em ambientes rurais ou urbanos, evidenciando a importância do balanço de energia.

Neses sentido, este trabalho prezou pela busca de uma relação entre os fatores geográficos que compõem a estrutura termohigrométrica de Ituiutaba-MG com o objetivo de identificar as ICU, utilizando a metodologia do transecto móvel. Sob esse aspecto, foram realizadas adaptações de caráter técnico que mais se aproximassem da realidade local.

2. Materiais e Métodos

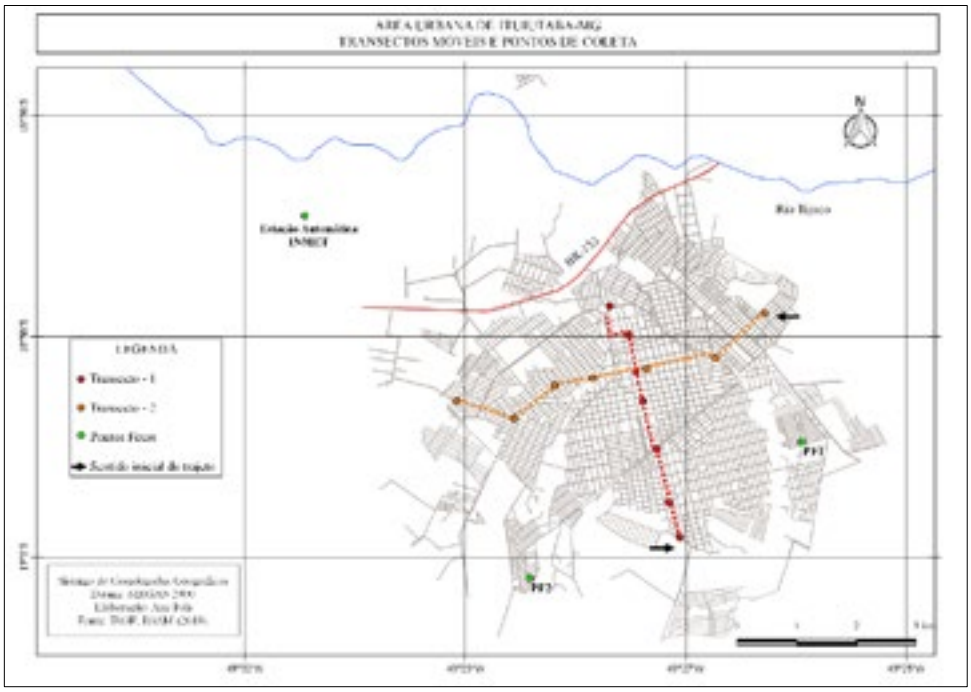
Este trabalho teve como premissa uma revisão bibliográfica sobre a integração dos elementos do clima com os fatores da atmosfera urbana. Partindo dessa análise, utilizou-se os pressupostos acerca do clima urbano, com destaque para a proposta metodológica denominada Sistema Clima Urbano – S. C. U., elaborada por Monteiro em 1976, a qual utiliza-se da abordagem sistêmica do clima urbano.

Sob essa perspectiva, o autor sugeriu a adoção de três subsistemas relacionados aos canais de percepção humana. Neste trabalho, deu-se ênfase ao subsistema termodinâmico, que compreende o conforto térmico a partir do estudo do comportamento da temperatura, na atmosfera urbana. Sobre a metodologia do transecto móvel[2] foram utilizados diversos referenciais, como os de Amorim (2000, 2005); Castro (2017); Minaki (2017); Araújo et. al. (2010), dentre outros.

[2] O método do transecto móvel consiste em caminhar ao longo de um percurso previamente determinado, registrando as medições em pontos equidistantes. O comprimento do transecto e a distância entre os pontos amostrados dependem dos objetivos do estudo, do tempo disponível e da finalidade a amostrar (KREBS, 1989).

ISBN: 978-85-7282-778-2

Foi realizado um trabalho de campo para a coleta de dados da temperatura do ar e da umidade relativa do ar na área urbana de Ituiutaba-MG, através de medidas em dois transectos móveis, no sentido S-N, E-W respectivamente (Mapa 2). Ambos atravessaram a malha urbana da cidade simultaneamente entre os dias 21 e 30 de julho de 2018, com uma equipe de dois motoristas e dois auxiliares, no intuito de visualizar as possíveis entradas de sistemas atmosféricos característicos do período de inverno. Dessa forma, selecionou-se 29 de julho como o dia mais representativo para a análise das condições sinóticas.



Mapa 2: Trajeto de coleta de dados nos dois transectos

A coleta de dados pelos transectos foi realizada utilizando dois termohigrômetros digitas da marca Instrutemp, modelo ITHT-2210 a uma altura de 1,5 m do solo, em três horários sinóticos conforme indicação da Organização Meteorológica Mundial, às 09h, 15h e 21h, com duração aproximada de 30 minutos. Os instrumentos foram calibrados tendo como parâmetro os termômetros de bulbo seco e bulbo úmido, responsáveis pelos dados de temperatura do ar seco e do ar úmido, utilizados na Universidade Federal de Uberlândia – campus Pontal.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Foram selecionados sete pontos em cada trajeto, que privilegiassem áreas com diferentes usos e ocupação do solo, assim como diferentes feições do relevo. Além disso foram instalados dois dataloggers digitais da marca KlimaLogg para pontos fixos em bairros equidistantes dos transectos móveis, bem como foram utilizados dados da estação meteorológica do INMET a fim de avaliar alguma alteração natural significativa (Mapa 2).

Para compreender a relação do urbano com os fatores geográficos foram considerados: altitude (m) mensurada pelo aparelho *Global Position System* modelo Etrex, morfologia do terreno, vegetação, tipos de construção e circulação urbana, informações essas verificadas empiricamente por comparação nos diferentes pontos de observação e coleta de dados.

Os dados foram digitalizados e organizados em tabelas por meio do programa *Microsoft Office Excel 2003*® e tratados por meio de técnicas estatísticas tradicionais, como valor máximo e mínimo, que auxiliaram na análise das variações termohigrométricas. Sob o contexto da climatologia dinâmica elaborou-se um gráfico de análise rítmica, metodologia proposta por Monteiro (1971), a qual consiste em relacionar as variáveis meteorológicas à dinâmica da atmosfera, com a finalidade de revelar a gênese dos fenômenos climáticos.

Os elementos meteorológicos foram obtidos por meio de acesso aos dados da Estação Automática de Ituiutaba-MG, sob responsabilidade do site oficial do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. As cartas sinóticas disponibilizadas pelo Centro de Hidrografia da Marinha, e as imagens do satélite GOES-16 no site do INMET auxiliaram na identificação dos sistemas atmosféricos e da circulação regional.

De acordo com o que foi adotado por Gomez et al. (1993) *apud* Brandão (1996), os diferentes valores encontrados para representar a intensidade da ilha de calor foram assim agrupados: ilha de calor de fraca intensidade, quando as diferenças oscilam entre 0 e 2°C; ilha de calor moderada, quando as diferenças se situam entre 2 e 4°C; ilha de calor de forte intensidade, quando as diferenças oscilam entre 4 e 6°C e ilha de calor de intensidade muito forte, quando as diferenças ultrapassam 6°C.

3. Resultados e Discussão

A elaboração do gráfico de análise rítmica (Figura 1) permitiu analisar a entrada e permanência dos sistemas atmosféricos na cidade de Ituiutaba-MG. Nos primeiros dias de coleta dos dados houve a atuação da massa Tropical atlântica (mTa), entremeada pela atuação de uma frente fria no dia 22 de julho e uma frente estacionária no dia 24 de julho. Entre os dias 26 e 29 observou-se a predominância da massa Tropical atlântica continentalizada (mTac), o que resultou na escolha dos dados coletados no dia 29 de julho, pela estabilidade atmosférica proporcionada pelo sistema em questão.

Em relação ao registro das observações no Transecto 1 (T1), de forma geral observou-se a elevação da temperatura do ponto inicial ao final (P1 e P7). No período da manhã as temperaturas oscilaram entre 20,3°C a 27,2°C, sendo a diferença entre o ponto mais ameno e o mais aquecido de 6,9°C. No período da tarde essa oscilação foi de 1,8°C, no qual os pontos 1 e 2 apresentaram a menor temperatura, 32°C, e o ponto 7 a maior temperatura 33,8°C. No período noturno essa variação chegou a 4,9°C, com a temperatura mais amena registrada nos pontos 1 e 2, 22,9°C, e a mais alta no ponto 7, 27,8°C.

Foto: a) Parque do Goiabal, Transecto 1, Ponto 1; b) Praça dos Trabalhadores, Transecto 1, Ponto 7.
Fonte: Trabalho de Campo (2018)

ISBN: 978-85-7282-778-2

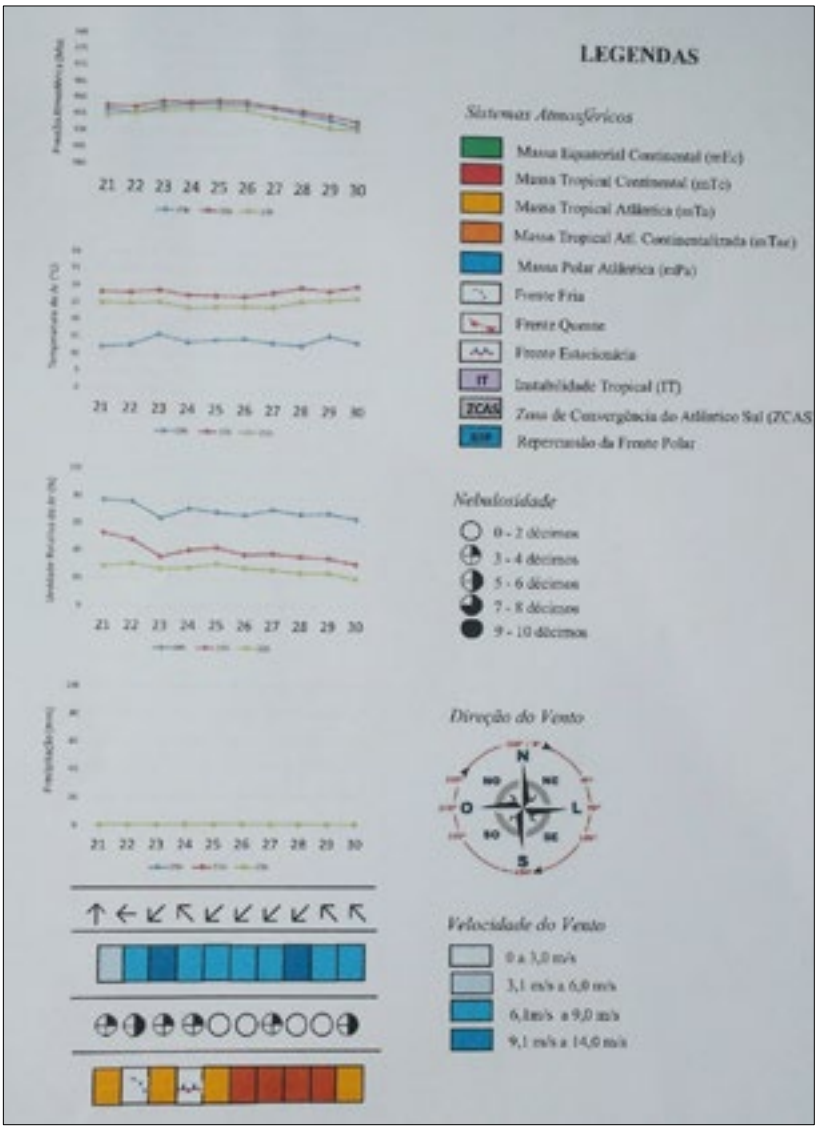


Figura 1: Ritmo dos elementos e sistemas meteorológicos em Ituiutaba
Fonte: INPE; CPTEC; DSA; INMET; Marinha do Brasil (2018)
Adaptado: ARAÚJO *et. al.* (2010)

O ponto com as maiores temperaturas registradas foi o ponto 7 (Praça dos Trabalhadores – Setor Norte), localizado a 553 m de altitude e caracterizado como uma área de alta impermeabilização, tanto na praça quanto em seu entorno. A temperatura mais amena foi registrada no ponto 1 (Parque do Goiabal – Bairro Tupã), lozalizado a 622 m de altitude em

uma área destinada a Unidade de Conservação com cerca de 37,59 hectares de extensão, porém apresenta recentes transformações em seu entorno, como a instalação de loteamentos e incremento no fluxo de veículos e pessoas (Foto 1).

Neste transecto, a variação higrométrica seguiu a oscilação da temperatura no ponto 1, evidenciando a relação de proporção inversa entre essas variáveis, sendo registrados os maiores índices de umidade relativa do ar nos três horários sinóticos analisados (59%, 40% e 55%). Os menores índices foram registrados, respectivamente, nos pontos 5 e 7 às 09h00 (46%), às 15h00 no ponto 3 (35%) e às 21h00 no ponto 7 (48%).

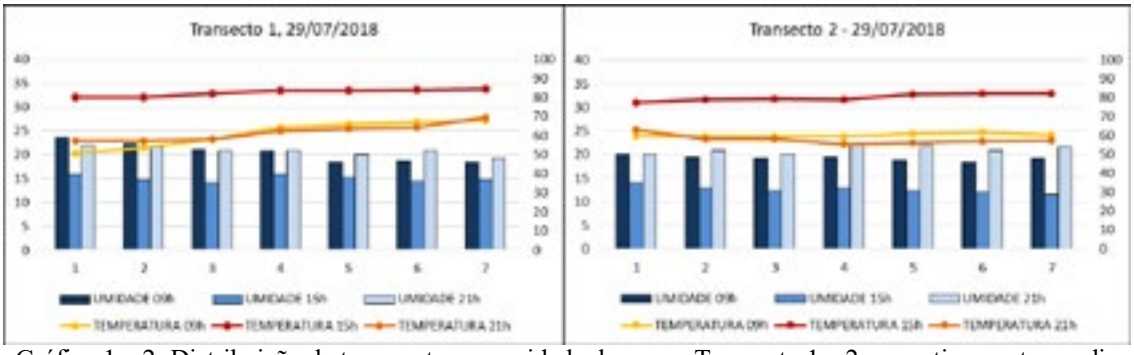
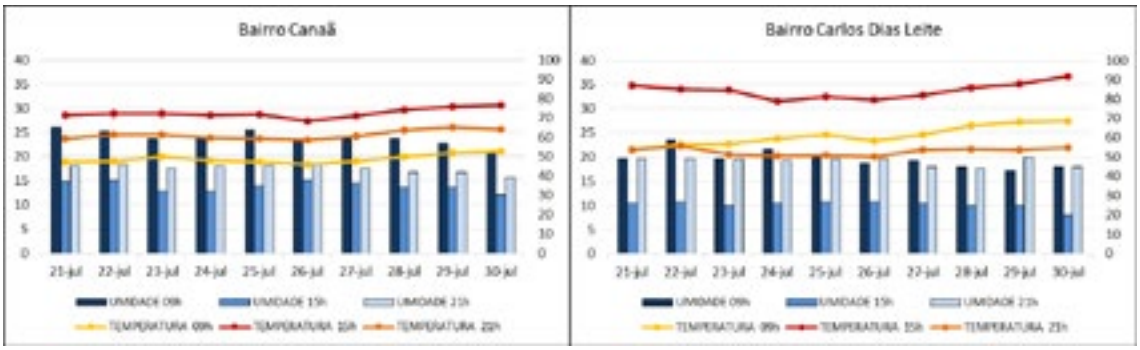


Gráfico 1 e 2: Distribuição de temperatura e umidade do ar nos Transecto 1 e 2 respectivamente, no dia 29/07/2018.

Sobre os registros obtidos no Transecto 2 (T2), as primeiras observações (09h00) apontam uma variação térmica de 0,9°C, em que as menores temperaturas foram registradas nos pontos 2, 3 e 4 (23,8°C) e a mais alta no ponto 6, 24,7°C. Às 15h00 a temperatura mais amena foi registrada no ponto 1, 31°C e a temperatura mais alta no ponto 7, 33°C, ou seja, uma diferença de 2ºC. No período noturno a menor temperatura foi registrada no ponto 4, 22°C e a temperatura mais alta no ponto 1, 25,3°C, uma variação térmica de 3,3°C. Em relação à umidade relativa do ar, os maiores índices foram registrados nos pontos 1, 50 e 35% às 09h00 e 15h00, respectivamente, e no ponto 4, 56% às 21h00. Os menores valores foram observados: às 09h00, 46% no ponto 6; às 15h00, 29% no ponto 7; e às 21h00, 50% nos pontos 1 e 3.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Para validação dos dados obtidos nos transectos, optou-se por confrontar estes com os obtidos nos pontos fixos (PF) (Gráficos 3 e 4), o que levou à elaboração de um quadro síntese de todas essas informações. Esses pontos foram escolhidos para representar áreas da cidade não contempladas pelos transectos, ambos são bairros populares do Programa Minha Casa, Minha Vida e possuem características urbanísticas de baixo padrão construtivo e baixa densidade de áreas verdes. Vale ressaltar que, por se tratar de uma pesquisa em andamento, todos estes dados deverão compor os mapas térmicos das análises ao final da dissertação.



Gráficos 3 e 4: Dados de temperatura e umidade do ar nos Ponto Fixo 1 e 2, respectivamente, nos dias de coleta.

HORÁRIO	VARIAÇÃO TÉRMICA	MENOR TEMPERATURA (PONTO)	MAIOR TEMPERATURA (PONTO)	VARIAÇÃO HIGROMÉ-TRICA	MAIOR UMIDADE (PONTO)	MENOR UMIDADE (PONTO)
09h00	7 °C	T1 – P1	PF – 2	16%	T1 – P1	PF – 2
15h00	5,1 °C	T1 – P1	PF – 2	15%	T1 – P1	PF – 2
21h00	5,6 °C	T2 – P4	T1 – P7	14%	T2 – P4	PF – 1

Quadro 1: Síntese dos resultados sobre temperatura e umidade relativa do ar em 29/07/2018

4. Considerações Finais

Este ensaio refere-se ao primeiro trabalho de campo realizado em razão da estrutura da dissertação em andamento, com o título provisório de "A influência dos fatores geográficos na

ISBN: 978-85-7282-778-2

estrutura termohigrométrica da cidade de Ituiutaba-MG", no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Estudos Socioambientais – IESA, da Universidade Federal de Goiás – UFG, de forma que alguns aspectos deverão ser modificados. Um exemplo foi a escolha do Parque do Goiabal (Transecto 1, Ponto 1) como parte do transecto, no entanto, nos próximos trabalhos este ponto servirá como referência de vegetação mais próxima do natural na cidade. Ainda, deverão ser acrescidos novos pontos ao percurso do Transecto 1 e coleta de dados em novos pontos fixos.

De toda forma, observou-se grande variação dos elementos analisados, especialmente da temperatura do ar. Assim, evidencia-se a importância da realização de trabalhos de campo ainda nos primeiros meses de pesquisa pois, havendo a necessidade de alterações metodológicas, é possível realiza-las em tempo hábil.

5. Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

6. Referências

AMORIM, M. C. C. T. **O Clima Urbano de Presidente Prudente/SP**. 2000. 322 f. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

_____. Intensidade e forma da ilha de calor urbana em Presidente Prudente/SP: Episódios de Inverno. **Geosul**, UFSC – Florianópolis, v. 20, n. 39, p. 65-82, 2005.

ARAÚJO, A. P. et al. Ensaio Metodológico sobre a utilização de transectos móveis no período diurno em Presidente Prudente - SP. **Revista Formação**, n. 17, v. 1, p. 77-95, 2010.

BRANDÃO, A. M. P. M. **O Clima Urbano da Cidade do Rio de Janeiro.** Departamento de Geografia, FFLCH, USP. Tese de Doutorado. São Paulo, 1996. 362 p.

CASTRO, F. S. **Clima urbano sob o olhar das pequenas cidades:** influência dos fatores geográficos nas variações climáticas em Lagoa Formosa (MG). Dissertação (Mestrado em Geografia). 148 f. Universidade Federal de Goiás, Catalão, 2016.

GOMEZ, A. L. et al. El clima urbano. **Teledetección de la isla de calor em Madrid**. Madrid, MPOT (Ministerio de obras públicas y transportes), 1993.

KREBS, C. J. **Ecological Methodology**. New York: Haper & Row Publishers, 1989.

MARINHA DO BRASIL. Centro de Hidrografia da Marinha. **Cartas Sinóticas**. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/chm/dados-do-smm-cartas-sinoticas/cartas-sinoticas> Acesso em julho de 2018.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades.** Disponível em: < https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/ituiutaba/panorama> Acesso em novembro de 2018.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **Estações e Dados.** Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/inicio.php> Acesso em setembro de 2018.

_____. **Satélites.** Disponível em: < http://www.inmet.gov.br/satelites/?area=0&produto=G12_AS_TN> Acesso em julho de 2018.

MENDES, P.C.; QUEIROZ, A.T. de. Caracterização climática do município de Ituiutaba – MG. In.: PORTUGUEZ, A.P.; MOURA, G.G.; COSTA, R.A. (orgs.) **Geografia do Brasil Central:** enfoques teóricos e particularidades regionais. Uberlândia: Assis Editora, 2011, p. 333-353.

MINAKI, C. **Análise das características termo higrométricas de transectos móveis noturnos em episódios de inverno em Maringá-PR.** Anais XVII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, Campinas, 2017, p. 1622-1633.

MONTEIRO, C. A. de. F. **Teoria e Clima Urbano**. São Paulo: IGEOG/USP, 1976. Série Teses e Monografias, 181 p.

OKE, T. R. **Boundary Layer Climates**. 2 ed. Routledge. New York, p. 435, 1987. Disponível em: <http://bayanbox.ir/view/6693893538424427706/T.-R.-Oke-Boundary-Layer-Climates-Second-Editio-BookFi.org.pdf> Acesso em janeiro de 2017.

SANT'ANNA NETO, J. L. Escalas Geográficas do Clima: mudança, variabilidade e ritmo. IN: AMORIM, M. C. de C. T.; SANT'ANNA NETO, J. L.; MONTEIRO, A. (Orgs.). **Climatologia Urbana e Regional:** questões teóricas e estudos de caso. São Paulo: Outras Expressões, 2013, p. 75-91.

TEOBALDO NETO, A. AMORIM, M. C. de C. T. **Ilha de Calor Urbana e desconforto térmico: uma análise episódica em Cuiabá/MT**. Anais XVII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, Campinas, 2017, p. 1492-1506.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO 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 CHUVA E A EROSIVIDADE NA CIDADE DE GOIÂNIA-GO

Vinícius Martins Batista (a) , Gislaine Cristina Luiz (b)

(a)Instituto de Estudos Sócio ambientais/ Universidade Federal de Goiás, vmb616@gmail.com
(b) Instituto de Estudos Sócio ambientais/ Universidade Federal de Goiás, gislaineluiz@yahoo.com.br

Eixo 1: A climatologia no contexto dos estudos da paisagem e sócio ambientais

Resumo/

Este trabalho desenvolve uma análise parcial de coleta de dados pluviométricos referentes ao munícipio de Goiânia, organizados em planilha *Excel* que foram armazenados em pluviógrafos IrriPlus através de um sistema *In Situ*, onde seriam descompactados através de um software específico dentro de microcomputador que possa ser utilizado durante as atividades de de campo, sendo estes dados dentro de uma escala dos totais dos eventos dentro de trinta minutos (I30), além de prezar a relevância para a compreensão do solo da região para que os fatores decorrente da erosividade possam ser identificados dentro do município e como possam influenciar na dinâmica da região.

Palavras chave: Precipitação, Erosividadede, Pluviógrafo

1. Introdução

O solo onde hoje cobre boa parte da superfície terrestre sendo um dos elementos, formados por milhares de anos por processos de intemperísmo, utilizado pelo homem para suprir as necessidades sócio econômicas e para a ocupação dentro do seu espaço, se mantendo em equilíbrio, dentro dos processos pedogenéticos e morfogenéticos, derivados de processos erosivos, responsáveis para a formação e transformação do rigolito, tendo uma dinâmica ambiental importante, possuindo uma grande responsabilidade de sustentar a vida, reconhece

Leite (1994). Contudo, dentro dos processos morfogenéticos, a erosiviade que se expressa através do potencial energético das chuvas, dentro de um recorte temporal de trinta minutos (I30) dentro da erodibilidade dos solos. Para o cálculo para este conceito, Wischmeir & Smith (1958) usam ás variáveis dentro do produto da energia cinética dentro dos valores I30, com impacto das gotas ao atingirem o solo, transporte de material e fluxo determinando o total da erosão hídrica. Segundo Casseti (1983) o parâmetro entre o total da chuva e a quantidade de perda de solo não são proporcionais, levando em conta que pelo mínimo de precipitação em uma região pode acarretar em uma grande movimentação de agregado de partículas de um rigolito, proporcionando fatores como erosão pluvial linear, possivelmente o escoamento e outros fatores que possam capacitar a degradação ambiental envolvendo desde a enchentes até inundações. Porém dentro das regiões tropicais, a situação não se assemelha como as demais regiões, tendo que Lal (1976), não levando em conta o grau da energia gerada do potencial, obtendo um nível mais elevado da porção tropical dentro da pluviometria da região, tendo uma taxa maior, além de Hudson (1965) que completa que, na região metropolitana de São Paulo, onde o grau de escoamento é elevado devido ao total de pluviosidade em um pequeno espaço de tempo gera uma taxa estrondosa de erosividade. Casseti (1983) também concorda que, por parte do tipo de solo, sendo ela por cultura, mata e pastagem, a característica do solo influência no tipo de escoamento tendo em vista que por parte de um solo desprovido de vegetação natural como uma cultura, tendo como solo exposto, o fator potencial de erosividade será elevado, a portanto de remover uma maior quantidade de partículas, além de que na pastagem ainda existe um grande deslocamento de partículas do rigolito.

2. Materiais e Métodos

Para a realização deste foram analisados dados referentes ao eventos pluviométricos a partir da instalação de Pluviógrafos da marca Irriplus, situados em três locais no município de Goiânia, contemplando a porção Norte da cidade no bairro Jardim Curitíba; porção Sul, setor Serrinha; e terceiro situado no Município de Senador Canedo, no bairro Parque Alvorada. na porção a Leste nas em Goiânia na saída para Inhumas de Goiânia (Lp3, Lp4, Lp5),

correspondente ao ano de 2016. As informações foram coletadas entre os meses de novembro a dezembro no ano de 2016. Os dados foram organizados de forma a obter intensidades (I) 30 minutos. Dentro dessa escala, em trinta minutos (I30) e da erosividade do solo, com processos erosivos dentro da região metropolitana, tendo como força do impacto das chuvas, com a expressão potencial, afirma Wischmeier & Smith (1958). Com este fato, pode se observar o total de perda de solo, o efetivo do processo erosivo do transporte e deposição de partículas dentro do escoamento superficial pluvial na região, que tal análise irá abranger no trabalho final, a confeção de mapas entender a expressão do relevo da região, dentro de zonas mais altas a mais baixa e se há um padrão dentro do seu relevo que possa favorecer ou não tal escoamento e a erosividade.

3. Resultados e Discurssões

Com a elaboração do gráfico (Tabela 1), demonstra os totais dentro do I30 os valores de precipitação dentro da escala temporal de 11/10/2016 a 11/11/2016. Com esses dados parciais, mostra os dias que não houveram captação/precipitação nas localidades onde os pluviógrafos estão instalados (*), e os dias em que houve chuva com os dados em questão. Dentro destes eventos, houve um evento específico, no Jardim Curitíba com um balanço de 40,662 mm em questão do dia 22/10/2016, mesmo não atingindo dentro do padrão do referencial estudado para a elaboração deste trabalho, contudo pode ser considerado como um evento extremo para um único dia de precipitação dentro do município, acarretando em uma série de problema dentro da região urbana, onde que este total possa influenciar e alterar o meio dentro de um espaço de tempo, criando transtorno para a dinâmica do ambiente e do meio sócio espacial como o congestionamento, inundações e dentre outros problemas para o meio físico da cidade. Acrescentado dentre outros dados presente na tabela (Tabela 1), durante dias que foram captados dados foram registrados dias com chuvas bem baixas, sendo estes dias 03/11/2016 e 06/11/2016, onde que foram computados pelo pluviógrafo com o valor de 0,333 mm. Todavia, no dia 03/11/2016, a precipitação computada foi no setor do Parque Alvorada (Lp3), enquanto nas demais regiões no dia em questão consta-se um total de 0,666 mm (Lp4 e

Lp5), que por assim dizer mostra que a dinâmica entre as áreas tende a ter uma variação no total pluviométrico pelas suas localidades e padrões de erosividade serão diferenciados pelo transporte de materiais pela escala I30.

Pluviometria em Goiânia: Intensidades (I30)			
Dia/Mês/Ano	Lp3 (Parque Alvorada)	Lp4 (Jardim Curitiba)	Lp5(Setor Serrinha)
11/10/2016	*	2,664	5
12/10/2016	*	*	*
13/10/2016	*	*	2,331
14/10/2016	*	*	*
15/10/2016	*	*	*
16/10/2016	*	*	*
17/10/2016	*	*	*
18/10/2016	*	5,328	12
19/10/2016	*	2	1,332
20/10/2016	6,66	1,665	7,659
21/10/2016	*	*	*
22/10/2016	0,999	40,662	*
23/10/2016	*	*	*
24/10/2016	*	*	*
25/10/2016	*	*	*
26/10/2016	*	*	*
27/10/2016	*	*	*
28/10/2016	*	*	*
29/10/2016	*	*	*
30/10/2016	13,653	13,653	*
31/10/2016	*	*	*
01/11/2016	0,999	1,332	1,332
02/11/2016	*	0,666	0,666
03/11/2016	0,333	0,666	0,666
04/11/2016	*	0,666	0,333
05/11/2016	*	*	*
06/11/2016	0,333	0,333	0,333
07/11/2016	*	*	*
08/11/2016	*	*	*
09/11/2016	*	*	*
10/11/2016	*	*	*
11/11/2016	1,665	1,665	1,665

Tabela 1: Planilha *Excel* dos totais pluviométricos em I30 do município de Goiânia. Autor: Próprio Elaborador, 2018

4. Considerações Finais

Com a obtenção e refinamento dos dados, nota-se a importância das atividades de campo para a coleta de dados nos aparelhos dos pluviógrafos, para que o estudo da dinâmica da atmosfera, dentro de um ambiente urbano no município de Goiânia que possui estações climáticas bem definidas, por assim dizer existe variação pluviométrica dentro dos pontos trabalhados espalhados ao redor do município, sendo de extrema relevância para pesquisas dentro do contexto socioespacial e de suas intereçaões com o meio fisico da cidade.

5. Referências Bibliográficas

AYOADE, JOHNSON OLANIYI. Introdução à climatologia para os trópicos. Difel, 1986

LUIZ, Gislaine Cristina. Influência da relação solo-atmosfera no comportamento hidromecânico de solos tropicais não saturados: estudo de caso– Município de Goiânia-GO. 2012.

NETO, João Lima Sant'Anna; ZAVATINI, João Afonso. Variabilidade e mudanças climáticas implicações ambientais e socioeconômicas.

EDUEM, 2000 CASSETI, Valter. Algumas considerações a respeito dos fenômenos pluvio-erosivos em GoiâniaGoiás. 1983

SILVA, Marx Leandro Naves et al, Índices de erosividade das chuvas na região de Goiânia, GO. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.32, n. 10, p. 997-985, 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

ALTERNÂNCIA DOS SISTEMAS ATMOSFÉRICOS NO PERÍODO PROPÍCIO À OCORRÊNCIA DE DENGUE EM PORTO ALEGRE (RS) NOS VERÕES DOS ANOS DE 2014 E 2016

Bianca Marques Maio [(a)], Erika Collischonn [(b)], Cássio Arthur Wollmann [(c)]

[(a)] Doutoranda, Programa de Pós Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Maria, biankamaio@hotmail.com

[(b)] Docente, Programa de Pós Graduação em Geografia, Universidade Federal de Pelotas, ecollischonn@gmail.com

[(c)] Docente, Programa de Pós Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Maria, cassio_geo@yahoo.com.br

Eixo: Climatologia no Contexto dos Estudos da Paisagem e Socioambientais

Resumo

Utilizando a concepção do ritmo climático e da sucessão do tempo (Monteiro, 1963, 1969, 1971), realizou-se uma análise dos dados diários de temperatura e precipitação visando decifrar a variabilidade dos elementos meteorológicos a partir da ação mais ou menos duradoura dos diferentes sistemas atmosféricos. Essa análise foi justaposta com os casos semanais de dengue para o período de dezembro a abril dos anos de 2014 e 2016. O recorte espacial escolhido possui diferente distribuição em relação aos sistemas atmosféricos, bem como os casos de dengue e o potencial climático para a proliferação do mosquito. O intuito de mostrar a análise em relação aos sistemas atmosféricos e os casos de dengue para os dois períodos (2013/2014 e 2015/2016) foi para verificar que; temperaturas extramamentes altas, como foi o caso do primeiro período (2013/2014), e a forte atuação dos sistemas intertropicais não se configuram em "ambiente ideal" a proliferação do mosquito, principalmente, quando se tem distribuição de precipitação abaixo da média. A influência da variabilida climática global (El Niño) tem notória contribuição para o aumento das médias de precipitação em relação ao período 2015/2016 e as temperaturas aquecidas típicas do verão gaúcho contribuiram bastante para a formação e a manutenção de um ambiente propicio a proliferação do mosquito,

Palavras chave: Cima, Dengue, Porto Alegre, Sistemas Atmosféricos

1. Introdução

O clima afeta direta e indiretamente tanto o vírus quanto o vetor da dengue. A influência direta mais analisada relaciona-se aos elementos temperatura e precipitação. A temperatura induz as taxas de reprodução e crescimento do vetor, assim como seu comportamento e sobrevivência e, ainda, controla a replicação viral interna ao mosquito. A variabilidade da precipitação controla a disponibilidade de habitat para as larvas e pupas do mosquito. Como alta temperatura também indica alta taxa de evaporação, ela também é um controle chave na disponibilidade de habitat para a reprodução do vetor. Incidência de dengue tem sido associada com índices de vegetação, cobertura arbórea, qualidade da habitação e cobertura de solo do entorno. Portanto, também indiretamente, precipitação, temperatura e umidade contribuem promover ou impedir o aumento da população vetorial (Morin, Comrie, Ernst , 2013, p.1264).

Porto Alegre, pela sua posição subtropical, apresenta um período do ano que propicia o desenvolvimento do vetor da dengue e outro que, na condição natural, não o favorece quando as temperaturas médias ficam inferiores a 20°C. Mas nem todos os anos são iguais quanto a distribuição da temperatura e precipitação. Em alguns anos chove mais e as temperaturas já são mais altas na primavera; noutros anos, os meses de verão são mais secos e frescos, e ainda em outros anos o início do outono é chuvoso e quente.

Assim, utilizando a concepção do ritmo climático e da sucessão do tempo (Monteiro, 1963, 1969, 1971), realizou-se uma análise dos dados diários de temperatura e precipitação visando decifrar a variabilidade dos elementos meteorológicos a partir da ação mais ou menos duradoura dos diferentes sistemas atmosféricos. Essa análise foi justaposta com os casos semanais de dengue para o período de dezembro a abril dos anos de 2014 e 2016. O recorte espacial escolhido possui diferente distribuição em relação aos sistemas atmosféricos, bem como os casos de dengue e o potencial climático para a proliferação do mosquito.

ISBN: 978-85-7282-778-2

1.1. Fundamentação teórica

Monteiro (1969) denomina o ritmo climático como sendo a essência geográfica do clima, pois procura tratar dos processos interativos entre a atmosfera com o restante do espaço geográfico (GALVANI, 2003). Assim, nesta perspectiva faz-se, uma análise temporal da série histórica de dados para escolha de "anos-padrão" que representam os diferentes graus de proximidade do ritmo habitual, ao lado daqueles afetados por irregularidades na circulação atmosférica decorrente dos diferentes graus de distorções gerados pelas variações e desvios do ritmo climático, considerados extremos climáticos, que promovem desastres e impactos no território.

Além do ritmo, outro conceito citado neste trabalho é o de sucessão, que contém as ideias de encadeamento, de duração, de presença-ausência de tipos de tempo, ou seja, a essência do ritmo. A sucessão dos tipos de tempo se manifesta segundo os mecanismos da circulação atmosférica regional. Relacionadas à circulação atmosférica estão às massas de ar, cuja importância se justifica pelas características que elas apresentam nas "qualidades" dos tipos de tempo. As massas de ar se particularizam por apresentarem características próprias de temperatura, pressão e umidade relativa.

A dinâmica de cada massa de ar é consequência da "energia" que a particulariza. O desencadeamento ou o deslocamento de um sistema atmosférico provoca modificação nos atributos do tempo como a chuva, o vento, a visibilidade, a tipologia das nuvens, os nevoeiros, etc (BORSATO, 2016). Nesta parte é fundamental compreender os tipos de tempo que se sucedem na área de estudo, reunidos em três grandes famílias, associadas aos dois grandes grupos de sistemas Sartori (2016), em estudos realizados em Santa Maria, conseguiu identificar quinze tipos de tempo atmosféricos que influenciam a fachada atlântica da América do Sul. São eles: 1. Sistemas extratropicais, com seus mecanismos frontais, instabilizadores do tempo (FPA), e seus domínios anticiclonais polares de ações estabilizadoras (MPA). 2. Sistemas intertropicais, com seus domínios tropicais marítimos (MTA) estabilizadores do tempo e suas

ISBN: 978-85-7282-778-2

correntes tropicais continentais (MTC) com fluxos de oeste e noroeste, responsáveis por fortes aquecimentos pré-frontais instablizadores do tempo, antes de passagens frontais (Sartori, 2016, p.51).

Por não existir uma terminologia climatológica consagrada nacionalmente, Sartori (2016, p. 52-70) definiu uma nomenclatura própria para cada tipo de tempo, segundo três grandes famílias: 1 Tempos anticiclonais polares: Tempo anticiclonal polar típico, Tempo anticiclônico polar marítimo, Tempo anticiclônico polar pós-frontal, tempo anticiclônico polar continental, tempo anticiclônico polar em tropicalização, tempo anticiclonal aquecido. 2. Tempos associados a sistemas intertropicais: anticiclônico tropical marítimo, anticiclônico tropical continentalizado, tempo depressionário continental. 3. Tempos associados a correntes perturbadas: Tempo frontal de sudoeste de ação moderada, tempo frontal de sudoeste de fraca atuação, Tempo frontal estacionário, Tempo frontal de nordeste, Tempo frontal ciclonal de ação direta, Tempo frontal ciclonal de ação indireta.

Procurar entender o encadeamento desses tipos de tempo (propostos por Sartori, 2016) que favorecem a dengue é de fundamental importância, pois, contribui na identificação das potencialidades térmicas encontradas no qual causa a permanência do ambiente térmico ideal para a proliferação do mosquito.

2. Materias e Métodos

Para identificar os sistemas atmosféricos atuantes a cada dia, utilizamos metodologia descrita por Borsato (2006), que utiliza como referência as cartas sinóticas das 12HMG obtidas no site da Marinha do Brasil (https://www.mar.mil.br) e as imagens do canal IR do Satélite GOES tratadas em tons de cinza, obtidas no sítio do Instituto de Pesquisas Espaciais na Internet (http//www.inpe.com.br). Ainda que possam ter ocorrido dois tipos de tempo num dia, foi contabilizado o predominante no dia. Para facilitar a identificação, os dados foram organizados em planilhas de cálculo, nas quais também foram elaborados gráficos próprios para a análise,

que vinculam os elementos do tempo à dinâmica dos sistemas atmosféricos, os chamados gráficos de análise rítmica.

Os dados diários (temperatura e precipitação) registrados na estação meteorológica WMO-83967 (Porto Alegre) foram obtidos no Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP) do INMET. Os dados foram processados no software Microsoft Office Excel 2013®. A potencialidade do clima foi obtida conforme a proposição metodológica do SACDENGUE/UFPR. Esta metodologia permite compreender a distribuição temporal de condições propícias ao vetor, ou não. Foram consideradas condições climáticas de alto risco (predominância das faixas de temperatura entre 22 e 30°C, precipitação entre 10 e 20mm), médio risco (predominância entre 20 a 22°C e 30 e 32°C, precipitação entre 20 e 30 mm), baixo risco (entre 18 e 20°C e 32 a 34°C, precipitação superior a 30mm) e consideradas fora da zona favorável a reprodução do agente transmissor as temperaturas abaixo de 18°C e acima de 34°C e de precipitação contínua ou inexistente.

O Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos CPTEC/INPE, monitora diariamente a chegada de jatos de baixos níveis (JBN) a algumas cidades brasileiras, dentre as quais Porto Alegre/RS. Estes jatos, denominados didaticamente “Rios Voadores” pelos pesquisadores do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), transportam umidade da Amazônia para o sul do Brasil, o que pode contribuir para a ocorrência de ciclones mais intensos, bem como para uma maior frequência desses sistemas. Essa umidade, com maior frequência, se transforma em precipitação. O indicativo da presença deste monitoramento diário foi registrado no gráfico de análise rítmica.

Os dados confirmados de dengue foram obtidos junto aos boletins epidemiológicos da Vigilância Sanitária da Secretaria de Saúde de Porto Alegre já disponibilizados pelo espaço temporal ‘semana epidemiológica’. O ritmo climático local contribui somente para a ocorrência dos casos autóctones, mesmo assim, os casos importados também foram incorporados a análise,

ISBN: 978-85-7282-778-2

considerando que, normalmente, os primeiros casos de dengue em Porto Alegre são os importados.

3. Resultados e Discuções

O mês de dezembro do ano de 2013 foi atipicamente mais aquecido, os sistemas intetropicais aturam fortemente (68% de participação da Massa Tropical Atlântica) com registro ininterrupto do dia 11 ao dia 26, as médias das temperaturas máximas e minímas ficaram acima da Normal Climatológica de 1981-2010. O tipo de tempo predominante foi o tempo depressionário continental, segundo SARTORI (2016, p. 61) esse tipo de tempo apresenta temperaturas máximas quase sempre superiores a 35°C, presão atmosférica baixa, baixa umidade relativa e ventos no quadrante oeste de intensidade variável. É um tipo de tempo nada tipico para essa época do ano na região do Rio Grande do Sul.

Tal fato, contribuiu para deixar a potencialidade climática no desenvolvimento do mosquito fora do limite ótimo e não foram registrados casos de dengue (importados ou autoctones). Os meses de janeiro e fevereiro também caracterizaram- se pela maior atuação da Massa Tropical Atlântica e as temperaturas máximas e minímas ficaram acima da Normal Climatológica de 1981-2010. Até a primeira quinzena de fevereiro não teve predominancia no potecial climático na categoria ótimo e foram registrados, apenas, em duas semanas epdemiológicas (casos de dengue importado).

Nos meses de março e abril o predominio do sistema atmosférico mudou, os sistemas extratropicais voltaram a atuar com maior frequência, principalmente em relação aos sistemas frontais. As temperaturas máximas tiveram maior permanência no limite ótimo em praticamente todo o mês de março até a primeira quinzena de abril, isso se deve a maior participação dos sistemas extratropicais em relação aos meses anteriores. A precipitação nos meses de março e abril ficaram abixo da Normal Climatológica de 1981-2010. As notificações dos casos de dengue mais notórias ocorreram no mês de abril e na sua maioria foram casos importados, (figura 1).

ISBN: 978-85-7282-778-2

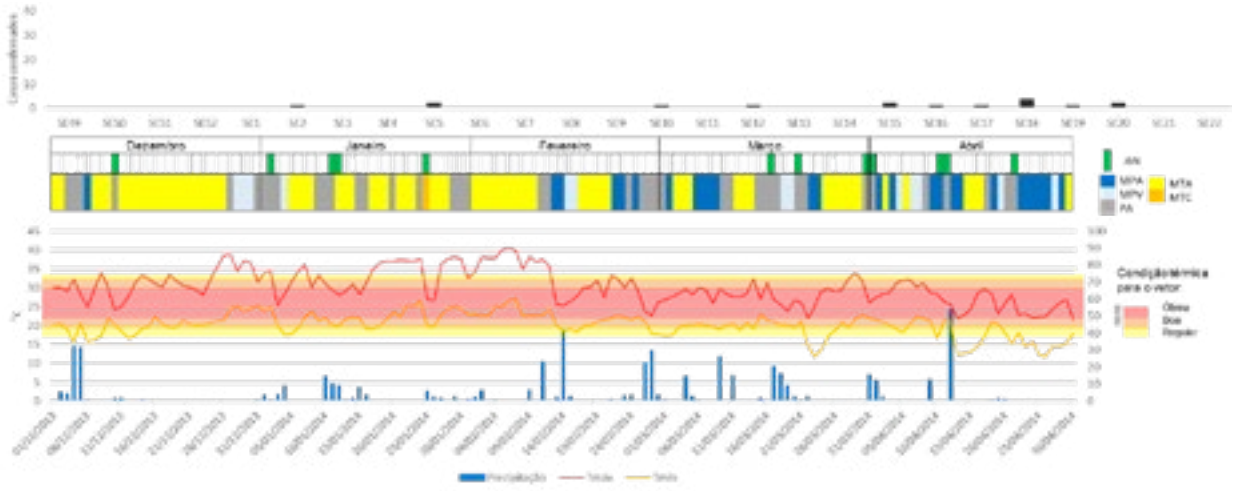


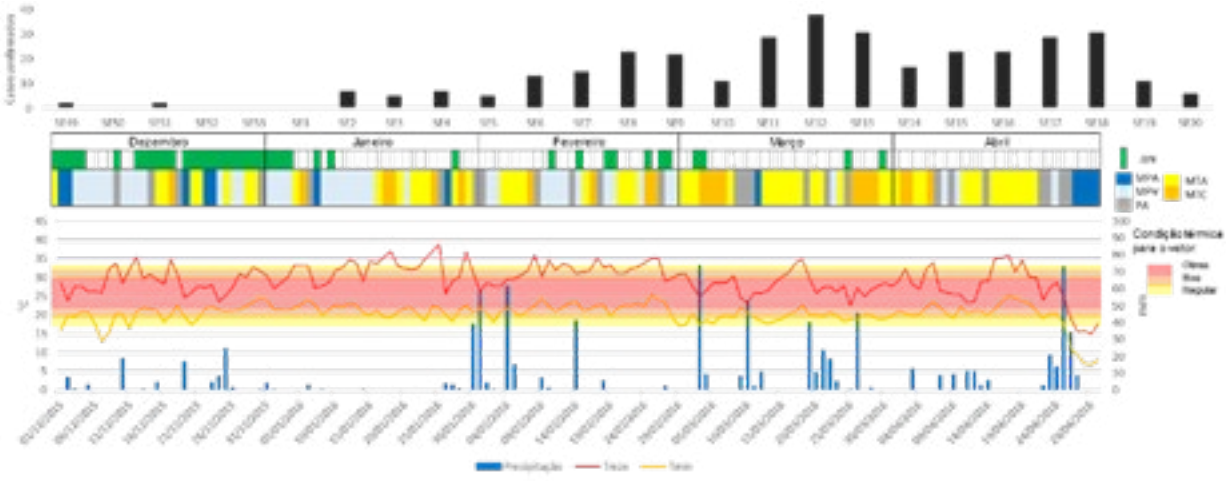
Figura 1- Distribuição das massas de ar, casos de dengue, temperatura e precipitação no período de dezembro de 2013 a abril de 2014 em Porto Alegre/RS.

No segundo período de análise (dezembro de 2015 a abril de 2016) o mês de dezembro começou frio, embora as médias de temperaturas máximas e minimas tenham ficado levemente acima das médias da Normal Climatológica de 1981-2010, foi registrado também a predominância dos sistemas extratropicais, principalmente a atuação da Massa Polar Velha que originou o tipo de tempo anticiclonal aquecido, a média de distribuição da precipitação ficou acima da Normal Climatológica de 1981-2010, nota- se nesse período a atuação de um forte El Niño (NOAA, 2016; IRI 2017). A resposta a essa variabilidade global do clima, no sul do Brasil se manifesta principalmente no padrão de distribuição da precipitação. Em anos de El Niño forte chove bem mais que a média de setembro até o final do verão. Foram registrados casos de dengue importado ainda no mes de dezembro e as temperaturas minimas tiveram boa parte do mês fora do limite ótimo para o desenvolvimente do mosquito.

Os meses de janeiro e fevereiro foram bem aquecidos, porém, nem tanto quanto ao mesmo mês no período anterior, foi registrado a atuação da Massa Tropical Continental mas a maior parte do mês foi registrada a atuação dos sistemas extratropicais (maior atuação, Massa Polar Velha) as médias das temperaturas e precipitação também ficaram acima das médias da

Normal Climatológica de 1981-2010. As temeperaturas minímas permaneceram mais tempo no limite ótimo do que a temperatura máxima, tanto no mês de janeiro e fevereiro. Os casos de dengue autóctones começaram já em janeiro, a partir da SE 2, e tiveram picos de notificações nas SE 5, 7, 11, 16, os tipos de tempo que sucedeu foi alternado entre o Anticiclônico Tropical Marítimo e o Anticiclônico Continental, esse último sofreu os efeitos do aquecimento continental ao se interiorizar, tornando-se menos úmida. Isso acontece quando o setor oeste do Anticiclone Tropical Atlântico avança sobre o território brasileiro, originalmente marítima, a comportasse como continental, o que antecede o avanço da Massa Tropical Continental.

Outro fator que se leva em consideração é em relação a maior quantidade de chuva nesse período devido a influência da anomalia (El Niño), as quais favorecem um cenário ideal para a proliferação e ação do vetor, que nessas condições pode evoluir de ovo ao estágio adulto em até 05 dias. A maioria dos casos de dengue deste período ocorreu, justamente nos meses de março e abril, tanto pelo vírus autóctone que se disseminou, quanto pela reintrodução do vírus por pessoas que passaram suas férias fora da cidade, considerando sempre o período necessário ao ciclo de desenvolvimento do mosquito (em média de 10 a 12 dias). Como pode ser avaliada na análise semanal de Porto Alegre para esse mesmo período, a queda das temperaturas ocorrida no final do mês de abril (SE 17) propiciou a diminuição drástica dos casos de dengue no município, uma semanas depois, (Figura 2)



. Figura 2- Distribuição das massas de ar, casos de dengue, temperatura e precipitação no período de dezembro de 2015 a abril de 2016 em Porto Alegre/RS.

4. Considerações Finais

O intuito de mostrar a análise em relação aos sistemas atmosféricos e os casos de dengue para os dois períodos (2013/2014 e 2015/2016) foi para verificar que; temperaturas extramamentes altas, como foi o caso do primeiro período (2013/2014), e a forte atuação dos sistemas intertropicais não se configuram em "ambiente ideal" a proliferação do mosquito, principalmente, quando se tem distribuição de precipitação abaixo da média. A influência da variabilida climática global (El Niño) tem notória contribuição para o aumento das médias de precipitação em relação ao período 2015/2016 e as temperaturas aquecidas típicas do verão gaúcho contribuiram bastante para a formação e a manutenção de um ambiente propicio a proliferação do mosquito, vale ressaltar que antes do surgimento de casos autocetones são registrados casos importados.

Na perspectiva de avaliar se há um padrão na relação clima e dengue em Porto Alegre, na continuidade do trabalho está se estendendo o estudo ao período de uma década (2010-2019), considerando sempre o mesmo período – de dezembro do ano até abril do ano seguinte, porque neste intervalo, houve anos com poucos casos de dengue, outros com maior número de casos. Assim, será possivel afirmar com mais convição o efeito da participação das massas de ar e tipos de tempo, ou do potencial climático na distribuição da doença. Da mesma forma, outros elementos precisam ser acrescentados nesta análise temporal, como: a reintrodução do vírus, as campanhas e ações do poder público, dentre outros.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado inicialmente com apoio do projeto de pesquisa "Clima e dengue nas cidades brasileiras (Processo CNPq 404204/2013-9 – I) e está tendo continuidade graças ao Programa

Nacional de Cooperação Acadêmica da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES/Brasil - Nº Processo: 88881.068465/2014/01 - Projeto nº 071/2013 CAPES/PROCAD.

Referências Bibliográficas

BORSATO, V. A. Os impactos no comportamento hidrológico da bacia do Alto Rio Paraná decorrentes das oscilações climáticas e do aproveitamento do potencial hidroelétrico. 2006. Tese (Doutorado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2006

GALVANI. E; AZEVEDO, T. R. A frente polar atlântica e as características de tempo associadas: estudo de caso. X Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, Rio de Janeiro, 11 a 16 de novembro, 2003.

INMET- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Bdmet- dados históricos. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/>.

INPE/CPTEC (2018) Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais . Dados de satélite. Disponível em :http://www.inpe.org.br http://meioambiente.cptec.inpe.br/rv/ Acesso em : março de 2018.

MONTEIRO, C. A. F. A frente polar atlântica e as chuvas de inverno na fachada sul-oriental do Brasil – contribuição metodológica à análise rítmica dos tipos de tempo no Brasil. 1. ed. São Paulo: Instituo de Geografia/USP, 1969. 69p. (Série Teses e Monografias, 1).

MONTEIRO, C. A. F. O clima da região Sul. In: CATALDO, D. M. (Org.). Geografia do Brasil, Grande Região Sul. Rio de Janeiro: IBGE, 1963. p. 117-169.

MONTEIRO, C. A. F. Sobre um índice de participação das massas de ar e suas possibilidades de aplicação à classificação climática. Revista Geografia, Rio de Janeiro, s/v, n. 61, p. 59-69, ago./dez. 1964.

MONTEIRO, C.A. F. Análise rítmica em climatologia – problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho. Revista IGUSP. São Paulo. [s./v.], [s./n.], p. 1-21, 1971.

MORIN, C. W.; COMRIE, A. C, ERNST; K. C. Climate and dengue transmission: evidence and implications. Environ Health Perspective 121, 2013, p.1264–1272; http://dx.doi.org/10.1289/ehp.1306556

NOAA/ National Centers for Environmental Information. Equatorial Pacific Sea Surface Temperatures, 2017. Disponível em< https://www.ncdc.noaa.gov/teleconnections/enso/indicators/sst.php>

PMPA/SMS/ BOLETIIM SEMANAL CGVS. **Dados dengue, zika, chikungunya 2016 - se 01 a se 52**. Disponível em: <http://www.ondeestaoaedes.com.br/default.php?reg=23&p_secao=41>.

PEREIRA, Heloisa R.; REBOITA, Michelle S.; AMBRIZZI, Tércio. Características da Atmosfera na Primavera Austral durante o El Niño de 2015/2016. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 32, n. 2, p. 293-310, 2017.

ISBN: 978-85-7282-778-2

SARTORI, M. G. B. Freqüência sazonário da participação dos sistemas atmosféricos em 1973, na região de Santa Maria, RS. Ciência e Natura, n. 2, p. 41-53, 1980.

SARTORI, M. G. B. O vento Norte. Santa Maria: s.n., 2016. 256 p.

ISBN: 978-85-7282-778-2

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

ANÁLISE CLIMATOLÓGICA COMPARATIVA ENTRE AS CIDADES DE CAICÓ-RN E LAGOA NOVA-RN

Aline da Silva Cardozo [1], Iana Raquel Dantas de Oliveira[2], Tuana Raquel de Medeiros Aprígio[3], Rebecca Luna Lucena[4]

[1] Discente da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Alinescardozo15@outlook.com;
[2] Discente da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Iana.raquel@hotmail.com;
[3] Discente da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, tuanamedeiros.geo@gmail.com;
[4] Docente da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, rebeccaosvaldo@yahoo.com.br;

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Apesar da região Nordeste do Brasil ser classificada sobre uma definição generalizada como seca e quente, a mesma apresenta aspectos heterogêneos tanto no que diz respeito ao clima como outros aspectos da paisagem. E apesar de definir o Nordeste como uma região predominantemente seca e com uma vegetação majoritariamente xérica, o que não está errado, por vezes ela conota uma visão empobrecida no que corresponde aos aspectos climáticos e biogeográficos da região, pois quando analisa-se as características climáticas da região como um todo, identificam-se condições distintas que agem por toda a área. É sobre essa perspectiva que o presente trabalho propõe uma análise comparativa de dois pontos da região semiárida do Nordeste (municípios de Caicó e Lagoa Nova), de forma a abordar as distintas condições climáticas encontradas nelas, ambas localizadas na microrregião do Seridó do estado do Rio Grande do Norte.

Palavras chave: Semiárido, Clima, altitude

1.Introdução

O Nordeste brasileiro possui uma vasta extensão territorial e uma das mais complexas condições climáticas, situação resultante principalmente da sua posição geográfica, que faz com que sofra influência de diversos sistemas atmosféricos atuantes.

Segundo Molion e Bernardo (2002), há mecanismos dinâmicos que produzem chuvas no Nordeste Brasileiro (NEB), podendo ser classificados em mecanismos de grande escala, destacando-se a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), onde todo o NEB está sob sua influência; os de mesoescala, considerando fatores como maritimidade e os complexos convectivos; e por fim os de microescala, podendo-se destacar a circulação orográfica, esse fator tem papel importante na distribuição de precipitação anual (DINIZ; PEREIRA, 2015). Dentre outros aspectos de grande influência no clima do Nordeste, destaca-se o Planalto da

Borborema. Essa formação geológica, devido sua altitude, age como barreira impedindo o avanço de grande parte da umidade vinda do oceano ao interior dos estados nordestinos. Desse modo, o presente trabalho propõe uma análise comparativa de dois pontos da região semiárida do Nordeste, municípios de Caicó e Lagoa Nova, sendo um o primeiro localizado na depressão (161m) e o segundo numa área elevada (700m), de forma a abordar as distintas condições climáticas encontradas nelas.

2. Matérias e métodos

Para compreender melhor essa heterogeneidade na paisagem e entender como o clima comporta sobre a região, foi realizada uma análise climática de dois pontos no estado do Rio Grande do Norte, sendo eles nos municípios de Caicó, a 160 metros de altitude, e Lagoa Nova, a 700 metros de altitude. Caicó se encontra na unidade morfoestrutural da Depressão Sertaneja, onde se trata de extensas superfícies aplainadas apresentando uma monotonia do relevo rebaixado que é quebrada pela ocorrência de elevações isoladas. Já a cidade de Lagoa Nova, há aproximadamente 115km de Caicó, se encontra numa chapada, atingindo uma altitude média de pelo menos 500 metros de altitude em relação a suas áreas circundantes.

Para análise, foram consideradas as variáveis temperatura do ar e umidade relativa do ar. Os dados considerados foram coletados $24/d^{-1}$ no período de Outubro do ano de 2018, que é considerado um dos meses mais quentes e secos do ano em ambos os municípios. Os dados analisados através de técnicas estatísticas de tendência central e dispersão foram processados no Microsoft Excel 2010 e, posteriormente, foram utilizadas duas fórmulas idealizadas por Thorm, o Índice de Desconforto Humano (ID) (MATZARAKIS; MAYER, 1991) e o Índice de Temperatura-umidade (ITU) que mede o desconforto animal (JUNIOR *et al*, 2006).

3. Resultados e Discussões

A partir dos resultados obtidos, o primeiro fator a ser observado com relação às duas localidades foram as condições de temperatura. Na cidade de Lagoa Nova registrou-se uma temperatura média de 24°C, enquanto que na cidade de Caicó, nesse mesmo período, a

ISBN: 978-85-7282-778-2

temperatura média é de 32°C. Uma das causas para que haja esse declínio da temperatura em Lagoa Nova é devido principalmente a sua altitude que está há aproximadamente 700m acima do nível do mar, evidenciando a importância da altitude na amenidade térmica no semiárido.

Tabela I: Dados climatológicos de Lagoa Nova para o mês de Outubro.

LAGOA NOVA

TEMPERATURA (°C)		UMIDADE RELATIVA (%)	
Média	24	Média	67
Valor máximo	35,7	Valor máximo	96
Valor mínimo	17,6	Valor mínimo	25
Desvio padrão	5,08	Desvio padrão	21,04
CV	59	CV	190
Amplitude	18,1	Amplitude	40
V.Maior.Q 40	0	V.Maior.Q 70	276
V.Maior.Q 35	3	V.Maior.Q 90	76
V.Menor.Q 20	126	V.Menor.Q 30	4
V.Menor.Q 17	0	V.Menor.Q 20	0
ITU - DESCONFORTO ANIMAL	73	ID - INDICE DE DESCONFORTO HUMANO	22

Tabela II: Dados climatológicos de Caicó para o mês de Outubro.

CAICÓ

TEMPERATURA (°C)		UMIDADE RELATIVA (%)	
Média	32	Média	43
Valor máximo	39	Valor máximo	24
Valor mínimo	27	Valor mínimo	19
Desvio padrão	3,79	Desvio padrão	12
CV	13	CV	90
Amplitude	11,6	Amplitude	5,69
V.Maior.Q 40	0	V.Maior.Q 70	0
V.Maior.Q 35	31	V.Maior.Q 90	0
V.Menor.Q 20	0	V.Menor.Q 30	25
V.Menor.Q 17	0	V.Menor.Q 20	1
ITU - DESCONFORTO ANIMAL	79	ID. INDICE DE DESCONFORTO HUMANO	26

ISBN: 978-85-7282-778-2

A altitude é um dos fatores mais decisivos sobre as características do clima, para Diniz e Pereira (2015) "os principais planaltos do Rio Grande do Norte, apesar de sua modesta altitude, têm papel decisivo no aumento ou diminuição nos totais pluviométricos do estado".

Prosseguindo com a análise dos dados, observa-se que o valor mínimo encontrado na cidade de Caicó, 27°C, se iguala ao valor médio de Lagoa nova, porém se encontra muito superior ao valor mínimo do município, que é de 17°C, onde observa-se que temperaturas abaixo dos 20°C ocorreram mais de 120 vezes no período analisado. Já, o valor máximo de Lagoa Nova foi de 35°C, porém pode-se inferir como eventos raros, pois só ocorreu três vezes, já na cidade de Caicó esses valores aparecem com uma frequência maior, apontando como valor máximo 39°C. Tais resultados também são influenciados pela altitude, devido ao gradiente vertical de temperatura (RAMASWAMY *et al*, 2017). Observou-se também que as variáveis de Temperatura e Umidade Relativa são inversamente proporcionais, pois o município de Caicó que possui temperatura média mais elevada (32°C) teve uma umidade média de 43% e Lagoa Nova que possui as temperaturas mais baixas (24°C), apresentou uma umidade média de 67%. Cabe destacar que Caicó não apresentou valores maiores que 70%.

Ao analisar o coeficiente de variação para os dois locais observa-se que os dados para o município de Caicó se apresentam homogêneos, indicando que os altos índices de temperatura são regulares, já para o município de Lagoa Nova os dados se apresentam mais heterogêneos, indicando uma maior oscilação dessa temperatura.

Para entender a influência direta das condições higrotérmicas na vida dos seres vivos, foram aplicados os Índice de Desconforto Humano (ID) e o Índice de Temperatura-Umidade (ITU), para animal. A partir dos resultados de ID observamos que o valor médio de 22 para Lagoa Nova, indicando que existe pouco desconforto devido ao calor, e 26 para Caicó, indicando que a maioria da população sente desconforto pelo.

A partir dos resultados para o ITU, observou-se que Lagoa Nova está em conforto térmico adequado, pois apresentou valor de 73, onde até 74 é considerado o conforto térmico

adequado. Já Caicó, se encontra em ambiente quente, pois o ITU foi de 79, onde valores entre 79 e 84 são considerados com condições ambientais muito quentes tendo o primeiro município condições de temperatura e umidade que proporcionam um conforto térmico adequado ao gado.

4.Considerações finais

Essa análise nos mostra que há uma grande diferença entre os dois elementos climáticos nos dois municípios analisados: a temperatura do ar e a umidade relativa do ar, e esses elementos juntamente a fatores como a altitude e o relevo, irão determinar as características climatológicas de ambas as localidades, onde em Lagoa Nova se constata a presença de um clima com baixas temperaturas e umidade elevada, comparando-se com Caicó que apresenta um clima semiárido, com altas temperaturas e baixa umidade.

As condições climáticas higrotérmicas de Lagoa Nova a tornam mais confortável aos seres humanos e animais, isso devido às condições de amenidade térmica, onde mesmo dentro do domínio semiárido se mantêm com temperaturas predominantemente baixas ao longo do ano, fato que é determinado por sua a sua condição de altitude.

5. Referências

DINIZ, M.; PEREIRA, V. Climatologia do estado do Rio Grande do Norte, Brasil: sistemas atmosféricos atuantes e mapeamento de tipos de clima. Goiânia: **Boletim Goiano de Geografia** (Online), 2015.

JUNIOR, J. de B. L. *Et al*. **Efeito dos índices de temperatura - umidade (ITU) sobre bubalinos criados em sistema silvipastoril, em Belém, Pará.** 2006. Disponível em: https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/958264 Acesso em: 03/01/2019.

MATZARAKIS, Andreas and MAYER, Helmut. 1991. "The extreme heat wave in Athens in July 1987 from the point of view of human biometeorology". **Atmospheric environment.** 25b (2): 203 – 211. Accessed May 03, 2014. doi: 10.1016/0957-1272(91)90055-J

MOLION, L. C. B.; BERNARDO, S. O. **Uma revisão da dinâmica das chuvas no nordeste brasileiro**. Revista Brasileira de Meteorologia, Rio de Janeiro, 2002.

RAMASWAMY, V.; HURRELL, J. W.; WEEHL, G. A. **Temperature Trends in the Lower Atmosphere** - Understanding and Reconciling Differences. Disponivel em: https://www.gfdl.noaa.gov/bibliography/related_files/vr0603.pdf . Acesso em 17 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

ANÁLISE CLIMÁTICA DE MIRANTE DO PARANAPANEMA - SP

Mariana Lopes Nishizima [(a)], Leandro Neri Bortoluzzi [(b)]

[(a)] Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Geografia – Faculdade de Ciência e Tecnologia - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Email: mariana_nishizima@hotmail.com
[(b)] Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Geografia – Faculdade de Ciência e Tecnologia - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Email: bortoluzzi_@hotmail.com

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo/

Este trabalho constitui uma análise climática da área urbana de Mirante do Paranapanema (São Paulo) e seu entono. Para a concretização do estudo, foram elaborados o balanço hídrico da área do período entre os anos de 2000 a 2017 e os mapas de Intensidade Termal e NDVI, que posteriormente foram analisados e correlacionados. O estudo indica que em geral o balanço hídrico da área de estudo mostra-se equilibrado para uma localidade com CAD 100, mesmo com a ocorrência de retirada hídrica em meses específicos. Já, os mapas evidenciam que a temperatura é mais elevada na área urbana do que em seu entorno, devido a menor presença de vegetação e maior presença de material construtivo, absorvendo uma quantidade maior de radiação.

Palavras chave: Balanço Hídrico, Geoprocessamento, Climatologia, Mirante do Paranapanema-SP.

1. Introdução

Composto por um sistema complexo de múltiplas interações entre os diversos elementos, a climatologia visa o estudo das interações na superfície, água e atmosfera, portanto é o estudo das características da atmosfera em contato com a superfície terrestre e a distribuição espacial do mesmo. É com base na perspectiva da climatologia que atua na análise da dinâmica da atmosfera, que propomos a caracterização e análise do clima de Mirante do Paranapanema – SP. Essa área carece de estudos climatológicos na escala do detalhe.

Os estudos do clima urbano proposto por Monteiro (1976), nos permite discorrer sobre três subsistemas: o termodinâmico (conforto térmico); físico-químico (qualidade do ar); e o hidrometeórico (impactos hídricos). O autor define o sistema clima urbano (S.C.U.) como "um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização" (MONTEIRO, 1976, p. 95). Ele considera tanto as condições que possibilitam o complexo a se manifestar de forma que compreendamos as relações de causa e consequência, mecanismos atuantes e transformantes, bem como os aspectos históricos, que se materializam nas relações sociedade e natureza, e, portanto na produção do espaço (economia, política, cultura e etc...).

Um dos elementos que influenciam diretamente o clima urbano é o relevo, pois a declividade do terreno leva a maior ou menor exposição da vertente ao sol durante todo o dia ou em horários pontuais. Isso leva ao aquecimento da superfície e dos materiais de construções, logo, resulta-se em armazenamento do calor oriundo da energia solar.

A medida da reflectância da superfície de um corpo representada em porcentagem é chamada de **albedo**, e a incidência da radiação solar em um determinado material passa por mudanças, logo, quanto maior a reflectância, menor será o calor acumulado (ANGELINI et. al. 2015). Em Mirante do Paranapanema – estado de São Paulo, a maior parte da área é tomada por solos expostos, cultivos de cana-de-açúcar e pecuária, assim sendo, muito composto por vegetação rasteira (NISHIZIMA, 2017). Ocorre também a cobertura vegetal de grande porte (Área de Preservação Permanente- APP) e os cursos d'água que absorvem menos de 2% a 20% de radiação solar. Isso difere dos materiais de construção, que são muito presentes na cidade e que absorvem mais, cerca de 80% da radiação solar, e desse modo, refletem menos. Devido a isso, a capacidade térmica dos materiais de construção presente na cidade faz com que o mesmo mantenha o calor por mais tempo, portanto tem tendência a serem mais quentes do que as áreas rurais (UGEDA JR. E AMORIM, 2016).

O objetivo é analisar os dados de precipitação e temperatura do período entre janeiro de 2000 a dezembro de 2017, para compreender a capacidade de armazenamento d'água nos solos e na vegetação no recorte do perímetro urbano e seu entorno (área rural). Propomos também, quantificar a deficiência, o excedente, a retirada e reposição da água e correlacionar com os mapas de intensidade

térmica e NDVI[1] (*Normalized Difference Vegetation Index*). Isso possibilita analisar a presença ou ausência da vegetação (-1 a 1), representando um elemento de influência na dinâmica climática.

A pesquisa visa contribuir na caracterização climática da área de estudo, com ênfase no padrão de precipitação, na capacidade de armazenamento do volume hídrico nos solos e vegetação, na presença e ausência de água no sistema. Isso permite avaliar a capacidade de dispersão ou retenção do calor nos materiais construtivos e na sensação térmica (amplitude) na cidade, para além, o trabalho é representativo para o planejamento dos espaços urbano e rural de Mirante do Paranapanema – SP.

1.1 Caracterização da área de estudo

O município tem 17.059 habitantes (IBGE, 2010), e possui uma extensão territorial de 1.238,931 km². Ele limita-se com os municípios de Marabá Paulista, Santo Anastácio e Presidente Bernardes ao Norte, Jardim Olinda (Paraná) ao Sul, Sandovalina a Leste e Teodoro Sampaio a Oeste.

A área de estudo (Figura 1) está sobre a Bacia Sedimentar do Paraná, que abrange uma área aproximada de 1.600.000 km² e é formada pelo Devoniano Inferior, composta por rochas sedimentares e ígneas da idade Mezosóica e pelos recentes depósitos da idade Cenozóica. O Grupo Bauru é um dos depósitos mais recentes e é constituído pelas formações: Caiuá (28,7%), Santo Anastácio (2,7%), Adamantina (62,2%) e os Depósitos Cenozóicos (2,1%) (IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1981). Ainda em relação a geologia local, em estudos recentes, Nishizima (2017) identificaram rochas sedimentares da formação Adamantina ao Norte e Caiuá ao Sul do município.

Do ponto de vista geomorfológico, a área situa-se na quinta província do Planalto Ocidental Paulista, com formas de relevo predominantemente denudacionais. As altitudes variam de 300 a 600 metros e a declividade entre 10 a 20% (ROSS e MOROZ, 1996). Nishizima (2017) dividiram o município em três compartimentos do relevo: (i) Topos suavemente ondulados com colinas amplas e presença de solos desenvolvidos (associados a Latossolos Vermelhos); (ii) Domínio das vertentes côncavas, convexas e retilíneas com a ocorrência de solos rasos a desenvolvidos (Neossolos Regolíticos e Argissolos Vermelhos) e (iii) Planícies aluviais e alveolares com o predomínio de Planossolos e Gleissolos. Nesse último compartimento estão muito presentes materiais sedimentares e manufaturados de origem tecnogênica.

[1] Índice de Vegetação da Diferença Normalizada. Serve para analisar a condição da vegetação natural ou agrícola nas imagens geradas por sensores remotos.

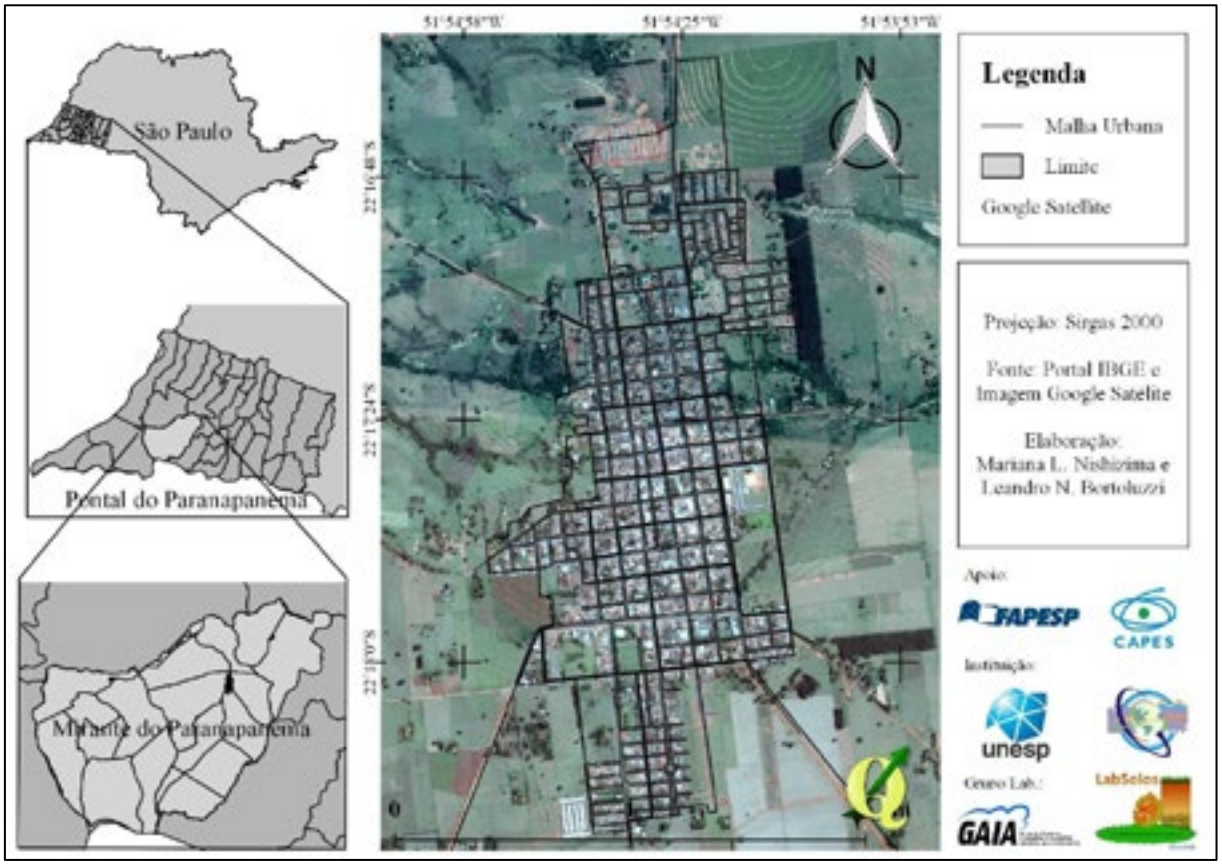


Figura 1 – Mapa de localização do município de Mirante do Paranapanema – SP.
Fonte: Nishizima, 2018.

O clima é caracterizado por duas estações bem definidas, uma que é quente e úmida e ocorre entre os meses de outubro a março, sendo os meses de dezembro e janeiro os mais chuvosos. O outro período com temperaturas mais amenas e de característica mais seca, ocorre entre os meses de abril a agosto e setembro (SANT'ANNA NETO e TOMMASELLI, 2009).

Vale ressaltar que, a Massa de ar Tropical Atlântica está presente na maior parte do ano, e é responsável pelas temperaturas mais elevadas e tempo estável. Todavia, a massa de ar polar também tem papel fundamental na dinâmica do clima regional, pois durante a primavera e verão, por meio de entradas das frentes frias, favorece o aumento no volume de precipitação, já no outono e inverno, ela proporciona quedas acentuadas na temperatura (SANT'ANNA NETO e TOMMASELLI, 2009).

Essas características do meio físico, aliado ao intenso desmatamento da floresta primitiva, principalmente para a implementação de atividades agropecuárias sem manejo adequado de

conservação dos solos, tem desenvolvido quadros intensos de degradações erosivas. Assim, os estudos da capacidade de armazenamento hídrico nos solos, vinculado a presença de vegetação que promove suporte para uma melhor qualidade ambiental e a interpretação da ocupação e uso da Terra, nos possibilita planejar intervenções na área de estudo.

2. Materiais e Métodos

Para atingir os objetivos, os procedimentos metodológicos adotados foram: (i) composição do Balanço Hídrico proposto por Thornthwaite & Mather (1955); (ii) elaboração dos Mapas de Intensidade Termal e NDVI; (iii) análise e correlação dos dados.

De início, obtivemos os dados de precipitação, evapotranspiração e temperatura da superfície no período de 01 de janeiro de 2000 à 31 de dezembro de 2017. Focamos ainda nos dados dos 12 meses anteriores a tomada da imagem de satélite LandSat 8 de dezembro de 2016 (período chuvoso), visando uma comparação e compreensão do clima local. Os dados pluviométricos diários obtidos, foram tratados para média de cada mês do ano, assim como, as médias da temperatura mensal.

Os dados foram adquiridos na plataforma *Giovanni* (*Earth Data – Nasa*), uma interface da Web que permite aos usuários o *download* de dados primários. Esses dados possibilitam analisar e trabalhar temas como: temperatura atmosférica, vapor d'água e nuvens, precipitação e entre outros. Após a localização da área de estudo na plataforma, calculou-se o retângulo envolvente sobre à área. Em seguida, preenchemos o *Select Date Range* com o período (temporal) à ser analisado, selecionamos a opção *Time Series: Area-Averaged*, obtendo assim os valores da temperatura da superfície e de precipitação com os passos apresentados no quadro 1, a seguir:

Quadro 1 – Etapas para obtenção de dados na plataforma *Giovanni*.

Etapas para *Download* dos dados de temperatura:	**Etapas para *Download* dos dados da precipitação:**
- *Measurements*, selecionar *Air Temperature* - *Platform/instrument*, optar por *MERRA-2 model;* - *Temporal Resolutions*, clique em *monthly* para filtrar os dados para mês; - Selecionar o conjunto de dados "*2-meter air temperature (M2SMNXSLV v.12.4)"* em ºC e *Plot Data* (Download dos dados CSV).	- *Measurements*, selecionar *Precipitation* - *Platform/instument,* optar por *TRMM* - *Temporal Resolutions*, clique em *Daily*, para filtrar os dados para diário. - Baixar o conjunto de dados "*precipitation rate (TRMM_3B42_daily_v.7)"* – extensão CSV.

Com os dados de precipitação e temperatura, por meio da metodologia de Thornthwaite & Mather (1955), realizamos o Balanço Hídrico Climatológico para contabilizar a quantidade do volume

de água no solo entre 2000 a 2017. Isso representa o balanço entre o *import* (entrada) e o *export* (saída) do volume de água em relação a Capacidade de Água Disponível (CAD) de um determinado ambiente, considerando: os tipos de solos e plantas. Na elaboração do Balanço Hídrico, levamos em consideração a Precipitação (P), a Evapotranspiração Potencial (ETP), CAD de 100 mm, estimativa da Evapotranspiração Real (ETR), Deficiência (DEF), Excesso (EXC) e da variação do Armazenamento (ARM) na escala mensal e anual, tais dados foram calculados em uma planilha do *software* EXCEL.

Para a produção do mapa de intensidade (temperatura da superfície), fizemos uso da imagem de satélite LandSat-8, banda 10 (termal). Das bandas 4 e 5 para a produção do mapa NDVI, os downloads foram realizados no site do Earth Explorer USGS. Já a malha urbana e limite do município foram obtidos no site Portal IBGE. Os procedimentos do tratamento das imagens, bem como a inserção da malha urbana e a arte de finalização foram realizados no Software livre QGis 2.18.

3. Resultados e Discussões

Ao analisar os dados de temperatura entre 2000 e 2017, as tendências térmicas do local indicam temperaturas médias mais elevadas no verão, em Dez.(26,3ºC), Jan.(26ºC) e Fev.(25.9ºC). Já, as mais baixas correspondem aos meses de Mai.(19,8ºC), Jun.(13,9ºC) e Jul.(13,3ºC). Com uma Temperatura Média Anual (TMA) de 23,2ºC.

As tendências pluviométricas vão ao encontro com a sazonalidade dos meses do ano, a qual chove principalmente entre outubro a março, com destaque para janeiro que possui uma média de 226,3 mm, um valor quase 40 mm acima do segundo mês mais chuvoso. Entre abril e setembro, a precipitação média diminui, sendo o mês de agosto o mais seco, com média de 48,7 mm.

Os dados apresentados acima condizem com a caracterização elaborada por SANT'ANNA NETO e TOMMASELLI (2009). Nota-se que, com exceção dos meses de abril e agosto, a precipitação sempre é superior a ETP (Tabela 1). Em agosto, a retirada de água no sistema chega a ocasionar um período de deficiência hídrica. Como consequência, as chuvas de maio precisam compensar a retirada de abril. As chuvas de setembro contribuem na recomposição hídrica, mas o sistema só se torna estável com as chuvas de outubro. Mesmo com a retirada hídrica de abril e agosto, as chuvas nos meses seguintes possibilitam a manutenção do balanço hídrico de Mirante do Paranapanema, ficando assim em nível estável (Figuras 2 e 3).

Tabela 1 – Dados do balanço hídrico de Mirante do Paranapanema – SP, entre 2000 e 2017.

Balanço Hídrico de Mirante do Paranapanema - SP (Período 2000 - 2017) – CAD: 100 mm									
Mês	**P**	**ETP**	**(P-ETP)**	**NAc**	**ARM**	**ALT**	**ETR**	**DEF**	**EXC**
	(mm)	**(mm)**	**(mm)**	**(mm)**	**(mm)**	**(mm)**	**(mm)**	**(mm)**	**(mm)**
Jan	226,30	129,63	96,67	0,0	100,0	0,0	129,63	0,0	96,7
Fev	189,00	128,24	60,76	0,0	100,0	0,0	128,24	0,0	60,8
Mar	140,30	118,78	21,52	0,0	100,0	0,0	118,78	0,0	21,5
Abr	93,10	97,70	-4,60	-4,6	95,5	-4,5	97,59	0,1	0,0
Mai	109,10	60,49	48,61	0,0	100,0	4,5	60,49	0,0	44,1
Jun	67,90	50,79	17,11	0,0	100,0	0,0	50,79	0,0	17,1
Jul	56,00	50,03	5,97	0,0	100,0	0,0	50,03	0,0	6,0
Ago	48,70	67,58	-18,88	-18,9	82,8	-17,2	65,91	1,7	0,0
Set	107,50	91,99	15,51	-2,0	98,3	15,5	91,99	0,0	0,0
Out	127,50	117,47	10,03	0,0	100,0	1,7	117,47	0,0	8,3
Nov	136,90	124,13	12,77	0,0	100,0	0,0	124,13	0,0	12,8
Dez	179,70	133,86	45,84	0,0	100,0	0,0	133,86	0,0	45,8
T=	**1482,00**	**1170,69**	**311,31**		**1176,6**	**0,0**	**1168,91**	**1,8**	**313,1**
M=	**123,5**	**97,56**	**25,94**		**98,05**		**97,41**	**0,15**	**26,09**

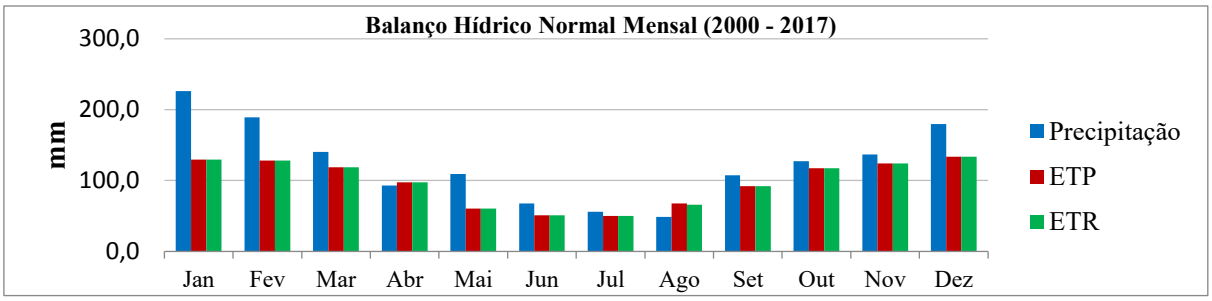


Figura 2 – Gráfico de precipitação, ETP e ETR para o balanço hídrico mensal entre 2000 e 2017.

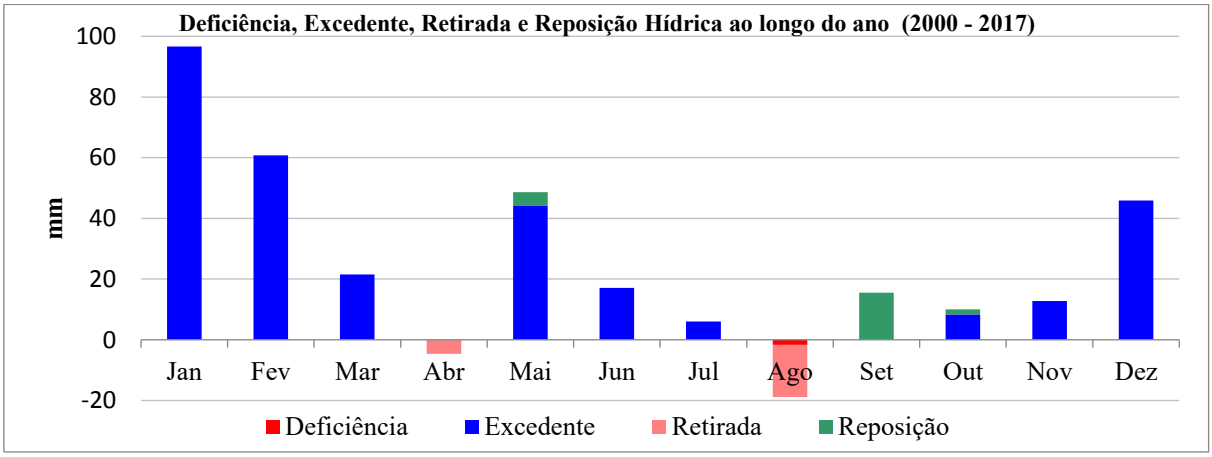


Figura 3 – Gráfico do balanço hídrico mensal entre 2000 e 2017.

Para uma comparação, consideramos o período entre 12/15 e 11/16, que antecede a tomada da imagem LandSat 8. Ela foi utilizada na elaboração dos mapas: termal e NDVI. O padrão geral do balanço hídrico para a área analisada difere daquele com as médias de 17 anos. Há uma irregularidade maior no padrão de distribuição das precipitações. Ainda que os meses mais chuvosos sejam os mesmos, neste caso, o mês de fevereiro é o mais chuvoso (287,3 mm). Já, o mês menos chuvoso, passa a ser o de julho, com 29,9 mm (Tabela 2).

No tocante as temperaturas, as médias mais elevadas ocorreram em Fev/16, Nov/16 (26ºC) e Dez/15(25,6ºC). As mais baixas também correspondem aos meses da média de 17 anos, Mai.(19ºC), Jun.(16ºC) e Jul.(17,6ºC). A TMA ficou em 22,3ºC.

As inconstâncias na precipitação entre 12/2015 e 11/2016, resultaram em um balanço hídrico que difere daquele apresentado para a média dos 17 anos. Na análise da média, dois meses apresentaram retirada hídrica, neste caso, a retirada ocorreu em cinco meses: março, abril, julho, setembro e novembro. Porém, a retirada apresentou valores pequenos que foram repostos nos meses seguintes. No mês de novembro a retirada foi suficiente para ocasionar deficiência hídrica no sistema (Figuras 4 e 5).

Tabela 2 – Dados do balanço hídrico de Mirante do Paranapanema – SP, entre 12/2015 e 11/2016.

Balanço Hídrico de Mirante do Paranapanema - SP (Dez/2015 - Nov/2016) – CAD: 100 mm									
Mês	**P**	**ETP**	**(P-ETP)**	**NAc**	**ARM**	**ALT**	**ETR**	**DEF**	**EXC**
	(mm)	**(mm)**	**(mm)**	**(mm)**	**(mm)**	**(mm)**	**(mm)**	**(mm)**	**(mm)**
jan/16	234,11	121,44	112,67	0,0	100,00	0,0	121,4	0,0	112,7
fev/16	287,31	129,71	157,59	0,0	100,00	0,0	129,7	0,0	157,6
mar/16	99,53	110,99	-11,47	-11,5	89,16	-10,8	110,4	0,6	0,0
abr/16	96,73	100,16	-3,43	-14,9	86,16	-3,0	99,7	0,4	0,0
mai/16	177,72	57,58	120,15	0,0	100,00	13,8	57,6	0,0	106,3
jun/16	82,87	36,26	46,61	0,0	100,00	0,0	36,3	0,0	46,6
jul/16	29,89	46,62	-16,74	-16,7	84,59	-15,4	45,3	1,3	0,0
ago/16	115,01	64,49	50,52	0,0	100,00	15,4	64,5	0,0	35,1
set/16	66,64	68,85	-2,21	-2,2	97,81	-2,2	68,8	0,0	0,0
out/16	157,96	106,46	51,50	0,0	100,00	2,2	106,5	0,0	49,3
nov/16	38,81	129,94	-91,13	-91,1	40,20	-59,8	98,6	31,3	0,0
dez/15	199,72	125,17	74,56	0,0	100,00	59,8	125,2	0,0	14,8
T=	**1586,3**	**1097,7**	**488,6**		**1097,9**	**0,0**	**1063,9**	**33,7**	**522,4**
M=	**132,2**	**91,5**	**40,7**		**91,5**		**88,7**	**2,8**	**43,5**

ISBN: 978-85-7282-778-2

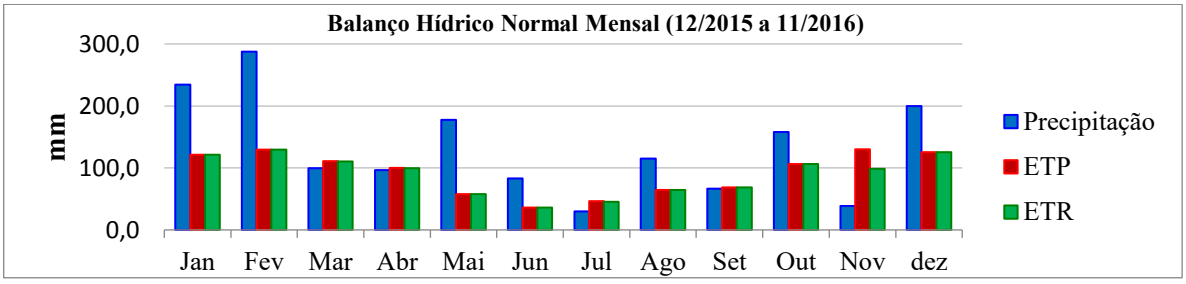


Figura 4 – Gráfico de precipitação, ETP e ETR para o balanço hídrico mensal entre (12/2015 a 11/2016).

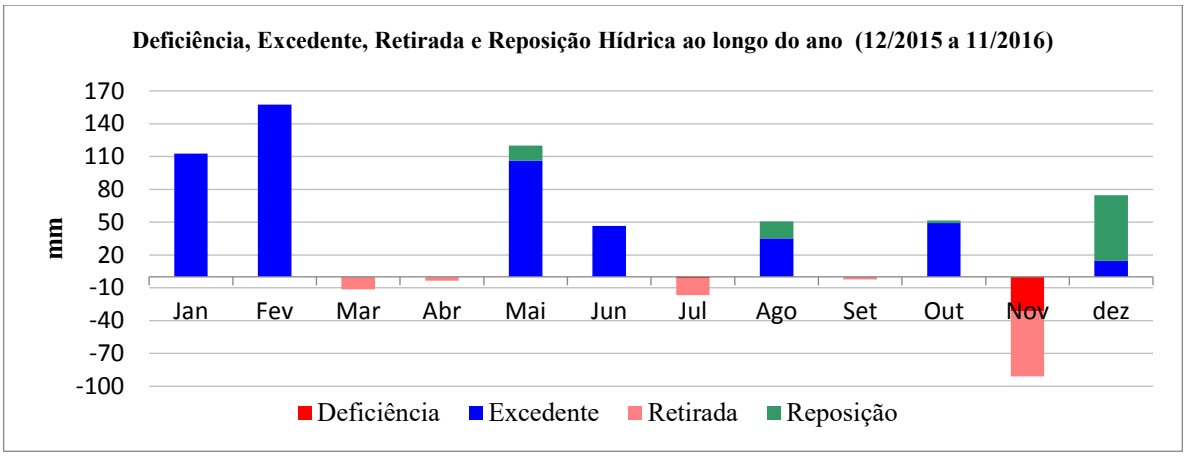


Figura 5 – Gráfico do balanço hídrico mensal entre (12/2015 a 11/2016).

Houve nesse recorte temporal (dez/2015 a nov/16) alguns meses com estiagem pontuais, porém os meses chuvosos estiveram muito presentes, logo as retiradas não refletiram em grande deficiência ou acúmulos negativos. O mapa de temperatura da superfície/intensidade (Figura 6) representa amplitude térmica de 5ºC, variando entre 26.7ºC a 31ºC, as temperaturas mais baixas estão diretamente relacionadas com o índice de NDVI (Figura 6), portanto as áreas mais vegetadas tiveram temperaturas mais amenas. Já as temperaturas mais intensas estão concentradas na região central do município, no qual indica menor presença da vegetação, lembrando também maior comparecimento dos materiais construtivos com capacidade de contenção do calor recebido alo longo do dia.

A imagem contempla o início de um período chuvoso, transição entre primavera e verão (out/nov/dez), onde houve uma variação na estabilidade do balanço hídrico nesse período, já que em nov/16 ocorre uma seca atípica.

ISBN: 978-85-7282-778-2

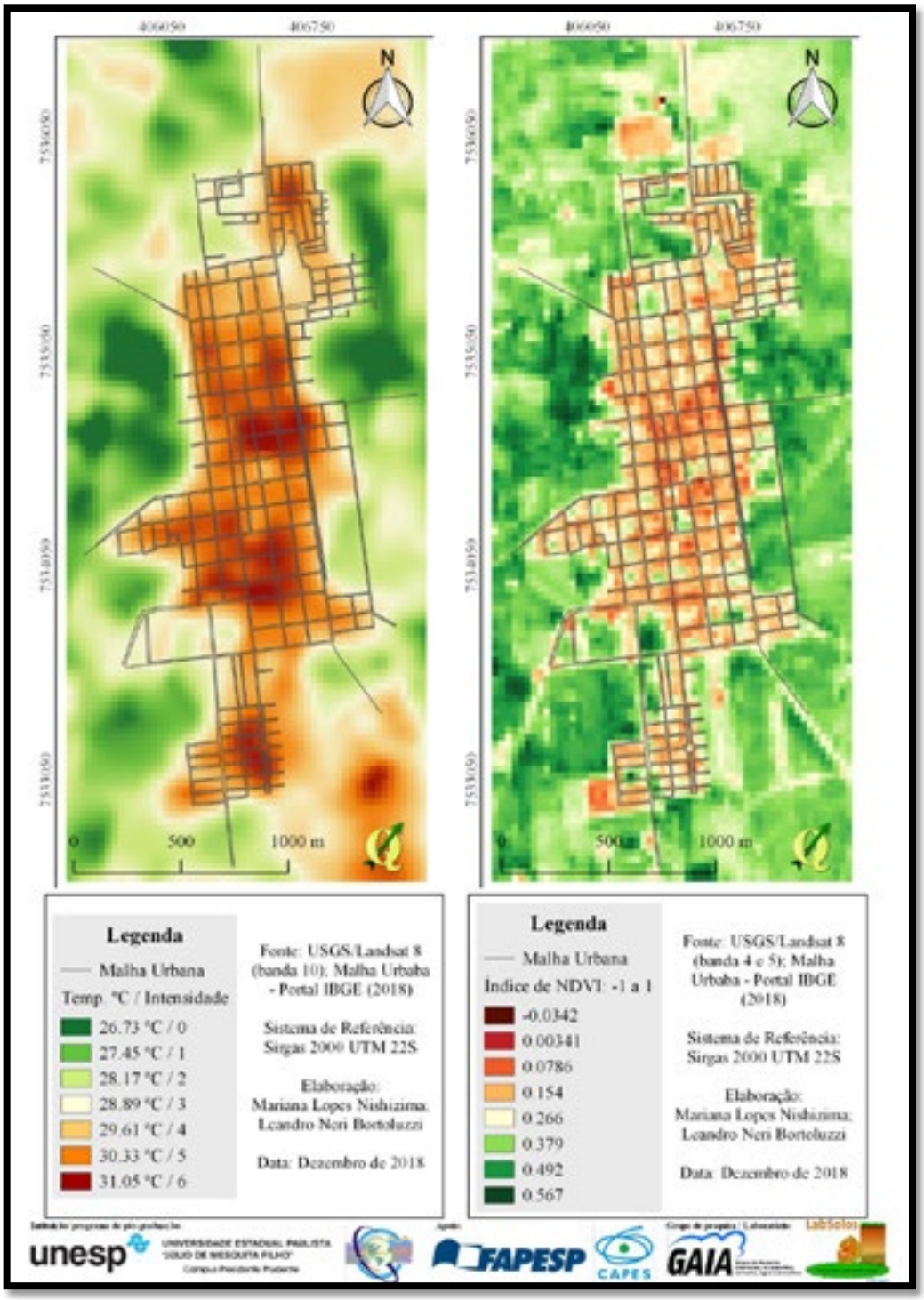


Figura 6 – Mapa Termal/Intensidade e NDVI de Mirante do Paranapanema – SP.

4. Considerações Finais

A região do Pontal do Paranapanema - SP, onde se localiza o município de Mirante do Paranapanema, é caracterizada por duas estações bem definidas, e tem forte influência da massa de ar Tropical Atlântica, que predomina na maior parte do ano e é responsável pelas temperaturas mais elevadas. Formam-se ao longo do ano, sistemas frontais que possibilitam a ocorrência de precipitação. Isso resulta nas características de um balanço hídrico bem definido conforme as duas estações do ano que se destacam, mantendo assim, o equilíbrio no armazenamento de água no sistema. Com base nisso, a tendência é de que o CAD se mantenha atingido, ocorrendo pouca alteração no balanço hídrico, logo, ocorre pouco acúmulo negativo ou deficiência.

A cidade está instalada sobre o topo da colina em direção as vertentes, com declividades entre 5 a 10%, o que permite a recepção dos raios solares em quase todo período do dia (áreas mais planas), nesse sentido, favorece o aquecimento dos materiais de construção das casas na cidade, mantendo o calor por mais tempo. Essa característica difere da área intra-urbano e rural, que está presente em compartimentos de vertentes mais íngremes e há índices de vegetação mais elevadas. Assim sendo, a absorção de calor é maior na área urbana, ou seja, a refletância é menor, portanto a porcentagem do albedo está menos presente no rural e mais na cidade.

Projetos de arborização e ou cultivos urbanos podem ajudar a transformar a dinâmica do S.C.U. de forma a trazer maior conforto térmico para os citadinos. Nesse sentido, as análises podem contribuir para o poder público de forma que possam planejar e executar projetos que tragam melhoria na infraestrutura da cidade, sobretudo para a qualidade de vida da população.

5. Agradecimentos

Agradecimentos a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo o fomento da pesquisa, processo nº 2018/08293-0 e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pelo o fomento da pesquisa, edital de referência PROEX - 0487.

À Faculdade de Ciência e Tecnologia / Universidade Estadual Paulista (FCT/UNESP) – Campus de Presidente Prudente, em especial aos orientadores Profº Dr. João Osvaldo Rodrigues Nunes; Profº Dr. José Tadeu Garcia Tommaselli e a Profª Dra. Margarete Cristiane de Costa Trindade

Amorim. E também, aos colegas/colaboradores do Grupo de Pesquisa Interações na Superfície, Água e Atmosfera (GAIA) e Laboratório de Sedimentologia e Análise de Solos (LABSOLOS).

6. Referências Bibliográficas

ANGELINI, L. P.; FAUSTO, M. A.; MUTZENBERG, D. M. S.; NASSARDEN, D. C. S.; DANELISHEN, V. H. M.; MARQUES, H. O.; MACHADO, N. G.; NOGUEIRA, J. S.; BIUDES, M. S. Relação entre albedo e temperatura da superfície estimadis por sensoriamento remoto na área urbana de Cuiabá, Mato Grosso. Artigo publicado nos Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, 25 a 29 de abril de 2015. INPE, João Pessoa-PB, Brasil,

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, IBGE. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 2017 e em fevereiro de 2018.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). Mapa geológico do Estado de São Paulo: 1:500.000. São Paulo: IPT, vol. I, 1981, p. 46-8; 69 (Publicação IPT 1184).

MONTEIRO, C. A. de F. Teoria e Clima Urbano. São Paulo: Instituto de Geografia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo. SP, 1976.

NISHIZIMA, M. L. O relevo do setor centro-sul do município de Mirante do Paranapanema – SP. 84 p. Monografia de bacharelado – Faculdade de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Campus de Presidente Prudente, 2017.

ROSS, J. L. S & MOROZ, I. C. Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo. Revista do Departamento de Geografia, São Paulo, n.10, p.41-56, 1996.

SANT'ANNA NETO, J. L.; TOMMASELLI, J. T. O Tempo e o Clima de Presidente Prudente. FCT-UNESP, Presidente Prudente, 2009.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. The water balance. Centerton, NJ: Drexel Institute of Technology - Laboratory of Climatology, 1955. 104p. (Publications in Climatology, vol. VIII, n.1)

UGEDA JÚNIOR, J.; AMORIM, M. (2016). Reflexões acerca do sistema clima urbano e sua aplicabilidade: pressupostos teórico-metodológicos e inovações técnicas. Revista Do Departamento De Geografia, (spe), 160-174.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO 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 COMPARATIVA DA INCIDÊNCIA DE RADIAÇÃO SOLAR E FATOR DE VISÃO DO CÉU EM DOIS CONDOMÍNIOS DE DISTINTOS PADRÕES CONSTRUTIVOS NO BAIRRO DE CAMPO GRANDE – RIO DE JANEIRO/RJ: APROXIMAÇÕES METODOLÓGICAS

Higor Lopes Barcelos [(a)]

[(a)] Estudante de Bacharelado/Licenciatura em Geografia, Instituto de Geografia/Universidade do Estado do Rio de Janeiro (IGEOG/UERJ), higor.lopes.cg@hotmail.com

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

O trabalho tem como objetivo de identificar as potencialidades do uso das ferramentas *Google Earth*® e *Google Sketchup*® *2007* para estudos de clima urbano, por meio da análise comparativa de dois condomínios com padrões construtivos diferentes em Campo Grande-RJ. Como estratégia metodológica, foram escolhidos dois dias (um dia típico de verão e um dia típico de inverno) para identificar, através da modelagem, o fator de visão do céu (FVC) e a hora total de incidência solar em pontos escolhidos no interior dos dois condomínios. Dentre os resultados parciais, observou-se que as ferramentas utilizadas tem o potencial de contribuir para a análise do clima urbano, notadamente do subsistema termodinâmico.

Palavras chave: Clima Urbano, Geografia do Clima, Sky View Factor e Desenho Urbano.

1. Introdução e referencial teórico

Com o crescimento e intensificação da urbanização nas cidades brasileiras, dado sobretudo a partir dos anos 1970, acabou acarretando a utilização de materiais construtivos, formas urbanas e padrões de construção inadequados a sua realidade climática, com a utilização de uma variedade de materiais construtivos com características termodinâmicas distintas. Além disso, os grupos sociais que possuem menor renda têm acesso a materiais construtivos que podem ser considerados inadequados a nossa realidade climática. Assim, esses grupos acabam aumentando sua vulnerabilidade e, consequentemente, o risco associado a uma variada gama de processos relacionados à dinâmica climática.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho consiste em identificar as potencialidades do uso das ferramentas *Google Earth*® e *Google Sketchup*® 2017 para estudos de clima urbano, por meio de uma análise comparativa de dois condomínios localizados no bairro de Campo Grande – Rio de Janeiro – RJ, marcados por padrões construtivos diferentes.

De acordo com Monteiro (1976), o clima urbano é fruto das relações dinâmicas entre a cidade e sua urbanização. Sendo concebido por meio da Teoria Geral dos Sistemas, o clima urbano seria um sistema complexo, dinâmico e aberto, estando em constante troca de energia com o ambiente a sua volta, recebendo e interagindo com a atmosfera por meio dos elementos da natureza, aqui compreendidos como o relevo, a vegetação, os rios e outros. Este sistema não poderia ser entendido apenas pela sobreposição de suas camadas, mas sim pela conexão intrínseca entre elas.

Diante disso, Monteiro (1976) dividiu o Sistema Clima Urbano em três subsistemas, que são entendidos através das formas pelas quais a sociedade os percebe, sendo também chamados de canais de percepção. São eles: o subsistema termodinâmico (canal de percepção de conforto térmico); subsistema físico-químico (canal de percepção da qualidade do ar) e subsistema hidrometeórico (canal de percepção dos impactos meteóricos). Neste trabalho, foi enfocado o subsistema termodinâmico, associado ao balanço de energia térmica na cidade.

ISBN: 978-85-7282-778-2

O balanço térmico se refere a relação entre a quantidade de energia total que entra e a que sai de um sistema. No caso da Terra, essa energia é majoritariamente proveniente da radiação solar, que percorre a atmosfera, interagindo com todas as suas camadas até a superfície (Gartland, 2011; Yamasoe e Correa, 2016). Nesse percurso, uma parte dessa energia é absorvida, uma outra parte é refletida e outra, emitida de volta para o espaço.

Os recentes padrões de cobertura da terra, sobretudo nas cidades, tem como característica o uso de materiais inadequados para a realidade climática do mundo tropical. Junto a isso, a pouca consideração com elementos existentes no sítio urbano, tais como orientação das vertentes, nível de declividade, situação latitudinal, proximidade/distância das superfícies marinhas, acarretaram a intensificação de processos derivados do clima urbano, como a grande magnitude de ilhas de calor tanto nas metrópoles (Lombardo, 1985) quanto nas cidades pequenas e médias (Rampazzo, 2012, 2015; Teixeira *et al*, 2012).

As características "naturais" do sítio urbano como o relevo e/ou as construídas pela sociedade através da produção do espaço urbano, como a urbanização, funcionam como fatores geográficos do clima, que dependendo de sua posição e/ou grau de intensidade vão diferenciar e influenciar os elementos do clima, que são os atributos básicos que servem para definir o tipo climático de uma determinada região como a temperatura, a umidade e a pressão atmosférica.

A morfologia urbana também influencia nos elementos climáticos de uma área, que dependendo de sua formação mais adensada ou não, forma um desenho urbano próprio que influencia na incidência de radiação solar nas edificações, que sendo alta ou baixa influencia no conforto térmico. Uma das técnicas potenciais de identificação das influências da geometria urbana no microclima local é por meio do Fator de Visão do Céu (FVC). O FVC representa a fração do céu que está livre para realizar a troca de energia com a atmosfera, sendo por meio desse fator que a superfície recebe e libera calor, se aquecendo e/ou resfriando.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Segundo estudo de Fialho et al. (2018), percebeu-se que há uma correlação positiva, embora fraca, entre o comportamento da temperatura do ar e do FVC. Confome os autores, quanto maior o percentual de limitação do horizonte, maior será a temperatura do ar, pois ocorre um aumento da rugosidade. No entanto, a correlação entre FVC e radiação solar não é linear, pois depende do desenho urbano, do material construtivo e da relação entre a altura dos edifícios e do espaço entre eles.

Nesse sentido, a radiação se comporta de forma diferente em relação ao FVC, tendendo a produzir temperaturas em média mais amenas quando o percentual de limitação do horizonte é menor, pois toda a energia absorvida em ondas curtas durante o dia, consegue ser liberada em ondas longas durante a noite. E o contrário, quando o fator de limitação do horizonte é maior forma-se um bloqueio; Durante a noite, pode-se formar obstáculos que impedem parcial ou totalmente a dispersão de calor, fazendo com que ocorra uma menor queda na temperatura.

Associado a isso, Sant'anna Neto (2001) apresenta uma concepção do clima como fenômeno geográfico e, portanto, formula a existência do fenômeno climático como um fenômeno social. Isso significa dizer que o espaço urbano se apresenta estruturado com todas as desigualdades e segregações sociais inerentes a sociedade, resultando em um ambiente heterogêneo, desigual, fragmentado e segregado (Carlos, 2011).

2. Área de estudo

Campo Grande (Figura 1) é um bairro localizado na Zona Oeste do município do Rio de Janeiro, com uma área territorial de 10.444,51 ha. Sendo limitado a norte pelo maciço do Mendanha e a sul pelo maciço da Pedra Branca, é um dos maiores bairros da cidade, também sendo considerado o bairro mais populoso, com total mais de 328.370 habitantes de acordo com o censo do IBGE (2010).

ISBN: 978-85-7282-778-2

Para este trabalho, foram escolhidos dois condomínios situados as margens da Estrada do Campinho, um em frente ao outro, na parte mais próxima ao centro do bairro: o Condomínio Morada Campinho e o Condomínio Bela Vida I e II (Figura 1).

Figura 1 – Mapa com a localização da área de estudo.

Os Condomínios Bela Vida I e II (Figura 2) possuem, juntos, mais de 27.657,26 m², com 20 (vinte) prédios de 5 (cinco) pavimentos. Ao todo, eles possuem 800 (oitocentos) apartamentos, custando a partir de 144 mil reais. O condomínio possui um padrão construtivo adensado, com quase nenhum espaçamento entre os prédios. O terreno é quase inteiramente pavimentado, com pouca ou nenhuma arborização e, também, com ausência de áreas significativamente abertas que possam eventualmente propiciar a circulação do ar.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Figura 2 – Imagem obtida no site da Tenda: https://www.tenda.com/encontre-seu-imovel/rj/rio-de-janeiro/bela-vida-iii

O outro empreendimento escolhido para o trabalho foi o condomínio Morada Campinho (Figura 3), que se localiza no lado oposto ao condomínio anterior. Sendo mais antigo que o primeiro, ele possui 2 (dois) prédios de 5 (cinco) pavimentos, com apartamentos que possuem, em média, 130 m² e com o preço a partir de 550 mil reais. Esse condomínio possui um padrão construtivo que apresenta maior espaçamento entre os prédios, com apenas duas torres em um terreno amplo, com significativa arborização.

Tabela I – Comparação entre os dois condomínios

	Bela Vida I e II	**Morada Campinho**
Metragem	38 a 40m²	130 m²
Quartos	1 a 2	3
Preço	A partir de R$ 144 mil	R$ 550mil

Figura 3 – Localização da área de estudo. Fonte: Google Maps

ISBN: 978-85-7282-778-2

3. Procedimentos metodológicos

Para a obtenção dos resultados preliminares, primeiro foi realizada modelagem 3D das edificações com o uso do software Google Earth Pro®. Foi necessário delimitar a altura das edificações, feita de acordo com a literatura consultada (Machado, 2016 e Assis, 2016) na qual optou-se por considerar cada pavimento com 3 metros de altura. A modelagem foi útil para que se pudesse obter gráficos de obstrução da abóbada celeste e da incidência solar horária com o auxílio do software Google Sketchup® 2017 (Figura 4).

No programa Vivaty Studio® 1.0, foi realizada a conversão do arquivo de shapefile 3D para .3ds e, em seguida, iniciou-se o emprego do software Google Sketchup® 2017. Para a elaboração de gráficos de sombreamento de edificações, foi necessário instalar o plugin Lss Chronolux, adendo fundamental do Google Sketchup® 2017.

Inicialmente foram gerados os gráficos com horário e ângulo de incidência dos raios solares. Para este trabalho, foram escolhidos dias representativos do inverno e do verão (07 de agosto de 2018, das 06h às 19h, e 03 de janeiro de 2019, das 06h às 20h). Além das datas e horários, foram escolhidos 5 pontos amostrais para identificação da influência das características do entorno na incidência de radiação solar. Dois desses pontos ficaram situados no Condomínio Morada Campinho, e três nos Condomínios Bela Vida I e II (Figura 4).

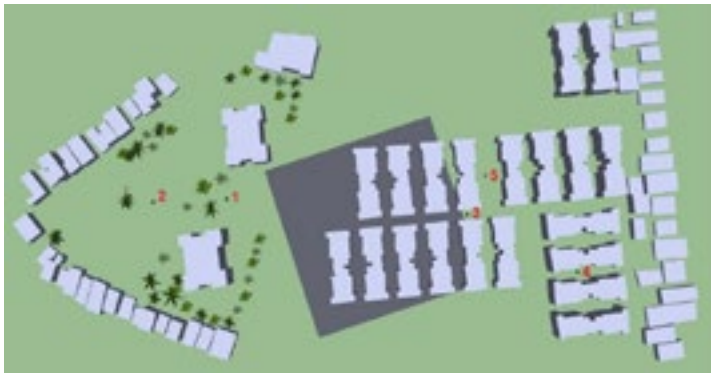


Figura 4 – Modelagem com a localização dos pontos amostrais

ISBN: 978-85-7282-778-2

Por último, e ainda na interface do *Google Sketchup® 2017*, foi extraída a informação relacionada ao Fator de Visão do Céu (FVC) e o gráfico de obstrução da abóbada celeste. A partir desses resultados, foi confeccionada uma tabela com o total de radiação solar recebida em todos os pontos durante os dias representativos, e com dados referentes ao FVC.

4. Resultados e discussões

Os dois pontos localizados no condomínio Morada Campinho apresentam maior incidência de radiação solar em comparação aos três pontos localizados no Condomínio Bela Vida I e II (Tabela II e Figura 4). Isso pode ser explicado pela posição dos dois empreendimentos em relação ao sol, assim como pelo desenho dos condominios escolhidos.

O Condomínio Morada Campinho possui apenas 2 prédios espaçados entre si em um terreno largo. Esse desenho urbano possibilitou com que houvesse uma maior incidência de radiação em seus dois pontos, superando as 8 horas de incidência diária. Por mais que a sua área aberta seja arborizada, as árvores não influenciaram na incidência solar em sua superfície. Machado (2016) obteve como resultado que as áreas arborizadas apresentam menores médias de temperatura que as não arborizadas, nos levando a inferir que os pontos 1 e 2 fossem os mais frescos.

Já o Condomínio Bela Vida I e II possui um formato mais adensado, com prédios mais próximos uns aos outros. Isso favorece a formação de cânions urbanos, com um maior sombreamento do seu interior e uma menor incidência de luz solar nos pontos 3 e 4, por exemplo. O ponto 5, por estar alinhado em uma posição próxima a trajetória solar (Leste-Oeste), recebeu uma maior insolação, sendo, por esse motivo, o ponto mais ensolarado do que os outros.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Tabela II – Total de Radiação e Sky View Factor

Pontos	Verão	Inverno	FVC Manhã	FVC Tarde
Ponto 1	11h11m	8h27m	64.19%	65.20%
Ponto 2	10h59m	11h31m	76.26%	77.40%
Ponto 3	3h14m	2h31m	12.41%	12.41%
Ponto 4	3h56m	2h56m	17.43%	17.43%
Ponto 5	10h7m	8h28m	32.94%	32.94%

O ponto 1 está localizado próximo a uma árvore, entre as duas torres no Condomínio Morada Campinho. Ele recebe, no verão, um total de 11h11min de radiação solar, sendo, em sua grande maioria, distribuída entre 08h43min e 17h36min. No inverno, esse número diminui, sendo de 8h27min de radiação ao total, em sua maioria distribuída das 7h14min às 14h10min. Nesse ponto, FVC variou durante todo o dia entre 64,19% nas primeiras horas da manhã, chegando a 65,20% a tarde e terminando o dia em 63,21%.

O ponto 2 está localizado em uma área comparativamente mais aberta dentro do mesmo Condomínio do ponto 1, situando-se mais distante dos prédios. Sendo cercado apenas por árvores, este ponto recebe, no verão, 10h59min de radiação solar, em sua grande maioria distribuída entre as 07h34min às 16h51min. No inverno a insolação aumenta, recebendo ao total 11h31min de radiação, sendo em sua maioria distribuída entre as 07h18min e 17h37min.

Em relação ao FVC (Figura 5), nesse ponto ele também variou, iniciando com 76,26% de visualização do céu nas primeiras horas da manhã, chegando aos 77,40% a tarde e terminando o dia com 77,01%. Por mais que o ponto 1 e 2 recebam uma maior quantidade de radição durante o dia, a sua baixa porcentagem de limitação do Céu, junto com a caracteristica do material construtivo de seus entornos (gramado com baixa impermeabilização/cores mais claras) nos leva inferir que nesses pontos a temperatura média do ar seja mais amena em relação aos outros pontos, pelo motivo de haver uma maior troca de energia entre a superficie e a atmosfera amenizando a temperatura do ar.

O ponto 3 está localizado entre dois prédios no Condomínio Bela Vida I, em uma área um pouco mais fechada, com alinhamento norte-nordeste a sul-sudoeste. Ele recebe, no

ISBN: 978-85-7282-778-2

verão, apenas 3h14min de incidência de radiação solar, sendo distribuída em sua grande maioria das 12h5min às 13h37min. No inverno, esse número diminui para 2h31min, sendo em sua maioria distribuído das 11h35min às 12h54min. Nesse ponto, FVC não variou durante o dia, se mantendo em 12,41%.

O ponto 4 também está localizado entre dois prédios com alinhamento Norte –Sul no condomínio Bela Vida II, em uma área relativamente mais fechada. Este ponto recebe no verão 3h56min de radiação solar, sendo a sua maioria distribuída entre as 11h28min e 13h42min. Já no inverno, esse ponto recebe um total de 2h56min de radiação solar distribuída, em sua maioria, das 11h22min às 13h06min. Em relação ao FVC, o quarto ponto também se manteve com 17,43% por todo o dia.

O ponto 5, localizado entre dois prédios em uma área mais aberta com alinhamento Oeste-Sudeste Lés-Sudeste, recebe, no verão, um total de 10h7min de incidência solar, distribuída em sua maioria das 06 h as 14h50min, sendo, assim, o ponto que mais recebe incidência solar dentre os escolhidos nesse condomínio. No inverno, apesar do total de incidência solar apresentar diminuição, ele continua alto se comparado aos outros pontos, com o total de 8h28min distribuída, em sua maioria, das 10h51min às 18h07min. Assim como nos dois pontos anteriores, o FVC se manteve igual durante todo o dia, com 32,94%.

O alto percentual de bloqueio do horizonte nos pontos 3,4 e 5 (Figura 5), fruto de um desenho urbano mais adensado com pouco espaçamento entre as edificações, nos sugere que nesses pontos a temperatura média do ar seja mais alta do que nos pontos 1 e 2, por mais que o total de radiação tenha sido menor. Pois a alta rugosidade proporcionada pela morfologia urbana do condomínio, junto com a diminuição da abertura de visada do Céu pode formar obstáculos que impeçam a liberação de energia em ondas longas durante a noite, fazendo com que as médias de temperatura permaneçam altas. No entanto, como diz Fialho et al. (2018) em seus estudos, a correlação entre o FVC e a temperatura do ar não é totalmente linear, pois é

ISBN: 978-85-7282-778-2

necessário mais estudos e correlações com outros fatores, como o vento, para podermos aferir certas suposições.

6. Considerações Finais

Conclui-se que o emprego dos Software Google Earth® e Google Sketchup® 2017 para a análise do clima urbano foi satisfatório, pois esta técnica nos permitiu perceber algumas características do clima urbano, como a diminuição de incidência solar e aumento da limitação do horizonte comparando o desenho dos dois condomínios. Em todos os casos, a morfologia dos condomínios funcionou como fator geográfico, influenciando nos elementos do clima local. Em destaque os pontos 3, 4 e 5 do condomínio Bela Vida I e II, em que o traçado da edificação dificultou a incidência de radiação e que provávelmente dificultará a dispersão de sua energia.

O ponto 5 teve destaque por se localizar entre dois prédios com alinhamento próximo a trajetória do sol, que permitiu com que esse ponto fosse bem iluminado pela radiação solar, no verão e no inverno. Contudo, pelo desenho do condomínio ser adensado, com um FVC de 32,94%, nos levou a induzir que esse ponto fosse o mais quente dentre os 5 analisados, pois por não possuir nenhum tipo de arborização e ser totalmente impermeabilizado a sua a energia absorvida em ondas curtas pelos materiais construtivos/superfície não conseguiria ser totalmente liberada em ondas longas fazendo com que esse ponto apresenta-se a temperatura do ar mais quente durante a noite.

Essa metodologia nos fez perceber o quanto a morfologia e o desenho urbano, que são características sociais da produção do espaço urbano, podem funcionar como fatores geográficos do clima anulando ou ate mesmo potencializando elementos do clima e características “naturais” do sítio. Os passos seguintes compeendem a alocação de termohigrometros nos pontos identificados, e a tentativa de identificação de possiveis outros elementos que possam influênciar na temperatura local.

ISBN: 978-85-7282-778-2

7. Referências Bibliográficas

ASSIS, D. C. O conforto térmico associado às variáveis de cobertura da terra na região central de Juiz de Fora (MG). 2016. 196f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Humanas, program de pós graduação em geografia, 2016.

CARLOS, A.F.A. **A condição espacial**. São Paulo: Contexto, 2011.

GARTLAND, L. **Ilhas de calor**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

LOMBARDO, M. A. **Ilha de calor nas metrópoles**: o exemplo de São Paulo. São Paulo: Hucitec, 1985.

MONTEIRO, C.A.F. **Teoria e Clima Urbano**. São Paulo: IG/USP, 1976.

MACHADO, A.L. Impactos da veticalinização e adensamento urbano das edificações em topoclimas e mesoclimas na porção norte do município de nova lima (MG). 2016. 183f. Dissertação (Graduação). Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências,2016

RAMPAZZO, C. R. Clima e produção do espaço urbano: Contribuição ao estudo da geografia do clima no contexto das cidades de São Carlos e Marilia. 2015. 332 f. Dissertação (Mestrado em geografia) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2015.

REGINA,G.R.; FIALHO,E.S. Campo térmico X fator de visão do céu: estudo da área central do município de viçosa-MG. **Boletim Gaúcho de Geografia,** V.42, N. 2: 1-25, 2016.

SANT'ANNA NETO, J. L.. Por uma Geografia do Clima. **Revista Terra Livre**. São Paulo, n. 17, p. 49-62, 2001.

SANT'ANNA NETO, J. L. O clima urbano como construção social: da vunerabilidade polissêmica das cidades enfermas ao sofisma utópico das cidades saudáveis. **Revista Brasileira de Climatologia**, ano 7, vol. 8, 2011.

TEIXEIRA, D,; ORTIZ, G.; Amorim, M.; Análise do conforto térmico em habitação popular no município de Presidente Prudente – SP. **Revista Geonorte**, Ed.Especial 2, V.2, N.5, p. 194-206, 2012.

YAMASOE, M. A.; CORRÊA, M. P. **Processos radiativos na atmosfera**: fundamentos. São Paulo: Oficina de Textos, 2016.

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

ANÁLISE COMPARATIVA DE VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS OBTIDAS ATRAVÉS DE CINCO ESTAÇÕES CLIMATOLÓGICAS INSTALADAS NO CÓRREGO PONTE DE PEDRA EM MATO GROSSO

Giovanna Letícia da Silva Marcelino [(a)], Ramon Martins Fernandes[(b)], Regiane Lima Rodrigues[(c)], Peter Zeilhofer[(d)], Rodrigo Marques[(e)]

[(a)] Discente do Curso de Bacharelado em Geografia - VIC/Instituto de Geografia, História e Documentação, UFMT, giovannaleticiasm@gmail.com
[(b)] Discente do Curso de Licenciatura em Geografia - VIC/Instituto de Geografia, História e Documentação, UFMT, ramonx_mf@hotmail.com
[(c)] Discente do Curso de Licenciatura em Geografia - VIC/Instituto de Geografia, História e Documentação, UFMT, regianne_lima@hotmail.com
[(d)] Docente do Departamento de Geografia/Instituto de Geografia, História e Documentação, UFMT, zeilhoferpeter@gmail.com
[(e)] Docente do Departamento de Geografia/Instituto de Geografia, História e Documentação, UFMT, rodrigomarques@ufmt.br

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo/

Este trabalho teve o objetivo de realizar uma comparação da variabilidade temporal das variáveis climatológicas de temperatura máxima, temperatura mínima, temperatura média e precipitação, obtidos através de dados de cinco estações climatológicas instaladas no Córrego Ponte de Pedra, um afluente do Rio São Lourenço a 20km do município de Rondonópolis-MT, durante o período de 01/04/2018 a 31/10/2018. As temperaturas médias diárias tiveram variação de 14,3 a 32,0 °C, as máximas absolutas de cada estação variaram entre 38,7 e 41,4°C, e as mínimas absolutas variaram entre 4,6 e 8,2 °C. Em média, 47,4% das chuvas apresentaram volumes entre 0,1 e 1,0 mm, 21% entre 1,1 e 5,0 mm, 9,6% entre 5,1 e 10,0 mm, 8,5% entre 10,1 e 20,0 mm, 11,8% entre 20,1 e 50,0mm, e apenas um evento de chuva teve volume superior a 50 mm (69,3 mm na estação C1 em 11/10/2018.

Palavras chave: PCH, variabilidade climática, temperatura, precipitação.

1. Introdução

O Brasil não possui uma adequada distribuição de estações climatológicas pelo seu território, tendo maior concentração no centro-sul e no litoral, enquanto as regiões Norte e Centro-Oeste apresentam grande defasagem (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007). Essa falta de proximidade entre as estações dificulta estudos sobre a variabilidade dos elementos meteorológicos em escala local. No Mato Grosso, a transição entre os Planaltos paleozoicos e a planície pantaneira é caracterizada por um forte gradiente topográfico, cujos efeitos sobre as variáveis meteorológicos são pouco conhecidos.

Diante desse contexto, foi instalada a partir de Janeiro de 2018 a Rede de monitoramento ambiental multifuncional do sistema Planalto-Pantanal (REMAPP). Composta por um conjunto de duas estações climatológicas (C1, C2) e três estações de monitoramento combinado de climatologia e qualidade de água (A1, A2, A3), agrupadas em um percurso de cerca de 11 km, a REMAPP visa estudar as variações hidro-meteorológicas no sistema Planalto/Pantanal. Este artigo apresenta primeiras avaliações sobre a variabilidade de temperatura e precipitação nesta paisagem de transição.

2. Materiais e Métodos

Foram avaliados dados diários de temperatura máxima, temperatura mínima, média e máxima do ar e de precipitação durante o período de 01/04/2018 a 31/10/2018, obtidos através de cinco estações climatológicas (Campbell Scientific Inc, com resolução temporal de 5 minutos) instaladas em superfície desde janeiro/2018 e localizadas na transição do sistema Pantanal/Planalto na área de influência das Pequenas Centrais Hidrelétricas de Rondonópolis e José Gelázio. O conjunto está localizado ao longo do vale do Córrego Ponte de Pedra, cerca 20 km ao sul da cidade de Rondonópolis-MT (Figura 1), região que apresenta Clima Tropical Continental Alternadamente Úmido e Seco (TARIFA, 2011). Tendo em vista que não houve dados suficientes para a realização de balanço hídrico com as estações do presente trabalho,

foram utilizados dados da estação meteorológica do INMET da cidade de Rondonópolis – A907 (Código OMM: 86728) para determinação da quantidade de evapotranspiração (EPT) para as estações no período e saldo diante do volume precipitado (P), conforme proposto por Thornthwaite e Mather (1955). Como não foram obtidos dados para o ano todo de 2018, não foi possível o cálculo do balanço hídrico normal, mas se identificou os períodos de déficit e excedente (P-EPT), com dados de temperatura e precipitação (*www.ler.esalq.usp.br/valter/BHnorm.xls*), sem a necessidade de medidas diretas das condições de solo (PEREIRA, 2005).

Figura 1 - Localização das Estações Climatológicas na área de influência das Pequenas Centrais Hidrelétricas de Rondonópolis e José Gelázio, distante cerca de 20 km do município de Rondonópolis – MT

As estações foram adquiridas através do projeto "Rede de monitoramento ambiental multifuncional do sistema Planalto-Pantanal" (Edital MCTI/ FINEP/ CT-INFRA 01/2013) e o custeio para a manutenção e operação é oriundo do Projeto "Avaliação dos efeitos da implantação de empreendimentos hidrelétricos na região Hidrográfica do rio Paraguai para suporte à elaboração do plano de recursos hídricos da RH-Paraguai", financiado pela Agência Nacional das Águas (ANA).

3. Resultados e Discussões

Verifica-se que os dados diários preliminares de temperatura (média, máxima e mínima) apresentam variação relativa similar entre as estações climatológicas, porém com valores absolutos distintos (Figura 2). Em todas as estações, a maior variação nas médias diárias médias ocorreu entre os meses de maio a setembro (estação seca), período que também apresentou as maiores amplitudes térmicas e os seus extremos nas temperaturas máximas e mínimas.

As temperaturas médias diárias tiveram mínima de 14,3 e máxima de 32,0 °C, com médias para todo o período analisado entre 22,2 e 23,9°C (Tabela I). As temperaturas máximas diárias variaram entre 38,7 e 41,4°C, enquanto a média das máximas para o período variou entre 31,8 e 33,5°C. As menores mínimas diárias variaram entre 4,6 e 8,2 °C, e as médias das mínimas entre 15,1 e 16,9°C. A estação C2 registrou a maior máxima absoluta diária (41,4 °C), uma vez que se localiza no topo da vertente, estando mais exposta à incidência de radiação o que favorece o maior aquecimento, a mesma apresentou quando comparado com a estação A3 (localizada no vale, logo abaixo da C2) uma temperatura máxima de 1,4°C maior, e uma temperatura mínima 0,3°C maior, o que indica uma maior variação no topo da vertente do que no fundo do vale por onde passa o Córrego Ponte de Pedra.

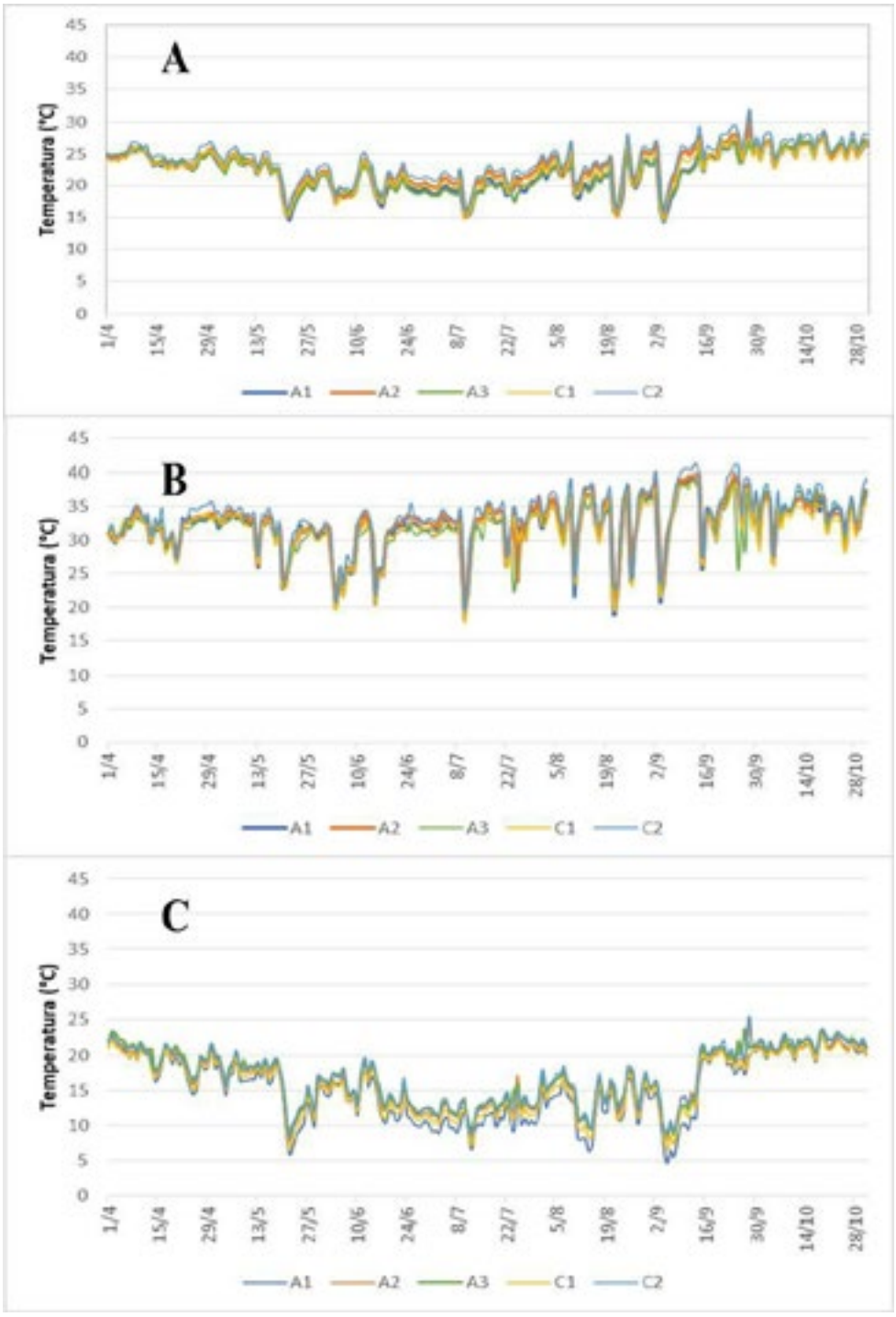


Figura 2 - Variação da temperatura média (A), máxima (B) e mínima (C) diária nas estações climatológicas na área das Pequenas Centrais Hidrelétricas José Gelázio e Rondonópolis.

Tabela 1 - Estatística descritiva das variáveis diárias de temperatura média, máxima e mínima das estações climatológicas instaladas na área das PCH's José Gelázio e Rondonópolis.

	A1	A2	A3	C1	C2	A1	A2	A3	C1	C2	A1	A2	A3	C1	C2
	Temperatura Média					Temperatura Máxima					Temperatura Mínima				
Máx	28,2	31,1	28,0	27,6	32,0	39,3	39,8	39,0	38,7	41,4	22,7	24,2	23,6	22,7	25,4
Mín	14,3	15,0	15,5	14,6	15,8	18,3	18,8	19,7	18,1	19,9	4,6	7,6	8,5	6,3	8,2
Me	22,2	23,0	22,3	22,4	23,9	32,2	32,6	31,9	31,8	33,5	15,1	16,4	16,8	15,7	16,9
Md	22,4	23,3	22,6	22,9	24,2	32,6	33,1	32,2	32,4	33,8	15,4	16,7	17,1	15,8	17,2
± dp	3,1	2,9	3,0	2,9	3,0	4,0	4,0	3,8	3,8	4,1	4,5	3,9	4,0	4,1	4,0

Tabela 2 – Características da precipitação (máximo em 24 horas, número de dias com chuva superior a 0,1 mm, volume total de precipitação, e n° de eventos por intervalo de volume para o período analisado) das estações climatológicas instaladas na área das PCH's José Gelázio e Rondonópolis

	A1	A2*	A3	C1	C2
Precipitação (mm)					
máx 24 hs	47,1	34,6	40,7	69,3	34,8
Nº dias com chuva	47	25	48	50	43
Nº dias sem chuva	167	189	166	164	171
Volume total	315,2	137,9	299,8	335,3	298,5
Abril	89,2	96,6	111,7	59,4	96,2
Maio	23,6	31,4	35,2	30,6	35,2
Junho	0,6	0,4	0	0,2	0
Julho	0	0	0	0	0
Agosto	21,7	9	0,1	18,8	15,1
Setembro	48	0,4	36	47,6	39,7
Outubro	132,1	0,1	116,8	178,7	112,3
% est. seca	29,8	29,9	23,8	29,0	30,2
% est. chuvosa	70,2	70,1	76,2	71,0	69,8
n° de eventos por volume de chuva (mm)					
0,1-1,0	17	12	25	26	21
1,1-5,0	15	6	10	6	7
5,1-10,0	5	2	2	8	4
10,1-20,0	4	1	4	5	5
20,1-50,0	6	3	6	4	6
> 50,0	0	0	0	1	0

*A2 – estação sem coleta de dados de precipitação entre 22/09 e 25/10 por não funcionamento do pluviômetro.

Os máximos diários de precipitação das estações variaram entre 40,7 e 69,3 mm, sendo que dos 214 dias analisados, o número de dias com precipitações acima de 0,1 mm variou entre 43 e 50 dias, com volume total de precipitação entre 298,5 e 335,3 mm (Tabela II). A estação A2 registrou 137,9 mm de chuva para o período, entretanto, entre 22/setembro e 25/outubro não houve registro de precipitação por falha no pluviômetro.

O máximo de precipitação em 24 horas ocorreu em 11/10/2018, sendo registrados 69,3 mm na estação C1, e nesta mesma data foram registrados 32,2 mm na A1, 0,2 mm na A3 e 0,3 mm na C2. A média de precipitação anual para Rondonópolis é de 1301,6 mm, conforme série histórica de 1981-2010 do INMET (2018), sendo 1211,2 mm (93%) entre os meses de outubro e abril, e 94,2 mm (7%) entre maio a setembro, sendo que em maio/1999 se registrou precipitação de 109 mm em 24 horas.

Ao comparar os dados adquiridos com as normais climatológicas entre 1981-2010 para estação INMET em Rondonópolis, verificou-se que em abril, as estações A2, A3 e C2 apresentaram volumes maiores que o esperado (95,3 mm). Em outubro, as estações A1 e C1 apresentaram volumes maiores que a normal climatológica (121 mm), com destaque para a C1 que registrou 178,7 mm, um volume cerca de 50% maior que o esperado. Em média, 47,4% das chuvas apresentaram volumes entre 0,1 e 1,0 mm, 21% entre 1,1 e 5,0 mm, 9,6% entre 5,1 e 10,0 mm, 8,5% entre 10,1 e 20,0 mm, 11,8% entre 20,1 e 50,0mm, e apenas um evento de chuva teve volume superior a 50 mm (69,3 mm na estação C1 em 11/10/2018).

Na Figura 3 se verificou que o período entre maio e setembro, as estações A1, A3, C1, C2 e a da rede do INMET de Rondonópolis apresentaram precipitação inferior ao volume evapotranspirado, cujo saldo negativo chegou a -94 mm no mês de agosto na A3. Apenas a estação do INMET apresentou saldo positivo nos meses de abril (15,3 mm) e outubro (27,9 mm), bem como a estação C1 que no mês de outubro apresentou saldo positivo de 45,4 mm. Souza et al. (2013) analisando dados entre 1995 a 2010 para Rondonópolis, encontrou deficiência hídrica entre abril e outubro (com mais de 100 mm mensais de perda em agosto e

setembro) e excedente hídrico entre novembro a março (com cerca de 150 mm mensais em Janeiro e Fevereiro).

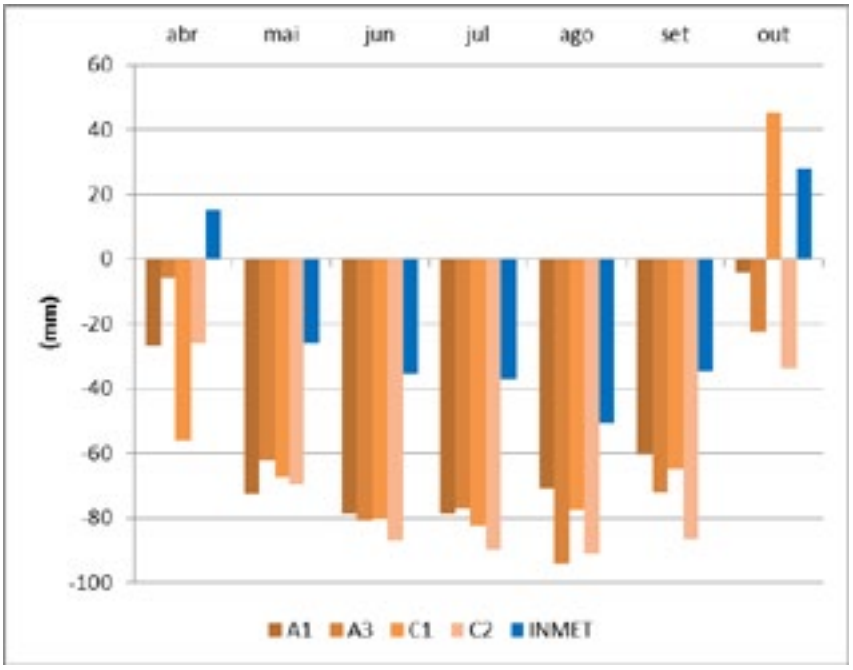


Figura 3- Diferença entre a Precipitação (P) e Evapotranspiração (ETP) para as estações climatológicas na área de influência das PCH's José Gelázio e Rondonópolis e a estação INMET do município de Rondonópolis-MT

Tarifa (2011) analisando dados entre 1983 e 1994 encontrou uma deficiência hídrica entre abril a setembro que variou de 250 a 300 mm, enquanto que o excedente entre dezembro e março variou entre 400 a 600 mm. O período de deficiência e excedente hídrico foi mais compatível com o encontrado por Souza et al. (2013), apresentando deficiência hídrica menos intensa durante o período e no mês de fevereiro o excedente hídrico foi superior.

4. Considerações Finais

Os resultados mostraram que a maior máxima absoluta (41,4 °C) foi registrada no topo de uma vertente, onde há exposição direta da superfície e aquecimento anterior ao fundo do

vale. Tanto as maiores máximas quanto as menores mínimas foram registradas durante a estação seca (maio a setembro), caracterizando a elevada amplitude térmica esperada para o período. Em média, 47,4% das chuvas apresentaram volumes entre 0,1 e 1,0 mm, 21% entre 1,1 e 5,0 mm, 9,6% entre 5,1 e 10,0 mm, 8,5% entre 10,1 e 20,0 mm, 11,8% entre 20,1 e 50,0mm, e apenas um evento de chuva teve volume superior a 50 mm (69,3 mm na estação C1 em 11/10/2018). Os resultados do saldo entre precipitação e evapotranspiração indicam que entre maio e setembro houve maior volume de evapotranspiração do que precipitação, com exceto nos meses de outubro (estação INMET e C1) e abril (estação INMET).

Agradecimentos

A Agência Nacional das Águas (ANA) e ao MCTI/FINEP, pelo suporte financeiro que permitiu a realização do presente trabalho.

5. Referências Bibliográficas

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Normais Climatológicas do Brasil. 2018. Disponível em: http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisclimatologicas. Acesso em 15/08/2018.

MENDONÇA, F.; OLIVEIRA, I. M. D. **Climatologia: noções básicas e climas no Brasil**. São Paulo, Oficina de textos, 2007.

PEREIRA, Antônio Roberto. Simplificado o balanço hídrico de Thornthwaite-Mather. **Bragantia**, Campinas , v. 64, n. 2, p. 311-313, 2005 .

SOUZA, A.P., et al. Classificação Climática e Balanço Hídrico Climatológico no Estado de Mato Grosso. **Nativa**, Sinop, v. 01, n. 01, p. 34-43, out./dez., 2013.

TARIFA, J.R. **Mato Grosso: clima – análise e representação cartográfica**. Cuiabá: Entrelinhas, 2011. (Série recursos naturais e ambientais)

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. **The water balance**. Centerton, NJ: Drexel Institute of Technology - Laboratory of Climatology, 1955. 104p. (Publications in Climatology, vol. VIII, n.1)

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO 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 DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA PLUVIOSIDADE DA ILHA DO MARANHÃO NOS ANOS DE 2016 e 2017

Juarez Mota Pinheiro [(a)] Ronaldo Rodrigues Araújo [(b)]

[(a)] Prof. Departamento de Geociências/LABOCLIMA/Universidade Federal do Maranhão, juarez.mp@ufma.br/juarezmp@gmail.com
[(b)] Prof. Departamento de Geociências/LABOCLIMA/Universidade Federal do Maranhão, ronaldo.araujo@ufma.br/ronaldo.araujo16@gmail.com

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

A pluviosidade representa um dos elementos atmosféricos com maior capacidade de causar distúrbios na organização espacial humana. Utilizando-se de dados pluviométricos da CEMADEN, EMBRAPA e do INMET, de quatorze estações automatizados distribuídos por toda a ilha. Os dados foram processados pelo software Golden Surfer 13, utilizando-se do método de interpolação krigagem, foram produzidos mapas. Além de gráficos e tabelas representativos da distribuição mensal, sazonal e anual das chuvas ocorridas nos anos de 2016 e 2017. Os resultados apresentaram que a maior quantidade de chuvas anuais ocorre na faixa litorânea de São Luís no entorno do bairro Calhau, e a menor quantidade de chuvas ocorre a norte/nordeste da ilha, por todo o município da Raposa, apresentando uma diferença de variação de 39,19% do total anual. Também foi possível identificar que as chuvas ocorrem em maior frequência entre o horário das 12h às 17h59min e estas representam 45,6% do total diário.

Palavras chave: ilha do Maranhão, chuvas, distribuição temporo-espacial.

1. Introdução

A pluviosidade representa um dos elementos atmosféricos com maior capacidade de causar distúrbios na organização espacial humana, provocados diretamente pela sua intensidade ou escassez. Na ocorrência de chuvas intensas, muito acima da média normal, estas podem provocar, por exemplo, alagamentos, enchentes, deslizamentos, destruição de lavouras, provocar doenças transmitidas pela presença de agentes infecciosos nas águas. Em

contrapartida, quando ocorre a escassez das chuvas, tendem a provocar aumento de queimadas, diminuição acentuada da produtividade agrícola, aumento de doenças respiratórias, ações de racionamento de água, entre outros.

O conhecimento de como se comportam as chuvas na sua distribuição espacial, levando em conta a sua variabilidade, permite a instrumentalização de possibilidades de ações de planejamento, pelos gestores públicos, que viabilizem a diminuição dos seus impactos e a escolha específica dos lugares em que melhor poderão ser implantadas intervenções que visem promover a resiliência quando da ocorrência de chuvas intensas ou de sua ausência prolongada.

Dessa forma, representa significativa importância para muitas atividades econômicas, sua importância é inegável tanto para a agricultura, como para muitas outras atividades de outros setores econômicos, como o turismo, a construção civil, o comércio entre outros.

Pesquisas atualizadas que procurem entender o comportamento da dinâmica climática tornam-se cada vez mais necessárias para qualquer planejamento que se deseja realizar. O conhecimento de como se comporta a pluviosidade em sua distribuição espaço-temporal representa importante mecanismo de organização e identificação de riscos ambientais principalmente em local que envolve grande concentração populacional.

A ilha do Maranhão é onde se localiza a maior concentração populacional e a maior concentração urbana do estado do Maranhão, demandando, que se conheça a sua dinâmica climática pluvial, a fim de se identificar espacialmente locais propensos a áreas de risco urbano como: inundações, enchentes, enxurradas, que ocasionam perdas econômicas e sociais com impactos na saúde da população.

2. Localização e características climáticas

A ilha do Maranhão localiza-se no nordeste brasileiro e a norte do estado do Maranhão, é constituída pelos municípios de São Luís, capital do estado do Maranhão, São José de Ribamar, Paço do Lumiar e Raposa. A ilha possui uma área total de 904,5 km², encontra-se situada na região costeira do estado, dentro do Golfão Maranhense, limita-se ao norte com o Oceano Atlântico; ao sul, com a baía de São José e o Estreito dos Mosquitos; a leste com a baía de São José e a oeste com a baía de São Marcos (Figura 1).

A área em estudo apresenta-se com um relevo aplainado de baixas altitudes, sempre inferiores a 70 metros (SILVA, 2012). A topografia suave e os demais fatores como a insolação, a latitude e a maritimidade, agem com os sistemas regionais de circulação atmosférica, provocando pouca variabilidade térmica anual. Segundo Hastenrath e Lamb (1977) e FUNCEME (2002), o principal mecanismo de atuação atmosférica gerador de chuvas no norte do nordeste do Brasil é a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT).

Pinheiro (2018 p. 98) afirma que os principais sistemas atmosféricos presentes e atuantes no município de São Luís e por toda a ilha do Maranhão são, em destaque, a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) responsável pela determinação anual do período chuvoso e de estiagem, e a influência dos Ventos Alísios responsáveis pela atuação dos ventos constantes de origem regional e carregados de umidade. Em nível secundário de atuação, os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCANs), gerando períodos de estabilidade atmosférica com estiagem; a Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), os Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOL) e as Linhas de Instabilidade (LI) com a geração de períodos curtos de chuvas na região e, em uma escala local de influência, a brisa marítima com ventos diários e chuvas ocasionais por sistemas convectivos.

ISBN: 978-85-7282-778-2

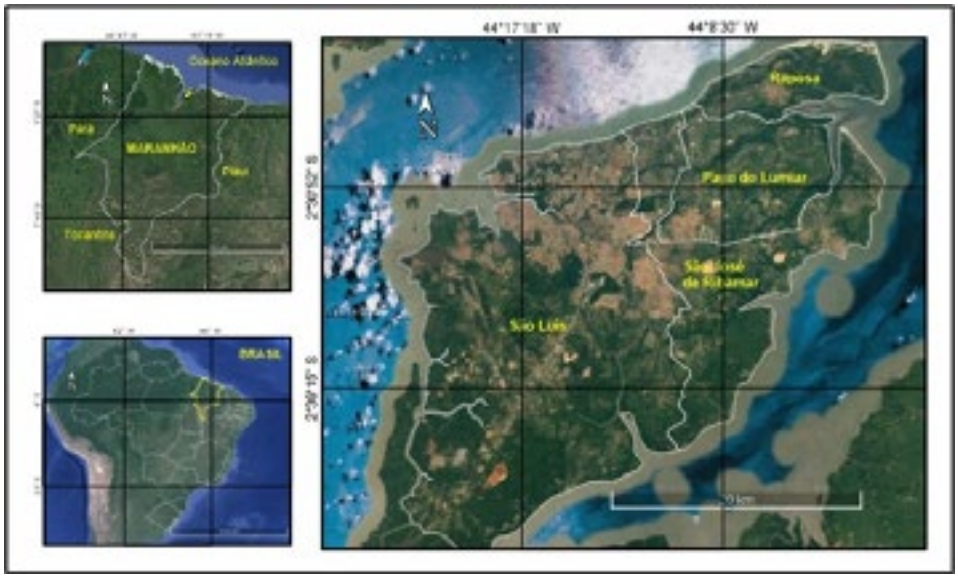


Figura 1: Localização da ilha do Maranhão

O regime de chuvas na cidade de São Luís é essencialmente tropical, do tipo equatorial, com dois períodos bem demarcados – um chuvoso (janeiro a junho) e outro de estiagem (julho a dezembro). Possui uma média total anual histórica de 190,9 mm de chuvas. (Figura 2).

A espacialidade das chuvas na ilha do Maranhão possui também importante influência dos ventos, isto porque direcionam as nuvens e conduzem a precipitação. Os ventos na ilha são de origem regional e local. Os de origem regional apresentam-se de maneira constante, provocados pelas altas pressões do anticiclone semi-estacionário do Atlântico Sul, que incide na região sempre pelo quadrante Leste/Nordeste, são os chamados ventos alísios de ocorrência permanente durante todos os meses do ano (MENEZES, 1995); e os de origem local, que são provocados pela ocorrência de extensas massas de água em proximidade com superfícies de terras, produzem variabilidade significativa de pressão atmosférica em períodos relativamente curtos de vinte e quatro horas. Este efeito natural de diferença de pressão provoca, em condições normais, o direcionamento do vento do mar para a terra durante o dia e do vento da terra para o mar durante a noite, fenômeno conhecido como brisa marítima e brisa terrestre.

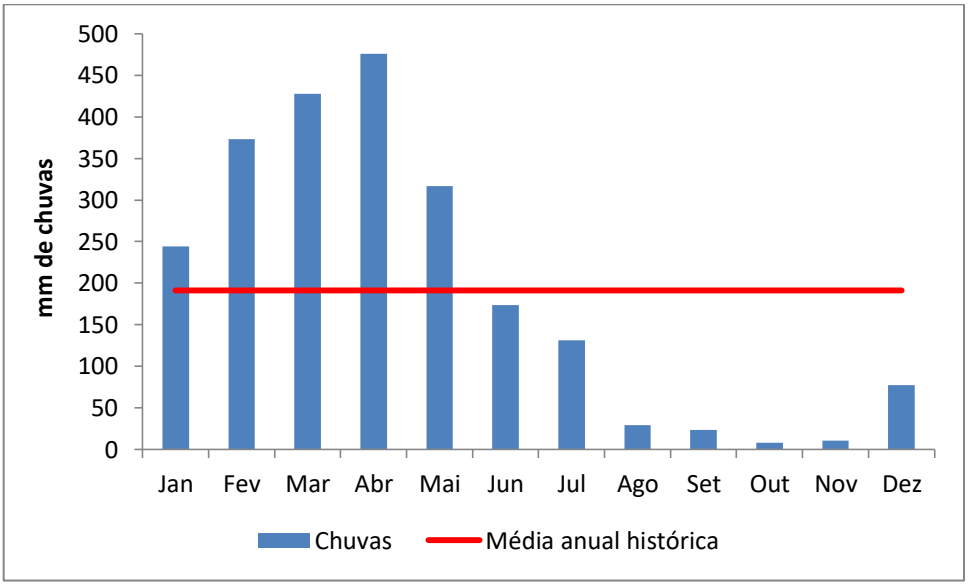


Figura 2: Gráfico da Normal Climatológica (1961-1990) da precipitação acumulada mensal e anual (mm) no município de São Luís. Fonte de dados: INMET. Org.: Autores

3. Materiais e método

Os dados de pluviosidade foram adquiridos junto a 3 (três) entidades públicas que possuem estações meteorológicas e postos pluviométricos dentro da ilha do Maranhão (Figura 3):

1) CEMADEN (Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Nacionais) que possui um total de 12 postos pluviométricos automatizados dentro da ilha do Maranhão e, iniciou suas atividades de coleta de dados em dezembro de 2015.

2) EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias) com 1 (uma) estação meteorológica automática, iniciou seu funcionamento em janeiro de 2015.

3) INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), com 1 (uma) estação meteorológica (automática e convencional), localizada dentro da zona urbana de São Luís, é a mais antiga estação meteorológica em funcionamento no Maranhão, coletando dados atmosféricos desde 1924.

Foram coletados dados pluviométricos de chuvas horárias de 01 de janeiro de 2016 a 31 de dezembro de 2017, perfazendo um total de 24 meses de coleta de dados em 14 estações e postos. Os dados originais de algumas estações e postos apresentaram algumas falhas em valores horários, optou-se nestes casos, em realizar o preenchimento diário através da técnica estatística de *Regressão Linear Múltipla*, identificada pelos pesquisadores Oliveira, et al (2010) e Pinto, et al (2016) como uma das mais adequadas para o preenchimento de falhas pluviométricas.

Figura 3 – Mapa de localização das estações meteorológicas e postos pluviométricos

4. Variabilidade das chuvas na ilha do Maranhão

Com os dados pluviométricos de 2016 e 2017 foi possível, inicialmente, identificar o acumulado anual registrado pelas estações e postos meteorológicos. (Figura 4)

Neste gráfico foi possível constatar que o volume pluviométrico no ano de 2017 registrou pluviosidade sempre superior ao ano de 2016 em todas as estações e postos, e identificar inicialmente em quais estações e postos ocorrem os maiores e menores volumes pluviométricos. Em toda a ilha do Maranhão, a estação Raposa, no município de Raposa, foi a que registrou os menores valores pluviométricos tanto no ano de 2016 quanto no ano de 2017, com uma diferença de 39,16% a menos de chuvas em relação a estação UEB Roseno de Jesus, que registrou os maiores volumes pluviométricos no ano de 2016. No ano de 2017 a diferença foi de 42,46% a menos de chuvas na estação Raposa em comparação com a estação Academia de Polícia Militar, no bairro Calhau no município de São Luís, que registrou os maiores volumes pluviométricos no ano de 2017.

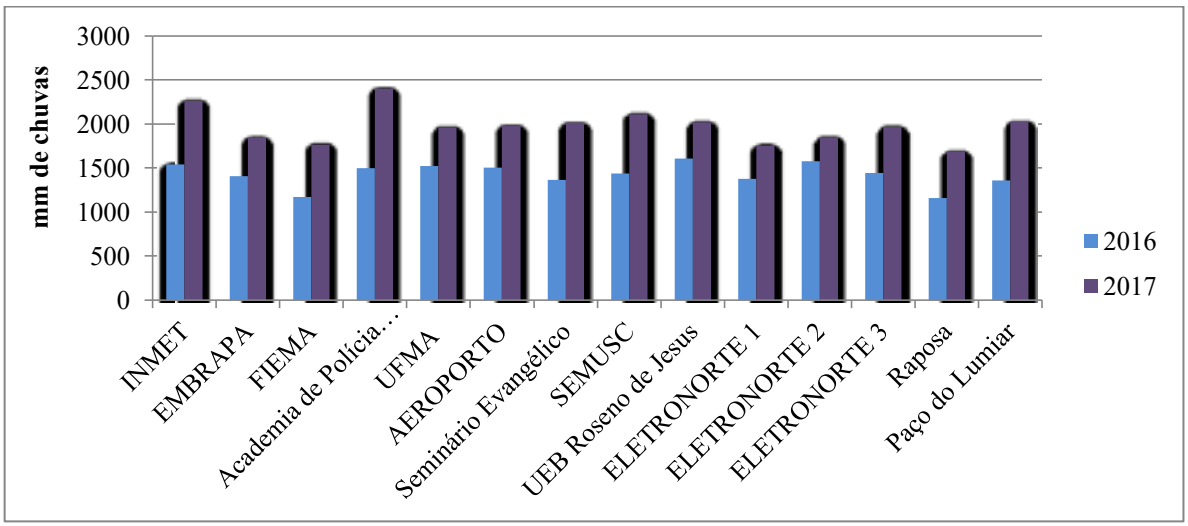
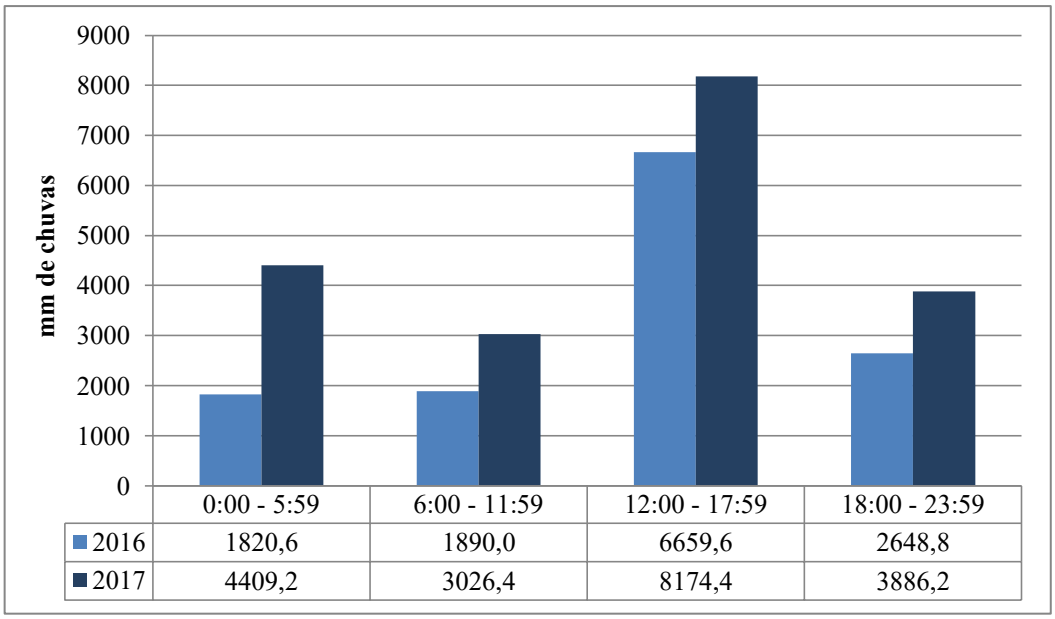


Figura 4 – Gráfico do acumulado anual das chuvas nos anos de 2016 e 2017 registrados em todas as estações e postos dentro da ilha do Maranhão. Fonte de dados: CEMADEN, EMBRAPA E INMET. Org: Autores

5. Caracterização da pluviosidade horária

A frequência da pluviosidade horária foi identificada através da Figura 5. Nele optou-se por organizar a regularidade das chuvas por faixas de intervalos horários de 6 horas, subdividindo assim as vinte quatro horas diárias em quatro faixas, o primeiro horário

iniciando às 0h até às 5h59min, o segundo horário das 6h até às 11h59min, o terceiro das 12h às 17h59min e o quarto e última faixa das 18h às 23h59min. A escolha deste recorte horário, em quatro faixas horárias, teve o propósito conceitual de identificar a ocorrência das chuvas nos períodos da manhã, tarde, noite e madrugada e assim proporcionar uma organização da representação gráfica que proporcionasse maior uniformização da distribuição das chuvas nos intervalos horários mais representativos das atividades humanas. Também importante observar que não foram utilizados valores médios e sim o acumulado total das chuvas registradas nos intervalos horários.



	0:00 - 5:59	6:00 - 11:59	12:00 - 17:59	18:00 - 23:59
2016	1820,6	1890,0	6659,6	2648,8
2017	4409,2	3026,4	8174,4	3886,2

Figura 5 – Gráfico de distribuição do volume das chuvas a cada 6 horas nos anos de 2016 e 2017 nas estações e postos na ilha do Maranhão. Fonte de dados: CEMADEN, EMBRAPA E INMET; Org.: Autores

O gráfico identifica que, tanto no ano de 2016 quanto no ano de 2017, o horário de maior frequência e intensidade das chuvas na ilha do Maranhão ocorreu na faixa horária de 12h até às 17h59min e a de menor frequência e intensidade das chuvas no ano de 2016 ocorreu na faixa horária das 0h até às 5h59min. No ano de 2017 a menor frequência de chuvas ocorreu na faixa horária das 6h até às 11h59min.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Os valores registrados das chuvas que ocorrerem no horário das 12h até às 17h59min são significativos, pois representam quase a metade das chuvas que caem. Avaliamos como hipótese para os valores encontrados que a influência do maior calor latente da urbanização da ilha, neste horário, conjugado com a brisa marítima diária associada aos Ventos Alísios regionais, ventos estes saturados de umidade, promovem assim significativa quantidade de chuvas nesta faixa horária.

6. Distribuição pluviométrica na ilha do Maranhão

Com os mapas (Figura 6) foi possível obter uma melhor compreensão de como as chuvas se distribuem por toda a ilha do Maranhão. Os valores pluviométricos representados foram os totais acumulados de chuvas registrados nas estações e postos nos anos de 2016 e 2017.

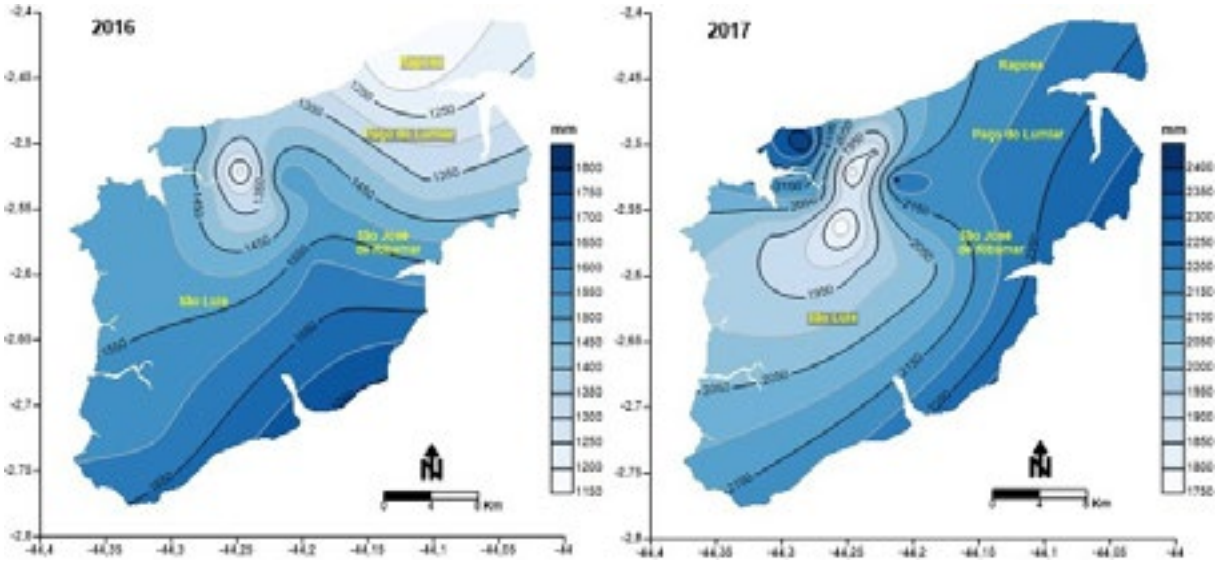


Figura 6 – Mapa de distribuição pluviométrica total ocorrida nos anos de 2016 e 2017 na ilha do Maranhão.
Fonte de dados: CEMADEN, EMBRAPA e INMET; Org.: Autores

Os mapas de distribuição espacial pluviométrica na ilha do Maranhão (2016 e 2017) indicaram distribuição de chuvas diferenciadas entre os dois anos estudados. Enquanto

no ano de 2016 os menores volumes pluviométricos ocorreram no município de Raposa e na área urbana de São Luís, no ano de 2017 os menores volumes pluviométricos registrados ocorreram apenas na área urbana de São Luís. Já para os maiores volumes de chuvas na ilha, os mapas de distribuição indicaram que ocorreu no ano de 2016 o maior predomínio de chuvas, à sudeste da ilha, na divisa dos municípios de São Luís e São José de Ribamar. Enquanto que no ano de 2017, duas áreas se destacaram como as áreas com os maiores volumes de chuvas, um a noroeste da ilha, na área litorânea da cidade de São Luís e a outra área, repetindo o ocorrido no ano anterior, a sudeste da ilha, na divisa dos municípios de São Luís e São José de Ribamar.

Com o objetivo de sintetizar representativamente a distribuição das chuvas nos 24 (vinte quatro) meses de coleta de dados foi produzido o mapa da Figura 7 no qual representa a totalidade acumulada das chuvas (2016-2017), registradas pelos 14 (catorze) postos pluviométricos, localizadas na ilha do Maranhão.

O mapa de distribuição pluviométrica dos dois anos de coleta de dados destaca que os menores volumes pluviométricos ocorrem a nordeste da ilha por todo o município de Raposa. Outro destaque observado ocorre na área compreendida da Zona Urbana de São Luís que apresenta também volumes pluviométricos menores do que seu entorno.

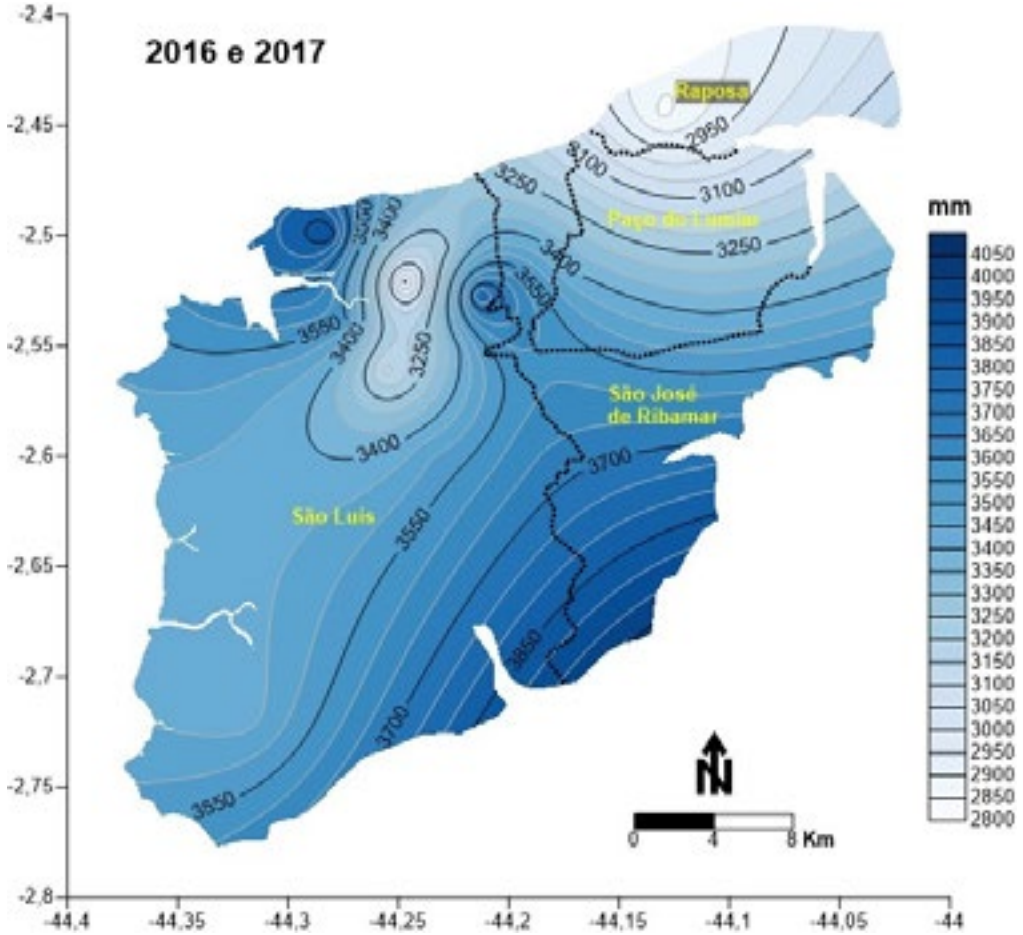


Figura 7 – Mapa de distribuição do acumulado pluviométrico ocorrido nos anos de 2016 e 2017 na ilha do Maranhão. Fonte de dados: CEMADEN, EMBRAPA e INMET; Org. Autores

Quanto aos maiores valores pluviométricos, ficou demarcado como sendo a sul/sudeste da ilha do Maranhão na divisa entre os municípios de São Luís e São José de Ribamar, como também a noroeste da ilha, dentro da Zona Urbana de São Luís no bairro Calhau. A diferença pluviométrica entre o local de maior ocorrência pluviométrica e a de menor pluviometria foi de 37,1%, em 24 meses de dados coletados dentro da ilha do Maranhão.

Referências Bibliográficas

CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NACIONAIS – **CEMADEN**. Disponível em: < http://www.cemaden.gov.br>. Acessado em janeiro de 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP)**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>.

SILVA, Q. D. **Mapeamento Geomorfológico da Ilha do Maranhão**. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2012.

HASTENRATH, S. and LAMB, H. **Dymamics of climatic hazard in the Northeast Brazil**. Quart. J.Roy.Meteor. Soc., 103, 77-92, 1977.

FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS – FUNCEME. **Sistemas meteorológicos causadores de chuva na região nordeste do Brasil.** Disponível em <http://www.funceme.br/produtos/script/chuvas/Grafico_chuvas postos_pluviometricos/entender/entender2.htm> Acesso em: dezembro de 2017.

MENEZES, R. H. N. **Relação entre a precipitação no NEB e as anomalias de temperatura da superfície do mar dos Oceanos Atlântico e Pacífico tropicais.** Dissertação (Mestrado em Meteorologia). Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, 1995.

PINHEIRO, J. M. **Clima Urbano da Cidade de São Luís do Maranhão.** 2018. 242f. Tese de doutoramento (Programa de Pós-Graduação em Geografia Física) Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

OLIVEIRA, L. F. C; FIOREZE, A. P.; MEDEIROS, A. M. M; SILVA, M. A. S. **Comparação de metodologias de preenchimento de falhas históricas de precipitação pluvial anual**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. V.14, n.11, p. 1186-1192, 2010.

PINTO, P. H. P.; SOUSA, L. B; ZAVANTINI, J. A. **Correlação de falhas e seleção de classes para interpolação de dados pluviométricos**. Anais do XXII SBCG. Goiânia – GO, 2016.

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

ANÁLISE DA INTENSIDADE DA TEMPERATURA DO AR E DOS ALVOS NA CIDADE DE MARTINÓPOLIS-SP.

Tiago Santos Milani [(a)], Prof. Dra. Margarete Cristiane de Costa Trindade Amorim [(b)]

[(a)] Mestrando em Geografia, FCT-UNESP, Email: milani.ts@hotmail.com
[(b)] Departamento de Geografia, Faculdade de Ciências e Tecnologia, campus de Presidente Prudente, Universidade Estadual Paulista (UNESP), margarete.amorim@unesp.br

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo/

O trabalho buscou estudar as intensidades das temperaturas dos alvos e do ar na cidade de Martinópolis-SP. Para isso foram utilizadas duas imagens termais do satélite Landsat 8 (banda 10) que contemplassem um período seco e outro período chuvoso. As imagens apresentam a intensidade da temperatura superficial, o que possibilitou estabelecer relações entre si e com a temperatura do ar. Para os registros das temperaturas do ar foram instalados cinco sensores inseridos em miniabrigos sendo um no ambiente rural próximo e quatro nos mais diversos tipos de paisagens urbanas. Para obter a intensidade da temperatura do ar foram subtraídos os valores medidos em cada ponto urbano do ponto rural ($\Delta T=u-r$). Os resultados mostraram que existe uma relação entre o padrão de aquecimento do ar e dos alvos, também foram registradas diferenças na temperatura do ar urbano e rural que chegaram a 4ºC de intensidade.

Palavras chave: Temperatura do ar; Temperatura dos alvos; clima urbano; Martinópolis - SP

1. Introdução

Com o passar do tempo, as relações entre a sociedade e a natureza se intensificaram resultando em constantes alterações na superfície da Terra. Essas alterações ocorreram de diversas formas e dentre elas destacam-se: a extração de recursos naturais; a retirada da cobertura vegetal original; o plantio de diferentes culturas; o adensamento das construções nas cidades, dentre outras.

No Brasil, o processo de urbanização se intensificou a partir de 1960 e após essa década, a população brasileira passou a ocupar majoritariamente as áreas urbanas (SANTOS,

1993). Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no ano de 2010, 84,3% da população brasileira já residia em áreas urbanas no país.

Assim como em outros países da América Latina, a urbanização no Brasil aconteceu de forma tardia e acelerada, gerando diversos problemas devido à falta de planejamento que contemplasse toda essa expansão, provocando as mais variadas formas de "[...] degradação das condições de vida e do ambiente urbano" (MONTEIRO, 2003, p. 175).

Um dos fenômenos decorrentes das relações humanas com o meio ambiente nas áreas urbanas foi a Ilha de calor urbana (ICU). Amorim el al (2009, p. 2) descreve como uma

> [...] cúpula de ar quente que cobre a cidade [...] é a manifestação do aumento das temperaturas causado por características físicas [...] e as atividades urbanas. [...] A ICU é essencialmente definida pela diferença de temperatura entre a área central da cidade e do ambiente rural ou zonas periféricas com baixa densidade de construções.

Gartland (2010) mostrou que além de impactos na qualidade ambiental e bem-estar, as ilhas de calor também geram maiores gastos econômicos devido ao uso da energia utilizada para amenizar as altas temperaturas, bem como gastos com a manutenção de construções, além de prejudicar a fauna e flora urbana.

A partir do fim do século XX e início do século XXI, vários trabalhos como os de Pitton (1997), Amorim (2000, 2017) dentre outros, mostraram que a presença das ilhas de calor urbanas não são restritas apenas aos grandes centros urbanos, mas também em cidades de pequeno e médio porte.

Isto posto, a presente pesquisa teve como objetivo estudar as intensidades das temperatura do ar e dos alvos na cidade de Martinópolis-SP. Trata-se de uma cidade de pequeno porte localizada no oeste do estado de São Paulo à 534 quilômetros (Km) da capital do estadual, com latitude 22º 7' 35" Sul, e Longitude 51º 101 48" Oeste, com o total de 24.219 habitantes (Censo IBGE, 2010).

Assim como outras cidades do oeste paulista, Martinópolis teve suas origens às margens do prolongamento da Estrada de Ferro Sorocabana, que chegou na região durante a década de 1920. Em seu início, havia amplo cultivo de café, mas após a crise de 1929, teve o

início da cotonicultura (DALTOZO, 1999). Atualmente há o cultivo predominante da cana-de-açúcar. Todavia o setor predominante é o terciário, enquanto o setor secundário ainda aparece de forma incipiente.

O relevo é levemente ondulado e segundo a classificação geomorfológica de Ross e Moroz (1996), o município, bem como a cidade de Martinópolis, está localizado na Bacia Sedimentar do Paraná, e na morfoescultura do Planalto Ocidental Paulista, com declividade em média entre 2% a 7%.

A massa de ar Tropical Atlântica é predominante ao longo do ano no clima regional, entretanto as massas de ar polar tem função fundamental, provocando o aumento das chuvas durante o verão e quedas acentuadas na temperatura durante o inverno (SANT'ANNA NETO; TOMMASELLI, 2009).

2. Materiais e Métodos

A pesquisa teve como aporte teórico e metodológico o Sistema Clima Urbano (S.C.U) proposto por Monteiro (1976), de modo que o foco foi voltado para o subsistema termodinâmico, uma vez que a cidade de Martinópolis não conta com fontes poluidoras significativas, nem apresenta problemas com impactos hidrometeóricos. Portanto, a queda na qualidade de vida dos citadinos, referente ao clima, se concentra no desconforto gerado pelas temperaturas (subsistema termodinâmico).

Para a obtenção dos dados de temperatura do ar, foram feitos registros no espaço intraurbano através de sensores do tipo DATA LOGGER u23-002 HOBO PRO-v2. Esses, por sua vez, foram inseridos em miniabrigos, evitando a exposição direta dos raios solares e a precipitação. Os sensores foram instalados de modo que representassem as mais diversas paisagens, sendo quatro sensores no ambiente urbano e um no ambiente rural próximo. Os registros de temperatura do ar ocorreram no mês de novembro de 2017, diariamente às 10 horas. A intensidade das temperaturas do ar foi calculada a partir da diferença da temperatura das áreas urbana em relação ao rural próximo mediante aplicação da fórmula ($\Delta T=U-R$). Os resultados

foram organizados na forma de gráfico, o que facilitou a visualização e comparação. Para Gartland (2010), essa forma de identificação de ilhas de calor é considerada como uma das mais simples e seguras de se identificar esse tipo de fenômeno.

Além das temperaturas do ar buscou-se investigar as temperaturas superficiais (dos alvos), entretanto no mês de novembro de 2017, quando foram registadas as temperaturas do ar, nos dias da passagem do satélite Landsat 8 o céu estava coberto por nuvens. Deste modo, foram utilizadas as imagens mais próximas do período de estudo que não contavam com nuvens na cidade de Martinópolis.

Como foi evidenciado por Amorim (2017, p. 73-74), imagens termais podem sofrer alterações mediante a precipitação acumulada que precede sua tomada, de modo que, após episódios com maiores índices de precipitação, é notado um aumento na intensidade da ilha de calor urbano superficial devido a vegetação que floresce principalmente no ambiente rural próximo, enquanto em períodos mais secos, há uma atenuação na diferença da temperatura superficial entre o urbano e o rural próximo, devido a redução da vegetação. Desse modo, as imagens foram tomadas a partir de um período mais seco e outro mais chuvoso.

Para obtenção das imagens termais foram tratadas as imagens do satélite Landsat 8 (banda 10)[1]. Tais imagens são capturadas a cada 16 dias, sendo o horário de registro às 10h22 (hora local). Após a seleção das imagens foi feito o tratamento no software IDRISI[2] e o produto final buscou expor a intensidade da temperatura. Para o cálculo da intensidade das temperaturas dos alvos subtraiu-se a menor temperatura registrada na cena de toda a imagem.

Também foram feitas as identificações dos sistemas atmosféricos atuantes durante o período de registro de temperatura do ar e calculou-se o total de precipitação nos 30 dias que antecederam a tomada de cada imagem termal presente no trabalho. Para a identificação dos sistemas atmosféricos foram utilizados os dados da estação meteorológica automática de Presidente Prudente que está localizada a cerca de 20 quilômetros (km) de distância da área de

[1] Disponível gratuitamente em: https://earthexplorer.usgs.gov/
[2] Uma marca Clark University.

estudo. Também foram utilizadas imagens do satélite GOES-13 (visível) e cartas sinóticas da Marinha do Brasil que auxiliaram a interpretação desses dados.

3. Resultados e discussões

Com o avanço da tecnologia tornou-se possível compreender as características do clima urbano de diferentes formas, não apenas a partir da temperatura do ar, mas também da temperatura dos alvos, utilizando-se para isso de imagens do canal termal. No Brasil, os primeiros trabalhos que se utilizaram das imagens termais para os estudos do clima urbano foram Lombardo (1985) e Mendonça (1994).

3.1 Características dos pontos de registros da temperatura do ar

Para se obter os registro dos dados da temperatura do ar na cidade de Martinópolis foram instalados sensores (pontos fixos) inseridos em miniabrigos meteorológicos. A definição dos locais seguiu alguns critérios tais como: diferentes tipos de paisagem urbana (com padrões e densidades construtivas distintas) e diferentes formas de uso e ocupação da terra (áreas majoritariamente residenciais ou comerciais).

O ambiente rural próximo, utilizado para instalação do ponto fixo que representa menor grau de transformação devido a maior permeabilidade do solo, apresenta ampla área de pastagem, arborização dispersa, poucas edificações e ínfimas plantações. Esta área está à aproximadamente 2,6 Km do centro da cidade, localizado a oeste da malha urbana e a 474 metros (m) acima no nível do mar.

Na porção oeste da malha urbana, a 600m do centro da cidade, os registros das temperaturas foram realizados em ponto representativo do bairro Pioneiro. Este se caracteriza pelas construções de alto padrão, ruas largas e lotes grandes. Apesar do tamanho do lote, as edificações, em sua maioria, ocupam toda sua extensão e em alguns casos há completa impermeabilização do lote.

A área central da cidade na qual foi instalado um ponto fixo, diferente do que ocorre nos grandes centros urbanos, possui pouca verticalização, grandes lotes com presença de vegetação arbórea e áreas permeáveis. Possui ruas estreitas e o padrão construtivo é diversificado, com casas de médio e alto padrão e edifícios comerciais. Também é o ponto mais alto da cidade, estando à 505m acima do nível do mar.

O bairro Alegrete, localizado na porção sul da malha urbana, caracteriza-se por ser o mais antigo da cidade, sendo destinado para os trabalhadores que originalmente exerciam funções ligadas a ferrovia que deu origem à cidade (DALTOZO, 1999). O mesmo está a 400m do centro da cidade, conta com lotes grandes, de médio e baixo padrão construtivo e as edificações não ocupam todo o lote, havendo áreas permeáveis.

Por fim, o bairro Grevilha está na parte leste da malha urbana, possui quadras irregulares, lotes e edificações de tamanhos variados, com construções de médio e baixo padrão. Há alguns poucos lotes com impermeabilização total.

3.2 Temperatura do ar às 10h00

Para a representação dos dados da intensidade da temperatura do ar às 10h00, durante o mês de novembro de 2017, foi organizado um gráfico (figura 1) com cada ponto fixo e sua respectiva intensidade diária.

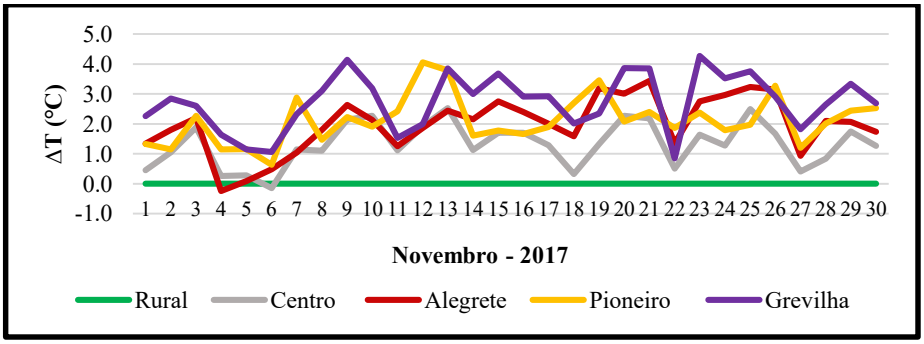


Figura 1 – Temperatura do Ar às 10h00.

A primeira semana do mês de novembro de 2017 foi marcada pela atuação das massas de ar Polar e Polar Tropicalizada, sendo essas responsáveis por manter a temperatura mais

amena, provocando precipitações nos dias 03 e 04. O período que apresentou maior estabilidade atmosférica ocorreu entre os dias 11 e 17. Neste período, predominou a massa de ar Tropical Atlântica, o que resultou também no aumento da temperatura do ar. Já ao fim do mês de novembro, após o dia 26, houve o retorno da atuação das massas de ar Polar, provocando o aumento da precipitação e queda na temperatura.

As maiores intensidades ocorreram sob atuação da massa de ar Tropical Atlântica e estabilidade atmosférica (09/11 e 23/11), atingindo no máximo 4,3ºC no bairro Grevilha. Na figura 1, verifica-se que o bairro Grevilha foi o mais aquecido, na maioria dos dias em análise (10h00), sobretudo quando houve estabilidade atmosférica. Durante os dias que apresentaram algum grau de nebulosidade, ventos fortes ou instabilidade, o Grevilha foi menos aquecido do que o Pioneiro.

Outro bairro que apresentou altas intensidades de temperatura foi o Pioneiro. Sob atuação da massa de ar Tropical atlântica, atingiu a intensidade de 4,1ºC. De modo geral, o bairro Pioneiro registrou intensidade mais baixa do que o Grevilha, porém, foi mais aquecido do que o bairro Alegrete, e nos dias 15 e 16, mesmo sobre estabilidade atmosférica, teve o aquecimento semelhante ao centro da cidade.

O bairro Alegrete apresentou intensidade máxima de 3,5ºC e sob estabilidade atmosférica, o bairro se mostrou menos aquecido que os bairros Grevilha e Pioneiro. Somente entre os dias 11 e 13 apresentou intensidade semelhante ao centro, todavia, nos demais episódios foi mais aquecido do que o centro da cidade.

A área central da cidade teve o menor aquecimento ao longo de todo o mês de novembro às 10h00 se comparado com as demais áreas urbanas, atingindo no máximo 2,5ºC de intensidade. No episódio em que o bairro Grevilha apresentou 4,3ºC de intensidade, sendo essa a maior intensidade registrada para o horário em toda a cidade, a área central registou 1,6ºC.

3.3 Intensidade da Temperatura dos alvos em setembro de 2017 e janeiro de 2018

Como já mencionado, foram utilizadas as imagens termais do satélite Landsat 8 (banda 10) para a obtenção da temperatura dos alvos. O satélite faz registro da cena na qual Martinópolis está inserida a cada 16 dias (órbita 222 e ponto 75). As imagens utilizadas nesse trabalho foram registradas às 10h22 (hora local).

Devido a frequência da tomada das imagens do Landsat 8 e das condições meteorológicas, não foi possível utilizar imagens que correspondessem ao mesmo período dos registros das temperaturas do ar, pois as imagens apresentavam nuvens. Isto posto, se utilizou imagens datadas o mais próximo possível do período de registros das temperaturas do ar, buscando contemplar um período seco e outro mais chuvoso.

Segundo Amorim (2017, p. 73-74)

> [...] nos episódios de muita chuva, aumenta a intensidade da ilha de calor urbana superficial, porque na área rural o aumento da biomassa faz cair as temperaturas dos alvos. Já no período seco, diminui a intensidade da ilha de calor urbana superficial (em comparação com a rural), entretanto, aumentam as diferenças intraurbanas, devido às diferenças dos materiais utilizados nas coberturas.

Desse modo, utilizadas duas imagens termais que correspondessem a um período seco (17 de setembro de 2017) e outro período com total maior de precipitações (23 de janeiro de 2018).

Nos 30 dias que antecederam a tomada da imagem do dia 17 de setembro de 2017 (Figura 2), o total acumulado de precipitação foi de 18 milímetros (mm). A intensidade mais alta (diferença entre a maior e a menor temperatura) registrado nessa imagem foi de 11ºC. No entanto, corroborando com os estudos de Amorim (2017), devido ao período seco, a maior intensidade ocorreu no rural próximo, com características de solo exposto, enquanto a menor temperatura foi registrada em área de mata densa, localizada a sudeste da malha urbana.

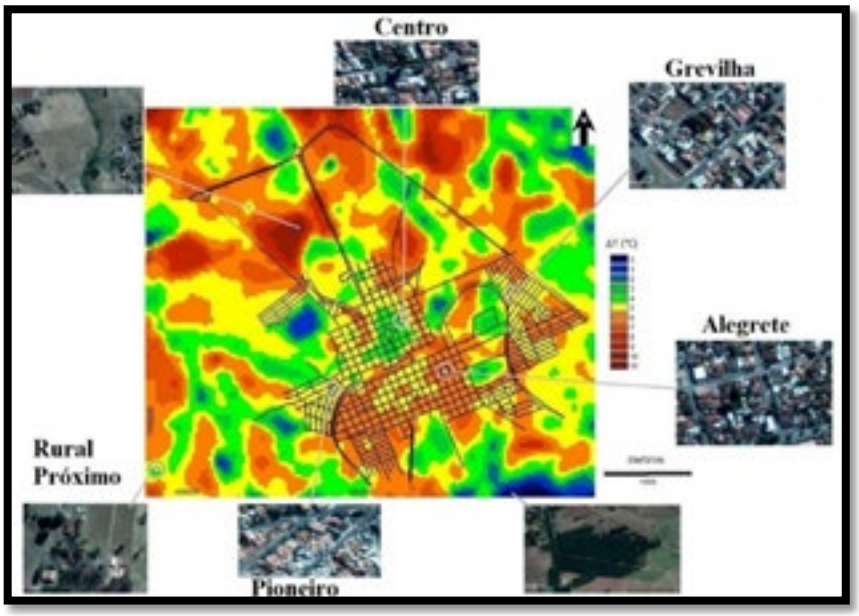


Figura 2 – Imagem termal 17 de setembro de 2017: período seco. Fonte: MILANI, 2018, p. 62.

Se tratando do ambiente urbano, na Figura 2, assim como no caso da temperatura do ar (Figura 1), os bairros Pioneiro e Grevilha tiveram intensidades semelhantes (5ºC) e o centro foi menos aquecido (4ºC). A maior diferença no padrão de aquecimento entre o ar e o alvo ocorreu no bairro Alegrete, no qual apresentou aquecimento superior aos demais bairros estudados no que se refere a temperatura do alvo. Este resultado demonstra, sobretudo, a temperatura dos materiais construtivos e no bairro Alegrete onde coberturas de fibrocimento são amplamente utilizadas. Esse tipo de cobertura possui maior taxa de emissividade bem como conta com propriedades físicas que permitem maior aquecimento (FERREIRA e PRADO, 2003).

Registrada após um período que apresentou maior volume de precipitação nos 30 dias que antecederam a tomada da imagem (415mm), a imagem termal do dia 23 de janeiro de 2018 (Figura 3) apresentou características diferentes da imagem de setembro de 2017. Devido ao aumento da biomassa que ocorre após o período com grande volume de precipitação, as maiores intensidades da temperatura dos alvos ocorreram na área urbana, atingindo até 8ºC. A intensidade mais alta nesse caso ocorreu no bairro Alegrete, assim como a figura 2. Já as demais

áreas urbanas apresentaram, de modo geral, intensidades de 6ºC e 7º. As menores intensidade (5ºC) ficaram restritas às áreas periféricas da cidade.

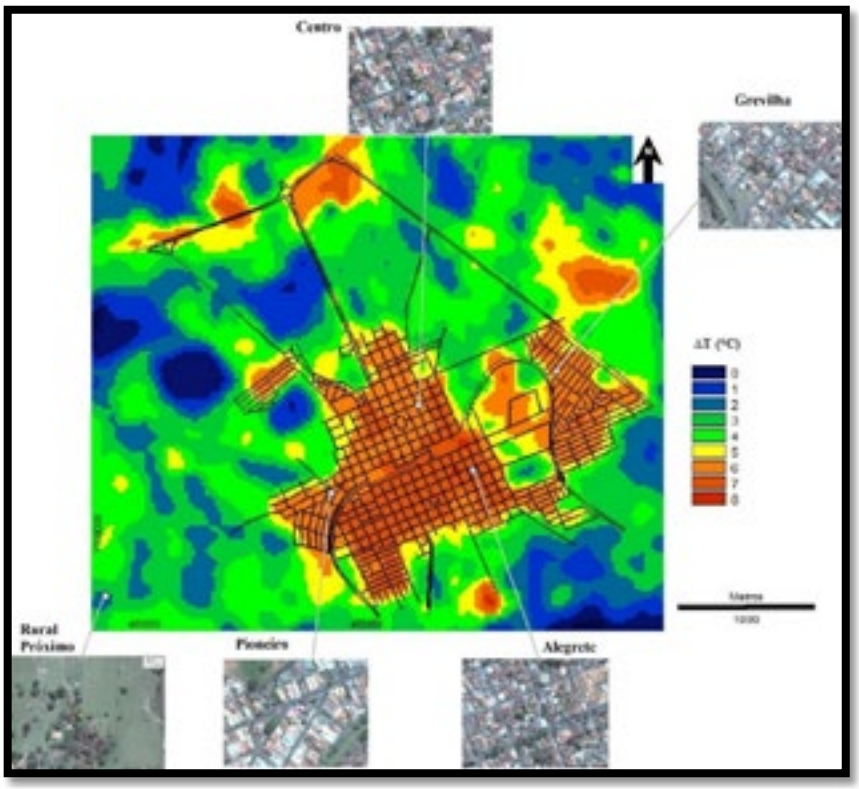


Figura 3 – Imagem termal 23 de janeiro de 2018 (período chuvoso) Fonte: MILANI, 2018 p. 64

Após o período com maior volume de precipitação, observa-se que as intensidades das temperaturas dos alvos na área urbana apresentam menor diferença entre si, isso mostra que a vegetação desempenhou papel fundamental para atenuar o aquecimento superficial.

Ao se comparar as duas imagens (figuras 2 e 3), foi possível observar que a área central da cidade se manteve menos aquecida do que as demais áreas, isso se deve, sobretudo, a baixa densidade construtiva e a quantidade arbórea existente, que, mesmo durante o período seco, conseguiu atenuar a temperatura.

Por outro lado, o bairro Alegrete, mesmo após um período chuvoso, continuou mais aquecido do que os demais bairros, assim como foi no período seco. Assim, pode-se dizer, que a maior quantidade de vegetação durante o período chuvoso atenuou a intensidade, no entanto,

devido a ampla utilização das coberturas de fibrocimento e as características dos materiais utilizados nas construções, a temperatura superficial continuou sendo a maior registrada na área urbana.

4. Considerações finais

A forma da distribuição do uso e ocupação da terra e sua localização foram fatores fundamentais no que tange a alterações na temperatura do ar. Em relação a temperatura dos alvos foi possível observar que o padrão construtivo influenciou nos resultados. Especialmente no bairro Alegrete, o material utilizado nas coberturas das edificações (telhados de fibrocimento) foi o principal fator que provocou o aumento da temperatura dos alvos.

Durante o período chuvoso, que possibilita o aumento da vegetação, foi possível notar que houve redução na diferença entre as intensidades de temperatura mesmo na área urbana, tanto quanto a temperatura do ar e dos alvos.

Contudo, a pesquisa mostrou que o padrão construtivo, densidade e a quantidade de vegetação são características que influenciam de forma significativa nas intensidades das temperaturas do ar e dos alvos, mesmo em cidades de pequeno porte. Além de destacar que a presença de cobertura arbórea é fundamental para amenizar as temperaturas mais altas.

5. Referências Bibliográficas

AMORIM, M. C. C. T. **O Clima Urbano de Presidente Prudente/SP.** São Paulo, 2000. 374 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.

_____ **Teoria e Método para o Estudo das Ilhas de Calor em Cidades Tropicais de Pequeno e Médio Porte.** Presidente Prudente, 2017, 178 p. Tese (Livre Docência em Geografia). Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estatual Paulista – Campus Presidente Prudente, (FCT-UNESP).

AMORIM, M. C. C. T., SANT'ANNA NETO, J. L.; DUBREUIL, V., Características das Ilhas de Calor em Cidades de Porte Médio: exemplos de Presidente Prudente (Brasil e Rennes (França). **Confins,** Online, 16p., 2009. Disponível em: <http://www.uel.br/cce/geo/didatico/omar/modulo_b/a6.pdf>. Acesado em: 08 de Nov. de 2017.

DALTOZO, J. C. **Martinópolis, sua história e sua gente**. 1. ed. Martinópolis – SP: Gráfica Martipel Ind. e Com. Ltda., 1999. 198 p.

FERNANDEZ GARCIA, F. **Manual de Climatologia aplicada:** clima, médio ambiente y planificacíon. Madrid: Editorial Síntesis, S.A., 1996, p. 264.

FERREIRA, F. L.; PRADO, R. T. A. **Medição do Albedo e Análise de as Influência na Temperatura Superficial dos Materiais Utilizados em Coberturas de Edifícios no Brasil.** São Paulo: EPUSP, 2003.

GARTLAND, L. **Ilhas de Calor**: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas. Tradução Silvia Helen Gonçalves. São Paulo: Oficina de Textos, 2010

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Características **Gerais da População.** IBGE, 2010. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Demografico_2010/Familias_e_Domicilios/xls/>. Acesso em: mai. 2018.

LOMBARDO, M. A. **Ilha de Calor nas Metrópoles:** o exemplo de São Paulo. São Paulo: Hucitec, 1985. 244p.

MENDONÇA, F. **O Clima e o Planejamento Urbano de Cidade de Porte Médio e Pequeno:** proposição metodológica para estudo e aplicação à cidade de Londrina, PR**.** São Paulo, 1994. 322p. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.

MILANI. T. S. **Estudo do Campo Termo-higrométrico de Martinópolis – SP em Episódio de Primavera.** Presidente Prudente, 2018. 80 f. Monografia (Graduação em Geografia) Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia.

MONTEIRO, C. A. de F. **Teoria e Clima Urano**. São Paulo: Instituto de Geografia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1976. 181 p. (Série Teses e Monografias, n. 25).

MONTEIRO, C. A. F. Teoria e clima urbano. In: MONTEIRO, C. A. F.; MENDONÇA, F. A. (Org). **Clima Urbano**. São Paulo, Editora Contexto, 2003.

PITTON, S. E. C. **As Cidades Como Indicadoras de Alterações Térmicas.** São Paulo, 1997. 272 f. (Tese de doutorado). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.
SANT'ANNA NETO, J. L.; TOMMASELLI, J. T. **O Tempo e o Clima de Presidente Prudente.** FCT-UNESP, Presidente Prudente, 2009.

SANTOS, M. **A Urbanização Brasileira.** São Paulo: Hucitec, 1993. 157 p.

ROSS, J. L. S.; MOROZ, I. C. Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo. **Revista do departamento de geografia.** São Paulo, 18 p. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/53703/57666>. Acessado em: 20 de Jan. 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 DA PRECIPITAÇÃO DE GOIÂNIA-GO ENTRE 1981 E 2010 E A TENDÊNCIA PARA O CENÁRIO FUTURO DE 2050

Ana Paula Matos e Silva [(a)], Andressa Gonçalves Araújo [(b)], Sylvia Elaine Marques de Farias [(c)], Gislaine Cristina Luiz [(d)]

[(a)] Instituto de Estudos Socioambientais, Universidade Federal de Goiás, annapaulamatos@hotamil.com
[(b)] Instituto de Estudos Socioambientais, Universidade Federal de Goiás, andressaaraujo.ufg@gmail.com
[(c)] Instituto de Estudos Socioambientais, Universidade Federal de Goiás, sylfarias@yahoo.com.br
[(d)] Instituto de Estudos Socioambientais, Universidade Federal de Goiás, gislaineluiz@yahoo.com.br

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

O município de Goiânia, capital do Estado de Goiás, apresenta área urbanizada consolidada nas décadas de 80 e 90 de forma acelerada e omisso de planejamento, expandindo-se cerca de 98% da área em menos de 25 anos. Esta instensificação pode estar alterando de certa forma o clima da região, como a quantidade de precipitação ao longo dos anos. Os dados de metereologia registraram 3 eventos extremos com precipitação diária perto de metade do esperado para o mês, no período entre 1981 e 2010. Em comparação destes dados com o cenário previsto para 2050, pôde-se observar auteração em relação ao período seco e chuvoso, reduzindo os mêses de chuva e aumentando de seca.

Palavras chave: Precipitação, Alterações climáticas, Influências antrópicas

1. Introdução

O clima é determinado por diversos fatores internos como: a altitude e latitude, a continentalidade e maritimidade, o relevo, a vegetação e as massas de ar; e como fator externo a atividade solar, influenciando na temperatura, umidade, pluviosidade e deslocamento de ar. Apresenta variação em escala de tempo geológico e de acordo com os aspectos de cada região, e estas peculiaridades que permitiram a existência da vida na Terra. Entretanto, Sant'anna Neto (2013) aponta as mudanças climáticas como responsáveis por diversos desastres e catástrofes, como a extinção dos dinossauros, além das eras glaciais.

As variações climáticas decorrentes do aquecimento ou resfriamento da atmosfera terrestre, depende da reflectância da superfície, sendo que mais de 70% desta superfície está banhado pelos oceanos, estes apresentam uma condição de extrema importância para o clima. Porém, alterações no balanço radioativo da Terra influenciam diretamente na energia refletida pela superfície, sendo estas variações altamente influenciadas pelas atividades solares, assim como por fenômenos atmosférico-oceânico do Pacífico (El Niño e La Niña), que provocam naturalmente o aquecimento e resfriamento, respectivamente, das águas oceânicas, uma oscilação em cerca de 1,5 °C na temperatura da água, influenciando nas temperaturas, precipitações e umidade nos continentes.

A compreensão desta variabilidade climática é de extrema importância para a sociedade, tendo em vista a necessidade de adaptação humana, tendo parte de suas atividades dependentes dos elementos meteorológicos, a temperatura, precipitação e umidade. Atualmente fatores antrópicos, como a urbanização, a modificação da cobertura da Terra, estão interagindo com estes aspectos climáticos, podendo em parte, estar modificando este sistema em escala local e regional.

O município de Goiânia, capital do Estado de Goiás, apresenta climatologia característica por duas estações do ano bem definidas, inverno e verão. Sendo o inverno frio e seco com temperatura mínima de 13°C e precipitação média de 7 mm no mês de Julho, e verão quente e chuvoso com temperatura máxima de 32°C e precipitação média de 268 mm em dezembro (INMET). E manifesta chuvas torrenciais no verão com grande quantidade de precipitação em curto período de tempo, causando tempestades, que são acompanhadas de raios, rajadas de vento que ultrapassam os 60 km/h e eventual granizo. Sendo assim, este trabalho visa analisar a climatologia na variável precipitação de 1981 a 2010, associado com o crescimento da área urbana e a tendência para o cenário futuro de 2050.

2. Materiais e Métodos

Foram retirados dados de precipitação diária para o intervalo de 1981 a 2010 do portal do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), e realizadas médias mensais decadais para o mesmo intervalo, e para uma estimativa de precipitação para 2050 obteve-se dados do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTec-INPE), no qual o cenário escolhido foi o RCP (Rrepresentative Concentration Pathway) com a escala de 4.5 (cenário otimista), continental, HADGEM2-ES. Os dados foram tratados em tabelas e gerados gráficos para melhor visualização e comparação por meio de ilustrações gráficas.

3. Resultados e Discussões

A climatologia entre 1981 e 2010 em relação as precipitações diárias demonstra uma variabilidade entre os períodos secos e chuvosos constantes, exceto em três principais eventos extremos de chuva diária atingindo a mais de 100 mm, praticamente a metade do esperado para o mês todo. O maior evento registrado para este período se deu em 09 de dezembro de 2005, registrando precipitação de 136,6 mm, seguido de 28 de outubro de 1996 com 127,8 mm e de 07 de dezembro de 2009 apontando precipitação de 107,6 mm (Figura 1).

Figura 1 – Gráfico de precipitação diária entre 1981 e 2010 para o município de Goiânia-GO

Segundo Sant'anna Neto (2013) estas alterações climáticas podem ser causadas tanto por dinâmicas naturais, como por influências de alterações antrópicas, e refletem possível

mudança climática. Entre os anos de 1986 e 2010 houve uma consolidação da área urbana do município de Goiânia, com aumento equivalente a 98% da área construída atingindo em 2010 278,6 km², cerca de 37,7% do município, ocorrendo de forma acelerada e ausente de planejamentos na região central e na porção sul, apresentando forte processo de verticalização (NASCIMENTO e OLIVEIRA, 2015).

Este processo de urbanização agravam os problemas ambientais, acarretando degradação do solo, poluição da água e do ar, aumento da temperatura, diminuição da evaporação e canalização de córregos. Entretanto, as elevadas temperaturas e núcleos de condensação, devido ao acumulo de poluentes na atmosfera, chamado de ilhas de calor, provocam o aumento da precipitação, principalmente em regiões de maiores densidades ocasionando enchentes de grandes magnitudes (SANT'ANNA NETO, 2013).

Assim, a estimativa da precipitação em Goiânia para 2050 compararado com a média da climatologia durante os 30 anos, apresenta uma queda da precipitação para todo o ano, exceto nos meses de janeiro e maio, demonstrando um aumento de 23,96 e 20,02 mm, respectivamente. O mês de março evidenciou a maior queda da pluviometria, cerca de 145,07 mm, seguido do mês de outubro com perda de até 85,48 mm de chuvas. Para os meses restantes apontou uma perda média de aproximadamente 18 mm de precipitação mensal (Figura 2).

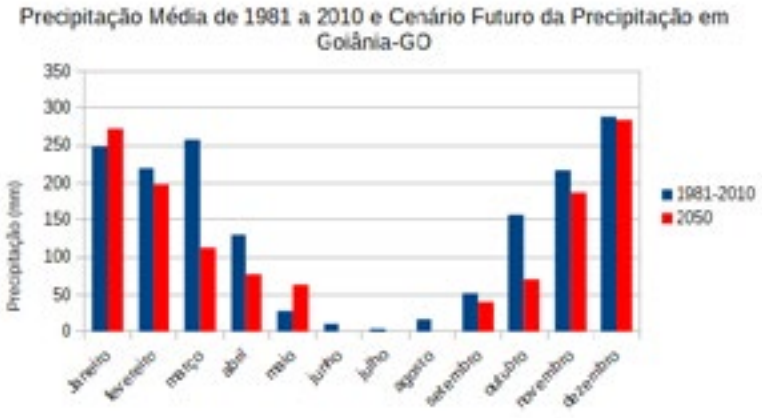


Figura 2 – Precipitação média climatológica e cenário futuro para Goiânia-GO

Considerando a variabilidade da precipitação do cenário atual para com o cenário futuro, nota-se uma tendência à diminuição do período da estação chuvosa, atualmente de outubro a março, restringindo-se para os meses de novembro a fevereiro em 2050. E a intensificação do período de seca e o aumento das ilhas de calor, refletida no aumento da precipitação prevista para maio, recuando pequenas chuvas dos meses de junho, julho e agosto, e concentrando-as em formas de tempestades de verão.

4. Considerações Finais

Desta forma, conclui-se que há uma variabilidade natural da pluviosidade, que vem sofrendo alterações climáticas relacionada a intensificação da área urbanizada de Goiânia-GO. Nota-se grande tendência a eventos extremos principalmente quando associado à elevação da temperatura e precipitação, como enchentes e alagamentos devido à ausência da cobertura vegetal remanescente, aumento do escoamento e redução da infiltração, dificultando também a disponibilidade de água. O aumento no acontecimento destes eventos extremos de desastres e catástrofes indicam uma possível mudanças climáticas, sendo necessário uma análise de maior complexidade abordando também a variação da temperatura e umidade.

5. Referências Bibliográficas

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Normais climatológicas do brasil.** Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/>. Acesso em: 22 jan. 2019.

MOLION, L. C. B. **Aquecimento global, El Niños, manchas solares, vulcões e Oscilação Decadal do Pacífico**. Climanalise, CPTEC/INPE, 2005.

NASCIMENTO, D. T.; OLIVEIRA, I. **Mapeamento do processo histórico de expansão urbana do município de Goiânia-GO**. GEOgraphia. 17. 10.22409/GEOgraphia2015. 1734 a 13715 p. (2015).

SANT'ANNA NETO, J. **Climatologia urbana e regional: questões teóricas e estudos de caso**. 1 ed. 352: Outras expressões, 2013. 317 p.

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

ANÁLISE DA PRECIPITAÇÃO HORÁRIA NO LITORAL PARAIBANO

Maressa Oliveira Lopes Araújo[(a)], Milla Gomes Albuquerque[(b)], Daisy Beserra Lucena[(c)]

[(a)] Departamento de Geociências, Universidade Federal da Paraíba, maressalopes49@gmail.com

[(b)] Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal da Paraíba, millagomes0410@gmail.com

[(c)] Departamento de Geociências, Universidade Federal da Paraíba, daisylucena@yahoo.com.br

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

A precipitação, sendo esta importante ao desenvolvimento econômico, social e ambiental de um determinado local, interfere diretamente as atividades do dia a dia do homem. Nesse sentido, estudos com escalas menores de observação vêm sendo realizados, sejam elas diárias ou horárias. Assim, sabendo que esta análise contribui para o planejamento das atividades humanas, o objetivo deste trabalho é compreender a dinâmica comportamental das chuvas horárias no litoral paraibano, especialmente nos municípios de João Pessoa e Mataraca, através de dados horários de chuva disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, para os anos de 2008 a 2017. Os resultados apresentaram uma padronização no horário de maior recorrência de chuva, sendo esse às 09:00 horas. Já na análise por períodos do dia, identificou-se que o menor período de ocorrência é o turno da noite e o maior é pela manhã.

Palavras chave: Ciclo diurno; Chuva horária; Frequência horária; Precipitação máxima horária.

1. Introdução

De acordo com Ayoade (1991), o clima influencia diretamente o homem em diversos âmbitos de sua vida, a exemplo das atividades econômicas, sejam elas: agricultura, comércio, indústria, transporte, comunicação, entre outros.

Dentre os elementos climáticos, a precipitação pode ser considerada a variável que mais afeta uma sociedade, sendo importantíssima nos estudos da carecterização climática de uma região (TOTA et al., 2000). Zavattini e Abreu (2013, p. 6) comentam:

> [...] a chuva é de fundamental importância quando se considera a produção agropecuária, a vida nas cidades, a circulação de mercadorias e de pessoas etc., dentro inúmeros outros aspectos geográficos do vasto território nacional.

Sabe-se que vários estudos são realizados sobre a precipitação e a forma como esta afeta os seres vivos e os ambientes destes. Porém, normalmente esses trabalhos são realizados com escalas anuais e mensais, sem muita presença das escalas diárias e, principalmente, horárias (SILVA, 2013).

Para Yang e Smith (2006), a compreensão das variações de precipitação, desde a escala de tempo horária a decadal, é de suma importância para o contexto do tempo e clima. Ademais, destacam que a variabilidade diurna é uma componente atmosférica bastante pronunciada, influenciando nas demais escalas de tempo, por isso, também necessita de atenção.

A variabilidade por escalas menores, a exemplo da diária e horária, pode ser entendida por uma interação da atmosfera-oceano-superfície, além das trocas de energia, massa e movimento à superfície, estas decorrentes principalmente pelo ciclo da radiação solar (KIKUCHI e WANG, 2008; BRITO, 2013; SILVA, 2013).

De acordo com Kikuchi e Wang (2008) e Souza e Rocha (2006), ao haver o aquecimento da superfície, decorrente da radiação solar, ocorre a instabilização da atmosfera

ISBN: 978-85-7282-778-2

em baixos níveis, favorecendo o surgimento de nuvens convectivas, o que gera um máximo de chuva ao fim da tarde ou início da noite, nas superfícies continentais, e ao final da noite e início da manhã sobre o oceano. Em contrapartida, nem sempre esse padrão pode ser observado.

Mesmo cientes de que o ciclo diurno de precipitação, através da análise horária dos dados, é de suma importância para o entendimento da dinâmica de tempo e clima de uma região, sabe-se que a coleta de dados meteorológicos é tarefa difícil, sendo este um desafio inicial e desgastane nas investigações climatológicas (ZAVATTINI e BOIN, 2013). Ayode (1991) comenta:

> Existem poucos estudos sobre a variação diurna na precipitação [...] Nos trópicos, onde os regimes diurnos da precipitação pluvial são mais regulares, seus estudos são dificultados pela ausência de dados adequados. Os regimes diurnos da precipitação pluvial somente podem ser indicados através de dados horários de precipitação pluvial, que são obtidos de pluviômetros autográficos, os quais ainda são limitados na maioria das áreas tropicais.

Trabalhos como os de Mello et al. (1994), Sentelhas et al. (1998), Cruciani; Machado; Sentelhas (2002), Souza et al. (2012), Santos Neto (2014), Aguiar (2015), dentre outros, apresentam a necessidade dos estudos do ciclo diário de precipitação, a partir do momento em que mostram o impacto social, econômico e ambiental, principalmente quando essas chuvas são de intensidades extremas, deflagrando alagamentos, enchentes, movimento de massa, colapso de infraestruturas ou até mesmo perda de vidas, entre outros problemas.

Estudar o ciclo diário de precipitação traz a possibilidade de se ter os horários preferenciais de ocorrência e ausênsia de chuvas, informações estas, úteis para o planejamento e tomada de decisões em vários setores do cotidiano da população, seja planejamento hídrico, agricultura, planejamento urbano e rural, comércio, saúde, prevenção de desastres, entre outros (SANTOS NETO, 2014; MELLO et al., 1994).

É importante destacar que, de acordo com Farias et al. (2012), os eventos de precipitação podem ser usuais ou extremos. O primeiro diz respeito àqueles que não se

afastam tanto da média e são registrados com maiores frequências. Já os extremos são aqueles que apresentam valores superiores ou inferiores ao comportamento normal, podendo afetar diretamente ao homem e/ou ao meio ambiente.

Diante da importância dos estudos do ciclo diário de precipitação para o planejamento das atividades humanas ao decorrer de um dia, este trabalho tem por objetivo compreender a dinâmica do ciclo diário de precipitação, através da coleta de dados horários, nos municípios de João Pessoa e Mataraca (estação de Camaratuba), únicas estações automáticas presentes no litoral paraibano, durante o período de 2008 a 2017.

Este trabalho é fruto de uma pesquisa vinculada ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC-CNPq) da Universidade Federal da Paraíba – UFPB, intitulada por *"Caracterização da Precipitação Diária e Horária no Estado da Paraíba"*. É importante destacar que a escolha da escala temporal ocorreu pelo fato de que os dados horários só estão disponíveis a partir do ano 2008 pelo Institudo Nacional de Meteorologia (INMET).

2. Materiais e Métodos

2.1. Área de Estudo

A região em estudo, Litoral paraibano, faz parte da divisão realizada por Silva (2007), em que seis microrregiões pluviometricamente homogêneas foram definidas a partir de uma semelhança pluviométrica entre seus municípios, sendo denominadas: Litoral, Brejo Agreste, Cariri/Curimataú, Sertão e Alto Sertão.

De acordo com estudos de Silva et al (2012), para os anos entre 1975 e 2005, a microrregião em estudo apresenta a estação chuvosa entre os meses de maio e agosto, com pré-estação chuvosa nos meses de fevereiro, março e abril, tendo um total de precipitação anual médio de 1468,0 mm/ano – 429,2 mm/ano.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Entretando, como só é possível obter dados horários através de coletas automáticas, tal tipo de estação só está presente, no Litoral, nos municípios de João Pessoa e Mataraca, esta pela estação de Camaratuba, ambas de responsabilidade do INMET (Figura 1).

O município de João Pessoa, capital do estado da Paraíba, tem sua localização geográfica fazendo fronteira a leste com o Oceano Atlântico; a oeste com os municípios de Santa Rita e Bayeux; a norte com os municípios de Santa Rita e Cabedelo; e a sul com os municípios de Conde e Santa Rita.

Já o município de Mataraca localiza-se a aproximadamente 100 km de João Pessoa, fazendo fronteira a leste com o Oceano Atlântico; a oeste com o município de Mamanguape; a norte com o estado do Rio Grande do Norte; e ao sul com os municípios de Rio Tinto e Baía da Traição.

De acordo com o censo demográfico de 2010 realizado pelo Institudo Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), há 723.515 habitantes na capital paraibana e 7.407 habitantes no município de Mataraca.

ISBN: 978-85-7282-778-2

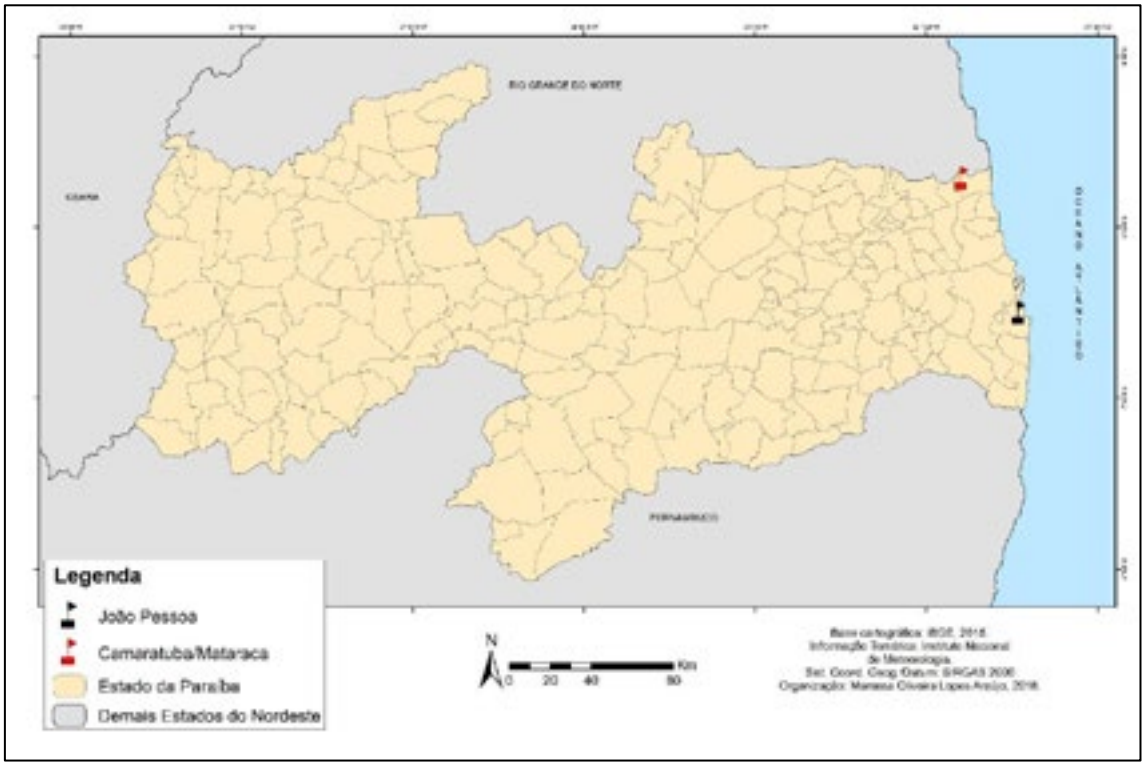


Figura 1 – Mapa de localização das áreas de estudo – estações automáticas de João Pessoa e Camaratuba/Mataraca

A estação automática de João Pessoa localiza-se a 07º05'00" de latitude Sul e 34º50'00" de longitude Oeste, apresentando altitude entre 0 e 40 metros. A estação de Mataraca está situada em um distrito deste município, sendo denominado de Barra de Camaratuba, apresentando 06º36'03" de latitude Sul e 35º03'03" de longite Oeste, com altitude aproximada de 14 metros.

ISBN: 978-85-7282-778-2

2.2 Coleta e Tratamento dos Dados

Foram levantados os dados horários de precipitação para as estações automáticas localizadas no litoral paraibano, mais especificamente nos municípios de João Pessoa e Mataraca (estação de Camaratuba), junto ao INMET, referente aos anos de 2008 a 2017.

Trabalhar com dados meteorológicos, para Zavattini e Boin (2013), é uma tarefa difícil, sendo este um "desafio inicial e desgastante que toda investigação climatológica precisa enfrentar". Especificamente aos dados horários, Ayoade (1991) comenta:

> Existem poucos estudos sobre a variação diurna na precipitação [...] Nos trópicos, onde os regimes diurnos da precipitação pluvial são mais regulares, seus estudos são dificultados pela ausência de dados adequados. Os regimes diurnos da precipitação pluvial somente podem ser indicados através de dados horários de precipitação pluvial, que são obtidos de pluviômetros autográficos, os quais ainda são limitados na maioria das áreas tropicais.

A partir da obtenção de dados e tendo em vista que este trabalho apenas apresenta os resultados iniciais da pesquisa, iniciou-se uma triagem dos mesmos a fim de verificar os dados faltosos ou falhos (representados pelo NULL, no arquivo original), sendo assim descartados. Entretanto, é importante destacar que se utilizaram dados a partir de 0,2 mm/hora.

Após tal análise, a partir de técnicas estatísticas, foi definida a frequência dos eventos de precipitação ocorridos em cada hora. Somado a isso, foram realizados cálculos de frequência relativa para intervalos de seis horas, divididos e classificados, como descrito a seguir: 01:00 hr às 06:00 hrs (madrugada), 07:00 hrs às 12:00 hrs (manhã), 13:00 hrs às 18:00 hrs (tarde) e 19:00 hrs às 00:00 (noite), objetivando caracterizar as chuvas dos municípios quanto a seus maiores e menores períodos de ocorrências.

ISBN: 978-85-7282-778-2

3. Resultados e Discussões

Para ambos os municípios em estudo, foi identificado que o horário de maior frequência de precipitação, considerando dados de chuva a partir de 0,2 mm/hora, foi às 09:00 horas, correspondendo a um total de 434 ocorrências em João Pessoa e 477 em Camaratuba (Figura 2), no período em estudo.

Observa-se também que às 19:00 hrs, em João Pessoa, foi o horário de menores frequências de chuva, com 170 ocorrências, e em Camaratuba nos horários de 20:00 hrs e 21:00 hrs, cada um com 161 ocorrências.

Ainda analisando a Figura 2, pode-se perceber que os maiores quantitativos de precipitação, quando referidos por intervalos do dia (madrugada, manhã, tarde e noite), ocorreram com maior frequência no turno da manhã (das 07:00 hrs às 12:00 hrs) e menos frequência no turno da noite (das 19:00 hrs às 00:00 hrs).

Tal situação difere ao encontrado por Andersson (1969), em que afirma que a variação horária da precipitação ocorre de acordo com a continentalidade (apresentando máximo de precipitação no turno da tarde) e maritimidade (máximo de precipitação durante o turno da noite), sendo, este último, o fator geográfico dos municípios em estudo neste trabalho. Somado a esse, Kousky (1980) aponta que os maiores volumes de chuva, no litoral do Nordeste, ocorrem entre 21h e 9h. Porém, em concordância com tal autor, Diniz (2013) afirma que o horário das 9h apresenta os menores índices pluviométricos, apenas ressaltando que esses trabalhos são baseados em dados de horários sinóticos (09h, 15h e 21h).

ISBN: 978-85-7282-778-2

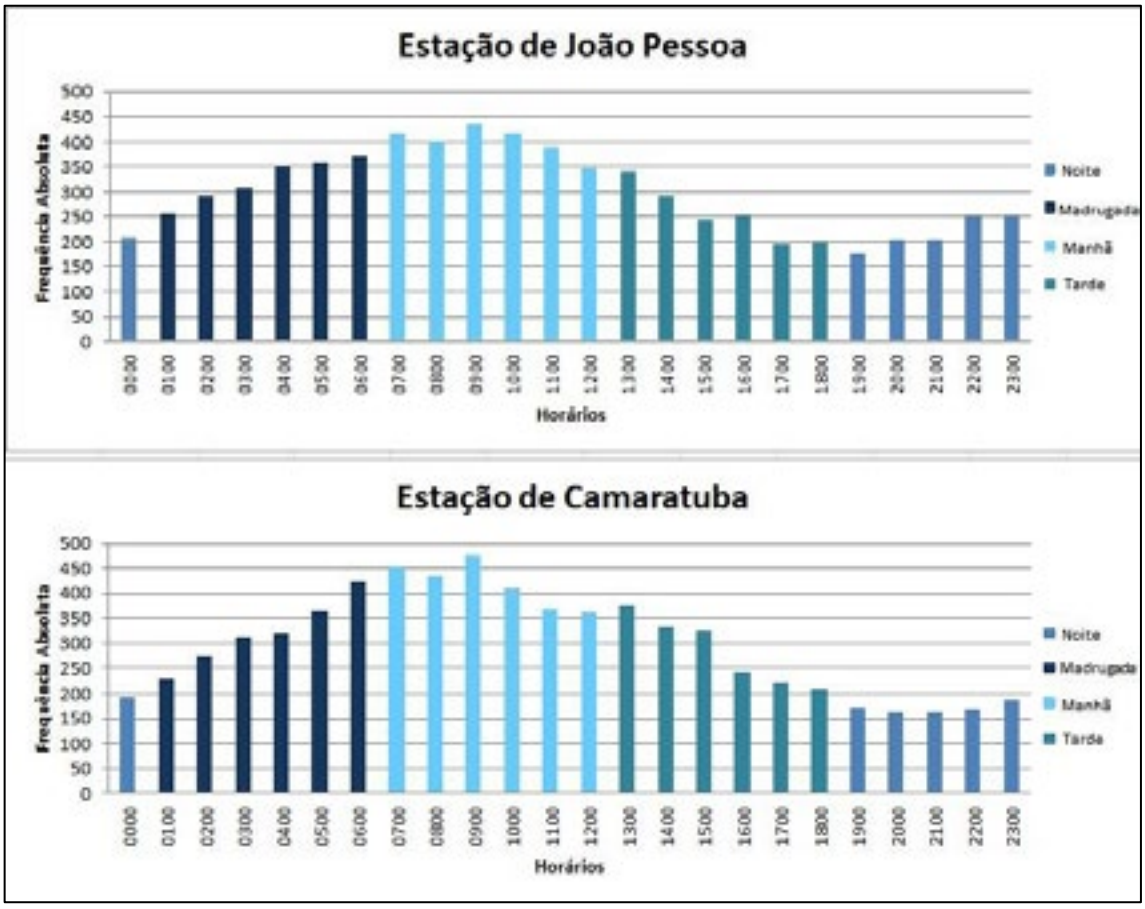


Figura 2 – Prancha de frequência da precipitação horária para as estações automáticas de João Pessoa e Camaratuba.

Partindo para a análise dos cinco maiores eventos de precipitação horária (Tabela I), têm-se que João Pessoa registrou o maior volume de 44,8 mm/hora, no dia 02 de maio de 2017, às 21:00 hrs. A estação de Camaratuba, por sua vez, apresentou um máximo de 36,6 mm/hora, no dia 12 de abril de 2009, às 04:00 hrs. Comparando os valores máximos para as duas localidades, tem-se que João Pessoa apresenta maiores totais horários do que Camaratuba, possíveis justificativas para tais diferenças necessitam de análises mais detalhadas. Pode inferir também que, tais ocorrências dos valores horários máximos não

ISBN: 978-85-7282-778-2

ocorrem, obrigatoriamente, nos mesmos horários de maiores frequências de chuvas para as localidades em estudo.

Tabela I – Valores máximos da precipitação horária

Estação João Pessoa		
Dia	**Hora**	**mm/hr**
12/abr/11	06:00	40,8
03/mai/09	16:00	41,0
22/fev/09	05:00	41,4
30/mar/08	04:00	44,0
02/mai/17	21:00	44,8

Estação Camaratuba		
Dia	**Hora**	**mm/hr**
22/jun/12	03:00	29,8
18/abr/10	01:00	30,0
24/mar/11	21:00	30,4
20/fev/11	10:00	32,8
12/abr/09	04:00	36,6

4. Considerações Finais

Os resultados apresentados apresentam uma padronização no horário de maiores ocorrências de precipitação para os municípios de João Pessoa e Mataraca, localizados na microrregião pluviometrica do litoral paraibano, sendo esse às 09:00 hrs da manhã.

Analisando por períodos do dia, o período da manhã (de 07:00 hrs às 12:00) registrou maiores frequências de precipitação e os menores no período da noite.

O estudo dos horários com maiores ocorrências de precipitação, em um dia, é de suma importância para o planejamento e gerenciamento das atividades humanas. Diante disso, têm-se a contribuição deste trabalho.

É importante destacar que esses são apenas alguns dos resultados preliminares da pesquisa, esta tendo continuidade com o entendimento dos sistemas atmosféricos atuantes nas áreas de estudo, destacando as brisas marítimas como forte influenciador da ocorrência das precipitações. Além disso, analisar os eventos extremos horários, bem como suas influências na dinâmica diária das chuvas, os classificando em níveis de intensidades disponibilizados na literatura.

ISBN: 978-85-7282-778-2

5. Agradecimentos

As autoras agradecem ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica/ Programa Institucional de Voluntários de Iniciação Científica (PIBIC/PIVIC-CNPq) pela concessão da bolsa, bem como ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) pelo fornecimento dos dados utilizados neste estudo.

6. Referências Bibliográficas

AGUIAR, D. B. **Caracterização do Ciclo Horário de Chuva para Areia e Campina Grande PB**. Monografia de Graduação em Licenciatura Plena em Geografia, UEPB CEDUC, Campina Grande PB. 58 p. 2015.

ANDERSSON T. The diurnal variation of precipitation in Sweden. **Geografiska Annaler series A, Physical Geography**, vol 51, n. 3, 176-184, 1969.

AYOADE, J. O. **Introdução à Climatologia para os Trópicos**. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 3ª ed. 1991.

BRITO, S. S. B. **Ciclo diário de precipitação no Norte do Brasil**. Tese (Doutorado em Meteorologia), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais INPE. São José dos Campos – SP, 152 p. 2013.

CRUCIANI, D. E.; MACHADO, R. E.; SENTELHAS, P. C. Modelos da Distribuição Temporal de Chuvas Intensas em Piracicaba, SP. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande – PB, v. 6, n. 1, 76-82, 2002.

DINIZ, M. T. M. **Condicionantes socioeconômicos e naturais para a produção de sal marinho no Brasil**: as particularidades da principal região produtora. Tese de Doutorado em Geografia, Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciências da Saúde, Fortaleza CE. 227 p. 2013.

FARIAS, R. F. L.; ALVES, K. M. A. S.; NÓBREGA, R. S. Climatologia de ocorrência de eventos extremos de precipitação na mesorregião do Sertão Pernambucano. **Revista Geonorte**, Edição Especial 2, e (5), 930-941. 2012.

KOUSKY, V. E. Diurnall rainfall variation in the Northeast Brazil. **Monthly Weather Review**, Boston, v. 108, n. 4, 488-498. 1980.

KIKUCHI, K.; WANG, B. Diurnal precipitation regimes in the global tropics. **Journal of climate**, v. 21. 2680-2696. 2008

MELLO, M. H. A.; ARRUDA, H. V.; ORTOLANI, A. A. Probabilidade de Ocorrência de Totais Pluviais Máximos Horários, em Campinas – São Paulo. **Revista do Instituto Geológico**, v. 15, n 1-2, 59-67, 1994.

SANTOS NETO, L. A. **Variabilidade da precipitação horária em Porto Velho RO e suas tendências anuais e saconais**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente). Fundação Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, 2014.

SENTELHAS, P. C.; CRUCIANI, D. E.; PEREIRA, A. S.; VILLANOVA, N. A. Distribuição Horária de Chuvas Intensas de Curtaduração: Um Subsídio ao Dimensionamento de Projetos de Drenagem Superficial. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 13, n. 1, 45-52. 1998

SILVA, L. L. **Precipitações Pluviais da Pré-Estação Chuvosa no Período Chuvoso e suas Influências na Produtividade Agrícola da Paraíba**. Dissertação (Mestrado em Meteorologia), Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2007.

SILVA, C. M. S. Ciclo diário e semidiário de precipitação na costa norte do Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 28, n. 1, 34-42. 2013.

SILVA, L. L.; MENEZES, H. E. A.; DANTAS, R. T.; COSTA, R. F.; MENEZES, H. E. A. Relações das precipitações da pré-estação com o período chuvoso no estado da Paraíba. **Revista de estudos ambientais (online)**, n. 4. 2012.

SOUZA, E. B.; ROCHA, E. J. P. On the diurnal variability of rainfall in eastern Amazonia along Atlantic coast during rainy season. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 21, n. 3ª, 142-152. 2006.

SOUZA, W. M.; AZEVEDO, P. V.; ARAÚJO, L. E. Classificação da precipitação diária e impactos decorrentes dos desastres associados às chuvas na cidade do Recife PR. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 02, 250-268. 2012.

TOTA, J.; FISCH, G.; FUENTES, J.; OLIVEIRA, P. J.; GARSTANG, M.; HEITZ, R.; SIGLER, J. Análise da variabilidade diária da precipitação em área de pastagem para a época chuvosa de 1999 – Projeto TRMM/LBA. **Acta Amazônica**, 30 (4): 629-639. 2000.

YANG, S.; SMITH, E. A. Mechanism for diurnal variability of global tropical rainfall observed for TRMM. **Journal of Climate**, v. 19, 5190-5226. 2006.

ZAVATTINI, J. A.; BOIN, M. N. **Climatologia Geográfica: teoria e prática de pesquisa**. Campinas, SP: Editora Alínea, 2013.

ANÁLISE DA VARIABILIDADE DA PRECIPITAÇÃO NA REGIÃO SUL DA BAIXA DO CHACO

Aline Landim Moreira[(a)], William Carvalho Maia[(b)], Éder Leandro Bayer Maier[(c)]

[(a)] Instituto de Ciências Humanas e da Informação/Geografia, FURG, alineelandimm@gmail.com
[(b)] Instituto de Ciências Humanas e da Informação/Geografia, FURG, wllycmaia@gmail.com
[(c)] Instituto de Ciências Humanas e da Informação/Geografia, FURG, edermaeir@gmail.com

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

O artigo descreve a variabilidade da precipitação em um perfil latitudinal (seis cidades) usando técnicas da estatística descritiva, a fim de subsidiar futuras campanhas de coletas de dados. A caracterização do ciclo sazonal, interanual e decenal é fundamental para a configuração do pluviômetro automático desenvolvido na FURG (solicitação de patente Nº BR 10 2018 076833 6). Sua instalação será na região do Chaco e possibilitará a mensuração do volume precipitado e a razão isotópica. Os dados analisados são totais mensais da precipitação disponibilizados pela Universidade de Delaware (entre 1900-2010). As médias mensais mostram a sazonalidade da precipitação e a subtração da média mensal de cada amostra gera as anomalias, que possibilitam uma análise visual da variabilidade interanual e decenal. Por final, verifica-se que o fenômeno ENSO controla parcialmente a precipitação, predominando a ocorrência de anomalias positivas ou negativas com a ocorrência dos eventos El Niño e La Niña.

Palavras chave: água, paleoclima, sazonalidade.

1. Contextualização

Em um contexto geral, a área de estudo se localiza na região tropical da América do Sul que através de muitos estudos é caracterizada por ter altos níveis de precipitação causado pelas

diversas morfologias, deslocamento meridional da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) ao longo do ano, e ainda durante o verão temos a formação e intensificação da Zona Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), que vão impulsionar a convecção no centro-norte da América do Sul, e levar intensos indíces de chuvas nas regiões sudeste, centro-oeste e norte. Sendo assim, o objetivo desse trabalho é analisar as ocorrências das variações pluviométricas na região sul da Baixa do Chaco, e as interterfências que vão caracterizar sua marcante sazonalidade.

Com as mudanças climáticas e ambientais se intensificando, cresce no Brasil a necessidade de um melhor planejamento ambiental, e visando esse contexto o projeto CaSA (Climas Sul-Americanos), investiga a relação entre a razão isotópica do oxigênio (δ18O) do testemunho de gelo do Nevado Illimani/Bolívia e as variações espaço temporal da precipitação na região tropical na América do Sul , pois com a alta resolução temporal do testemunho, podemos ter informações importantes para a análise do ciclo hidrológico e assim ampliar o conhecimento sobre a reciclagem da água na região.

Com esse objetivo, foi construído um pluviômetro de baixo custo, com técnicas de produção simples e automação com software livre, que foi testado por um ano no campus Carreiros da FURG, resultando nesse período um significativo desempenho na armazenagem e preservação da água da chuva, vai ser aprimorado para possibilitar a construção de uma rede de monitoramento do ciclo hidrológico na América do Sul, mais precisamente na zona sul da Baixa do Chaco (MAIA, 2018).

Para a construção do equipamento, a parte teórica busca investigar as precipitações e suas variações para melhor dimensioná-lo, certificando que mesmo com diferentes regimes climáticos a coleta máxima não passe de um litro de água, e ainda equacionar a relação entre os milímetros coletados e o volume da precipitação.

1.1 Circulação atmosférica e Precipitação na América do Sul Central

Na região central da América do Sul, temos um ciclo anual de chuvas bem definido, caracterizado por seis meses com chuva e seis meses de secas, com 90% dessa precipitação ocorrendo anualmente entre os meses mais quentes, constatando assim, nessa área uma circulação de monção. (GAN et. al. 2009)

A propagação desse sistema na América do Sul começa durante a primavera, com o aumento da convecção sobre o noroeste da bacia Amazônica no mês de setembro, quando segue para o Sudeste. Já em novembro, atingindo as máximas de precipitação durante os meses de verão (dezembro a fevereiro), pela propagação de uma profunda convecção por cima da região tropical e subtropical na América do Sul.

Com a reciclagem da umidade proveniente da Amazônia, os maiores volumes de precipitação vão se manter no Brasil Central, beneficiando, no verão, a formação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), começando a dissipar no final da mesma estação quando a convecção se desloca aos poucos para o Equador, deixando o outono com baixos níveis de umidade devido as frequentes entradas de ar seco e frio que vem das médias latitudes (GAN et. al. 2009).

Um dos componentes das Monções da América do Sul é a Baixa do Chaco, região localizada aproximadamente entre 15-25ºS e 60-65º O, nas planícies entre a Bolívia e Paraguai. As Monções se caracterizam pela ocorrência da estação chuvosa na América do Sul entre os meses de outubro e abril, quando a circulação nos campos da baixa troposfera se identifica pela ampla área de baixa pressão que vai desde a Amazônia até o noroeste da Argentina (Satyamurty,1998).

Com alta variabilidade, está ligada a intensas anomalias de temperatura, vento e umidade, age praticamente por todo verão, mas tem sua máxima intensidade antes da passagem de um sistema frontal e frio, que se dissipa após devido ao esfriamento convectivo, e tem sua formação e alterabilidade ligada ao balanço de radiação em superfície e a subsidência orográfica forçada (SELUCHI e GARREAUD, 2012).

1.2 El Niño e La Niña e suas influências

Os fenômenos El Niño e La Niña, anomalias já conhecidas pelas suas interações com a atmosfera e oceano podem se mostrarem como mais um fator importante de análise pluviométrica, que acaba acentuando a sazonalidade das secas e chuvas na região de estudo.

Com os estudos já realizados temos comportamentos comprovados de cada fase do ENOS - El Niño Oscilação Sul, que quando positiva chamada de El Niño, temos o aquecimento das águas do Oceano Pacífico Equatorial, gerado pelo enfraquecimento dos ventos alísios e assim observamos mudanças na circulação atmosférica, e, portanto, a distribuição da umidade e das chuvas. Já com a fase negativa, o La Niña, os ventos mais intensos acabam ocasionando movimentos descendentes da célula de Walker no Pacífico Equatorial Oriental não gerando tantas nuvens de chuvas, como na fase de El Niño (CPTEC/INPE).

2. Materiais e Métodos

Foram utilizados dados mensais da precipitação da Universidade de Delaware, que compila observações globais de climatologia histórica em uma grade com resulução de 0,5º de latitude e longitude usando a interpolação espacial. E usa a normal climática para quando não há dados observados, tendo assim dados confiáveis da precipitação para todos os continentes (MATSURA e WILLMOT, 2009).

Os dados foram escolhidos nos locais onde os pluviômetros serão instalados, sendo eles as cidades: Uruguaiana/Brasil (25º45'S, 57º5'O), Corrientes/Argentina (27º28'S, 58º48'O), Assunción/Paraguai (25º15'S, 57º34'O) , Concepción/ Paraguai (23º25'S, 57º26'O), Porto Murtinho/Brasil (20º59'S,57º16'O) e Corumbá/Brasil (19ºS, 57º39'O).

A serie temporal (1900-2010) da precipitação que representa a variabilidade de cada cidade foi analisada a partir do calculo das médias mensais e das anomalias mensais, que são obtidas pela subtração da média mensal das amostras que compões a serie temporal. Adicionalmente, foi realizada análise visual das series temporais da anomalia da precipitação e suas relações com os fenomenos El Niño-Oscilação Sul (ENSO) e Oscialção Decadal do Pacifico (ODP).

3. Resultados e Discussões

A Figura 1 mostra a localização da futura instalação de pluviometros automáticos. Além disso é possivel observar nos gráficos as variações das anomalias da precipitação (gráficos da direita) e as médias mensais (gráficos da esquerda) no período entre 1900-2010.

Os resultados descritivos da precipitação irão auxiliar nas futuras campanhas de campo, visto que é necessário a configuração do pluviomentro automático de acordo com o regime pluviométrico, bem como é fundamental compreeender a variabilidade climática pretérita para compreender os futuros registros (volume precipitado e composição isotópica da água) no contexto da dinâmica sazonal, interanual e decenal da precipitação.

Nesse contexto, as análises apresentadas na sequência visam mostrar limiares da precipitação associadas aos ciclos temporais. Em outras palavras, será descrito os ciclos sazonal da chuva (estação seca ou chovosa), as influências internuais como, por exemplo, o ENOS e o ciclo decenal controlado pela ODP.

A cidade de Corumbá, localizada entre a fronteira do Mato Grosso do Sul/BR e a Bolívia, apresenta uma estação chuvosa crescente a partir do mês de Outubro, até Março, com máxima precipitação de 162 milímetros (mm) no mês de Janeiro, e com a estação seca entre os meses de Junho a Agosto, com precipitação mensal mínima de 20mm. Além disso os gráficos mostram que nos anos de El Niño, temos predomínio de anomalia pluviométrica positivas entre os meses de novembro a março, chegando a atingir uma anomalia de 200 mm em 1979-80. Adicionalmente, existem períodos de secas anomalas entre maio e setembro que estão associadas a ococrencia de La Niña, como no ano de 1933-34, com anomalia negativa chegando a -100 mm.

Na cidade de Porto Murtinho, divisa entre Mato Grosso de Sul/BR e Paraguai, onde a precipitação pode atingir máxima de 150mm no mês Janeiro, e mínima de 21mm em Agosto, evidenciando uma sazonalidade da precipitação, com verões chovosos e invernos secos. A variabilidade climática em escala temporal superior a sazonal é caracterizada pelo predomínio de anomalias positivas nos meses de Dezembro a Fevereiro, marcantes nos anos de El Niño, mas diferente de Corumbá, visto que as anomalias da precipitação não passam de 198mm, e nos anos de La Niña, chegam a -98mm.

Em Concepción, cidade localizada no Paraguai, observa-se uma estação chuvosa a partir do mês de Novembro, com máxima de 161mm em Novembro, e uma estação seca entre os meses de Junho a Setembro, com mínima de 42mm em Agosto. Nos anos de El Niño foram registradas anomalias da precipitação de 280mm entre os meses de Janeiro a Março nos anos de 1992 e 1983. Em períodos de La Niña as secas anômalas podem atingir -150mm como, por exemplo, a ocorrência nos anos entre 1942-1943.

Assunção, capital do Paraguai, registra uma estação chuvosa entre os meses de Novembro a Abril, atingindo volumes médios de 140mm entre Dezembro e Março e a estação seca entre Junho e Setembro com mínima de 45mm em Agosto. Nos anos de El Niño osbserva-

se um maior número de anomalias positivas chegando a 300 mm, e durante os de La Ninã, períodos de secas com -140 mm.

Na cidade de Corrientes, na Argentina, observa-se uma estação chuvosa entre os meses de Outubro a Abril, com máxima de 160 mm em Março e a estação seca entre Junho e Setembro com mínima de 45mm em Agosto. Nessa região vamos ter em anos de El Niño as maiores anomalias positivas entre as seis cidades, chegando a registrar precipitações anômalas de 410 mm entre os meses de Novembro a Março, e as secas mais intensas durante os anos de La Niña, com anomalia de -140mm.

Em Uruguaiana, no estado brasileiro do Rio Grande do Sul, observa-se entre os meses de Novembro a Maio a estação chuvosa, atingindo em Novembro um valor médio da precipitação de 185mm, e entre Junho a Setembro um período de seca, com precipitações de 55mm. Nos anos de El Niño predominam anomalias positivas, podendo atingir 380 mm e durante os eventos de La Niña é mais comum as secas, chegando a registrar anomalias de -130mm.

Além dos ciclos sazonais e interanuais controlados pela radiação solar e por ENOS, respectivamente, é possivel observar que os períodos com secas intensas e prolongadas estão associadas as fases frias da oscilação decadal do Pacífico e com a ocorrência mais frequente dos eventos La Niña. Os períodos com predomínio das anomalias positivas da precipitação estão associados a ocorrência simultânea da fase positiva da ODP e a insificação e maior frequencia de ocorrência do El Niño (KAYANO e ANDREOLI, 2009).

Uruguaiana, a última cidade de instalação, no estado brasileiro do Rio Grande do Sul, entre os meses de Novembro a Maio, uma estação mais chuvosa, atingindo no 11º mês uma máxima de 185mm, e entre Junho a Setembro um período de seca com mínima de 55mm. Nos anos de El Niño, registrou 380 mm de anomalia positiva e secas mais marcantes durante dos eventos de La Niña, chegando a -130mm.

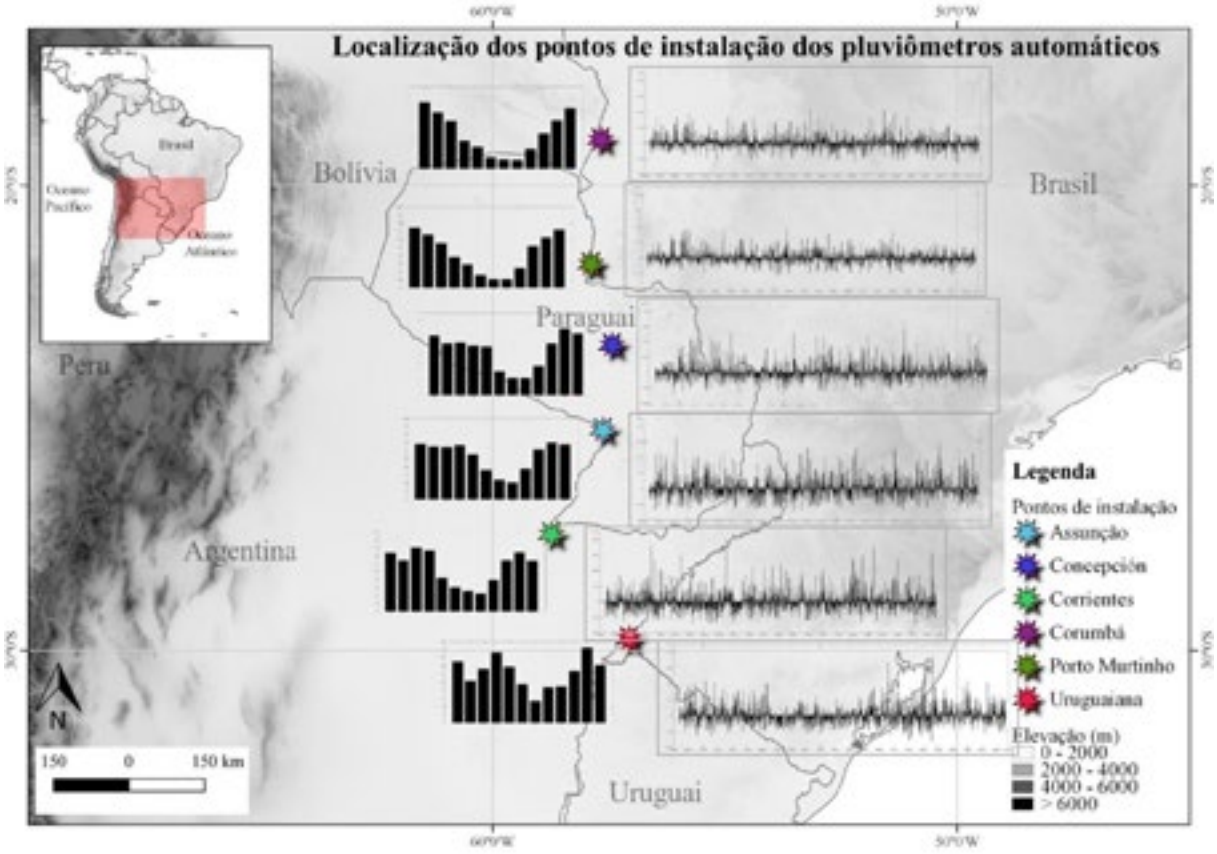


Figura 1 – Mapa de localização dos pluviômetros com a média mensal e anomalia de precipitação

4. Considerações finais

As análises evidenciam que a variabilidade da precipitação é controlada predominantemente pela sazonalidade, pelo fenômeno ENSO e PDO. Sendo que os eventos El Niño e La Niña estão associados aos períodos de chuvas acima da média e secas anomalas. Ocorrendo a diminuição da sazonalidade no sentido norte-sul e as maiores anomalias da

precipitação ocorrem no sul, especificamente nas 3 cidades denominadas Uruguaina, Corrientes e Assunção.

Agradecimentos

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Capes

Referências Bibliográficas

CAPISTRANO, V. B. Precipitação na América do Sul associada às variabilidades de baixa frequência nas TSM dos oceanos Atlântico e Pacífico**.** 169p. **Tese (Doutorado em Meteorologia) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**. São José dos Campos, 2012.

GAN ET. AL. Monção na América do Sul. In: CAVALCANTI, I, F, A. FERREIRA, N, J. SILVA, M, G, A, J. DIAS, M, A, F, S (Org). **Tempo e Clima no Brasil**. Editora Oficina de Textos, São Paulo, 2009, p. 297 – 316.

GERSHUNOV, A.; BARNETT, T.P. Interdecadal Oscillation of ENSO Teleconnections. **Bulletinof American MeteorologySociety**, v.79, p.2715-2725,1998.

GRIMM, A.M.. The El Niño impact on the summer monsoon in Brazil: Regional processes versus remote influences. **Journal of Climate**, v. 16, n. 2, p. 263–280, 2003.

GRIMM, A.M. How do La Niña events disturb the summer monsoon system in Brazil? **Climate Dynamics**, v. 22, n. 3, p. 123–138, 2004.

KAYANO, M. T.; ANDREOLI, R. V. Relations of South American summer rainfall interannual variations with the Pacific Decadal Oscillation. **International Journal of Climatology**, v. 27, p. 531-540, 2007.

KAYANO, M, T; ANDREOLI, V, R. Clima da Região Nordeste do Brasil. In: CAVALCANTI, I, F, A. FERREIRA, N, J. SILVA, M, G, A, J. DIAS, M, A, F, S (Org). **Tempo e Clima no Brasil**. Editora Oficina de Textos, São Paulo, 2009, p. 213 – 233.

MAIA, C. W. **Desenvolvimento De Geotecnologias Para Coleta De Dados Climáticos.** Universidade Federal Do Rio Grande – Furg. Instituto De Ciências Humanas e da Informação. Programa De Pós-Graduação Em Geografia. Disciplina: Seminário de Dissertação, 2018

MAIER, E.LB. **Relações espaço-temporais entre dados paleoclimáticos do Nevado Illimani (Bolívia) e a precipitação na América do Sul.** Tese de doutorado, Programa de Pós-graduação em Geografia na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2014. 126p.

MANTUA, N.J.; HARE, S.R.; ZHANG Y.; WALLACE, J.M.; FRANCIS R.C: A Pacific interdecadal climate oscillation with impacts on salmon production. **Bulletin of the American Meteorological Society**, v.78, n.6, p.1069-1079, 1997.

MATSUURA, K. e WILLMOTT, C.J. 2009. Terrestrial precipitation: 1900–2008 gridded monthly time series (versão 4.01). Newark – EUA: Center for Climatic Research, Department of Geography, University of Delaware. Disponível em: http://climate.geog.udel.edu/~climate/ (acessado em 02/08/2018).

NEWMAN, M.; COMPO, G.P.; ALEXANDER , M.A. ENSO forced variability of the Pacific Decadal Oscillation. **Journal of Climate**, v.16, n. 23, p.3853-3857, 2003.

SELUCHI, M. E.; GARREAUD, R; NORTE F.; SAULO A.C., Influence of the Subtropical Andes on baroclinic disturbances: A cold-front case study. **Monthly Weather Review.** v.134, p. 3317-3335, 2006.

SELUCHI, M. E.; SAULO A.C., Baixa do Noroeste Argentino e Baixa do Chaco : Caracteristicas, diferenças e semelhanças. Revista **Brasileira de Meteorologia**, v.27, n.1, p.49 a 60, 2012.

SIQUEIRA, A. H. B.; SOUZA, L. O.; VAZ, J. C. M.; MOLION, L. C. B.; BERNARDO, S. O.; SALVADOR, M. A.; OLIVEIRA, J. P. P. Impactos do ENOS no Norte e Nordeste brasileiros e sua relação com a Oscilação Decadal do Pacífico. In: **Congresso Brasileiro De Meteorologia**, 14., 2006, Florianópolis, SC. Anais... Rio de Janeiro, 2010. 1 CD-ROM.

VERDON, D.C.; FRANKS, S.W. Long-term behavior of ENSO: Interactions with PDO over the past 400 years inferred from paleoclimatic records. **Geophysical Research Letters**, v. 33, p. L06712 , 2006.

XAVIER, T. M. B.; XAVIER, A. F. S. A ODP a Eventos no Atlântico Intertropical e no Nordeste Setentrional do Brasil. In: **Congresso Brasileiro De Meteorologia**, 13., 2004, Fortaleza, CE. Anais... Rio de Janeiro: SBMet, 2004. 1 CD-ROM

ZHANG, Y.; WALLACE, J. M.; BATTISTI, D. S. ENSO-like interdecadal variability: 1900-93. **Journal of Climate**, v. 10, p. 1004-1020, 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

ANÁLISE DA VARIABILIDADE ESPAÇO-TEMPORAL DA PRECIPITAÇÃO NO BRASIL: SOI e PDO

Tainã Costa Peres (a), Éder Leandro Bayer Maier (b)

(a) Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande, tainacperes@gmail.com
(b) Instituto de Ciências Humanas e da Informação, Universidade Federal do Rio Grande, edermaier@gmail.com

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

O objetivo é calcular o índice de correlação entre a anomalia da precipitação no Brasil e os índices climáticos (El Niño-Oscilação Sul/SOI e Oscilação Decadal do Pacífico/PDO) entre 1900-2010. Os dados de precipitação são oriundos do modelo *Global Historical Climatology Network - Monthly* (3.01), disponibilizados pela Universidade de Delaweare e os índices climáticos pelo Departamento Australiano de Meteorologia e pelo Joint Institute for the Study of the Atmosphere and Ocean. A mensuração do índice de correlação foi efetuada para cada ponto da grade, comparando a variabilidade temporal da precipitação com os índices climáticos. A distribuição espacial dos índices de correlação evidenciam que os fenômenos remotos controlam parcialmente a variabilidade da precipitação no Brasil, havendo regionalizações dos maiores índices que evidenciam o modelo gangorra entre as latitudes tropicais/subtropicais. Adicionalmente, a dependência temporal entre a precipitação e os índices climáticos pode ser intensificada ou anulada de acordo com a estação sazonal.

Palavras chave: água; correlação; fatores remotos.

1. Contextualização

A variabilidade climática natural, ao longo do tempo e do espaço, gera impactos na precipitação que ocasiona eventos extremos de chuvas excessivas ou secas. Nesse contexto, o fenômeno El Niño-Oscilação Sul (ENOS) modifica a interação oceano-atmosfera sobre o

Oceano Pacífico Equatorial e, consequentemente, a distribuição e a intensidade das chuvas em escala global, causando secas intensas e prolongadas (anomalias negativas) e chuvas excessivas (anomalias positivas) em distintas regiões.

No Brasil, o ENOS é um dos principais fenômenos que causam a variabilidade interanual na precipitação, mas não é o único. Nesse sentido, ressalta-se as influências da Oscilação Decadal do Pacífico (PDO, em inglês), tanto na distribuição espacial e temporal da precipitação, como na alteração do fenômeno ENOS. Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho é calcular o índice de correlação entre a anomalia da precipitação no Brasil e os modos de variabilidade climática (ENOS e PDO) entre 1900 e 2010.

1.1. Precipitação no Brasil

O Brasil, devido sua vasta extensão territorial e sua disposição bi hemisférica, é caracterizado por uma grande diversidade climática. Nesse sentido, a distribuição da água das chuvas é configurada a partir de mecanismos atmosféricos, como padrões de ventos das monções, como as convergências tropicais (Zona de Convergência Intertropical - ZCIT e Zona de Convergência do Atlântico Sul – ZCAS) e subtropicais, como a Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) e com os fenômenos atmosféricos dinâmicos (sistemas frontais e complexos convectivos). Além disso, o Brasil tem interação com a extensa Cordilheira dos Andes, com a densa a floresta Amazônica e com a região do Chaco (REBOITA *et al.*, 2010).

A variabilidade climática natural causa impactos sobre a precipitação no Brasil, de maneira que, a variabilidade interanual, associada a modos de variabilidade decadal, podem controlar as anomalias interanuais da precipitação do Brasil. Além disso, existe a variabilidade espacial da precipitação, associada ao modelo bi espacial (gangorra) entre as baixas e médias

latitudes, isto é, chuvas acima da média nas latitudes tropicais, e secas prolongadas nas latitudes subtropicais do Brasil, simultaneamente (ou o cenário contrário) (GRIMM, 2009). No entanto, os modos de variabilidade destacados neste estudo serão o El Niño-Oscilação Sul (ENOS – escala temporal interanual) e a Oscilação Decadal do Pacífico (PDO, escala temporal decadal).

2. Materiais e Métodos

2.1 Dados

Os dados de reanálise dos totais mensais da precipitação (precipitação v3.0), entre 1900 e 2010, são disponibilizados gratuitamente, pela Universidade de *Delaware* (DLW), no link: https://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.UDel_AirT_Precip.html. Esses dados são oriundos da compilação de dados de observações (estações) históricas de diversas fontes e compõem o *Global Historical Climatology Network Monthly* (GHCN-M). Os valores dos totais mensais de precipitação da DLW, foram interpolados espacialmente em uma grade de 0,5º de latitude e longitude, onde os nós da grade estão centralizados no grau de 0,25. Mais informações sobre as fontes e a metodologia podem ser encontradas em Matsuura e Willmott (2012). Ressalta-se que, os dados mensais de precipitação da DLW foram validados, através do teste estatístico *Kolmogorov-Smirnov* (KS), com uma significância de 95%, conforme relatam Peres, Ramos e Maier, 2018.

Os índices climáticos, *Southern Oscillation Index* – SOI e *Pacific Decadal Oscillation* – PDO, foram utilizados para melhor compreender a variabilidade da precipitação no Brasil. As informações sobre os índices utilizados podem ser encontradas na Tabela 1. O SOI oferece uma indicação do desenvolvimento e intensidade dos eventos El Niño ou La Niña no Oceano Pacífico Equatorial, para o período entre 1900 a 2018. O mesmo é calculado usando as

diferenças das anomalias de pressão entre Tahiti e Darwin, em que valores negativos/positivos indicam ocorrência de El Niño/La Niña. A PDO é baseada nas anomalias mensais de Temperatura Superficial do Mar (TSM) do Oceano Pacífico Norte desde 1900, em que valores positivos/negativos sugerem que a PDO está na fase quente/fria (JISAO, 2017).

Tabela 1: Dados referentes aos índices climáticos.

Sigla	Período	Fonte e link para referências
SOI	1900/2010	DMA- http://www.bom.gov.au/climate/glossary/soi.shtml
PDO	1900/2010	JISAO - http://research.jisao.washington.edu/pdo/

2.2 Técnicas Estatística

As anomalias da precipitação são obtidas pela subtração da média mensal das amostras, essa técnica minimiza a influência do ciclo sazonal e maximiza a variabilidade em outras escalas temporais. Além disso, mensurou-se o índice de correlação (Equação 1) entre as séries de precipitação e as séries dos índices climáticos listados na Tabela 1. Adicionalmente, as séries foram divididas conforme as estações sazonais, com a seguinte distribuição temporal: verão: dezembro/janeiro/fevereiro; outono: março/abril/maio; inverno: junho/julho/agosto; e primavera: setembro/outubro/novembro.

$$r = \frac{\sum m \sum n (A_{mn} - \bar{A})(B_{mn} - \bar{B})}{\sqrt{(\sum m \sum n (A_{mn} - \bar{A})^2)(\sum m \sum n (B_{mn} - \bar{B})^2)}} \qquad \text{Equação 1}$$

onde, $\bar{A}$ é igual a média de A e $\bar{B}$ é igual a média de B.

Para avaliar a significância dos índices de correlação realizou-se o cálculo do valor P (p-valor) com limiar de 95%. Os valores de P variam entre 0 e |1|, sendo que os valores próximos a 0 indicam que a correlação entre as variáveis é significativa. Por exemplo, se o valor P for pequeno, menor que 0,05, então a correlação é significativa (95%).

3. Resultados e Discussões

3.1 Análise da correlação entre a anomalia da precipitação e o índice SOI (1900-2010)

Os resultados obtidos para a correlação entre o índice SOI e as séries da anomalia da precipitação no Brasil (1900/2010) podem ser observados na Figura 1a. Já nas Figuras 1 (b, c, d, e) podem ser observados os resultados obtidos sazonalmente, verão, outono, inverno e primavera, respectivamente. Destaca-se que serão discutidos apenas os índices de correlação que apresentaram significância acima de 95%. Nesse sentido, os índices de correlações negativas evidenciam que El Niño/La Niña estão associados a chuvas acima da média/secas, enquanto que as correlações positivas indicam El Niño/La Niña associados a secas/chuvas acima da média.

Na análise geral (Figura 1a), observa-se o predomínio do padrão bi espacial entre as latitudes equatoriais e as latitudes ao sul de 10ºS, em que prevalece uma correlação positiva nas latitudes equatoriais, e correlação negativa nas latitudes subtropicais. Além disso, percebe-se um padrão de correlação positiva alongado, no sentido leste/oeste, nas latitudes equatoriais, indicando que o ENOS influencia a ZCIT. Já as correlações negativas, na região sul, estão associadas a variabilidade das passagens dos sistemas frontais (SF), sendo que em período de El Niño/La Niña observa-se maior/menor frequência de SF que causam anomalias positivas/negativas da precipitação pluviométrica. De acordo com Grimm (2009) o fenômeno ENOS é a principal fonte da variabilidade interanual do clima no Brasil. Adicionalmente, as correlações negativas em latitudes tropicais (entre 10º e 20º sul) e as longitudes (40° e 55° Oeste) evidenciam que a ocorrência do El Niño/ La Niña predomina o registro de chuvas acima/abaixo da média, com destaque para o verão e o inverno (Figura 1 b e d).

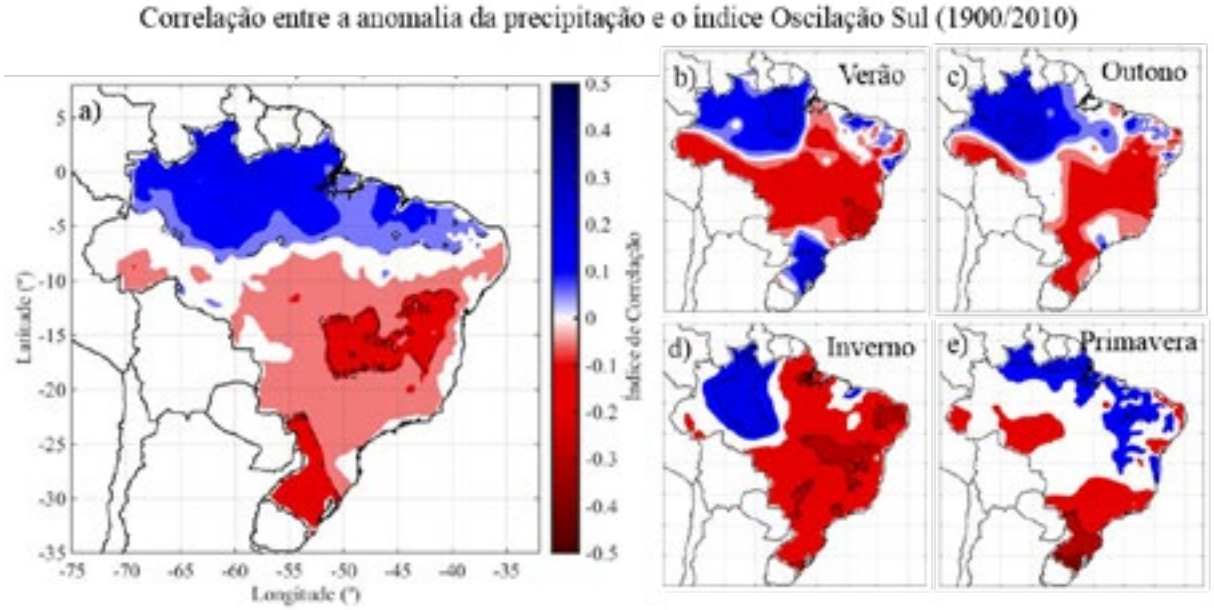


Figura 1 a) Correlação entre a anomalia da precipitação pluviométrica e o índico SOI (1900-2010); b) Correlação do verão; c) Correlação do outono; c) Correlação do inverno; d) Correlação da primavera. As cores representam os índices de correlação e a linha (preta) representa o p-valor com 95% de significância.

No verão (Figura 1b) verificam-se correlações positivas no norte da Amazônia, evidenciando que as anomalias negativas podem estar associadas a entrada de umidade do Atlântico para o continente, porque em períodos de El Niño ocorre a desintensificação da circulação equatorial sobre o Atlântico Tropical, levando menos umidade para o interior do continente. O sul do Brasil, também apresenta correlações positivas, sendo marcado pela passagem de sistemas frontais, de maneira que, em anos de El Niño esses sistemas ficam bloqueados em torno de 30° sul, causando chuvas acima da média no extremo sul, e uma anomalia negativa em Santa Catarina e Paraná.

No outono (Figura 1c), observa-se que há predominância de correlações positivas na área de atuação da ZCIT, de maneira que, a desintensificação/intensificação desse sistema de convergência gera essa grande faixa de anomalia negativa, que significa secas/chuvas acima da média para El Niño/La Niña. No inverno (Figura 1d) as correlações positivas localizam-se no noroeste da Amazônia, e ocorrem pela inibição das convergências em forma de CCMs, visto que a ZCIT está atuando no HN.

Na primavera (Figura 1e) as correlações positivas encontram-se sobre o norte da Amazônia e sobre o Nordeste brasileiro, de maneira que, as anomalias continuam vinculadas a ZCIT e parte do nordeste associado ao regime de chuvas dos ventos alísios de sudeste e as convergências que ocorrem na área de transição entre os biomas Amazônia e a Caatinga. No sul do Brasil, encontram-se os índices de correlações negativas mais significativos, e pode-se observar a influência dos sistemas frontais. Esses sistemas conseguem atingir latitudes próximas ao trópico, visto que nesse período, não estão restritos ao sul do Brasil, prevalecendo uma dependência espacial maior a esses sistemas, perturbados pelo El Niño e pela La Niña.

3.2 Análise da correlação entre a anomalia da precipitação e o índice PDO (1900-2010)

Os resultados obtidos para a correlação entre o índice PDO e as séries da anomalia da precipitação no Brasil (1900/2010) podem ser observados na Figura 2a. Já nas Figuras 2 (b, c, d, e) podem ser observados os resultados obtidos sazonalmente, verão, outono, inverno e primavera, respectivamente. Destaca-se que serão discutidos apenas os índices de correlação que apresentaram significância acima de 95%. Os índices de correlações negativas evidenciam que as fases fria/quente da PDO estão associadas a anomalias negativas/positivas da precipitação e os índices de correlações positivos evidenciam que as fases fria/quente da PDO

estão associadas a anomalias positivas/negativas da precipitação. Além disso, as oscilações da PDO intensificam/desintensificam as fases do ENOS (KAYANO e ANDREOLI, 2009).

Na análise geral (Figura 2a), pode-se observa o predomínio do padrão bi espacial entre as latitudes equatoriais e as latitudes ao sul de 10ºS, em que prevalece uma correlação negativa nas latitudes equatoriais, e uma correlação positiva nas latitudes subtropicais. Esse padrão mostra resultados semelhantes com os encontrados para o ENOS.

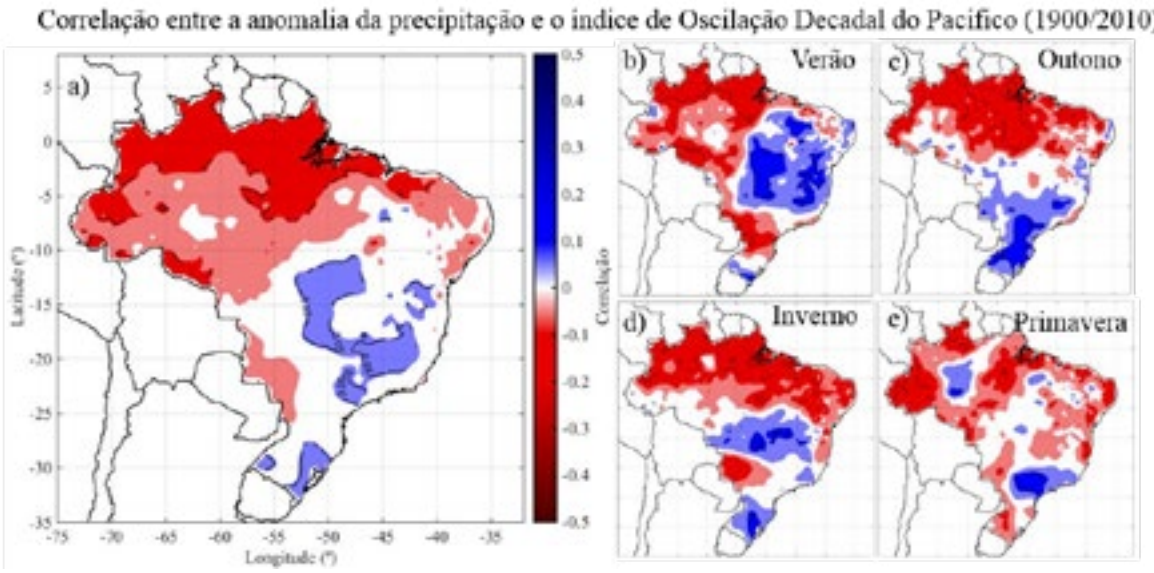


Figura 2: a) Correlação entre a anomalia da precipitação e o índico de PDO (1900-2010); b) Correlação do verão; c) Correlação do outono; c) Correlação do inverno; d) Correlação da primavera. As cores representam os índices de correlação e a linha (preta) representa o p-valor com 95% de significância.

No verão (Figura 2b) as correlações negativas encontram-se na Amazônia e parte do centro-oeste e sul brasileiros. Já as correlações positivas encontram-se no nordeste, parte do centro-oeste e extremo sul do Brasil. A relação da circulação monçônica com as precipitações

no verão aumenta a área de influência dos fenômenos que ocorrem no Oceano Pacífico para as latitudes austrais. Isso pode ser observado com o padrão espacial das correlações negativas no Mato Grosso do Sul, Paraná e Santa Catarina (Figura 2b).

No outono (Figura 2c) as correlações positivas encontram-se nas latitudes subtropicais, enquanto que as correlações negativas se observam nas latitudes equatoriais. Dessa maneira, verifica-se a predominância de um padrão bi espacial entre latitudes baixas e médias. No inverno (Figura 2d) as correlações negativas concentram-se nas latitudes equatoriais, sendo possível observar um predomínio zonal (leste/oeste) dessa correlação. Existem dois núcleos de correlações positivas, um na região central e outro na região sul do Brasil. Na primavera (Figura 2 e) observam-se baixas magnitudes dos índices de correlação, de maneira que, existem núcleos de correlação positiva/negativa na Amazônia, que podem estar associados aos diferentes núcleos de precipitação relatados por Marengo e Nobre (2009).

4. Considerações Finais

Ao comprar a anomalia da precipitação no Brasil (1900-2010) com os índices climáticos SOI e PDO, observou-se que o fenômeno ENOS configura o modo de variabilidade de gangorra, predominando alta correlação nas baixas (equatoriais) e médias (subtropicais) latitudes. Essa configuração influencia na intensificação/desintensificação de mecanismos de transporte e convergência de umidade, como, por exemplo, a ZCIT e os sistemas frontais. Observou-se também que a PDO intensifica/desintensifica um padrão semelhante ao ENOS, modulando a intensidade e frequência de eventos de El Niño/La Niña.

Destaca-se que ambos os modos de variabilidade climática possuem variações sazonais, associadas as estruturas atmosféricas que causam uma estrutura bi-modal. Além disso, os

resultados do ENOS e da PDO corroboram com as principais bibliografias do assunto. Sendo possível observar que o ENOS é a principal fonte de variabilidade interanual da precipitação no Brasil, bem como, é a fonte que causa maior impacto espacial. Além disso, percebeu-se que modos de variabilidade de baixa frequência, como a PDO, podem intensificar/desintensifcar modos de variabilidade de maior frequência, como o ENOS.

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

BUREAU OF METEOROLOGY. Índice de Oscilação Sul (SOI) desde 1876. Disponível em: < http://www.bom.gov.au/climate/glossary/soi.shtml>. Acesso em 15 de out. de 2018.

GRIMM, A.M. Variabilidade interanual do clima no Brasil. In: CAVALCANTI, I. F., FERREIRA, A.N.J.; JUSTI DA SILVA, M.G; SILVA DIAS, M.A.F. (Org.). **Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009, p. 353–374.

KAYANO, M, T; ANDREOLI, V, R. Clima da Região Nordeste do Brasil. In: CAVALCANTI, I, F, A. FERREIRA, N, J. SILVA, M, G, A, J. DIAS, M, A, F, S (Org). **Tempo e Clima no Brasil**. Editora Oficina de Textos, São Paulo, 2009, p. 213 – 233.

MARENGO, J, A; NOBRE, A, C, Clima da Região Amazônica. In: CAVALCANTI, I, F, A. FERREIRA, N, J. SILVA, M, G, A, J. DIAS, M, A, F, S (Org). **Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009, p. 197 – 212.

MATSUURA, K.; WILLMOTT, C.J. **Terrestrial precipitation: 1900–2010 gridded monthly time series (versão 3.01)**. Newark – EUA: Center for Climatic Research, Department of Geography, University of Delaware, 2012. Disponível em: <http://climate.geog.udel.edu/~climate/html_pages/Global2011/README.GlobalTsP2011.html>. Acesso em 01 de out. 2018.

PERES, T, C. RAMOS, C, M, T. MAIER, E, L, B. Precipitação no Brasil: validação e estatística descritiva dos dados de precipitação da universidade de *Delaware.* In: XXXV Encontro Estadual de Geografia, 2018, Erechim. **Anais do XXXV Encontro Estadual de Geografia**...Erechim: Universidade Federal da Fronteira Sul, 2018, v. 35.

REBOITA, M.S., GAN, M.A., ROCHA, R.P. e AMBRIZZI, T. Regimes de precipitação na América do Sul: Uma revisão bibliográfica. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 25, n. 2, p. 185–204, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbmet/v25n2/a04v25n2.pdf>. Acesso: 19 set. 2017.

RESEARCH. JISAO. A Oscilação Decadal do Pacífico (ODP). Disponível em: < http://research.jisao.washington.edu/pdo/>. Acesso em 15 de out. 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 DA VARIABILIDADE ESPAÇO-TEMPORAL DA PRECIPITAÇÃO NO BRASIL: TNA e AAO

Tainã Costa Peres [(a)], Éder Leandro Bayer Maier [(b)]

[(a)] Programa de Pós-Graduação em Geografia, FURG, tainacperes@gmail.com
[(b)] Instituto de Ciências Humanas e da Informação, FURG, edermaier@gmail.com

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

O objetivo é calcular o índice de correlação entre a anomalia da precipitação no Brasil e os índices climáticos (variabilidade do Atlântico Tropial Norte/TNA e Oscilação Antártica/AAO). Os dados de precipitação são oriundos do modelo do *Global Historical Climatology Network - Monthly* (3.01) e os índices são disponibilizados pela NOAA. O período de sobreposição da precipitação com os índices é de 1948-2010 e 1979-2010, entre TNA e AAO, respectivamente. A mensuração do índice de correlação foi efetuada para cada ponto da grade, comparando a variabilidade temporal dos dados. As correlações positivas (latitudes tropicais) evedidenciam que a fase quente/fria do TNA está relacionada a secas/chuvas acima da média. A distribuição das correlações negativas do AAO, indicam que as fases negativas/positivas (latitudes subtropicais) estão relacionadas aos registros de anomalias positivas/negativas da precipitação. Adicionalmente, a dependência temporal entre a precipitação e os índices climáticos pode ser intensificada/desintensificada conforme a estação sazonal.

Palavras chave: chuva; estatística; fenômenos remotos.

1. Contextualização

O Brasil localiza-se entre 5ºN e 34ºS, abrangendo assim distintos regimes climáticos, que se estende desde latitudes equatoriais até subtropicais. Além disso, é um país bi hemisférico que configura um padrão bimodal da distribuição temporal da precipitação, predominando a

estação chuvosa no verão e a seca no inverno, dos respectivos hemisférios. Além do ciclo sazonal da precipitação, existem modos de variabilidade associados a padrões de variação de temperatura sobre os oceanos. Em outras palavras, alterações nas temperaturas, pressão e umidade sobre os oceanos podem alterar a precipitação no Brasil em escala interanual e decenal, por exemplo.

Nesse contexto, será exposto as relações espaço-temporais entre a precipitação no Brasil e os índices climáticos que representam os modos de varibailidade do Atlântico Tropical Norte (*Tropical Northern Atlantic* - TNA) e do oceano austral (*Antarctic Oscillation* - AAO). Por fim, o objetivo do presente trabalho é calcular o índice de correlação entre a anomalia da precipitação no Brasil e a TNA, no período entre 1948-2010, e a AAO, no período entre 1979-2010. Posto isso, caracterizar a influência desses modos de variabilidade climática na precipitação do Brasil. Destaca-se que, esse estudo apresenta sinergia com os resultados apresentados no artigo intitulado "Análise da variabilidade espaço-temporal da precipitação no Brasil: SOI e PDO", também apresentado nessa edição do XVIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física.

1.1. Precipitação no Brasil

Nessa seção, serão exploradas as carcterísticas da precipitação no nordeste brasileiro, leste da Amazônia e sul do Brasil, pois são as principais áreas afetadas pelo modo de variabilidade do TNA (MARENGO e NOBRE, 2009) e pelo AAO. Nesse sentido, os principais mecanismos e sistemas atmosféricos que modulam as chuvas no Brasil são: a Zona de Convergência Intertropical – ZCIT, o Vórtice Ciclônico em Altos Níveis (VACNs), a Zona de Convergência do Atlântico Sul – ZCAS, a Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) e os sistemas frontais (SF) (REBOITA *et al.,*2010).

O nordeste do Brasil não tem uma distribuição de precipitação característica de áreas equatoriais, apresentando má distribuição espaço-temporal das chuvas. Essa região possui totais pluviométricos anuais que variam entre 200 (sertão nordestino) e 2.000 mm (KAYANO e ANDREOLI, 2009). Kayano e Andreoli (2009) ressaltam que no norte e no centro da região, a máxima de chuva acontece nos meses de março/abril, devido à influência da posição mais ao norte da ZCIT. No sul, a máxima de chuvas ocorre de novembro a março, com máxima em dezembro, sendo oriunda da entrada de sistemas frontais em latitudes tropicais, que podem influenciar a ZCIT, aumentando sua convecção (KAYANO e ANDREOLI, 2009). Já o sertão, localizado entre planaltos e chapadas, é caracterizado por totais reduzidos de precipitação, variando entre 200-500 mm/ano. Os máximos de chuvas se concentram no verão e no outono, enquanto que os mínimos acontecem no inverno (REBOITA *et al*., 2010).

O leste da Amazônia apresenta índices pluviométricos superiores a 4.000 mm/ano, com maiores chuvas nos meses de fevereiro/março/abril. Esse máximo de chuva, provavelmente, é oriundo das linhas de instabilidade atuantes, as quais se desenvolvem ao longo da costa durante o fim da tarde e são forçadas pela brisa marítima. Entretanto, há uma variabilidade interanual entre o início e o fim da estação chuvosa, a qual é atribuída aos campos de anomalias de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) nos Oceanos Pacífico e Atlântico Tropical. Esse fenômeno parece exercer maior influência no início/fim da estação do que no volume de chuvas na Amazônia (MARENGO e NOBRE, 2009).

A região sul do Brasil, apresenta uma distribuição sazonal da precipitação homogênea. Os totais pluviométricos variam entre 1050 e 1750 mm/ano, sendo maiores no oeste do sul do Brasil (1750-2100 mm/ano) (REBOITA *et al.*, 2010). De acordo com Grimm (2009), há dois

regimes distintos de precpitação nessa região, sendo um ao norte, com domínio do clima de monção, em que a estação de chuvas inicia-se na primavera austral e se finaliza no início do outono, com máximos de chuvas em janeiro. E outro ao sul, sendo possível observar uma distribuição homogênea das chuvas ao longo do ano, com chuvas relativamente mais fortes no inverno (julho), evidenciando o controle de sistemas frontais nessa época.

2. Materias e Métodos

2.1. Dados

Os dados de reanálise dos totais mensais da precipitação (versão 3.01), entre 1900 e 2010, são disponibilizados gratuitamente, pela Universidade de *Delaware* (DLW), no link: https://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.UDel_AirT_Precip.html. Esses dados são oriundos da compilação de dados de observações (estações) históricas de diversas fontes e compõem o *Global Historical Climatology Network Monthly* (GHCN-M). Os valores dos totais mensais de precipitação da DLW, foram interpolados espacialmente em uma grade de 0,5º de latitude e longitude, onde os nós da grade estão centralizados no grau de 0,25. Mais informações sobre as fontes e a metodologia podem ser encontradas em Matsuura e Willmott (2012). Ressalta-se que, os dados mensais de precipitação da DLW foram validados, através do teste estatístico *Kolmogorov-Smirnov* (KS), com uma significância de 95%, conforme relatam Peres, Ramos e Maier, 2018.

Para melhor compreender a variabilidade da precipitação no Brasil utilizaram-se dois índices, tais como: *Tropical Northern Atlantic* (TNA) e *Antarctic Oscillation* (AAO). O TNA é composto pelas anomalias mensais da TSM do Oceano Atlântico Norte entre 5,5º–23,5ºN e 15º–57,5ºO, entre 1948 e 2018, e está disponível gratuitamente no link

https://www.esrl.noaa.gov/psd/data/climateindices/list/ (NOAA, 2013). O índice AAO é gerado a partir da anomalia mensal da pressão atmosférica em 700 h-Pa, para o período entre 1979 e 2018, na região circumpolar antártica, e está disponível gratuitmanete no link https://www.esrl.noaa.gov/psd/data/climateindices/list/ (NOAA, 2013).

2.2. Técnicas Estatística

As anomalias da precipitação são obtidas pela subtração da média mensal das amostras, essa técnica minimiza a influência do ciclo sazonal e maximiza a variabilidade em outras escalas temporais. Além disso, mensurou-se o índice de correlação (Equação 1) entre as séries de precipitação e as séries dos índices climáticos. Adicionalmente, as séries foram divididas conforme as estações sazonais, com a seguinte distribuição temporal: verão: dezembro/janeiro/fevereiro; outono: março/abril/maio; inverno: junho/julho/agosto; e primavera: setembro/outubro/novembro.

$$r = \frac{\sum m \sum n (A_{mn} - \bar{A})(B_{mn} - \bar{B})}{\sqrt{(\sum m \sum n (A_{mn} - \bar{A})^2)(\sum m \sum n (B_{mn} - \bar{B})^2)}} \qquad \text{Equação 1}$$

onde, $\bar{A}$é igual a média de A e $\bar{B}$ é igual a média de B.

Para avaliar a significância dos índices de correlação realizou-se o cálculo do valor P (p-valor) com limiar de 95%. Os valores de P variam entre 0 e |1|, sendo que os valores próximos a 0 indicam que a correlação entre as variáveis é significativa. Por exemplo, se o valor P for pequeno, menor que 0,05, então a correlação é significativa (95%).

3. Resultados e Discussões

3.1. Análise da correlação entre a anomalia da precipitação e o índice TNA (1948-2010)

Os resultados obtidos para a correlação entre o índice TNA e as séries da anomalia da precipitação no Brasil (1948/2010) podem ser observados na Figura 1a. Já nas Figuras 1 (b, c, d, e) podem ser observados os resultados obtidos sazonalmente, verão, outono, inverno e primavera, respectivamente. Destaca-se que serão discutidos apenas os índices de correlação que apresentaram significância acima de 95%. As correlações positivas evidenciam que as fases quente/fria do TNA estão relacionadas a secas/chuvas acima da média e vice versa. Além disso, destaca-se que há combinação dos eventos frios e quentes da TNA com eventos frios e quentes do El Niño-Oscilação Sul (ENOS) e que eles definem juntos grande parte da variabilidade climática interanual sobre o Brasil (MARENGO, 2006).

Na análise geral (Figura 1a), pode-se observar o predomíno de índices de correlação negativa nas latitudes equatoriais (ao norte de 10ºS) e em parte do centro-oeste do Brasil. Em relação as correlações positivas, encontram-se dois principais núcleos, sendo um no centro-leste e outro em parte do sul brasileiros. Destaca-se que, as maiores magnitudes de correlação foram encontradas em latitudes tropicais, o que corrobora com Marengo (2006), o qual afirma que as regiões mais influenciadas por esse fenômemo são o centro e leste da Amazônia e, especialmente, o nordeste brasileiro.

No verão (Figura 1b) ocorre o predomínio de um padrão bi espacial nas latitudes equatoriais e tropicais, com correlações negativas/positivas sobre a/o Amazônia/centro-oeste e nordeste brasileiros. Além disso, observam-se correlações negativas no sul do centro-oeste e no sudeste do Brasil, associados a um núcleo de correlação positiva no sul do Brasil. Essa dependência entre a variabilidade do TNA e a precipitação pluviométrica é oriunda da circulação dos dois hemisférios, associadas aos ventos alísios de nordeste e sudeste, com

correlações positivas/negativas no Hemisfério Norte/Sul. No outono (Figura 1c) predominam pequenos núcleos de correlações negativas significativas em latitudes equatoriais, sendo no litoral norte do país e sudoeste da Amazônia.

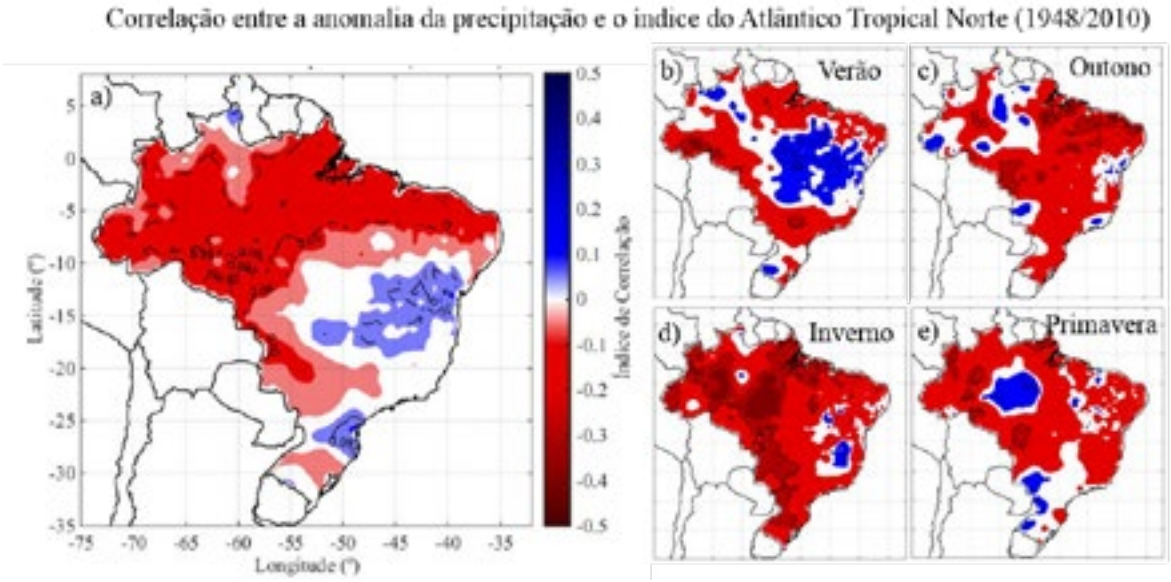


Figura 1: a) Correlação entre a anomalia da precipitação pluviométrica e o índice TNA (1948-2010); b) Correlação do verão; c) Correlação do outono; c) Correlação do inverno; d) Correlação da primavera. As cores representam os índices de correlação e a linha (preta) representa o p-valor com 95% de significância.

No inverno (Figura 1d), as correlações negativas prevalecem em todo o território brasileiro, aparecendo apenas pequenos núcleos de correlação positiva no sul do nordeste. Essa distribuição espacial é oriunda do enfraquecimento/intensificação dos alísios de nordeste e intensificação/enfraquecimento dos alísios de sudeste na fase positiva/negativa da TNA, que configura uma desintensificação/intensificação do fluxo de umidade para o interior continental (na área com correlação negativa) e uma intensificação/desintensificação do fluxo de umidade

para a área com correlação positiva. Na primavera (Figura 1e), verificam-se um modelo bi espacial entre o centro da Amazônia (correlação positiva) e o seu entorno (correlação negativa). Entretanto, esse padrão espacial pode estar relacionado a ocorrência sincronizada entre o TNA e o fenômeno ENOS, visto que o controle do TNA é predominante nas baixas latitudes.

3.2. Análise da correlação entre a anomalia da precipitação e o índice de AAO (1979-2010)

Os resultados obtidos para a correlação entre o índice AAO e as séries da anomalia da precipitação no Brasil (1979/2010) podem ser observados na Figura 2a. Já nas Figuras 2 (b, c, d, e) podem ser observados os resultados obtidos sazonalmente, sendo: verão, outono, inverno e primavera, respectivamente. Destaca-se que serão discutidos apenas os índices de correlação que apresentaram significância acima de 95%. A fase positiva/negativa da AAO está associada a maior/menor frequência de frentes frias em latitudes subtropicais. Tendo em vista que a maior/menor frequência e intensidade dos sistemas frontais estão relacionados aos registros de anomalias positivas/negativas da precipitação.

As correlações negativas mostram que a fase negativa/positiva da AAO ocorrem predominantemente associadas aos registros de anomalias positivas/negativas da precipitação pluviométrica, já as correlações positivas estão associadas a fase negativa/positiva com anomalias negativas/positivas da precipitação pluviométrica. Além disso, as fases negativas/positivas da AAO podem ocorrer sincronizadas aos eventos de El Niño/La Niña (VASCONCELLOS, 2012).

Na análise geral (Figura 2a), pode-se observar o predomíno de índices de correlações positivas nas latitudes equatoriais e tropicais, sendo que, esses resultados podem ser oriundos da sincronia com o ENOS. Já os índices de correlações negativas são observados em latitudes

subtropicais do Brasil, onde as influências austrais possuem um controle parcial da variabilidade da precipitação pluviométrica, conforme as discussões apresentadas na sequência. No verão (Figura 2b), a configuração espacial dos índices de correlação negativos/positivos sugere que os sistemas frontais ficam restritos ao interior continental, especialmente em latitudes subtropicais. Já nas baixas latitudes, há predominância de circulação tropical, influenciada pelo regime de monções do verão austral e pela Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), restringindo as influências circumpolares ao extremo sul do Brasil.

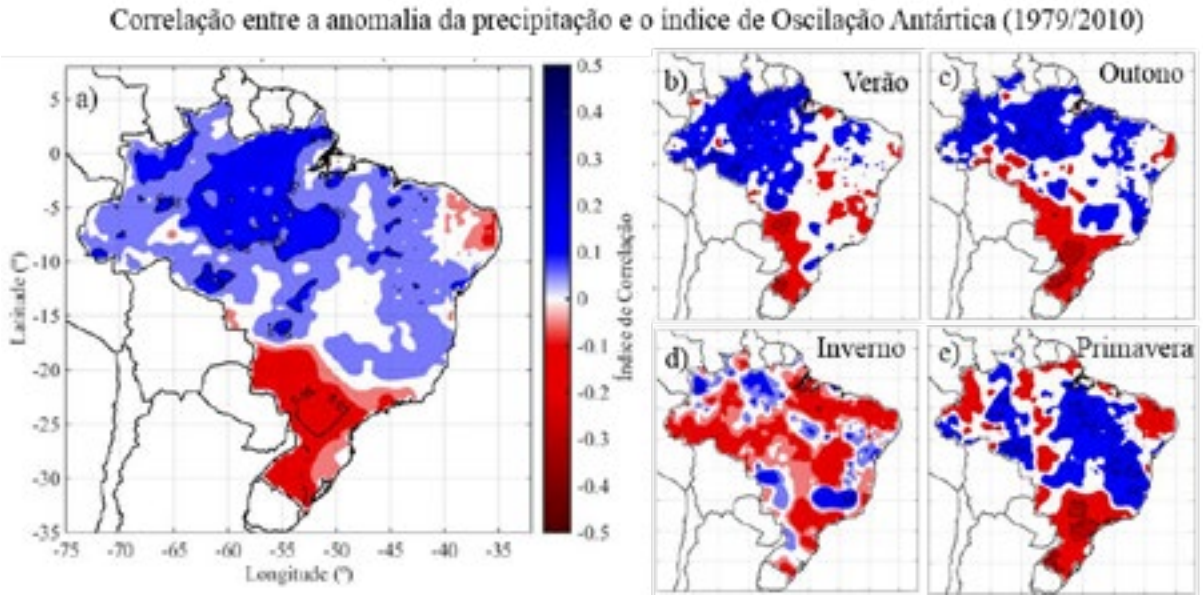


Figura 2: a) Correlação entre a anomalia da precipitação pluviométrica e o índico de Oscilação Antártica (1950-2010); b) Correlação do verão; c) Correlação do outono; c) Correlação do inverno; d) Correlação da primavera. As cores representam os índices de correlação e a linha (preta) representa o p-valor com 95% de significância.

No inverno (Figura 2d), as distribuições dos índices de correlações praticamente não tiveram significância estatística acima de 95%. Nas estações transicionais (Figura 2b e e) há uma relação espacial inversa (correlação negativa) do AAO associado a fase fria/quente com anomalias positivas/negativas da precipitação pluviométrica. Essa relação ocorre, porque na fase fria/quente do AAO os sistemas atmosféricos que formam as frentes, estão deslocados para norte/sul na região da circumpolar (em torno de 60ºS). De acordo com Vasconcellos (2012), o dipolo que acontece entre latitudes tropicais e subtropicais com anomalias negativas no sul Brasil pode acontecer na fase positiva da AAO, e é invertido na fase negativa. A autora sugere que, essa configuração pode influenciar na frequência e intensidade dos sisemas frontais que são responsáveis pela formação das ZCAS.

4. Considerações Finais

A mensuração dos índices de correlação entre a anomalia da precipitação no Brasil com o índice climático TNA, no período entre 1948 e 2010, evidenciou que a variabilidade do Atlântico Tropical Norte causa impactos na precipitação em latitudes tropicais, especialmente no nordeste brasileiro e no leste da Amazônia. Com uma relação biespacial entre os hemisférios norte e sul oriundo da variabilidade espacial do Atlântico Tropical.

A relação entre a AAO e a precipitação no Brasil, entre o período 1979 e 2010, é predominante em latitudes subtropicais, visto que os sistemas frontais são originados em altas latitudes (polares), predominando o registro de anomalias negativas/positivas com a ocorrência da fase positiva/negativa da AAO. Adicionalmente, as correlações entre a AAO e a precipitação tropical podem estar associadas a sincronia da Oscilação Antártica com fenômeno ENOS. Por

fim, destaca-se que os resultados obtidos da TNA e da AAO corroboram com as principais bibliografias do assunto.

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

GRIMM, A.M. Variabilidade interanual do clima no Brasil. In: CAVALCANTI, I. F., FERREIRA, A.N.J.; JUSTI DA SILVA, M.G; SILVA DIAS, M.A.F. (Org.). **Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009, p. 353–374.

KAYANO, M, T; ANDREOLI, V, R. Clima da Região Nordeste do Brasil. In: CAVALCANTI, I, F, A. FERREIRA, N, J. SILVA, M, G, A, J. DIAS, M, A, F, S (Org). **Tempo e Clima no Brasil**. Editora Oficina de Textos, São Paulo, 2009, p. 213 – 233.

MARENGO, J.A. **Mudanças Climáticas Globais e seus Efeitos sobre a Biodiversidade**: Caracterização do Clima Atual e Definições das Alterações Climáticas para o Território Brasileiro ao longo do Século XXI. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2006. 212 p.

MARENGO, J, A; NOBRE, A, C, Clima da Região Amazônica. In: CAVALCANTI, I, F, A. FERREIRA, N, J. SILVA, M, G, A, J. DIAS, M, A, F, S (Org). **Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009, p. 197 – 212.

MATSUURA, K.; WILLMOTT, C.J. **Terrestrial precipitation: 1900–2010 gridded monthly time series (versão 3.01)**. Newark – EUA: Center for Climatic Research, Department of Geography, University of Delaware, 2012. Disponível em:

<http://climate.geog.udel.edu/~climate/html_pages/Global2011/README.GlobalTsP2011.html>. Acesso em 01 de out. 2018.

NOAA. ESRL Physical Sciences Division. Disponível em: <http://www.esrl.noaa.gov/psd/gcos_wgsp/Timeseries/>. Acesso em 15 de out. de 2018.

NOAA. **National Oceanic and Atmospheric Administration**. U.S. Department of Commerce -Earth System Research Laboratory - Physical Sciences Division. Disponível em: <http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.UDel_AirT_Precip.html>. Acesso em 01 de ago. 2018.

PERES, T, C. RAMOS, C, M, T. MAIER, E, L, B. Precipitação no Brasil: validação e estatística descritiva dos dados de precipitação da universidade de *Delaware.* In: XXXV Encontro Estadual de Geografia, 2018, Erechim. **Anais do XXXV Encontro Estadual de Geografia**...Erechim: Universidade Federal da Fronteira Sul, 2018, v. 35.

REBOITA, M.S., GAN, M.A., ROCHA, R.P. e AMBRIZZI, T. Regimes de precipitação na América do Sul: Uma revisão bibliográfica. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 25, n. 2, p. 185–204, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbmet/v25n2/a04v25n2.pdf>. Acesso: 19 set. 2017.

VASCONCELLOS, F. C. **A oscilação Antártica-mecanismos físicos e a relação com características atmosféricas sobre a América do Sul/Oceanos Adjacentes**. 2012. 195 f. Tese (Doutorado em Meteorologia), Programa de Pós-Graduação em Meteorologia no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2012.

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

ANÁLISE DA VARIAÇÃO PLUVIOMÉTRICA MENSAL EM GOIÂNIA (GO): UM OLHAR SOBRE O FENÔMENO EL NIÑO

Ana Cristina Araújo Foli [(a)], Patrícia Inague Moretti [(b)]

[(a)] Instituto de Estudos Socioambientais, Universidade Federal de Goiás, anacafoli@outlook.com
[(b)] Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, patricia.inague@gmail.com

Eixo 1: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

Este trabalho apresenta uma análise da variabilidade pluviométrica associada ao fenômeno El Niño Oscilação Sul (ENOS), sendo este caracterizado pelo aquecimento incomum das águas superficiais do Oceano Pacífico. Os dados utilizados para tanto foram os totais mensais de precipitação em Goiânia - GO, em uma série histórica que compreendeu os meses de novembro, dezembro e janeiro no período entre 1990 a 2017. Com a aplicação do desvio padrão, os resultados mostraram variabilidade da precipitação para os anos em que houve atuação do fenômeno, especialmente em anos de intensidade forte e moderada.

Palavras chave: variabilidade climática; precipitação pluvial; El Niño; Goiânia (GO).

1. Introdução

A variação dos elementos climáticos é fator reconhecido na determinação das características de uma região, de forma que a própria organização da estrutura socioeconômica se torna dependente dessas variáveis, como na geração de energia, na indústria, nas atividades agrícolas, etc. A precipitação é um desses elementos, e sua variabilidade temporal e espacial está relacionada a diversos fatores, como o período sazonal de entrada das massas de ar, por exemplo.

Variáveis meteorológicas podem, ocasionalmente, sofrer uma flutuação grande de um elemento em uma série meteorológica, ou seja, desvio acentuado do padrão observado de variabilidade, o que pode caracterizar uma anomalia. Eventos anômalos estão normalmente associados a um fator causal, os quais podem ter várias origens, onde as mais comuns estão relacionadas aos eventos El Niño e La Niña (ANGELOCCI; SENTELHAS, 2007).

Tem sido observado que, nos últimos anos há um crescente número de trabalhos que buscam explicar a atuação desse fenômeno, de modo que a análise da variabilidade climática vem recebendo destaques no cenário global, devido a possibilidade de se realizar estudos com maior precisão. Nesse sentido, este trabalho tem como objetivo analisar o fenômeno El Niño sob o viés da variabilidade climática e seus possíveis efeitos em escala local nos atributos referentes a precipitação pluvial.

O El Niño é um fenômeno oceânico-atmosférico caracterizado pelo aquecimento incomum das águas superficiais do Oceano Pacífico, o que provoca alterações na circulação geral da atmosfera, afetando o clima regional e global. O aquecimento e o subsequente resfriamento num episódio típico de El Niño dura de 12 a 18 meses, tem início no começo do primeiro ano, atingindo sua máxima intensidade durante dezembro – janeiro e termina na metade do segundo ano (Figura 1).

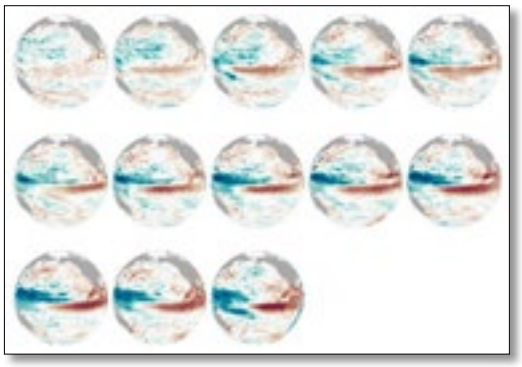


Figura 1 – Evolução do fenômeno El Niño entre janeiro de 2015 e janeiro de 2016
Fonte: NASA (2016)

ISBN: 978-85-7282-778-2

De acordo com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE (2018) uma terminologia técnica pode defini-lo mais claramente

> O ENOS, ou El Niño Oscilação Sul representa de forma mais genérica um fenômeno de interação atmosfera-oceano, associado a alterações dos padrões normais da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) e dos ventos alísios na região do Pacífico Equatorial, entre a Costa Peruana e no Pacífico Oeste próximo à Austrália (INPE, 2018).

No Brasil, há impactos significativos sobre a precipitação em várias regiões e em diferentes fases do ciclo El Niño-Oscilação Sul. Vários estudos vêm sendo realizados sobre seus efeitos no país, principalmente no extremo Norte e extremo Sul, onde são mais marcantes, como mostram os trabalhos de Diniz, (1998); Melo (1999); Britto *et al* (2008). Grimm e Ferraz (1998) apontam a região sudeste como uma região de transição entre os efeitos opostos do El Niño, com grande variabilidade espacial desses eventos. Em relação ao Centro-Oeste, Grimm *et. al* ponderam que

> O impacto de eventos El Niño (EN) / La Niña (L/N) sobre o Centro-Oeste do Brasil (Estado de Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul) não tem sido avaliado de forma mais abrangente. Os estudos existentes a nível global (Ropelewski e Halpert, 1987) e de Brasil (Rao e Hada, 1989) não mostram um impacto significativo. Isto, contudo, pode dever-se a falta de dados na região (Grimm *et. al*, 2016).

O fenômeno El Niño de 1997/98, considerado o mais intenso já registrado até os dias atuais, provocou fortes chuvas, ocasionando enchentes no Sul do País. As regiões Sudeste e Centro-Oeste apresentaram períodos irregulares com relação à distribuição de chuvas (veranicos) e temperatura do ar (acima da média), e outras regiões do país também foram afetadas (MARENGO, 2006).

Recentemente houve a atuação do fenômeno El Niño Oscilação Sul em uma de suas fases "quentes", entre os anos de 2015 e 2016. Entre a comunidade científica e acadêmica há um debate sobre a sua intensidade devido aos diversos atributos em que há possível relação com o fenômeno, como o aumento de precipitação e temperatura média em diversas regiões do país. Atualmente, as chances de uma nova caracterização do fenômeno para os próximos meses

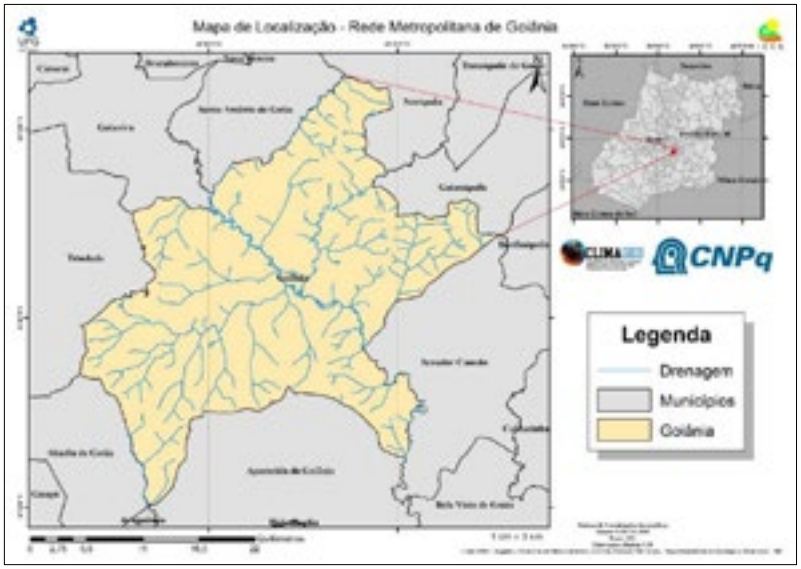
ISBN: 978-85-7282-778-2

(2019) foram elevadas para 80% (NOAA, 2018). Dessa forma, entende-se que o aprofundamento deste tema é extremamente relevante no sentido de compreender como o fenômeno pode afetar a sociedade em âmbito local.

2. Materiais e Métodos

O município de Goiânia – GO (Mapa 01) fica situada na região Centro-Oeste do país em uma área territorial de 733, 116 km² e possui uma população estimada de 1.495.705 habitantes, de acordo com o IBGE (2018).

A Região Metropolitana de Goiânia está inserida na bacia do Paranaíba, sendo que os municípios ocupam as sub-bacias do Rio Turvo e dos Bois; do Rio Meia Ponte, e uma pequena parte está inserida na sub-bacia do Corumbá. A rede hidrográfica é ampla, destacando-se a presença de importantes cursos d'água como o Rio Meia Ponte, na parte setentrional da cidade e o Ribeirão João Leite, localizado à nordeste. Todos os anos são registrados problemas ambientais na área de estudo, como enchentes e alagamentos associados aos impactos hidrometeóricos.



Mapa 1: Localização do município de Goiânia-GO.

De acordo com Luiz (2012) os principais mecanismos atmosféricos que atuam sobre o município são os centros de ação positivos, enquanto massa Tropical atlântica (mTa) e também enquanto massa Polar atlântica (mPa), sendo esta responsável pelos mecanismos frontológicos e pela redução da temperatura. A influência dos centros de ação negativos é representada pela massa de ar Equatorial Continental (mEc), e pela Tropical continental (mTc). Também é comum a ocorrência da ZCAS (Zona de Convergência do Atlântico Sul), que se estende da porção sul da região amazônica ao litoral da Região Sudeste, passando pela região Centro-Oeste e provocando nebulosidade e chuvas intensas por vários dias (LUIZ, 2012).

Para verificar a influência do El Niño sobre a variabilidade da precipitação analisou-se os totais mensais de precipitação em uma série histórica que compreendeu os meses de novembro, dezembro e janeiro no período entre 1990 a 2017. A escolha destes meses se deu por estarem inseridos no período chuvoso do município, sendo os mais representativos por concentrarem cerca de 47% de toda a precipitação anual. Os dados foram obtidos através de acesso ao banco de dados do BDMEP/ INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. A partir destes, foram elaborados gráficos e tabelas que permitiram a análise sistêmica e a correlação com o fenômeno El Niño.

O desvio padrão é a medida de dispersão mais geralmente empregada em estudos estatísticos, por ser um indicador de variabilidade bastante estável. O desvio padrão baseia-se nos desvios em torno da média aritmética e a sua fórmula básica pode ser traduzida como: a raiz quadrada da média aritmética dos quadrados dos desvios e é representada por (S).

$$S = \sqrt{\frac{\Sigma (X_i - \overline{X})^2}{n - 1}}$$

O Índice Oceânico El Niño (ONI, em inglês) distingue períodos El Niño, La Niña e neutros no Pacífico Tropical considerando a temperatura superficial do mar (TSM) média trimestral acima ou abaixo de 0,5°C que prevaleça por, no mínimo cinco trimestres

ISBN: 978-85-7282-778-2

(NOAA/NCEP, 2016). Este tipo de medida utilizado pela Climate Predicition Center subsidia diversos trabalhos quanto à classificação da intensidade do fenômeno, como a proposta de Jan Null (2014) apud Mendonça *et. al* (2014) em que o El Niño é classificado como Forte, Fraco e Moderado. (NULL, 2014 apud MENDONÇA *et. al*, 2014). No entanto, para esse trabalho será utilizada a proposta do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, baseada em diversos estudos acadêmicos nacionais e internacionais.

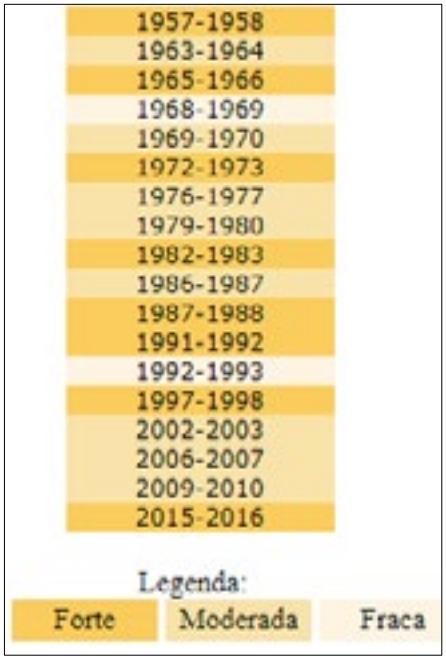


Figura 2: Anos de ocorrência e intensidade do El Niño
Fonte: INPE (2018)

3. Resultados e Discussão

Com a aplicação do desvio padrão, os resultados mostram variabilidade da precipitação para os anos em que houve atuação do fenômeno, especialmente em anos de intensidade forte e moderada.

Entre os anos de 1991 a 1992, de acordo com o INPE, o El Niño foi classificado como sendo de forte intensidade. Considerando o mês de novembro (Gráfico 1), os valores de

precipitação estiveram dentro da média entre 1990 e 1993, exceto em 1991, quando esses valores ficaram abaixo do desvio padrão.

Os anos de 1997-1998 são classificados, até o momento, como a atuação mais forte do fenômeno já registrada. Nestes, os valores de precipitação também ficaram em torno da média histórica, sendo que em 1997 fugiram levemente acima do desvio padrão. Já nos anos de sua última ocorrência, 2015 apresentou um desvio para mais e, 2016, um desvio para menos.

De forma geral, para o mês de novembro em anos de intensa atuação do El Niño, os valores de precipitação ficaram abaixo da média, porém dentro do considerado desvio, exceto nos anos de sua última atuação.

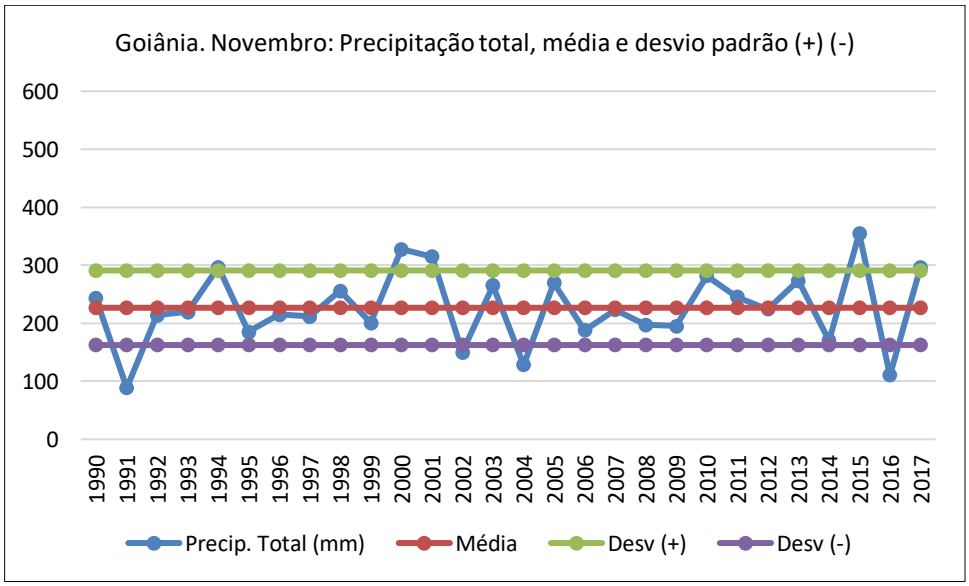


Gráfico 1: Goiânia-GO: Dados de precipitação do mês de novembro entre 1990-2017.

Na análise dos dados históricos que compreende os anos de forte intensidade no mês de dezembro (Gráfico 2), a atuação do El Niño no período de 1991-1993 mostra que entre 1990-1991 a precipitação ficou abaixo da média, e entre 1992-1993 um pouco acima da média, porém os dados se mantiveram dentro do desvio padrão.

ISBN: 978-85-7282-778-2

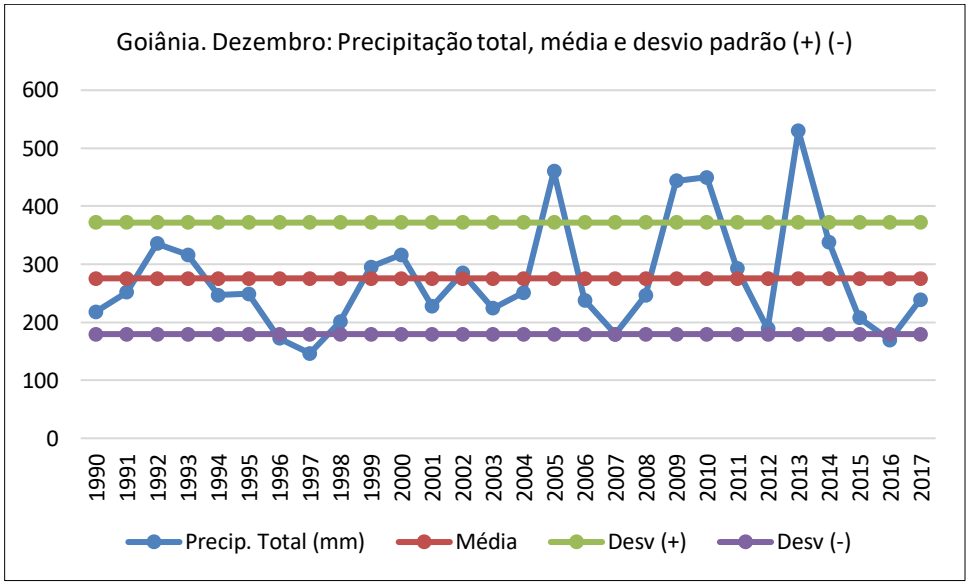


Gráfico 2: Goiânia-GO: Dados de precipitação do mês de dezembro entre 1990-2017.

Em 1997 os valores estiveram um pouco abaixo do desvio para menos, e em 1998 abaixo da média e no limite do desvio padrão para menos. Já nos anos 2015-2016, os índices estiveram abaixo da média, porém também no limite do desvio estabelecido.

Nos anos analisados de intensidade moderada (2002, 2003, 2006, 2007), os valores de precipitação se mantiveram abaixo da média, porém dentro do limite estabelecido como desvio padrão para menos, com exceção dos anos de 2009 e 2010. Nestes últimos, observou-se que os valores ultrapassaram o limite do desvio padrão para cima.

ISBN: 978-85-7282-778-2

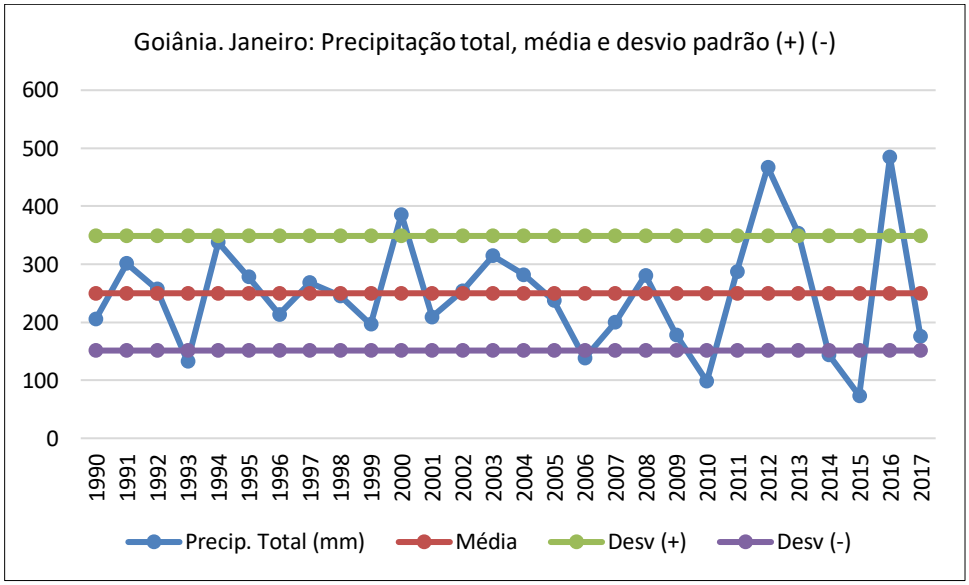


Gráfico 3: Goiânia-GO: Dados de precipitação do mês de janeiro entre 1990-2017.

Historicamente, o ano de janeiro é caracterizado como o segundo mês mais chuvoso no município de Goiânia. Observando o gráfico de maneira geral (Gráfico 3) percebe-se que há grande variabilidade dentro da série histórica.

Nos primeiros anos analisados de forte intensidade, observa-se em 1991 houve um ligeiro desvio para mais, sendo que o ano de 1992 se manteve dentro da média. Essas características também foram observadas no período que compreende os anos de 1997-1998, podendo ser considerados como anos que se mantiveram dentro da média de precipitação.

O último período compreendido de atuação do fenômeno mostra uma grande variação quando comparado aos eventos anteriores, visto que, em 2015 foi registrado um considerável desvio para menos e em 2016 um desvio para mais. Não apenas isso, mas janeiro de 2016 foi o mês mais chuvoso de toda a série histórica analisada. Também é importante ressaltar que o ano de 2014 apresentou valores de precipitação acima do desvio padrão estabelecido, e que este não foi um ano considerado representativo do fenômeno El Niño, de forma que essas causas devem ser melhor investigadas.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Em anos de intensidade moderada observou-se que, nos anos de 2006, 2007 e 2009 os valores registrados estiveram abaixo da média, sendo que em 2010 a precipitação registrada ficou ligeiramente abaixo do desvio padrão para menos.

4. Considerações Finais

De maneira geral, não foi possível estabelecer um padrão de anomalias de precipitação associadas ao El Niño na cidade de Goiânia-GO. Contudo, na última década observou-se um aumento da precipitação no mês de dezembro, tendo sido observados dados acima do desvio padrão demonstrado neste estudo nos anos de 2009, 2010 e 2013.

Conforme assinalado anteriormente, o Climate Prediction Center, agência de análises e previsões climáticas da NOAA – National Oceanic and Atmosphere Administration, aponta que existe a probabilidade de 80% de chances de uma nova configuração do El Niño para o ano de 2019. Sendo assim, é necessário atentar-se para os prováveis efeitos do fenômeno no clima mundial, em especial no Brasil e na América do Sul.

A sociedade de Goiânia e de sua Região Metropolitana enfrenta, todos os anos, desafios impostos pela falta de planejamento e, em alguns casos, pela negligência por parte dos gestores públicos. Dessa forma, é importante compreender a variabilidade climática e seus efeitos nas escalas regional e local de fenômenos globais como El Niño e La Niña, no sentido de repensar as políticas públicas referentes ao regime pluviométrico, visto que esta demanda é estratégica para diversos setores, como transporte público, abastecimento das cidades, agricultura, setor energético, planejamento e urbanismo, dentre vários outros. E, acima de tudo, considerar como as populações dessas cidades devem estar preparadas para assimilar estes impactos.

5. Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

6. Referências

ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Variabilidade, tendência, anomalia e mudanças climáticas.** 2010. Disponível em: <http://www.leb.esalq.usp.br /aulas/lce306/Variabilidade_e_mudanca_climatica.pdf > Acesso em julho de 2018.

BRITTO, F. P.; BARLETTA, R.; MENDONÇA, M. Variabilidade espacial e temporal da precipitação pluvial no Rio Grande do Sul: influência do fenômeno El Niño Oscilação Sul. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.3, p.37-48, ago/2008. Disponível em: <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs/index.php/revistaabclima/article/view/25408/17040> Acesso em abril de 2018.

DINIZ, F. de A. **El Niño e sua influência no período de inverno de 1997 em algumas regiões do Brasil.** 1998. Disponível em: <http://www.ifeanet.org/publicaciones/boletines/27(3)/771.pdf > Acesso em março de 2016.

GRIMM, A. M; FERRAZ, S. E. T. Sudeste do Brasil: uma região de transição no impacto de eventos extremos da Oscilação Sul. Parte I: El Niño. In: **Congresso Brasileiro de Meteorologia,** 10, 1998. Brasília: SBMET, 1998. Cd-Rom.

GRIMM, A. M. *et. al*. **Há impactos significativos de eventos El Niño e La Niña no Centro-Oeste do Brasil?** Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/267420576_HA_IMPACTO_SIGNIFICATIVO_DE_EVENTOS_EL_NINO_E_LA_NINA_NO_CENTRO-OESTE_DO_BRASIL> Acesso em agosto de 2018.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades.** Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/goiania/panorama> Acesso em novembro de 2018.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **Estações e Dados.** Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/inicio.php> Acesso em setembro de 2018.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **El Niño.** Disponível em: <http://enos.cptec.inpe.br/elnino/pt> Acesso em agosto de 2018.

LUIZ, G. C. **Influência da relação solo-atmosfera no comportamento hidromecânico de solos tropicais não saturados:** estudo de caso – município de Goiânia-GO. Tese (Doutorado). Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Universidade de Brasília, 2012. 272 p.

MARENGO, J. A. **Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade**: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI. Brasília: MMA, 2006.

MELO, J. C. O fenômeno El Niño e as secas no Nordeste do Brasil. **Raízes**, Ano XVIII, n. 20, nov/1999, p. 13-21. Disponível em: <http://www.ufcg.edu.br/~raizes/artigos/Artigo_23.pdf> Acesso em fevereiro de 2016.

MENDONÇA, M. ROMERO, B. OPAZO, D. Análise multiescalar para a compreensão de causas e consequências da variabilidade climática na América do Sul. In: SILVA, C. A. da; FIALHO, E. S.; STEINKE, E. T. (orgs). **Experimentos em Climatologia Geográfica.** Dourados, MS: UFGD, 2014.

MINUZZI, R. B.; SEDIYAMA, G. C.; RIBEIRO, A.; COSTA, J. M. N. da. El Niño: ocorrência e duração dos veranicos do Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.3, p. 364-371, 2005. Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662005000300011> Acesso em setembro de 2018.

NOAA/NCEP. Cold & Warm Episodes by Season. **Change to the Oceanic Niño Index (ONI).** Disponível em: <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml> Acesso em outubro 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 DAS CONDIÇÕES HIDROCLIMATOLÓGICAS EM AMBIENTE DE EXCEÇÃO DO SEMIÁRIDO NORDESTINO, MUNICÍPIO DE MULUNGU - CE

Liza Santos Oliveira [(a)], Karolayne Araújo Coelho [(b)] Marta Celina Linhares Sales [(c)]

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

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

[(c)] Profª. Drª. Departamento de Geografia, Laboratório de Climatologia Geográfica e Recursos Hídricos - LCGRH, mclsales@uol.com.br

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo/

As Serras Úmidas se configuram como ambientes de exceção no contexto do semiárido, pois, de maneira geral, apresentam temperaturas mais amenas e maior pluviosidade. No Nordeste brasileiro, o município de Mulungu representa uma dessas áreas de exceção, estando inserido no Maciço de Baturité o qual se configura como um enclave úmido. Dessa forma, objetivou-se analisar as condições hidroclimatológicas que caracterizam Mulungu como um ambiente de exceção. De acordo com os resultados, percebeu-se que a paisagem de Mulungu apresenta, de fato, características específicas as quais diferem seu panorama natural daquele observado ao seu entorno.

Palavras chave: Hidroclimatologia; Enclaves úmidos; Semiárido; Mulungu.

1. Introdução

As paisagens do semi-árido brasileiro, considerando todo o seu meio natural, fisionomia e dinâmica, são bem complexas. Nesses ambientes, podem-se encontrar, dispersas pela região, verdadeiras áreas de exceção, também chamadas de serras ou enclaves úmidos (SOUZA & OLIVEIRA, 2006 *apud* BÉTARD; PEULVAST & SALES, 2007), as quais apresentam características geoambientais peculiares e diferentes daquelas observadas ao seu entorno.

Este é o cenário que se configura no município de Mulungu - CE, situado no Maciço de Baturité, o qual se caracteriza como um dos Maciços Residuais do Ceará. Se comparado às paisagens representativas do nordeste brasileiro, Mulungu apresenta, por exemplo, particularidades no que se refere ao solo, ao relevo, ao clima e à vegetação. Corroboram com tal assertiva Santos e Nascimento (2017), ao dizer que "a dinâmica climática do Nordeste brasileiro assume particularidades conforme o grau de influência dos demais componentes geoambientais na estruturação das unidades de paisagem".

Essas distinções encontradas na composição da paisagem das áreas de exceção são muito importantes, uma vez que as condições hidroclimatológicas e disponibilidade hídrica favorecem a ocorrência de eventos e condicionam relações sociedade-natureza diferentes. As maiores precipitações e clima mais ameno, presentes nesses ambientes, por exemplo, possibilitam a desenvolvimento de determinados tipos de culturas, o que, consequentemente, influencia na dinâmica da economia local e traz impactos ao meio ambiente.

Nessa conjuntura, torna-se de grande relevância a análise e compreensão dos fatores climatológicos e hidrográficos como forma de entender a dinâmica em um determinado local. Com isso, a análise dos dados para criação do Climograma e Balanço

Hídrico de Mulungu, trouxe informações e discussões significativas para compreender como se dá a dinâmica natural e antrópica no município.

2. Materiais e Métodos

O município de Mulungu está localizado no nordeste brasileiro, mais especificamente no Estado do Ceará. Segundo o Perfil Básico Municipal de Mulungu, o município, à norte, faz fronteira com Guaramiranga e Caridade; à sul com Aratuba e Capistrano; à leste com Capistrano e Baturité e, à oeste, com Caridade, Canindé e Aratuba (Figura 1).

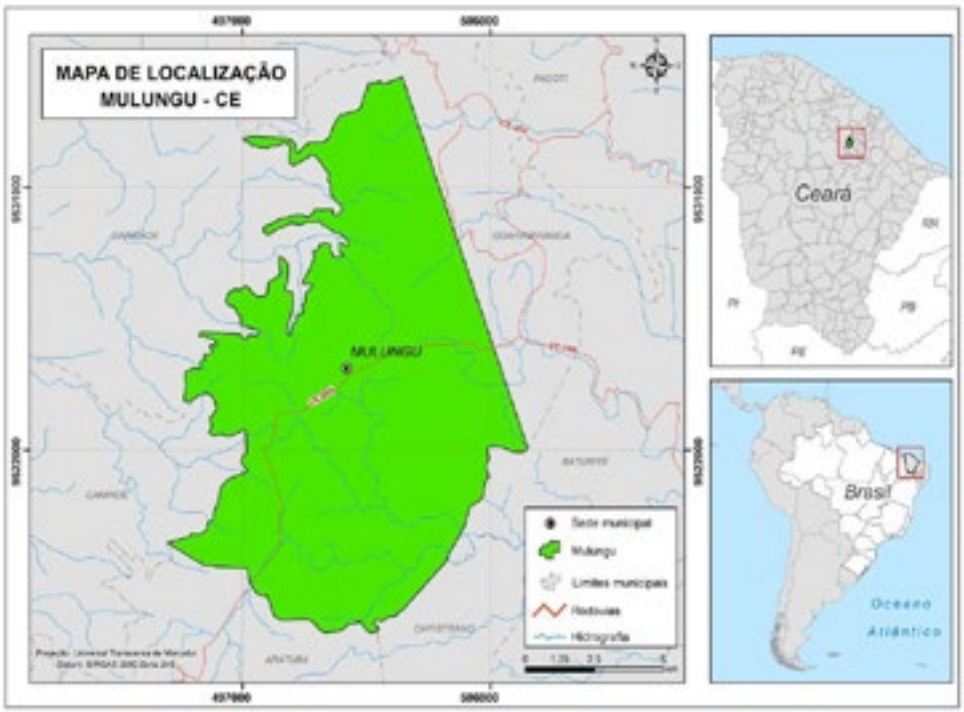


Figura 1: Mapa de Localização de Mulungu - CE

Na realização do estudo, a análise bibliográfica e de mapas referentes aos recursos hídricos do município de Mulungu foi essencial para o entendimento da importância da hidroclimatologia e como a mesma afeta áreas de exceção em comparação com o semi-árido

em que estão inseridas. Torna-se notável que essas, por apresentarem melhores condições hidroclimatológicas e pedológicas, têm melhoria significativa "das formas de uso da terra, da estrutura econômica e de povoamento" (SOUZA & OLIVEIRA, 2006).

Para o entendimento da climatologia e hidrografia de Mulungu, foram analisados dados de uma série histórica referente às mesmas, com o intuito de elaborar os gráficos de balanço hídrico e o climograma. O balanço hídrico é um método climatológico que se utiliza dos dados de precipitação (P) mensal de um determinado local e a evapotranspiração potencial (ETP), ambas em milímetros. Funciona de forma a apresentar o *input* e o *output* dos recursos hídricos do sistema. O *input* é, principalmente, o fator precipitação, que leva em consideração a chuva e o orvalho. Já o *output* principal é a evapotranspiração potencial – forma pela qual a água da superfície terrestre passa para a atmosfera no estado de vapor, através da evaporação da água de superfícies de água livre e a transpiração das plantas.

A elaboração dos gráficos de balanço hídrico foi realizada em uma planilha do Excel, desenvolvida por Rolim, Sentelhas e Barbieri (1998). Foram utilizadas precipitação e temperatura mensais. Isso permitiu a obtenção dos dados de deficiência, excedente, retirada e reposição hídrica do solo, além da criação de um gráfico com a Capacidade de Armazenamento (CAD) e Armazenamento Mensal (ARM) de água no solo, o que demonstrou a importância de sua análise para entender outros aspectos da área de Mulungu. É importante ressaltar que, dadas as características dos solos locais, utilizou-se uma CAD de 60mm.

Já o climograma é um gráfico criado a partir das informações de precipitação (P) mensal e temperaturas (T) médias mensais, de forma a facilitar a observação da distribuição temporal dessas duas variáveis em conjunto e como uma tem influência sobre a outra. Torna-se possível, assim, segundo Barbosa (2005 *apud* OLIVEIRA NETO; CARMO & PERETTO, 2015), ter-se uma ideia do clima e da distribuição de precipitação anualmente em um determinado local.

3. Resultados e discussões

Mulungu encontra-se em um Maciço Residual, mais especificamente, na Serra de Baturité. Tal fato é de extrema importância para a configuração das condições climáticas presentes no local, uma vez que o maciço apresenta-se como um ambiente de exceção em meio ao semiárido nordestino e, de acordo com o Perfil Municipal de Mulungu, o município está sob o clima Tropical Sub-quente Úmido.

Segundo Freire (2007), Mulungu apresenta tanto o clima úmido, quanto o semiárido. O primeiro compreende a área à barlavento, sendo mais úmida e com temperaturas menores, se comparadas ao ambiente do clima semiárido, o qual está relacionado à área à sotavento, apresentando precipitações mais irregulares. Nesse contexto, os maiores índices pluviométricos estariam na região de clima úmido e os menores, na de clima semiárido. É possível notar através do climograma de Mulungu (Figura 2), que as temperaturas se mantém amenas – máxima de 20,1°C e mínima de 17,9°C –, isso porque o município se localiza em uma altitude elevada de 1.050 metros, sendo, portanto, um ambiente de exceção.

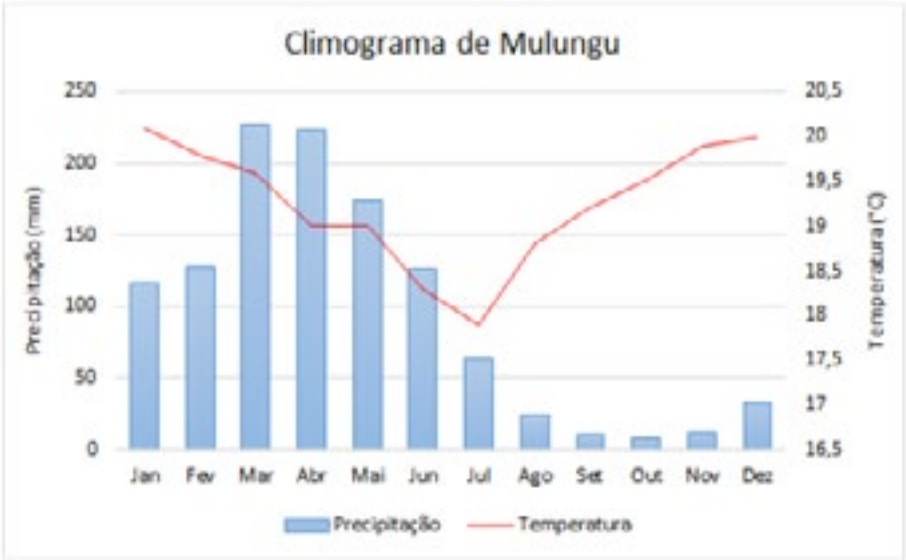


Figura 2: Climograma de Mulungu

A precipitação é mais elevada nos meses de março, abril e maio, período da estação chuvosa do Ceará, influenciada principalmente pela Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), pelo ENOS (El Niño Oscilação Sul) e pelo dipolo do Atlântico (SOUZA; OLIVEIRA, 2006). Demonstra-se então uma situação que é comumente encontrada nos enclaves úmidos: aumento substancial das chuvas e sua distribuição de forma mais regular. A partir de junho, tem-se uma queda que continua até novembro; e, em dezembro – pré-estação chuvosa –, inicia-se, novamente, o aumento da precipitação.

O gráfico de Extrato do Balanço Hídrico (Figura 3) demonstra a deficiência e o excedente de água (mm) em Mulungu. É possível observar que a deficiência predomina dos meses de julho a dezembro, pela alta evapotranspiração e pouca precipitação. O mês que apresenta maior deficiência é justamente novembro, mês com uma das menores precipitações do ano e a segunda maior evapotranspiração potencial (ETP).

MÊS	DEF(-1)	EXC
Jan	0,00	0,00
Fev	0,00	32,04
Mar	0,00	150,47
Abr	0,00	154,49
Mai	0,00	103,20
Jun	0,00	63,95
Jul	0,00	1,37
Ago	-12,99	0,00
Set	-41,36	0,00
Out	-59,98	0,00
Nov	-63,19	0,00
Dez	-47,21	0,00

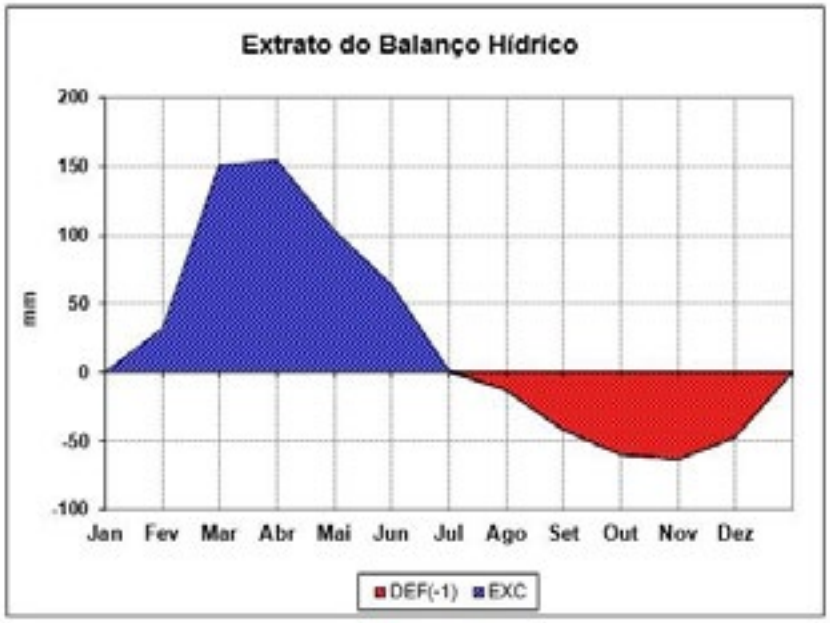


Figura 3: Extrato do Balanço Hídrico

O gráfico do Balanço Hídrico Normal (Figura 4) mostra os dados de precipitação (Prec), evapotranspiração potencial (ETP) e evapotranspiração real (ETR) ao longo do ano no município de Mulungu. Comparando o gráfico anterior com esse, torna-se visível que o período de excedente de água é justamente o de maior precipitação na região. A evapotranspiração se mantém praticamente constante, a menor sendo 61,92 mm – no mês de julho – enquanto a maior, no mês de janeiro, é de 81,53 mm. Já a evapotranspiração real até o mês de julho apresenta os mesmos valores que a evapotranspiração potencial, decaindo a partir de agosto.

MÊS	Prec	ETP	ETR
Jan	116,09	81,53	81,53
Fev	128,03	71,08	71,08
Mar	226,96	76,49	76,49
Abr	223,30	68,81	68,81
Mai	173,65	70,45	70,45
Jun	126,70	62,75	62,75
Jul	63,29	61,92	61,92
Ago	24,40	68,73	55,74
Set	10,66	70,02	28,67
Out	8,25	75,40	15,43
Nov	11,25	76,75	13,56
Dez	32,77	80,62	33,41

Figura 4: Balanço Hídrico Normal

É importante ressaltar, porém, que apesar dos valores de ETR terem esse decréscimo, a ETR e a ETP continuam sendo maiores que a precipitação, consequentemente, gerando a deficiência hídrica que é apresentada nesse período na figura 4. O balanço hídrico possibilita a obtenção da deficiência, excedente, retirada e reposição hídrica do solo – todos em mm (Figura 5).

(mm)	EXC	DEF	RET	REP	
Jan	0,00	0,00	0,00	34,56	
Fev	32,04	0,00	0,00	24,91	
Mar	150,47	0,00	0,00	0,00	
Abr	154,49	0,00	0,00	0,00	
Mai	103,20	0,00	0,00	0,00	
Jun	63,95	0,00	0,00	0,00	
Jul	1,37	0,00	0,00	0,00	
Ago	0,00	-12,99	-31,34	0,00	
Set	0,00	-41,36	-18,01	0,00	
Out	0,00	-59,98	-7,18	0,00	
Nov	0,00	-63,19	-2,31	0,00	
Dez	0,00	-47,21	-0,64	0,00	

Figura 5: Deficiência, Excedente, Retirada e Reposição Hídrica

No caso de Mulungu é possível observar, através do gráfico, que em janeiro predomina a reposição. É um período em que a precipitação é maior que a evapotranspiração potencial. A partir de fevereiro até julho, predomina o excedente. Portanto, a precipitação continua sendo maior que a evapotranspiração, a água já foi reposta até a capacidade máxima do solo e a partir de agora a água do solo está acima da capacidade de retenção.

A partir do mês de agosto até setembro predomina, principalmente, a retirada da água do solo, graças ao fato de a precipitação decair e tornar-se menor que a evapotranspiração. A retirada continua até o mês de dezembro; porém, a partir de setembro até dezembro, predomina a deficiência de água no solo, pois existe baixa umidade no mesmo. Essa deficiência é recompensada a partir do mês de janeiro do ano seguinte, em que as chuvas se tornam maiores que a evapotranspiração, tem-se novamente a reposição e em seguida o excedente.

Na figura 6 temos a capacidade de armazenamento (CAD) de água do solo – que nesse caso é uma constante, para facilitação da pesquisa – e o Armazenamento Mensal (ARM) de água do solo. No caso do armazenamento inicia-se o ano com 35,09 mm e esse

número vai aumentando até que, em fevereiro, alcança 60 mm e mantém-se constante até o mês de julho.

MÊS	CAD	ARM
Jan	60,00	35,09
Fev	60,00	60,00
Mar	60,00	60,00
Abr	60,00	60,00
Mai	60,00	60,00
Jun	60,00	60,00
Jul	60,00	60,00
Ago	60,00	28,66
Set	60,00	10,66
Out	60,00	3,48
Nov	60,00	1,17
Dez	60,00	0,53

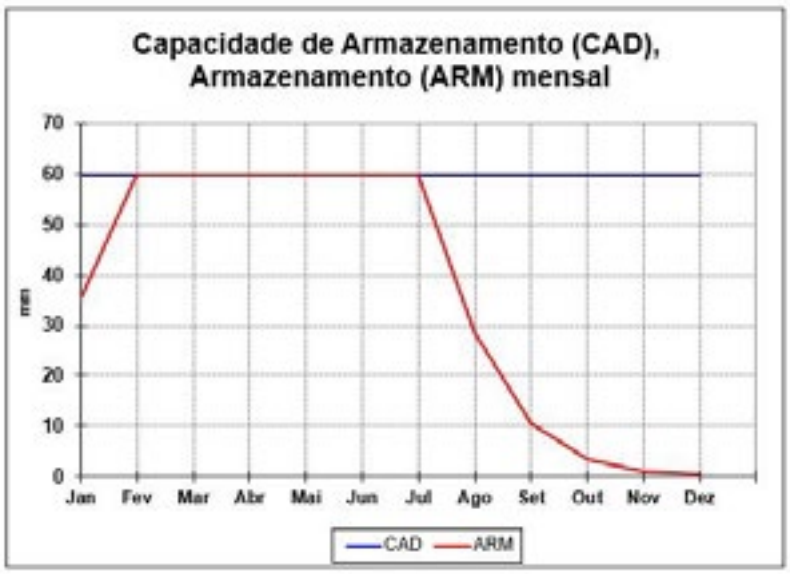


Figura 6: Capacidade de Armazenamento (CAD), Armazenamento (ARM) mensal

Evidencia-se que o armazenamento mensal acompanha os gráficos anteriores: no começo do ano tem-se uma alta no armazenamento, causada pela precipitação sendo maior que a evapotranspiração, consequentemente, ocorrendo um excedente. A partir de agosto, mês em que a precipitação se torna menor que a evapotranspiração, o armazenamento cai, chegando ao mês de dezembro com números mínimos e demonstrando a deficiência de água no solo.

É possível notar através dos gráficos elaborados que, no que se refere ao balanço hídrico dos ambientes de exceção, segundo Reis (1988 *apud* SOUZA & OLIVEIRA, 2006), a altitude gera alterações no regime térmico, podendo ser modificado também pela condensação do vapor d'água do ar. Tal situação acarreta um aumento da nebulosidade e, consequentemente, uma redução na insolação, na temperatura e na evapotranspiração potencial. Ademais, o aumento considerável das chuvas bem distribuídas é um aspecto que

beneficia esses enclaves. Com isso, observa-se as relações entre os quadros ambiental e de recursos naturais que se desenvolve nos enclaves úmidos, tendo um enfoque no município de Mulungu.

4. Considerações finais

De acordo com os resultados, percebem-se várias questões e características do município de Mulungu; passando por aspectos naturais e antrópicos. Sabe-se, ainda, que o clima de uma região influencia, diretamente, na disponibilidade de água e recursos hídricos, no relevo, na dinâmica e regime dos cursos fluviais, nos solos e, também, na vegetação do local. Assim, foi de extrema importância a construção e entendimento do climograma de Mulungu, uma vez que, através dele, tivemos, por exemplo, uma visão das condições climáticas do município.

Através do balanço hídrico, obtiveram-se dados muito importantes, como a deficiência, o excedente, a retirada e a reposição hídrica. De acordo com os índices de reposição e excedente hídrico, chegou-se à conclusão de que a precipitação foi maior do que a evapotranspiração, porém, a reposição só foi mais perceptível no mês de janeiro; a retirada hídrica predominou apenas no mês de agosto e, no resto do ano, teve a predominância da deficiência hídrica.

Assim, a realização do estudo foi de extrema relevância para, de fato, perceber e entender como a hidroclimatologia interage com a paisagem local e vice-versa, bem como suas dinâmicas naturais e interferências antrópicas no ambiente.

5. Referências Bibliográficas

BÉTARD, François; PEULVAST, Jean-Pierre; CLAUDINO-SALES, Vanda.
CARACTERIZAÇÃO MORFOPEDÓLOGICA DE UMA SERRA ÚMIDA NO SEMI-ÁRIDO DO NORDESTE BRASILEIRO: o caso do maciço de Baturité-CE
(morphopedological characterization of a humid mountain in the brazilian semi-arid north-

east). **Mercator**, Fortaleza, v. 6, n. 12, p. p. 107 a 126, nov. 2008. ISSN 1984-2201. Disponível em: <https://bit.ly/2ShxcSA>. Acesso em: 20 feb. 2019.

CASTRO, Geyziane Lima de. **MAPEAMENTO E ANÁLISE DOS SISTEMAS AMBIENTAIS DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ARACOIABA**: SUBSÍDIOS AO PLANEJAMENTO TERRITORIAL. **2013.** 140 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2013. Disponível em: <https://bit.ly/2FgmeeV>. Acesso em: 11 nov. 2018.

FREIRE, Luciana Martins. **PAISAGENS DE EXCEÇÃO: PROBLEMAS AMBIENTAIS NO MUNICÍPIO DE MULUNGU, SERRA DE BATURITÉ - CEARÁ.** 2007. 135 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2007. Disponível em: <http://goo.gl/gvUGJq>. Acesso em: 07 nov. 2018.

ROLIM, G.S.; SENTELHAS, P.C.; BARBIERI, V. Planilhas no ambiente EXCEL TM para os cálculos de balanços hídricos: normal, sequencial, de cultura e de produtividade real e potencial. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 6, n.1, p133-137, 1998.

SANTOS, F. L. de A.; NASCIMENTO, F. R. do. DINÂMICA HIDROCLIMÁTICA DO PLANALTO DA IBIAPABA E SUA DEPRESSÃO PERIFÉRICA CIRCUNJACENTE: ESTUDO DE CASO NOS MUNICÍPIOS DE TIANGUÁ E UBAJARA-NOROESTE DO CEARÁ. **Raega-O Espaço Geográfico em Análise**, v. 39, p. 57-75, 2017. Disponível em: <https://bit.ly/2SSJ4Q8>. Acesso em: 20 feb. 2019.

SOUZA, M. J. N. de, & de OLIVEIRA, V. P. V. Os enclaves úmidos e sub-úmidos do semi-árido do nordeste brasileiro. **Mercator-Revista de Geografia da UFC**, v. 5, n. 9, 2006. Disponível em: <https://bit.ly/2TVDhpA>. Acesso em: 20 feb. 2019.

PONTES DE OLIVEIRA NETO, Vicente; DO CARMO, Judite De Azevedo; PERETTO, Anderson. Climograma Lúdico: Proposta de Recurso Didático para o Ensino do Clima nas Aulas de Geografia. **Ensino & Pesquisa**, [S.l.], dez. 2015. ISSN 2359-4381. Disponível em: <https://bit.ly/2Sh9WUT>. Acesso em: 20 Fev. 2019.

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

ANÁLISE DAS VARIÁVEIS CLIMÁTICAS NO MUNICÍPIO DE JUAZEIRINHO-PB

Aureliana Santos Gomes [(a)], Brenda Henrique de Souza[(a)], Cauê Souto Vieira [(a)]
Erimágna de Morais Rodrigues[(b)], Gabryelle de Farias Sousa [(a)], Yuri Gomes de Souza [(a)]

(a) Departameno de Geografia , Universidade Federal de Campina Grande, aurelianagomes7@gmail.com/ Brendasouza.bh@gmail.com/cauesouto@hotmail.com/ gabryellesousa1205@gmail.com/yurigomes.s28@gmail.com

(b) Departamento de Biologia, Universidade Estadual da Paraíba , erimagnarodrigues@gmail.com

Eixo: A climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

O presente trabalho propõe uma análise descritiva acerca dos dados climáticos initerruptos de 30 anos, do município de Juazeirinho-PB. O mesmo, busca evidenciar a influência direta dos fenômenos climáticos e atmosféricos, na incidência das chuvas no município localizado no Semiárido nordestino. Os procedimentos metodológicos, consistiram em um levantamento de dados de 1988 a 1993, adquiridos do banco de dados da SUDENE e dos anos de 1993 a 2018, através de consulta a AESA. Os resultados evidenciam uma distribuição da precipitação por meses dos anos mais chuvosos 2000, 2004, 2006 e 2011, e dos anos menos chuvosos 1998, 2003, 2008 e 2015. Os anos com chuvas elevadas é possível relacionar a presença do fenômeni La-Niña e os fatores orográficos que influenciam de forma positiva nos mecanismos de micro e meso escala. Além disso, foi verificado, períodos de baixa ocorrência pluviométrica, ocasionado possivelmente pelo fenômeno El-Niño, que ocorre inversamente aos efeitos provocados pela La Niña.

Palavras chave: Climatologia geográfica, Semiárido; Precipitação

1. Introdução

A região Nordeste do Brasil (NEB) possui uma variação climática, que pode ir do clima chuvoso (costa leste), com índices pluviométricos anuais de 1.500, até o clima Semiárido, presente no interior do NEB, com índices de chuvas inferiores a 500mm, por ano. (MARENGO, 2008; NOBREGA et al, 2015).

A região Semiárida ocupa cerca de 1.542.000 mil km² do NEB, essa é caracterizada pela escassez de chuvas e o baixo índice de pluviosidade anual, que registra uma média inferior à de 500 mm (MARENGO et al,2016). Parte da região é contabilizada em 62% do seu território, encontra-se inserida no chamado Polígono das Secas, onde, segundo Nobre (2003), a variabilidade de chuvas interanual, em conjunto com os baixos índices de precipitação sazonal são os principais fatores contribuintes para o evento das secas na região Nordeste. De acordo com Sena (2017) e Molion (2005), o clima é um fenômeno sistêmico, dinâmico e natural provocado pelo sistema sol-atmosfera-terra.

No Brasil, a região Nordeste faz parte das áreas, que recebem influência pela circulação da atmosfera e do Oceano Atlântico tropical, com isso, ocorre uma interferência direta no índice pluviométrico interanual (NOBRE, 2003). O Dipolo do Atlântico vem a influenciar, na variação da precipitação ao longo dos anos.

As condições mais secas do NEB estão associadas diretamente, as anomalias positivas da (TSM) no Atlântico Norte e anomalias negativas no Atlântico Sul, ao sul do Equador (SILVA et al 2017). A circulação geral da atmosfera é o fator determinante no clima das diversas regiões do globo, (FERREIRA; MELO, 2005). Os padrões termodinâmicos, que interferem sobre as bacias do Atlântico Tropical e Pacífico, alteram a circulação atmosférica sobre a região tropical (NOBRE; MELO, 2001). Nos anos em que ocorrem alterações na temperatura da superfície do mar, as Células de Hadley e de Walker são afetadas diretamente, o que por sua vez, intervêm na circulação da atmosfera, sobre os trópicos e consequentemente vem a afetar os períodos de chuvas, na região Nordeste (FERREIRA; MELO, 2005). O fator que provoca a estacionalidade,

ISBN: 978-85-7282-778-2

diz respeito a elevação, que vai ser gerada pelo movimento da célula de Hadley-Walker, principalmente o movimento descendente. (MOLLION; BERNANDO 2000; SILVA et al 2018).

Existem mecanismos, capazes de interferir diretamente no regime de chuvas de todas as regiões. Os fenômenos de El Ninõ, Lá-Niña, a Temperatura da Superfície do Mar (TSM) na bacia do Atlântico, a pressão do nível do mar, os Ventos Alísios, a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), as frentes frias, os Vórtices de Alto Nível (VCANS), estes são os principais fenômenos, que interagem e provocam ou inibem as chuvas na região Nordeste. (FERREIRA; MELO 2005; UVO; BERNDTSSON 1996; SILVA et al, 2017).

Diante do exposto, o presente trabalho visa estabelecer uma análise descritiva da intercorrência das chuvas no município de Juazeirinho, interior do estado da Paraíba. Este estudo foi entre os anos de 1988 até o ano de 2018, a partir de uma análise sobre os níveis de precipitação pluviométricos, relacionando aos principais mecanismos atmosféricos, que agem sobre este.

2. Materiais e Métodos

2.1 Caracterização da Área de Estudos

O município de Juazeirinho (Figura1), está localizado na porção central-norte do Estado da Paraíba, na Região Imediata de Campina Grande (BRASIL, 2017). Possui uma área com aproximadamente 467,526 km², população estimada de 18.041 e densidade demográfica de 35,88hab/km² (BRASIL, 2017). O clima apresentado na região é Tropical Quente e Seco, do tipo Semiárido (BSh) segundo a classificação de Köppen (FRANCISCO et al, 2015). A precipitação anual fica em torno de 500mm/ano (BECKER, 2013).

ISBN: 978-85-7282-778-2

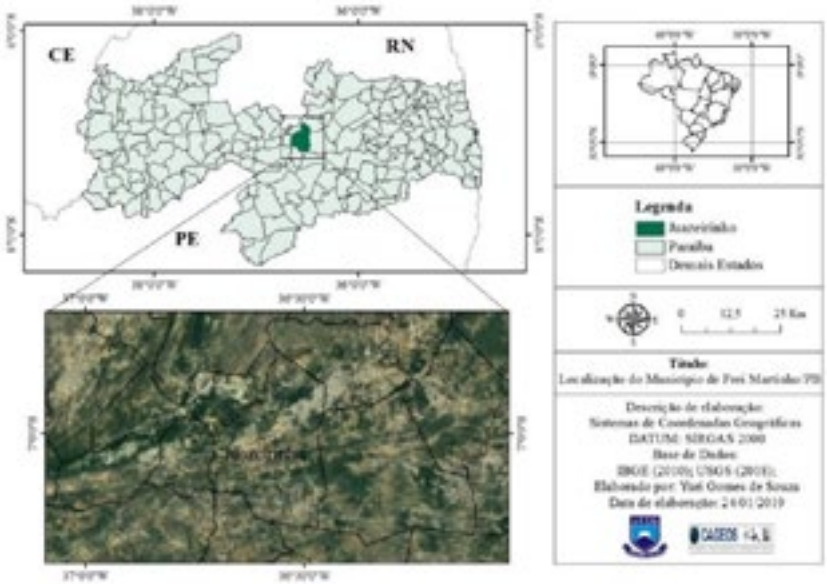


Figura 1: Mapa da localização do município de Juazeirinho-PB. Base de dados: IBGE, 2010.

2.2 Desenho Amostral, coleta e análise de dados

Para uma análise climática concisa é necessário um período mínimo de 30 anos. Neste sentido, o estudo em questão, analisou as chuvas no decorrer dos anos de1988 a 2018 (30 anos). Para aquisição destes dados foi consultado o banco de dados da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste-SUDENE (1988-1993) e da Agência Executiva de Gestão das Águas (AESA), para os anos de (1994-2018). Estes foram agrupados, em forma de tabelas no software Excel. A análise dos dados se deu de forma descritiva. Para a elaboração do mapa foi utilizado o *software* Arcgis versão10 e o Qgis versão 2.18.

3. Resultados e discussões

Os resultados obtidos para o município de Juazeirinho, durante uma escala temporal de 31 anos ininterruptos, mostram, que do ano de 1994 a 2018 (Figura 2), ocorreram picos de chuvas, bem como, chuvas na média e abaixo desta, prevista para um município interiorano. Os anos de 1996 a 99, 2001 a 2003, 2007, 2012 a 2017, apresentaram chuvas abaixo da média, além do ano de 2018, que apresenta uma tendência positiva. Esta variabilidade climática é típica de regiões Semiáridas, quente e seca, como as que compõem o Seridó Oriental paraibano. Este

fato pode estar ligado a presença do fenômeno climático El-Niño, principalmente nos anos 1998, 2001 a 2003, de 2011-2017 (INPE/CPTEC, 2018; SILVA et al, 2017).

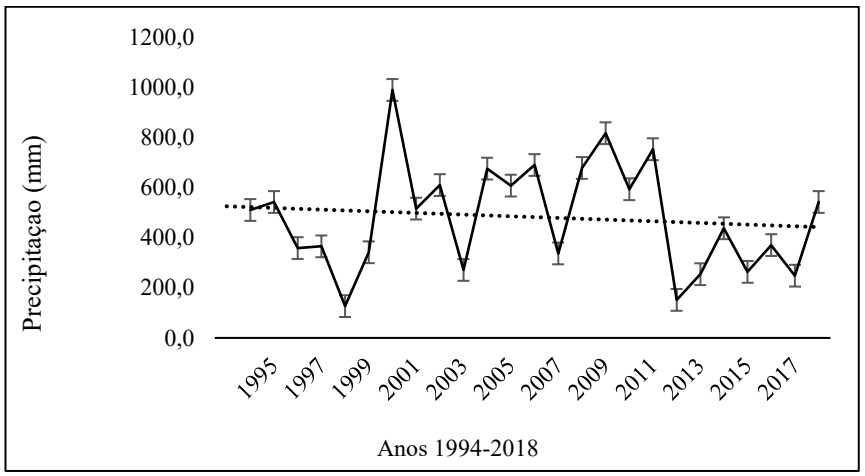


Figura 2: Tendência da precipitação pluviométrica, ocorrida no município de Juazeirinho no período de 30 anos (1994 a 2018). Fonte: AESA, 2018.

Os demais anos, a precipitação ficou em torno da média anual (500mm). Ao analisar a série temporal pluviométrica verificou-se, que no período analisado de (31 anos) houveram anos de maior precipitação, acima da série histórica, que fora os anos de 2000, com 988,8 mm, 2004 a 2006, com média de (650 mm) 2008 a 2011 com (750 mm). Esses eventos estão relacionados a ocorrência do mecanismo de macro escala La-Niña, que aumentam, assim, a intensidade das chuvas ocorridas na região Setentrional do Nordeste (BACKER, 2013; WANDERLEY et al, 2018).

A linha de tendência registrada para os períodos estudados 1994 a 2018, mostrou que há uma diminuição pluviométrica, com eventos de maior estiagem e menor extremos de precipitação. Isto foi observado por Pereira et al (2014), que, ao analisar a variabilidade regional das chuvas, verificou que houve uma redução na precipitação média no período anual para a Região Nordeste do Brasil, no qual decresceu entre 200 e 350 mm no período de 50 anos. Assim, Lopes e Leal (2015), afirma que houve um aumento da precipitação para região litorânea, enquanto que, na parte semiárida reduziu-se a até -6 mm/ano.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Ao analisar os períodos de maior índice pluviométrico, por anos de estudo, foi registrado que, no decorrer dos 12 meses destes, o número de dias sem chuvas, restringiu-se a 30, ou a dois meses (outubro e novembro) (Figura 3 A). Portanto, para este ano, o regime de precipitação pluvial foi determinado, no que concerne uma duração da estação chuvosa, proporcionando uma distribuição de chuva no tempo e no espaço. Segundo Wanderley et al (2017), os autores relatam que a previsibilidade e o conhecimento da duração, quantidade e distribuição das chuvas, favorece no planejamento hídrico e agrícolas de pequenas cidades, como a de estudo.

Todavia, o ano de 2004 registrou média de 675 mm. No entanto, esta precipitação foi concentrada nos mês de Janeiro com, 320,8 mm e fevereiro 139,1mm, e os demais meses, com médias inferiores a 30 mm (Figura 3 B). Segundo Pereira, (2014); Lucena et al, (2017), Wanderley et al, (2018) estes eventos proporcionam riscos climáticos, com estiagens e chuva excessiva, as quais correspondem pela maioria dos desastres climáticos.

Embora, que o ano de 2006 registrou 689,4 mm, a distribuição pluvial foi especializada em cinco meses, de fevereiro a junho (Figura 3 C). Como desde os anos de 2004 a tendência da precipitação foi positiva, com índices acima da média, sob o ponto de vista climático estes períodos correspondem acima das normas climatológicas, para a região. Assim, para o ano de 2011 foi o que registrou a mais espacialidade temporal das chuvas, compreendendo sete meses, de janeiro a julho, com médias acima de 60mm, totalizando 752,3mm (Figura 3 D). Para Nobrega et al, 2015, estes anos corresponderam em 30anos a uma estabilidade da variabilidade do comportamento climático, proporcionando uma melhor distribuição espaço-temporal das chuvas.

ISBN: 978-85-7282-778-2

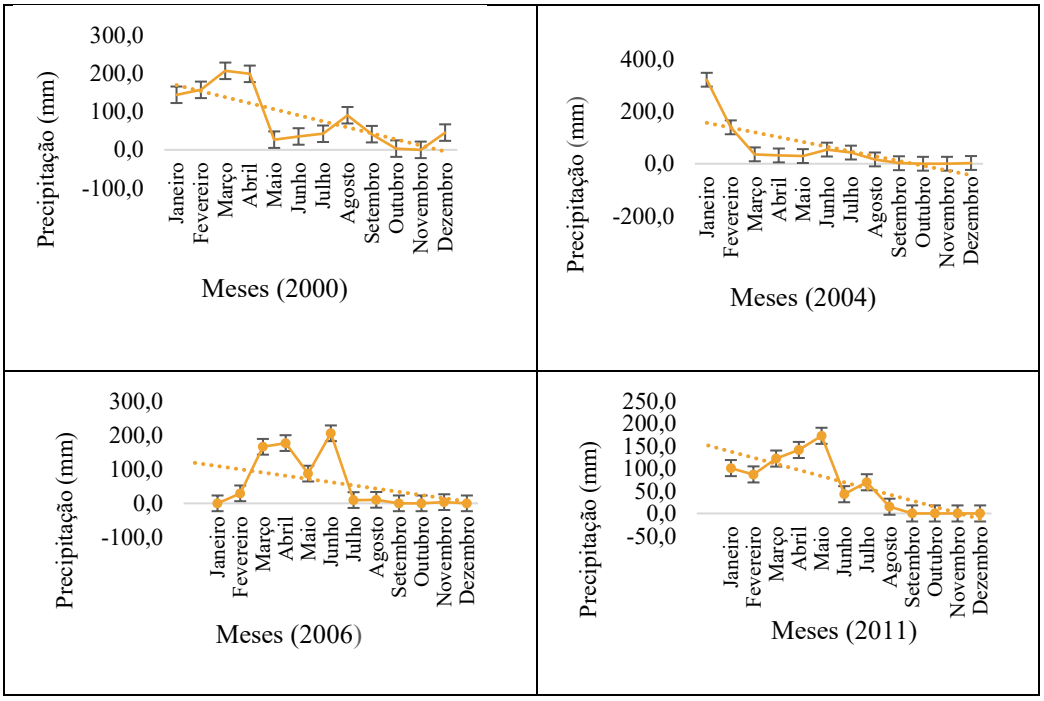


Figura 3: Distribuição da precipitação por meses dos anos mais chuvosos A: Ano de 2000, B: 2004, C: 2006 e D: 2011, do município de Juazeirinho. Fonte: AESA, 2018.

Ao analisar os períodos de menor índice de chuvas, por anos de estudo, observou-se que, no decorrer de todo o ano de 1998, ocorreram 322 dias sem ocorrência de chuvas. Os meses de fevereiro, setembro, outubro, novembro e dezembro não houve precipitação (00 mm) (Figura 4 A). Neste ano, o mês com maior precipitação foi janeiro (40mm), de acordo com Costa et al.;(2015) nesta época, inicia-se as primeiras chuvas de verão, devido a Zona de Convergência Intertropical, que provoca linhas de instabilidade. Para um município interiorano, onde a subsistência é predominante agrícola, apenas um mês de chuva, causa uma situação insustentável, devido ao déficit hídrico ao longo do ano.

No ano de 2003, a precipitação concentrou-se a partir dos meses de março e atingiu o maior índice no mês de abril, com média de (103,8 mm) (Figura 4-B). Portanto, a média pluviométrica anual ficou em apenas 271, 1 mm. Com este resultado, abaixo da média climatológica para a

ISBN: 978-85-7282-778-2

região Semiárida, a média de evaporação tornou-se mais elevada, que a precipitação (AESA, 2018).

Nos anos de 2012 – 2017 em decorrência do mecanismo de macro escala El-Niño houve uma redução dos índices pluviométricos em toda região Nordeste. Em consequentemente disto, no município estudado, no ano de 2012 registrou uma média anual pluviométrica, de 151, 6 mm (Figura 4 C). No período, que concerne aos anos subsequentes a 2012, os valores precipitados, não ultrapassaram os 500 mm anuais. Levando em consideração, que a estiagem se prolongou até 2015. Neste ano foi verificado, que houve 263, 3 mm (AESA, 2018), e no mês de abril, a precipitação acumulou 80, 8 mm, 50% a menos do que era esperado para este período (AESA, 2018).

Tendo em vista que, os valores pluviométricos foram inferiores a 500mm, da média climatológica, os anos de 2012 a 2015, foram considerados a de estiagem severa (LUCENA et al, 2017). Neste período, não apenas o município de Juazeirinho, mas os demais que compõem o interior paraibano, sofriam com a grave crise hídrica (SILVA et al, 2017).

Esse déficit hídrico para o interior do Nordeste é resultado do fenômeno El-Niño, que interfere na redução dos índices pluviométricos (Figura 5). Assim, Pereira, (2010) e Silva et al, (2017), registraram que houve uma redução na precipitação para a região do Semiárido Baiano, com tendência negativa, de até -3 mm/ano. Enquanto, para o oeste dos Estados de Pernambuco e Paraíba foram registrados uma redução de até´ 1 mm/ano. Porquanto, a precipitação média para os períodos de estiagem decresceu entre 50 e 150 mm no período de 50 anos.

Isto pode ser explicado pela (Figura 5), que expressa as variações de El-Niño e La-Niña, desde 1985 até 2017, em que se observa mais período secos, do que período com chuvas extremas.

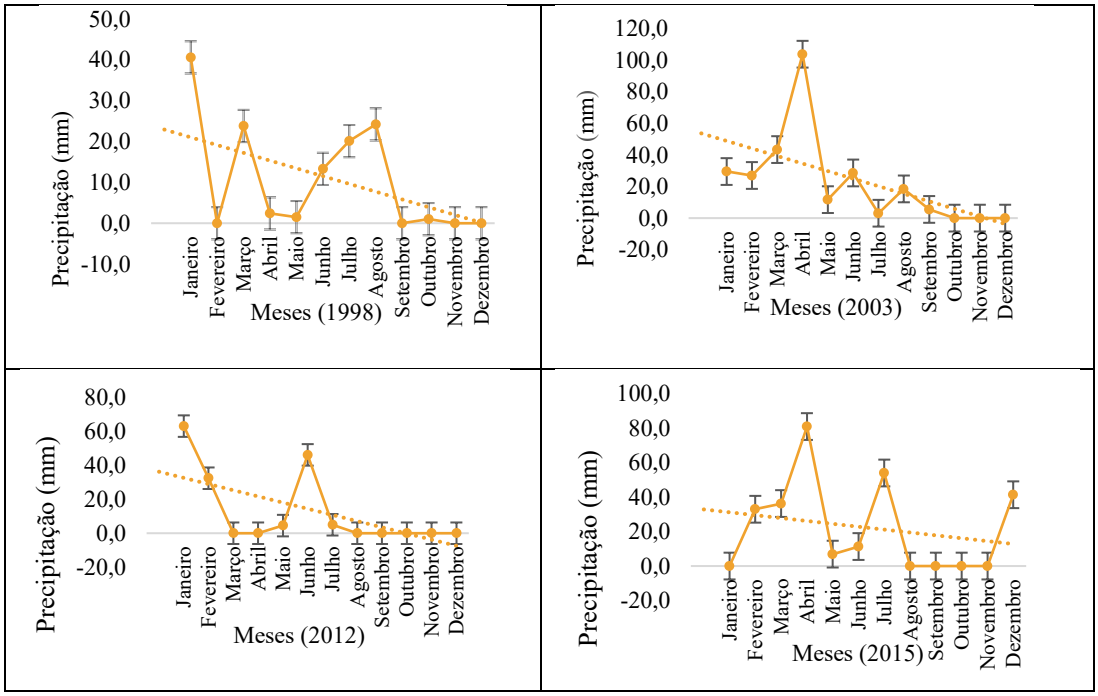


Figura 4: Distribuição da precipitação por meses dos anos menos chuvosos. A: Ano de 1998 B: 2003 C: 2012 D: 2015 (FONTE: AESA, 2018).

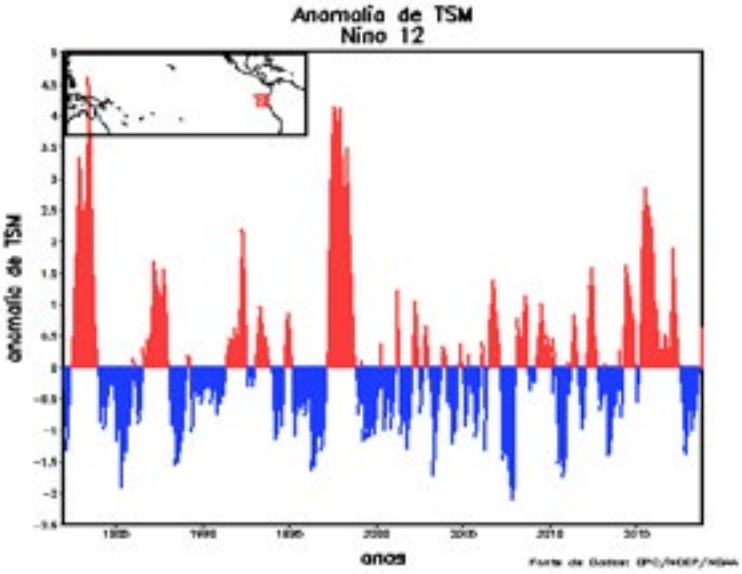


Figura 5: Variação dos mecanismos de microescala El-Niño e La-Niña, desde 1985 até 2017. Fonte: INPE/CPTEC, 2019. Disponível em: http://enos.cptec.inpe.br/artigos/pt#16

ISBN: 978-85-7282-778-2

4. Considerações finais

Foi verificado, que no decorrer de 31 anos no município de Juazeirinho teve ocorrência de chuvas acima da média, como a precipitação do ano 2000, que ultrapassou os 800 mm no ano. Este fator foi associado ao fenômeno climático La-Niña. Em contrapartida a este, foi verificado também, que houve anos em que a precipitação anual não ultrapassou os 500 mm, o que ocasiona a interferência do fenômeno El-Niño. Além disso, em análise histórica, percebeu-se que as chuvas registradas no município, se concentram nos primeiros meses do ano (janeiro, fevereiro e março), o que está diretamente ligado com a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT).

4.1 Agradecimentos

A SUDENE e a Agência Executiva de Gestão das Águas (AESA), pelo fornecimento dos dados para a concretização da pesquisa, a Universidade Federal de Campina Grande – Campus I e ao CNPQ.

4.2 Referências Bibliográficas

Agência Nacional de Gestão das Águas (AESA). Disponível em: http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/ Acesso em: 21-08-2018.

BECKER, C. T. et al. Climatologia da precipitação de Cabaceiras-PB no período entre 1926-2011. **Revista Educação Agrícola Superior.** v.28, p.132-135, 2013.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Divisões Regionais do Brasil:** Regiões Geográficas da Paraíba. 2017. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/divisao_regional/divisao_regional_do_brasil/divisao_regional_do_brasil_em_regioes_geograficas_2017/mapas/25_regioes_geograficas_paraiba.pdf>. Acesso em: 24 jan. 2019.

COSTA, M. da S; LIMA, K.C; ANDRADE; M. de M; GONÇALVES, W. A. Tendências observadas em extremos de precipitação sobre a região Semiárida do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**. V. 08 N. 05 (2015) 1321-1334.

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, n. 1, p.15-28, 2005.

FERREIRA, A. G.; MELLO, N.G.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 e climatologia**, v. 1, n 01, p. 15-28, 2005.

FRANCISCO, P.R.M et al. Classificação Climática de Köppen e Thornthwaite para o Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Geografia Física,** v.8, n. 04, p. 1006-1016, 2015.

GALVÍNCIO, J. D.; DANTAS, L. G.; FERNANDES, J. G. Sistemas que favorecem ocorrência de chuvas em região semiárida do Nordeste do Brasil: estudo de caso em São José do Sabugí - PB. **Revista de Geografia (Recife)** v. 27, p.202-217, 2010.

LOPES, I; LEAL, B. G. índice de aridez e tendência a desertificação para estações meteorológicas nos estados da Bahia e Pernambuco. **Revista Brasileira de Climatologia**, Ano 11 – Vol. 17 – jul/dez 2015.

LUCENA, J.A. ; NÓBREGA, R.S. ; WANDERLEY, L. S. A. . Aspectos temporais, espaciais e rítmicos da variabilidade pluviométrica no Núcleo de Desertificação de Cabrobó/PE. **Revista Brasileira de Geografia Física** , v. 10, p. 1784, 2017.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE/CPTEC. Disponível em: <http://enos.cptec.inpe.br/artigos/pt#16 > Acesso em: 11 de Jan 2019

MACEDO, M. J. H.; MEDEIROS, R. M.; SILVA, V. M. A.; SOUSA, F. A. S.; **Análise Climatológica e Balanços Hídricos no Município de Monteiro**. 7º Encontro Internacional sobre Águas, Universidade Católica do Recife, Anais, Recife, PE. 2013.

MARENGO, J. A. Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no Semiárido do Brasil. **Parcerias estratégicas**, v.13, n.27, p. 150-176, dez. 2008

MARENGO, J.A.; CUNHA, A. P.; ALVES, L. M. A seca de 2012-15 no semiárido do Nordeste do Brasil no contexto histórico. **Climanálise,** v. 3, p. 1-6, 2016.

MARIANO, I.P. **A construção da barragem mucutú, no município de Juazeirinho-PB, como alternativa de convivência com a seca -uma análise ambiental.** 2011.p.75. Trabalho de conclusão de curso (monografia), licenciatura em geografia, Universidade Estadual da Paraíba-UEPB, Campina Grande-PB, 2014.

MOLION, L. C. B. Aquecimento global, El Niños, manchas solares, vulcões e Oscilação Decadal do Pacífico, **Climanálise**, ano 3, n 01, agosto, CPTEC/INPE, 2005. P 1-5.

NOBRE, P. A variabilidade interanual do atlântico tropical e sua influência no clima da américa do sul. **Revista climanálise**, irregular. Setembro 2003. Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/cliesp10a/clmse_pn.html> Acesso em: 29 de dez 2018

NOBRE, P.; MELO, A.B.C. Variabilidade climática intrasazonal sobre o nordeste do Brasil em 1998-2000. **Revista climanálise,** irregular. Dez 2001. Disponível em: http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/revista/pdf/artigo_variabilidade_dez01.pdf Acesso em: 29 de dez 2018.

PEREIRA, M. A. F; KOBIYAMA, M; CASTRO, N. M. Dos R. análise de variâncias pluviométricas na bacia hidrográfica do Rio Taboão – RS. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.29, n.3, 409 - 419, 2014.

QUADRO, M. F.L. de; DIAS, M.A.F.S; HERDIES, D.L. Análise de um Vórtice Ciclônico e Mesoescala Associado a ZCAS em janeiro de 2009. **Revista brasileira de meteorologia**, v.31, n.3, p.273-287, 2016.

SENA, Jaricélia Patrícia de Oliveira et al. Variabilidade interdecadal da precipitação na região do cariri paraibano e a relação com eventos sobre os oceanos. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 20, P. 199-210. Jan/Jul 2017.

SILVA, E.R.A.C et al. Análise da tendência temporal da precipitação pluviométrica interanual e intra-anual no semiárido pernambucano. **Revista Brasileira de Climatologia,** v 22, p. 76-98. Jan/Jun 2018.

SILVA, L.A. **A influência do vórtice ciclônico de altos níveis (vcan) sobre a precipitação do Nordeste do Brasil (NEB) e as características associadas.** 2007, P 134. Dissertação de Mestrado do Curso de Pós-Graduação em Meteorologia, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos-SP.

SILVA, M.T. et al. Influência da Temperatura da Superfície do Mar na Ocorrência de Linhas de Instabilidade na Costa Norte e Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia,** v. 32, n. 2, p. 261-268, 2017.

WANDERLEY, L. S. A.; NÓBREGA, R.S.; MOREIRA, A.B.; DOS ANJOS, R.S.; ALMEIDA, C.A.P. As chuvas na cidade do Recife: uma climatologia de extremos. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 22, p. 149-164, 2018.

WANDERLEY, L.S. de A; NÓBREGA, R. S; MENEZES, RÔMULO. S. CEZAR de; SANTOS, C. L. dos; LUCENA, J. A. de. Climatology applied to forage palm cultivation planning in the semi-arid hydrographic basin of the brazilian Northeast. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 10, p. 641-649, 2017.

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

ANÁLISE DE DADOS CLIMATOLÓGICOS DE TEMPERATURA DO AR DE 1999, 2009 E 2017, COM CENÁRIO FUTURO DE TEMPERATURA PARA O ANO DE 2099

Jaila Raiane Barbosa de Souza [(a)], Paula Pinheiro Carneiro [(b)], Sylvia Elaine Farias [(c)], Gislaine Cristina Luiz [(d)]

[(a)] Instituto de Estudo Socioambientais - IESA, Universidade Federal de Goiás, raiane.jaila@gmail.com
[(b)] Instituto de Estudo Socioambientais - IESA, Universidade Federal de Goiás, paulapinheirogyn@hotmail.com
[(c)] Laboratorio de Climatologia - CLIMAGEO, Universidade Federal de Goiás, sylfarias@gmail.com
[(d)] Laboratorio de Climatologia - CLIMAGEO, Universidade Federal de Goiás, gislaineluiz@yahoo.com.br

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

As alterações de natureza ambientais podem ser causadas por processos de ordem natural, mas também pelas atividades antrópicas ou, ainda, pela combinação de ambos os sistemas. Mediante a importância das dicussões atuais sobre variabilidades e mudanças climáticas, é fundamental compreender a vulnerabilidade socioambiental a partir da projeção de cenários futuros para a temperatura máxima do ar. Assim, o presente trabalho apresenta análise entre observações climáticas para 1999, 2009 e 2017, (INMET) comparados à cenário futuro (PROJETA/CPTEC/INPE) para a cidade de Goiânia-GO para 2099.
Palavras chave: Climatologia, Cenários futuros, Temperatura, Mudanças Climaticas.

1. Introdução

Dentre os impactos do crescimento urbano, aqueles referentes à atmosfera urbana têm sido alvo de pesquisas e questionamentos, quanto à modificação da atmosfera urbana decorrente das atividades antrópicas e do aparelho urbano. A elevação das temperaturas nas cidades, que devem ter dias e noites mais quentes em maior quantidade que o verificado até o momento, a confirmarem-se as previsões, repercute na qualidade de vida e exige uma revisão do uso das edificações, bem como seu redimensionamento (Ribeiro, 2008). Goiânia é uma cidade amplamente urbanizada e que é influenciada por eventos climatológicos, principalmente referentes à elevação da temperatura do ar máxima e mínima, aumento na

intensidade dos eventos pluviométricos e, acentuado decréscimo da umidade relativa do ar (Luiz, 2012). As caracteristicas climáticas da cidade são condicionadas aos fatores de latitude e continentalidade, alinhados a circulação atmosférica sazonal e aos eventos meteorológicos que adentram ao bioma Cerrado (Farias, 2016). Desta forma, dada a relevância de compreender as projeções futuras para a temperatura máxima do ar, o objetivo deste estudo é comparar anos climatológicos observados (BDMEP/INMET), com projeções futuras, gerados pela Plataforma PROJETA/CPTEC/INPE (Chou et al., 2014).

2. Materiais e Métodos

Para este estudo foram utilizados dados diários de temperatura máxima do ar a 2 metros, escolhidos aleatoriamente, representativos de cada década, os anos de 1999, 2009 e 2017, provenientes do BDMEP/INMET. Para comparação com cenários de temperatura máxima do ar (MXTP), foram utilizadas as projeções futuras para 2099 via plataforma PROJETA/CPTEC/INPE, gerados a partir do modelo climático regional Eta com resolução de 20 km, acoplado ao modelo global MIROC5. Os cenários de concentração dos gases de efeito estufa, Caminhos Representativos de Concentração (RCP, em inglês) se basearam em dois cenários distinos: Um cenário estável e otimista, com concentrações de CO2 atingindo 650 ppm, (RCP-4,5) e, um cenário pessimista onde a concentração de CO2 equivalente excede 1000 ppm, (RCP-8.5).

Para comparar analiticamente, observações e projeções futuras, foram geradas médias mensais, para os conjuntos de dados e analizados os gráficos, para investigar e tentar entendera o impacto do das temperaturas máximas sobre a cidade.

3. Resultados e discussões

As médias mensais das temperaturas máximas diárias no ano de 1999, visto na Figura 1 (a), têm suas variações entre 30°C a 34°C, os meses de setembro e outubro foram os que apresentam maiores valores de média, alcançando 37,4°C no dia 05 e 36,4°C no dia 19,

respectivamente. Entre os meses de fevereiro e maio, foi observado duas quedas na média de temperatura, tendo sido queda de abril para maio relativa a 2°C. A partir do mês de maior, a temperatura média tem seu crescimento até chegar ao seu pico no mês de setembro.

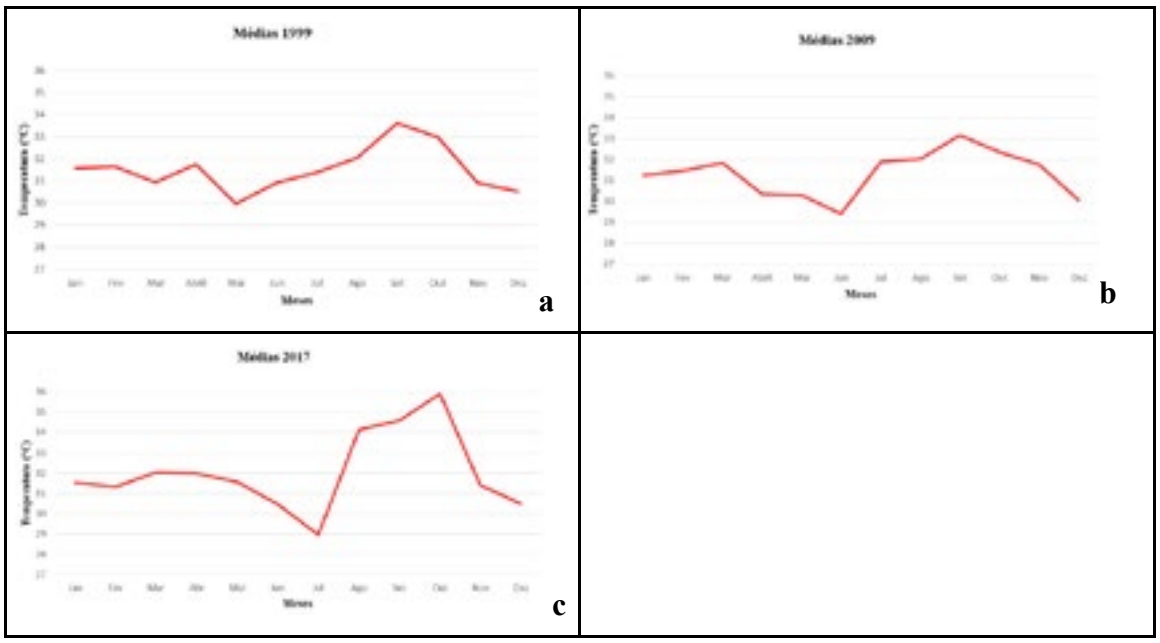


Figura - 1: Dados de média mensal de temperatura máxima diária de 1999 (a), 2009(b) e 2017(c)

As temperaturas ano de 2009, visto na Figura 1 (b), têm suas variações entre 29 °C a 33°C, o mês de setembro teve os maiores registros de temperatura, com 36,6°C no dia 17, e junho os menores. Entre os meses de janeiro e maio as temperaturas decrescem, entre os meses junho e agosto as média apresentam um pequeno aumento, demonstrando um comportamento variante. A partir do mês de junho, a temperatura aumenta gradativamente até chegar a sua máxima no mês de setembro.

Em 2017, visto na Figura 1 (c), têm suas variações entre 29 °C a 36 °C, o mês com menor temperatura média foi julho, com 31,7°C no dia 22, e o com maior foi outubro, com 39,6°C no dia 15. Entre os meses de janeiro a julho, as temperaturas se comportam com baixas alterações mas de forma decrescente. Em julho, houve o aumento da média até outubro, sendo este o mais quente.

Os três anos de estudo representam a dinâmica do Cerrado, quanto ao início do período chuvoso, entre outubro e dezembro. Comparando os três anos, os dados que mais se assemelham, são os anos de 1999 e 2017, este apresentam comportamento anual próximos, mas têm uma discrepância entre os meses de maio a julho. Em 2009, apresentam menores temperaturas média mas foi ano que melhor representa o comportamento da temperatura para o Cerrado.

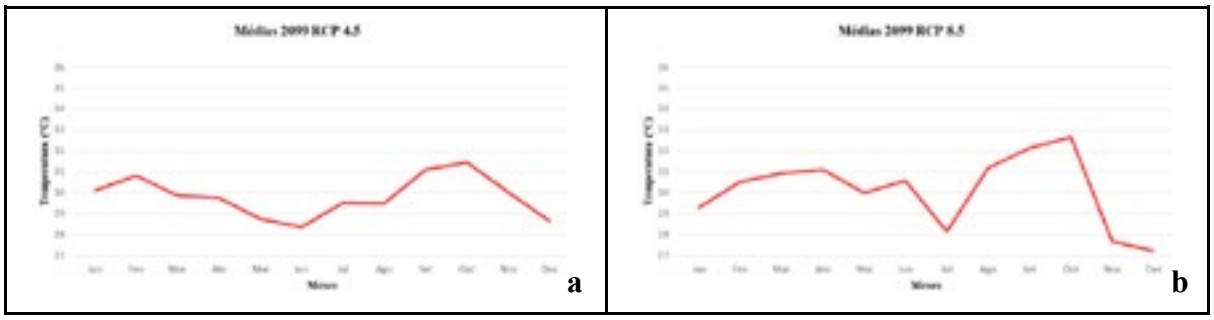


Figura - 2: Dados de temperatura máxima registrada e do cenário futuro estável (a) e pessimista (b)

O cenário estável visto na tabela II(a) apresenta um comportamento similar ao comportamento do clima no Cerrado, com os verões quentes e chuvosos, começando em meados de outubro, com temperaturas acima de 30°C, e invernos secos com temperaturas mais amenas, com temperaturas abaixo de 29°C ,este cenário não mostra rupturas abruptas na temperatura, o que poderia ser um evento extremo. O cenário pessimista, visto na tabela II (b), também apresenta comportamento do clima do bioma, mas por sua vez, há variações mais marcantes de quedas, como em julho e agosto, e aumento das temperaturas, podendo alcançar quase 30°C no mês de outubro, ser um evento extremo. Este mesmo apresenta curvas e comportamento parecido aos dados climatológicos, mas os valores de temperaturas são divergentes. Os dados dos dois cenários, apresentam prospecção de temperatura abaixo do que as registradas pela climatologia. Isto pode ser justificado pela utilização do modelo climático MIROC5, resultando amplitudes abaixo da normal climatológica, devido o parâmetro que este leva em consideração.

4. Considerações finais

Goiânia é uma cidade altamente urbanizada, assim como muitas outras cidades no Brasil e no mundo, tal característica pode afetar o clima local. O clima é algo compilado de discutir pois o mesmo é dinâmico e a muitas variáveis para lidar com o mesmo, e todas as afirmações acerca do mesmo devem ser amplamente fundamentas devido suas complexidade.

Em todos os três anos em análise, foi possível observar uma certa semelhança no comportamento das temperaturas máximas, de modo a definir as estações quentes e chuvosas da capital. Em um cenário futuro pessimista, contudo, pode-se analisar quedas bruscas de temperatura, se diferenciando dos outros anos e, podendo ser justificada com possiveis eventos extremos. Os modelos climatológicos levam em consideração cenários, pois o clima é dinâmico.

5. Referências Bibliográficas

RIBEIRO, W. Impactos das mudanças climáticas em cidades no Brasil. PARCERIAS ESTRATÉGICAS BRASÍLIA, DF. N.27 DEZEMBRO 2008 .

LUIZ, G.C. A influência da relação solo-atmosfera no comportamento hidromecânico de solos tropicais não saturados: estudo de caso – município de Goiânia. (Tese de Doutorado). Universidade de Brasília. Brasília, Maio. 2012.

CHOU, S.C, LYRA, A. , MOURÃO, C. , DERECZYNSKI, C. , PILOTTO, I. , GOMES, J. , BUSTAMANTE, J. , TAVARES, P. , RODRIGUES, D. , CHAGAS, D. , SUEIRO, G. , MARENGO, J. (2014) Assessment of Climate Change over South America under RCP 4.5 and 8.5 Downscaling Scenarios. American Journal of Climate Change,3, 512-527.

FARIAS, S. E. M. Estimativas satelitárias de precipitação sobre o bioma cerrado: possibilidades e perspectivas. (Tese de Doutorado). Universidade Federal de Goiás. Goiânia, GO. Abril. 2016.

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

ANÁLISE DO CONFORTO TÉRMICO EM RELAÇÃO A COBERTURA DO SOLO NO CAMPUS PAMPULHA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Luiz Henrique da Silva[(a)], Fernanda Araujo da Silva[(b)] , Igor José de Lima Silva[(c)], Gustavo Gonçalves Maia[(d)], Wellington Lopes Assis[(e)]

[(a)] Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, luizpk25@gmail.com

[(b)] Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, nandasilva1705@gmail.com

[(c)] Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, igorlimacmd@gmail.com

[(d)] Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, gugmaia07@gmail.com

[(e)] Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, assisw@gmail.com

A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

O objetivo deste trabalho foi investigar o conforto térmico no campus Pampulha da Universidade Federal de Minas Gerais - em Belo Horizonte - e a relação deste com a cobertura do solo no mesmo local. O campus foi escolhido por ser um local que apresenta diferentes características em relação à cobertura do solo, o que poderia propiciar dados mais relevantes para a análise que se pretendia realizar. O conforto térmico foi calculado a partir da Temperatura Efetiva de Thom (1959), e classificado pela Tabela do MASTER – IAG/USP. A partir dos dados foram elaborados mapas e gráficos para a análise do conforto térmico em conjunto à cobertura do solo nos diferentes pontos de coleta. Percebeu-se que o campus Pampulha da UFMG é confortável em maior parte do dia devido a grande presença de árvores espalhadas pela área, não havendo grande variação da Te durante o dia pela grande presença de vegetação.

Palavras chave: Climatologia, Conforto Térmico, Cobertura do solo

1. Introdução

A cada dia é mais perceptível nas grandes cidades a preocupação da população com a sensação térmica. Esta preocupação crescente pode ser percebida pelo uso, cada vez maior, de aparelhos de ar condicionado e ventiladores visando alcançar uma temperatura fisiológica confortável. Neste sentido, o conforto térmico pode ser entendido como uma condição mental que expressa o contentamento, em determinado momento, com o ambiente, podendo se afirmar que é também uma variável importante na análise da qualidade de vida. Conforme Ayoade (1991) o clima influencia o homem de diversas maneiras, assim como, o homem afeta o clima através de suas várias atividades.

A cobertura do solo é também uma variável preponderante em uma análise mais complexa e de maior abrangência a respeito do conforto térmico, sendo que a presença de áreas verdes propiciam sensações térmicas mais amenas em comparação com áreas muito antropizadas, igual aos grandes centros urbanos. Este trabalho tem como justificativa a crescente preocupação com as sensações térmicas e o conforto térmico nas cidades e a contribuição humana, através das diversas maneiras de ocupar o solo, para a formação desse quadro. De acordo com o que foi apresentado, o objetivo deste artigo é mapear o conforto térmico e investigar sua relação com a cobertura do solo no campus Pampulha da Universidade Federal de Minas Gerais. Este local é caracterizado pela presença de áreas bastante arborizadas com extensa presença de vegetação, estando também próximo de importantes avenidas e áreas densamente urbanizadas do município de Belo Horizonte. Visando alcançar este objetivo foram coletados dados horários que representem a variação da temperatura e da umidade relativa do ar durante os dias 10 e 11 de outubro de 2018, sendo estes dados posteriormente tratados e analisados, buscando obter a relação entre as características da cobertura do solo com conforto e desconforto térmico no campus.

ISBN: 978-85-7282-778-2

2. Procedimentos metodológicos

A metodologia do presente trabalho pode ser compartimentada em três grandes fases: o trabalho de campo, as modelagens estatísticas e as produções em SIG, e por último uma análise dos dados já tratados. O trabalho de campo foi realizado das 11h (BRT) do dia 10/10/2018 às 11h do dia 11/10/2018 no perímetro do campus Pampulha da UFMG. Para a coleta de temperatura e umidade relativa utilizou-se termohigrômetros digitais Data Logger. Esses foram colocados em abrigos meteorológicos para a coleta horária de dados. A observação da direção dos ventos foi baseada na escala eólica de Beaufort, e para a coleta dos dados referentes à nebulosidade o céu foi virtualmente dividido em 10 partes, observando e quantificando a presença de nuvens em cada uma delas. Por fim, para a as informações de localização usou-se um aparelho GPS.

Os dados obtidos foram realocados para o *software Excel*, onde foi realizado um tratamento estatístico e calculado o índice de Temperatura Efetiva de Thom (1959), segundo a metodologia de Machado (2010): Te = 0,4 (Td + Tw) + 4,8. Para o tratamento estatístico dos dados foram calculadas as médias e desvios padrão, além da amplitude térmica, para as variáveis Temperatura do Bulbo Seco (Td), Temperatura Efetiva (Te) e Direção e Intensidade dos Ventos.

A partir da Te calculada, utilizou-se a Classificação da Temperatura Efetiva do laboratório de Meteorologia Aplicada a Sistemas de Tempo Regionais (MASTER – IAG/USP), na Tabela I, para definir os intervalos de conforto térmico encontrados nas 24h estudadas. Feitas essas operações foi construído um banco de dados geográficos contendo os dados Te da média diária e para os quatro períodos de interesse, 15h, 21h, 03h, 09h, em cada ponto de coleta.

Também foi realizada uma análise rítmica das cartas sinóticas disponíveis no site do INMET, a fim de compreender quais foram as condições climáticas regionais que atuaram na

ISBN: 978-85-7282-778-2

região e quais suas características principais, para auxiliar na explicação do comportamento dos elementos atmosféricos.

Tabela I – Classificação da Temperatura Efetiva. Fonte: adaptado de MASTER – IAG/USP.

Classificação da Temperatura Efetiva		
Te (°C)	**Sensação térmica**	**Grau de estresse fisiológico**
13 |– 16	Ligeiramente Frio	Resfriamento do corpo
16 |– 19	Pouco Frio	Ligeiro resfriamento do corpo
19 |– 22	Ligeiramente Fresco	Vasoconstrição
22 |– 25	Confortável	Neutralidade térmica
25 |– 28	Ligeiramente Quente	Ligeiro suor; vasodilatação
28 |– 31	Quente moderado	Suando

Visando uma análise espacial dos dados e suas correlações com o relevo e a cobertura do solo foram elaborados alguns mapas: um Modelo Digital de Terreno (MDT), um mapa hipsométrico de declividade e outro de aspecto. Para tanto foi necessário o uso de uma "máscara" dos limites territoriais aqui estudados. Os dados referentes ao uso e cobertura do solo na UFMG foram vetorizados tomando por base as Imagens de Satélite que compõe o Google Earth e a bagagem empírica dos autores. Por se tratar de uma variável contínua os dados coletados foram interpolados em SIG gerando uma superfície de distribuição da temperatura. O interpolador escolhido foi o "*Funções de Base Radial (RBF)*" por ser o que se adequou ao nosso conjunto de dados apresentando os menores valores de Erro Médio Quadrático (EQM) como mostra a Tabela II a seguir.

Tabela II – Índices estatísticos

Média dos indices estatísticos	
Interpolador	**Erro médio quadrático**
IDW	0,841006
RBF	0,834765
Krigagem	1,685169

3. Caracterização da área

A área de estudo escolhida foi a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), que se localiza na regional Pampulha do município de Belo Horizonte. Essa escolha foi motivada

ISBN: 978-85-7282-778-2

pelo interesse em estudar este espaço vivido pelos pesquisadores, buscando pautar academicamente a percepção dos estudantes sobre o conforto e sensação térmica. Além disso, esta é uma área bem complexa no que diz respeito ao uso e ocupação do solo, pois abriga espaços de mata, como é o caso da Estação Ecológica (EE) entre outros, e vários prédios; além disso, é limítrofe a grandes avenidas do município e admite também o trânsito interno de veículos. Foram escolhidos 5 pontos de coleta, mostrados no mapa a seguir (Figura 1), considerando a distância entre eles e os diferentes contextos nos quais estão inseridos, buscando uma análise abrangente, contendo as diferentes altimetrias e usos do solo. Fora os cinco pontos escolhidos também foi utilizado um sexto ponto de coleta, a estação de meteorológica situada dentro da Estação Ecológica.

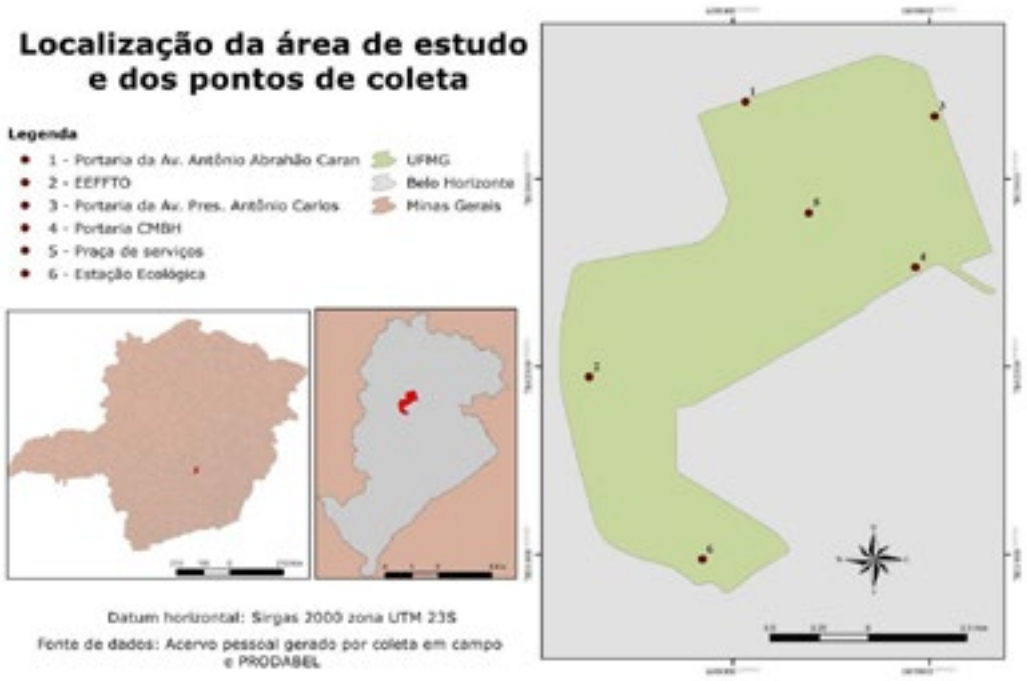


Figura 1 - Localização da área de estudo e dos pontos de coleta.

No mosaico de mapas na Figura 2 é possível ver as características do relevo do local estudado. A variação de altitude não é muito elevada, o que significa que a temperatura não vai ser tão afetada por este fator dentro da área. Também não se observa áreas muito íngremes

no mapa de declividade, e no mapa de aspecto podemos perceber que a maior parte das vertentes está voltada para as direções de Sudeste e Oeste.

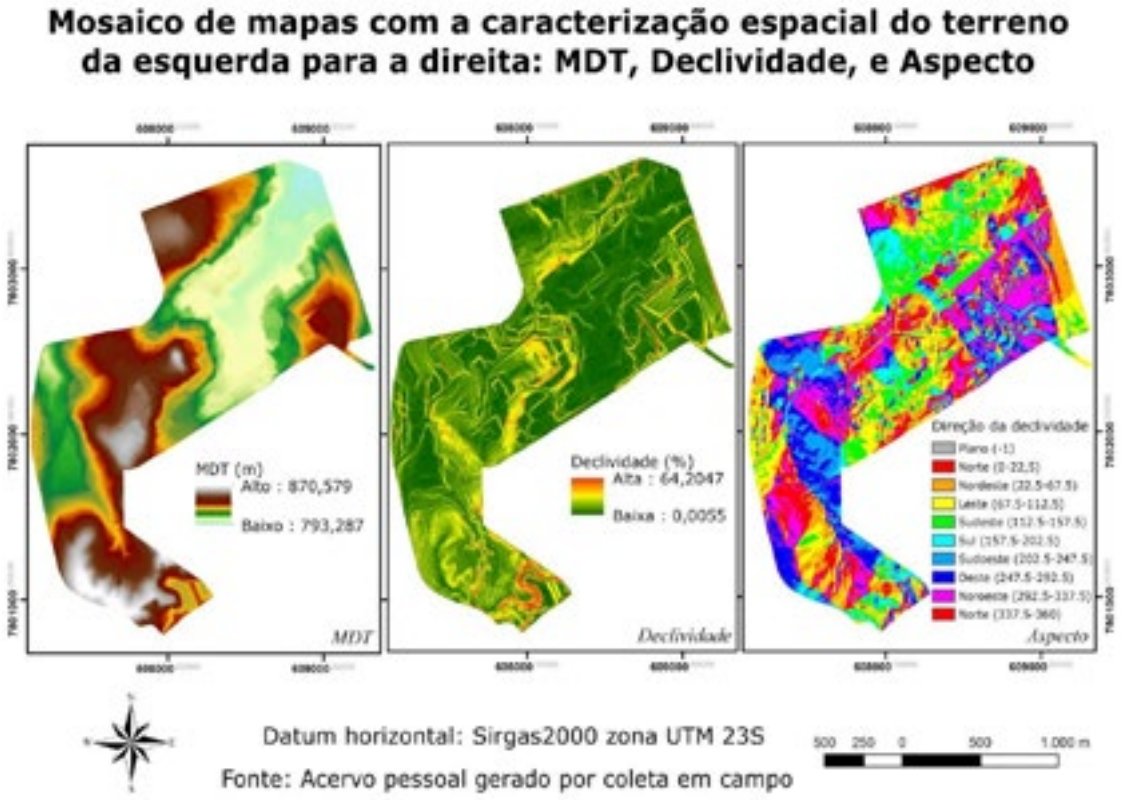


Figura 2 - Mosaico de mapas (MDT, Declividade e Aspecto).

Quanto à cobertura do solo na área, é possível ver na Figura 3 a seguir que há uma considerável quantidade de áreas verdes na parte sudoeste do campus, enquanto no centro e nordeste encontra-se um maior número de edificações. Essa diferença na cobertura do solo pode afetar a temperatura e a umidade relativa, consequentemente afetando o conforto térmico.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Figura 3 - Cobertura do solo na área de estudo.

5. Análise e discussão dos resultados

A análise rítmica foi feita do dia 07 ao dia 14 de outubro, para observar os sistemas atmosféricos atuantes na região. Como é possível observar no mosaico de cartas (Figura 4) das imagens de 0h UTC, nos dias 07/10 a 11/10 a ASAS (Alta Subtropical do Atlântico Sul) está influenciando o estado de MG. Devido à influência deste sistema atmosférico de alta pressão nos dias 10 e 11/10, é esperada menor formação de nuvens e ventos de intensidade 3 ou menor, segundo a escala de Beaufort, resultando em maior estabilidade atmosférica. Por se formar em latitudes médias (30ºS) e manter as características do local de origem, este é um sistema atmosférico subsidente que também tem como característica um ar quente.

ISBN: 978-85-7282-778-2

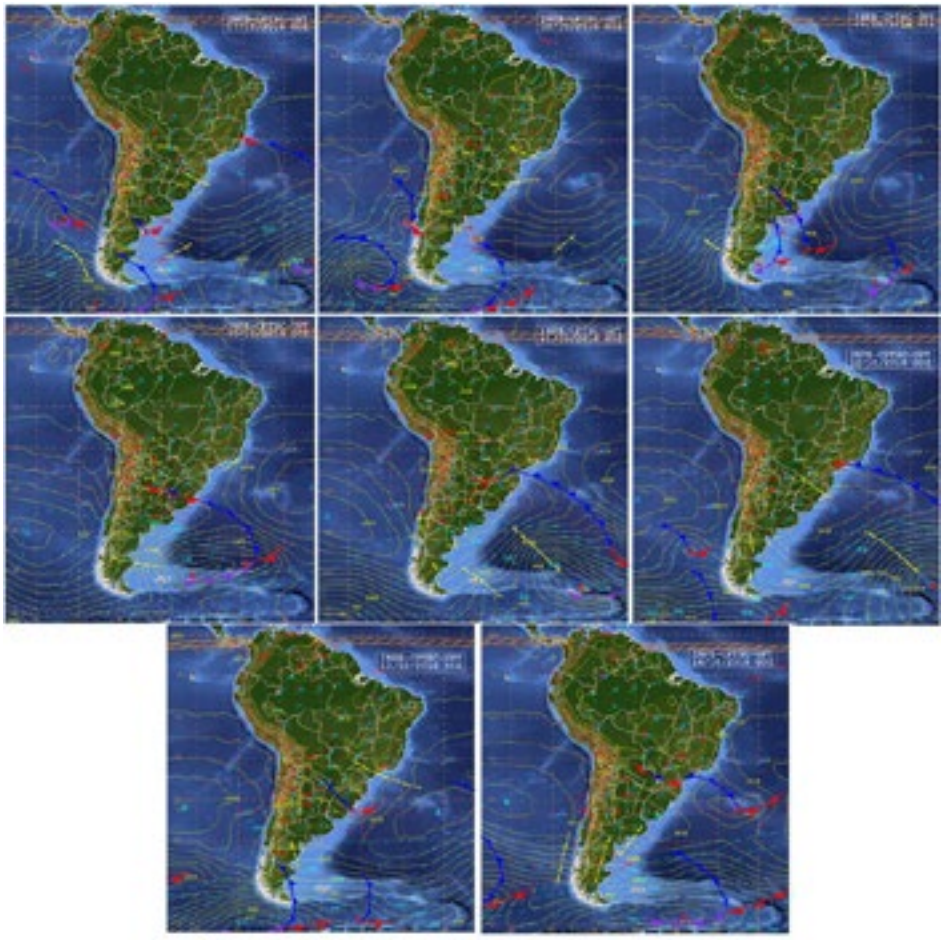


Figura 4 - Mosaico de cartas sinóticas. Fonte: INMET.

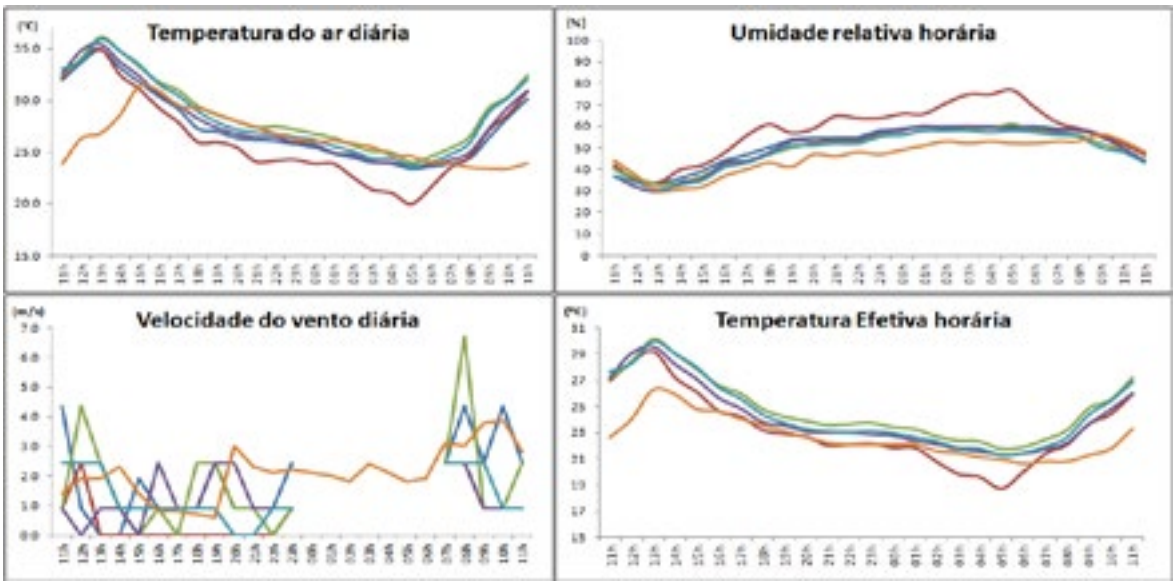
Portanto é de se esperar que os dados de temperatura coletados fossem elevados, contribuindo para uma sensação térmica, de acordo com a tabela do MASTER - IAG/USP, de "Ligeiramente Quente" ou maior. Mas a partir da análise estatística e do cálculo da Te vemos que isso não ocorreu. Já que a Te não ultrapassou o intervalo de Ligeiramente Quente, nem mesmo durante o período mais quente do dia. Para entender este comportamento devemos associar os resultados da análise rítmica com a análise estatística e posteriormente com a cobertura do solo nas proximidades de cada um dos pontos de coleta de dados.

Analisando os dados pelos pontos de coleta, nota-se que o P3 (localizado numa área edificada e mais próxima à Avenida Antônio Carlos, muito movimentada) foi o que registrou

ISBN: 978-85-7282-778-2

as maiores médias de Td e Te, de 28,9°C e 24,8°C, respectivamente. Já os menores valores dessas médias foram encontrados no P6 (Estação Ecológica, o ponto de maior cota altimétrica e mais arborizado). O P2 apresentou temperaturas muito baixas em comparação com os outros pontos, razão esta que justifica o maior desvio padrão e a maior amplitude térmica para a Td terem sido encontradas foi no ponto 2, de 4,25 e 15°C, respectivamente. A Te teve o maior desvio padrão registrado também no ponto 2 (2,79) e o menor no do ponto 6 (1,6). O P2 está localizado perto da portaria da Avenida Pres. Carlos Luz, e é uma área que está ao lado da mata da Estação Ecológica, ao mesmo tempo em que há presença de muitos carros, o que pode justificar a grande variação que apresentou em seu desvio padrão e em sua grande amplitude térmica.

Na Figura 5 a seguir vemos gráficos da Temperatura do bulbo seco, Umidade Relativa, intensidade dos ventos e da Te. Nota-se que há uma variação dos dados de Temperatura do ar e da UR% por conta do horário do dia, afetando diretamente o conforto térmico (Temperatura Efetiva). A velocidade do vento não é contabilizada no cálculo da Te, mas pode-se perceber que em certos momentos há uma maior velocidade do vento registrada, o que pode contribuir para uma melhoria da sensação térmica.



ISBN: 978-85-7282-778-2

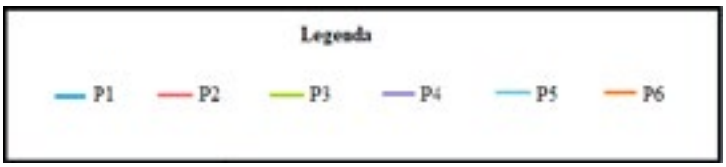


Figura 5 – Gráficos das variáveis Td, UR, velocidade do vento e Te.

No mapa a seguir (Figura 6) podemos notar a variação da temperatura efetiva durante as 24h analisadas. A variação de Te nos permite perceber que durante a tarde (15h) do dia 10/10 a área de estudo se encontrava majoritariamente na classe de "Ligeiramente Quente" (de 25 a 28°C), pois as Te encontradas variaram de 24 a 28°C. À noite (21h) a maior parte da área entra na classe de "Confortável" (22 a 25°C), variando entre 21 e 24°C. Durante a madrugada (03h), já no dia 11/10, o intervalo de conforto térmico variou entre 19 e 22°C, colocando este período entre as classes "Ligeiramente Fresco" (entre 19 e 22°C) e "Confortável". A parte da manhã (09h) se demonstra quase totalmente "Confortável", variando entre 21 e 25°C. A média diária da Te, também demonstrada no mapa, mostra que durante todo o período de 24h analisado, a área de estudo esteve dentro do limite da classe "Confortável".

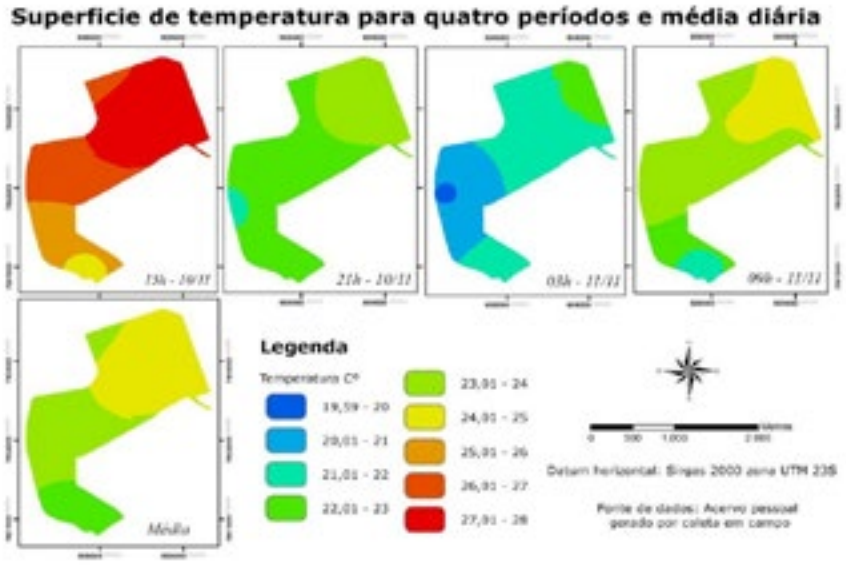


Figura 6 - Superfície de temperatura para quatro períodos e média diária.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Quando cruzamos estes mapas com o mapa de Cobertura do Solo, temos o resultado a seguir (Imagem 7). Podemos notar uma clara relação entre a cobertura do solo e o comportamento da Temperatura Efetiva. Na área que abrange os pontos 1, 3, 4 e 5 há grande presença de edificações e maior fluxo de veículos, especialmente no ponto 3, próximo à Avenida Antônio Carlos, uma das maiores de BH e muito movimentada, com grande fluxo de calor retido no local pela pavimentação e por emissão de gases pelo escapamento dos veículos, refletindo nos maiores valores encontrados para este ponto. A área que abrange o ponto 2 e 6 é a que mais apresenta presença de vegetação, e consequentemente, a que apresentou menores valores de Te.

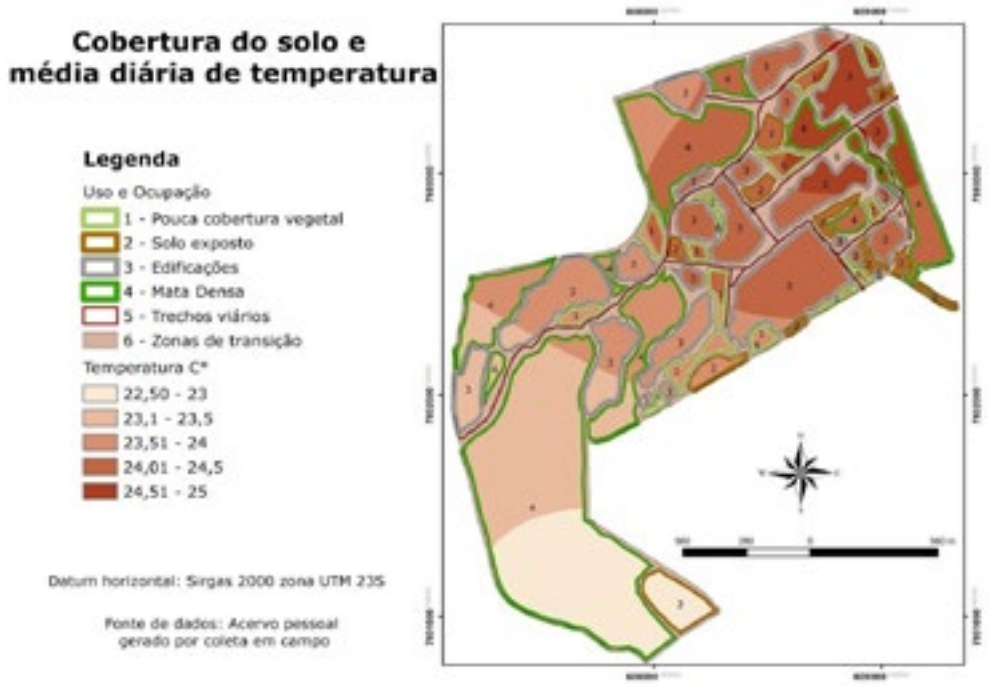


Figura 7 - Cobertura do Solo e média diária de temperatura efetiva.

6. Considerações finais

Por ser bastante arborizada a área do campus da UFMG apresentou bons níveis de conforto térmico, mesmo nas partes em que há maior presença de edificações nota-se que a

ISBN: 978-85-7282-778-2

temperatura efetiva não chegou a ultrapassar a classe de Ligeiramente Quente, segundo a tabela do MASTER - IAG/USP. Destaca-se também que a temperatura é diretamente afetada pela cobertura do solo, bem como o conforto térmico é variável importante na decisão de permanência em um determinado lugar. O campus Pampulha da UFMG, local de estudos e de várias outras atividades, mostrou-se confortável o suficiente, do ponto de vista do conforto térmico, para as pessoas que nele transitam diariamente.

7. Referências Bibliográficas

AYOADE, J. O. *Introdução à climatologia para os trópicos*. 3ª.ed. Rio de Janeiro: Bertrand, Brasil, 1991. 332 p.

CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS - CPTEC/INPE. Divisão de Satélites e Sistemas Ambientais - *Banco de dados de imagens*. Disponível em: <satelite.cptec.inpe.br/acervo/goes16.formulario.logic>. Acesso em: 15 dez. 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. *Estação Meteorológica de Observação de Superfície Automática*. Disponível em: <www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>. Acesso em: 15 dez. 2018.

Laboratório de Meteorologia Aplicada a Sistemas de Tempo Regionais - MASTER/IAG-USP. *Distribuição das zonas de conforto para diferentes graus de percepção térmica e suas respostas fisiológicas*. Disponível em: <www.masterantiga.iag.usp.br/conforto/previsao.php?ant=&var=temp_efet&t=2&gr=2&pref=2g&inic=00>. Acesso em: 15 dez. 2018.

THOM, E. C. *The Discomfort Index*, Weatherwise, 12ª ed, n. 2, p. 57-61, DOI: 10.1080/00431672.1959.9926960. 1959.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO 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 ÍNDICE DE TEMPERATURA E UMIDADE EM BAIRROS DO RECIFE-PE

Tamires Gabryele de Lima Mendes [(a)], Nivaldo Lemos de Souza [(b)] Pedro Felipe Cavalcanti Dos Santos [(c)] Ranyére Silva Nóbrega [(d)]

[(a)]Departamento de Ciências Geográficas-DCG Mestranda, UFPE, tamires25lima@hotmail.com

[(b)]Departamento de Ciências Geográficas-DCG Mestrando, UFPE,nivaldolemosgeo@gmail.com

[(c)] Departamento de Ciências Geográficas- DCG Doutorando, UFPE, pedrofcds@gmail.com

[(d)] Departamento de Ciências Geográficas Docente, UFPE, ranyere.nobrega@yahoo.com.br

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo/

O objetivo desta pesquisa é determinar o Índice de Temperatura e Umidade (ITU) em ambientes distintos na cidade do Recife. Foram captadas através de 8 termohigrômetros, distribuídos de acordo com características dos bairros e para se ter uma melhor distribuição no espaço urbano. O estudo realizado no período de novembro de 2015 até fevereiro 2016. Foi necessário calcular as médias mensais de temperatura e umidade do ar. Os resultados permitem esclarecer quais os fatores geoambientais e geourbanos, que influenciam no desconforto causado pelas temperaturas nos bairros do Recife-PE.

Palavras chave: Clima urbano, índice de desconforto térmico, geourbanos, geoambientais

1. Introdução

Em ambientes urbanos as áreas mais centrais sofrem com a dinâmica da urbanização em termos climáticos com a temperatura do ar, umidade, pluviosidade e ventilação. A expansão e a falta de planejamento da urbe acabam contribuindo para um ambiente desconfortável para sua população.

A desordem das cidades acaba sendo influenciado tanto pelo ambiente natural quanto no construído. Quanto mais abertura para suprir a demanda da sociedade com novos espaços, a uma redução na cobertura vegetal. Os diversos níveis da urbanização que abordam as cidades torna difícil precisar seu grau de influência no desenvolvimento de uma camada limite ou clima local (LANDSBERG, 2006).

A camada limite urbana (urban boundary layer) se apresenta a nível de uma grandeza de mesoescala, inferiormente dessa camada, constituísse o dossel urbano (the urban canopy layer), o que envolve a geometria das ruas, edifícios, paredões que formam os cânions que impedem a circulação dos ventos (OKE,1987). Em cada cidade que se adentra se dispõem de um microclima diferenciado.

No clima local sua escala horizontal é de 10 km a alguns metros e em sua escala vertical abaixo de 100 m com uma variação de tempo de minutos a dias como exemplo espacial ruas, edificações e casas. Na escala mesoclima sua escala horizontal é de 2000 km a 10 km com uma escala vertical de 12 km a 100 m com variação de tempo de várias horas e alguns dias como exemplo região naturais, montanha e cidade (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007). Os perfis particulares de cada local (prédio, pavimentos, vegetação e pessoas) tem participação na variabilidade microclimática.

Na dinâmica de uma cidade, existem áreas com perfis relacionados a vários aspectos morfológicos, físicos e antrópicos, com elementos climáticos diferentes de temperatura, ventilação e umidade entre ruas e bairros, podem ter níveis de temperatura quente, levemente quente, ventilado ou úmido. Essas características podem influenciar nos níveis de conforto de um local e causar danos à saúde.

ISBN: 978-85-7282-778-2

O conforto térmico é a satisfação psicofisiológica de um sujeito com as condições térmicas do ambiente. Segundo (SATTLER, 1991; LAMBERTS, 2007) o conforto térmico é composto por:

- Variáveis ambientais - temperatura do ar, temperatura radiante média, velocidade do ar e umidade relativa do ar;
- Variáveis humanas - o metabolismo gerado pela atividade física e a resistência térmica oferecida pela vestimenta entre outros;

Alguns autores como Másculo e Vidal (2004) conceitua o conforto térmico como o estado de bem-estar, como o organismo não necessita ativar mecanismos termorreguladores para estabelecer a temperatura corporal de uma maneira estável. Para Garcia (1985, p. 199), "consiste no conjunto de condições em que os mecanismos de autorregulação são mínimos, ou ainda na zona delimitada por características térmicas em que o maior número de pessoas manifeste se sentir bem".

Em áreas que a ocupação urbana ainda ocorre intensamente é preciso mostrar subsídios para uma elaboração de planejamento e ordenação urbana. E com essas alterações microclimáticas pode afetar o ser humano na qualidade de vida. Em Recife pesquisadores como Nóbrega, Santos e Moreira (2016) vem analisando que os microclimas dos bairros do Recife tem comportamentos diferentes de acordo com atributos geoambientais (topografia, cobertura, vegetal e corpos hídrico) e geourbanos (ordenamento dos edifícios, pavimentação das vias, adensamento dos bairros e a população), criando uma dinâmica climática na cidade com variações matutinas, vespertina e noturna, que podem causar danos na qualidade de vida dos indivíduos. O objetivo do presente trabalho é determinar o Índice de Temperatura e Umidade (ITU) em ambientes distintos na cidade do Recife no período entre novembro de 2015 até fevereiro 2016.

2. Materiais e Métodos

A metodologia desse trabalho consistiu em uma revisão bibliográfica sobre a temática,

obtenção e seleção dos dados de temperatura do ar e umidade de 8 Estações de Coleta de dados (ECDs). Para o presente estudo foi selecionado o município de Recife (Figura 02). Considerando o clima, a RMR está situada na faixa intertropical, Corrêa (2006, p. 91) afirma que a RMR "encontra-se localizada na faixa de maior insolação da Terra, recebendo os raios solares quase perpendiculares à superfície e, pela baixa latitude, com horas de insolação praticamente constantes entre os meses de verão (de maior insolação) e inverno (de menor insolação)".

Para a elaboração do índice de temperatura e umidade, foram utilizados dados mensais de temperatura do ar e umidade de 8 termohigrômetros, marca *HOBO U20*. Os dados foram coletados durante 4 meses. Os meses foram novembro e dezembro do ano de 2015/ janeiro e fevereiro do ano de 2016. Os instrumentos possuem um *datalogge*r e abrigo para proteger da incidência direta de radiação solar e chuva. Altura das estações de coleta de dados foi definida em 1,5 m ideal por não causar influência do solo.

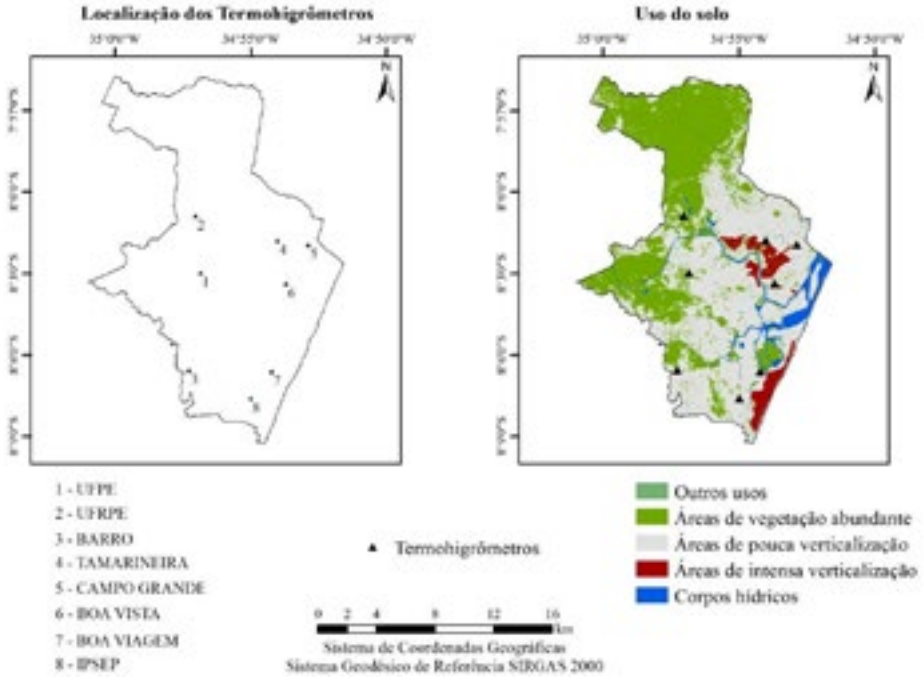


Figura 01 – Localização da área de estudo Recife-PE, destacando as estações dos termohigrômetros

Fonte: Tamires (2017).

As estações foram distribuídas de acordo com os perfis particulares de cada local (Tabela 01), lugares apropriados para a instalação com segurança do aparelho e locais sem barreiras artificiais/naturais para não interferir na coleta dos dados.

Tabela 01- Caracterização das Estações de Coleta de Dados (ECD)

ECD	Descrição das Áreas
UFPE	-Área de construções espaçadas e bastante vegetada; -Ambiente escolar, com circulação razoável de véiculos;
UFRPE	-Área de construções espaçadas em fragmento de floresta; -Ambiente escolar, com alta circulação de veículos;
Barro	-Área de construções adensadas, de pouca altitude ; -Pouca vegetação; -Ambiente de moradia (subúrbio) ; -Baixa circulação de veículos;
Tamarineira	-Área de construções adensadas com a presença de prédios, casas e pouca vegetação; -Próximo do parque da jaqueira; -Ambiente de moradia e comércios com alta circulação de veículos; -Divisa entre área de prédios adensados e subúrbio com baixas construções;
Campo grande	-Área de construções adensadas com a presença de alguns prédios, casas e pouca vegetação; -Ambiente de moradia com alta circulação de veículos;
Boa Vista	-Áreas de contruções densas; -Alta quantidade de prédios e pouquíssima vegetação; - Um dos centros econômicos da cidade, com altíssima circulação de veículos e pedestres;
Boa Viagem	-Área de construções adensadas de altos prédios; -Próximo ao mar; - Com alta circulação de veículos.
IPSEP	-Área de contruções adensadas, pequenos prédios; - Pouquíssima vegetação; - Área próxima ao Aeroporto, com altíssima circulação de veículos;

Para o cálculo do desconforto térmico foi utilizado o método do Índice de Temperatura e Umidade (ITU), apresentado por Emmanuel (2005). A utilização desse índice visa uma possibilidade de comparação das estações em ambientes diferentes como influência

na sensação de conforto térmico. O ITU relata o valor de proporção para o conforto e o desconforto térmico em termos de população (Tabela 02). É calculado através da equação 1:

$$ITU = 0{,}8.t + RH.t\ /500 \qquad \text{Eq. (1)}$$

Onde *t* representa a temperatura do ar e RH a umidade relativa do ar.

Tabela 01 - Intervalos do Índice de Temperatura e Umidade e seus efeitos na população

ITU	Proporção de desconforto térmico
21 < ITU ≤ 24	Conforto térmico
24 < ITU ≤ 26	50% de pessoas desconfortáveis
THI > 26	100% de pessoas desconfortáveis pelo calor

Fonte: Emmanuel (2005)

3. Resultados e discussões

Na Figura 02 estão apresentados os dados da proporção de desconforto térmico o ITU nos 4 meses. No mês de novembro a estação do IPSEP registrou os maiores índices de desconforto térmico de 30 ITU. Os menores índices foram calculados na estação do Barro com 25,5 no ITU. A estação de IPSEP está distante de corpos d'água, a vegetação é escassa e está em baixa altitude. O resultado pode ser relacionado a Algumas características dos bairros podem explicar esse resultado no IPSEP, área que não apresenta características geoambientais como a falta de áreas verdes e corpos hídricos. Com características geourbanas bem presentes como alta taxa de adensamento construtivo, impermealização dos solos e edificações localizados na orla de boa viagem formando um paredão que impede a circulação de vento (MENDES, 2019).

No barro o resultado pode está de acordo com características geoambientais como a presença de áreas verdes e corpo hídrico, mesmo com outras características que provavelmente deve afetar o aumento de temperatura em determinados horários como a

ocupação urbana desordenada, materiais de construção de baixa qualidade e aumento de áreas de concreto para a construção de muros de arrimo e pavimentação de ruas e escadarias.

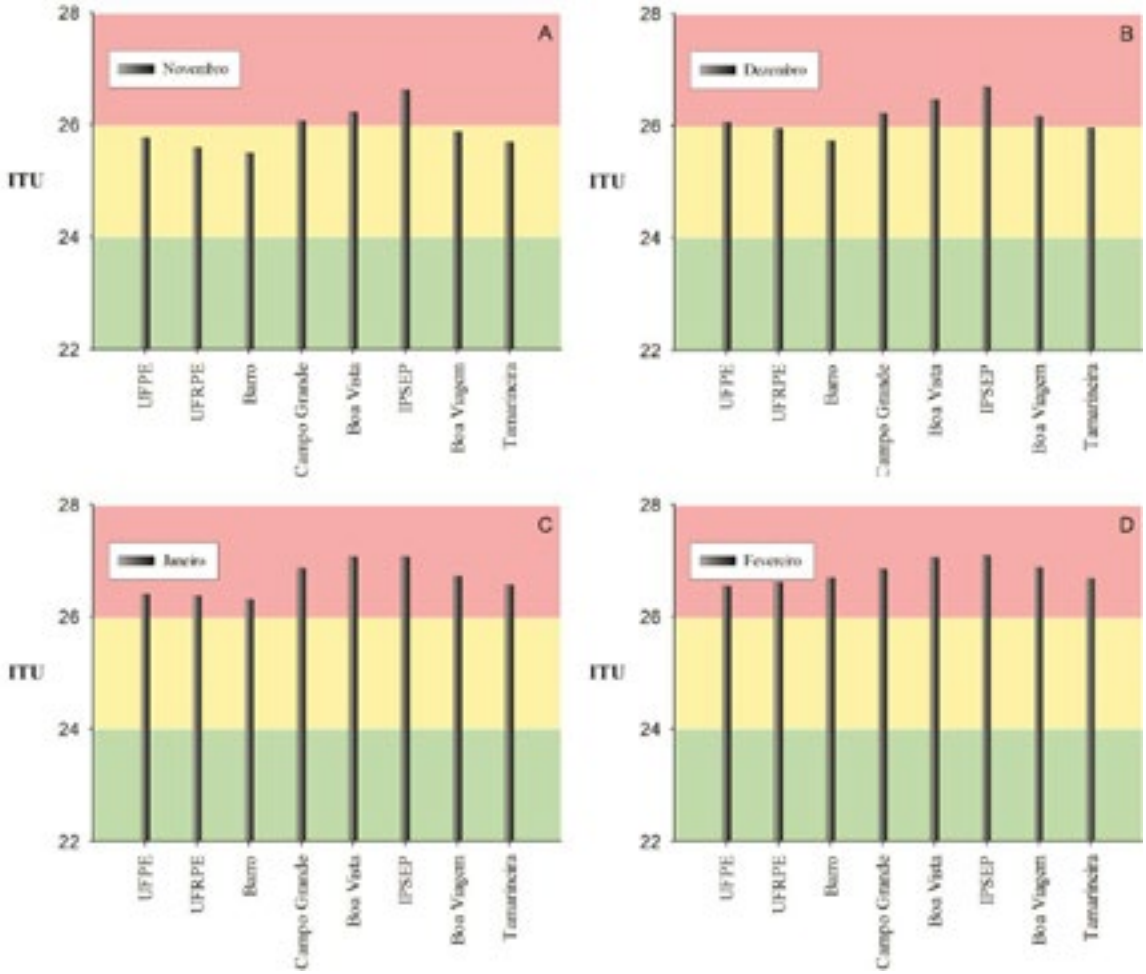


Figura 02 - ITU para os quatro meses estudados. Valores em tom esverdeado significam conforto térmico; os valores em tom amarelo representam desconforto para 50% da população; valores em tom vermelho demostram desconforto de 100% da população.

Ainda em novembro, houveram grandes desconfortos térmicos em mais de 50% da população, principalmente na Boa Vista com 26,2 no ITU e Boa Viagem e 25,9 no ITU, duas áreas com grandes construções civis, prédios, comércios que modificam o clima local. Segundo Nóbrega (2011), na Boa Vista segundo já foi evidenciado Ilhas de Calor. Esses dois bairros tem perfis parecidos como alta intensidade de tráfego, construções civis, prédios e

falta de vegetação. Em Boa viagem o bairro é saturado pelo processo de verticalização, que com seu cinturão de prédios prejudica a circulação de vento para os outros bairros vizinhos. A geometria das ruas e os materiais utilizados na sua construção, os quais absorvem maior calor, induzem uma elevação de temperatura nos dois bairros (MENDES, 2019).

No mês posterior, dezembro, os índices mais desconfortáveis foram apresentados mais uma vez na estação do IPSEP. O ITU passou para 26,7. Em relação com as outras ECDs o ITU de IPSEP foi o de maior nível, porém, de novembro para dezembro sofreu com a baixa de pessoas com desconforto. Não obstante, os menores índices foram no Barro com o ITU de 25,7. As estações da UFPE, UFRPE e Tamarineira têm características de proximidades aos parques, áreas verdes e redução da energia utilizada nos processos de evapotranspiração realizados pela vegetação ocasionando um conforto térmico a 50% de pessoas desconfortáveis. Áreas intraurbana com características geourbanas - edificações horizontais e espaçadas (UFPE e UFRPE), em seu entorno é possível observar característica geoambientais com resquícios de mata atlântica que acaba influenciando para se tornar uma área fresca.

A Tamarineira o processo de verticalização, que passou a ser controlada, por causa da criação da Lei dos doze bairros. Tem, na sua legislação urbana, algumas regras para a construção de prédios como: a preservação de 30% de solo natural (sem edificação) e a quantidade de pavimento e andares dependentes da largura das ruas. Essa legislação ajuda a manter a vegetação e amenizar o clima. Outro fator que ameniza a temperatura desse local é a proximidade ao parque da jaqueira e as sombras causadas pelos prédios em determinados horários.

O mês de janeiro é um mês de grande descomodidade em todas as ECDs, os altos índices de temperatura causaram grande influência na maioria da população. O ITU de Boa Vista e IPSEP foram iguais 27,1 com 100% de pessoas desconfortáveis pelo calor. A estação do Barro, por sua vez, obteve um elevado sinal de desconforto térmico, transferindo-se com o ITU de 26.

Em Boa Vista e IPSEP, atingiram em fevereiro o ITU de 27,1, os mesmos valores do mês anterior. A ECDs em Campo Grande nos meses de Janeiro e Fevereiro atinge quase o mesmo valor de ITU de Boa vista e IPSEP, no qual 100% de pessoas desconfortáveis pelo calor, essa área não apresenta vegetação, as Larguras das ruas e a altura dos prédios acabam criando um grande desconforto.

As ECDs que registraram menores taxas de desconforto e de temperatura e umidade foram as da UFPE e UFRPE com ITU de 26,5. que por pertencerem em uma área com vegetação em demasia, em correlação com as demais, produzindo ilhas de frescor. Entretanto, é visível que apesar dos menores índices, há a ocorrência de desconforto em todas as ECDs no mês.

4. Considerações finais

A dinâmica do ITU nos quatro meses deixa nítido que a cidade possui variados microclimas em função das características geoambientais e geourbanas. As variações térmicas dos bairros apresentaram o desconforto térmico em todos os meses em áreas externas, pendendo entre o 50% e 100% de pessoas desconfortáveis. De acordo com o método aplicado, não há valores que indicam conforto térmico em Recife nesse período.

A ECD do IPSEP se encontra numa área com pouquíssima influência da vegetação e de cursos d'água. Já a Boa Vista, é um local de forte comércio, edificações e construções civis. Essas áreas foram destacadas com os resultados mais importantes em termos de reconhecimento das principais áreas desconfortáveis da cidade.

Constatou-se que fevereiro foi o mês mais quente. Com temperaturas mais homogêneas sem disparidades alarmantes. A chegada do solstício de verão para o hemisfério sul resulta em altos níveis de radiação solar, ou seja, a soma da chegada do verão, as altas incidências de radiação, o aumento de umidade do ar pela atuação MEa, podendo receber subsídio da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), são de grande atuação e relevância para causar o desconforto humano.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Destaca-se que Recife tem uma dinâmica microclimática significativa no qual a disposição da configuração urbana influencia na qualidade de vida e na saúde do indivíduo dependendo da exposição a temperatura. E de fato existe a necessidade de aplicações de políticas públicas e planejamento da urbe com a concordância em estudos voltados ao clima urbano.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Grupo de Estudos em Climatologia Tropical e Eventos Extremos, TROPOCLIMA, e à Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE), pelo apoio financeiro.

Referências Bibliográficas

CORRÊA, A.C.B. **Contribuição À Análise Do Recife Como Um Geossistema Urbano**. Revista de Geografia. Recife: UFPE DCG/NAPA, v. 23, n0 3, jul/dez. 2006.

EMMANUEL, R.M. **Na Urban Approach to Climate- Sensitive design: Strategies for the Tropics**. 1º Ed. USA, Spon Press, 2005,p 161.

GARCÍA, F. F. **Manual de climatoligía aplicada: cliama, medio ambiente y planificación**. Madrid: Sintesis S. A., 1996. 285 p. (Serie Mayor). Coleção: Espacios y Sociedades.

LAMBERTS, R.; TRIANA, M. A. Levantamento do estado da arte: energia. Projeto: Tecnologias para construção habitacional mais sustentável. **Relatório Projeto Finep**. São Paulo, 2007.

LANDSBERG, H.E. O clima das cidades das cidades. **Revista do Departamento de Geografia**, v.18, p.95-111, 2006.

MÁSCULO, F.S; VIDAL, M.C. **Ergonomia: trabalho adequado e eficiente**. 1St ed. Rio de Janeiro: Elsevier,2011.

MENDES, T.G.L.; ANJOS, R.S.; SANTOS, T.N.; MOREIRA, A.B.; NÓBREGA, R.S. Abordagem científica sobre ilhas de calor em Recife-PE. **Journal of Environmental Analysis and Progress** V. 04 N. 01 (2019) 001-013.

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

NÓBREGA, R. S.; LEMOS, T. V.S. **O microclima e o (des)conforto térmico em ambientes abertos na cidade do Recife**. Revista de Geografia, v. 28, n. 1, p. 93–109, 2011.

NOBREGA, R. S. ; SANTOS, P. F. C. ; MOREIRA, E. B. M. . Morfologia Urbana E Ilhas De Calor Na Cidade Do Recife/Pe: Distribuição Espacial E Intensidade. **Revista de Geografia (Recife)**, v. 33, p. 319-333, 2016.

Oke T.R., 1987: **Boundary Layer Climates**, Routledge, London, 435 pp.

SATTLER, M. A. **Conforto ambiental na edificação II**. Notas de Aula da disciplina: CI PV-60. NORIE (Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação). Porto Alegre, UFRGS, 1991.

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

ANÁLISE DO ÍNDICE DE VEGETAÇÃO POR DIFERENÇA NORMALIZADA (NDVI) E DA TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE NO MUNICÍPIO DE JUNQUEIRÓPOLIS (SP)

Aline Pereira Lima [(a)], Margarete Cristiane de Costa Trindade Amorim [(b)]

[(a)] Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade Ciências e Tecnologia (FCT), Programa de Pós-Graduação em Geografia, Câmpus de Presidente Prudente (SP), alineprlima@gmail.com
[(b)] Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade Ciências e Tecnologia (FCT), Departamento de Geografia, Câmpus de Presidente Prudente (SP), margarete.amorim@unesp.br

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais.

Resumo

As distintas atividades humanas, tanto no uso e ocupação do meio urbano quanto do rural, modificam o espaço geográfico, de maneira que a sociedade gera impactos nos sistemas naturais, e consequentemente no clima. Essas transformações determinam, dentre outros aspectos, as características da vegetação, que por sua vez, influenciam fortemente na temperatura. Nesse contexto, este trabalho teve por objetivo verificar a produção do espaço e o uso da terra no município de Junqueirópolis (SP), numa análise integrada à cobertura vegetal e à temperatura dos alvos, representados respectivamente pelas cartas de NDVI e da temperatura da superfície. Para tanto, foram utilizadas imagens do satélite Landsat 8 (bandas 4, 5 e 10) e técnicas de sensoriamento remoto. Os resultados confirmaram a influência da vegetação, de forma que sua presença mostrou-se fundamental na redução das temperaturas da superfície, comprovando ainda, a necessidade de planejamento no processo de produção do espaço.

Palavras chave: Uso e Ocupação da Terra, NDVI, Temperatura de Superfície, Junqueirópolis.

1. INTRODUÇÃO

O território de um município é fortemente influenciado pelas atividades que nele se desenvolvem e pelas formas de produção e organização do seu espaço geográfico, tanto na zona urbana quanto nas áreas rurais. Dessa forma, a produção do espaço geográfico se dá em função das técnicas da sociedade transformando a natureza através do seu trabalho (SANTOS, 2002).

No contexto urbano, alguns exemplos da produção e transformação do espaço por atividades humanas são: canalização ou alteração de cursos d'água; modificação da morfologia através de aterros e construções; retirada de vegetação. Estes são citados por Amorim (2017) como causadores de alterações nos processos dinâmicos da atmosfera e, consequentemente, nos elementos climáticos.

No cenário rural e na realidade histórica brasileira da economia baseada no agronegócio, os recursos naturais têm sido utilizados sob a perspectiva capitalista. A apropriação e transformação da terra têm se caracterizado pela expansão de atividades agrícolas como a cultura da cana-de-açúcar, café, milho e soja; e pecuárias, como a criação de gado. Atividades essas que têm se desenvolvido em detrimento da preservação de florestas nativas e áreas de relevante interesse ecológico.

A Alta Paulista, região conhecida como a faixa de terras entre o Rio Aguapeí ou Feio e o Rio do Peixe, está situada a oeste do estado de São Paulo e foi colonizada a partir da expansão ferroviária na primeira metade do século XX. A organização do campo e das cidades desta região, em consonância com o cenário nacional, tem sido associada principalmente à expansão do agronegócio, de forma que no fim dos anos 1980 e durante parte dos 1990, as áreas de pastagens expandiram; e mais recentemente, ocorreu o desenvolvimento da cana-de-açúcar, substituindo algumas propriedades rurais com pastagens e policultura. Essa mudança, de acordo com Silva (2009), foi determinada por fatores como a ocorrência de uma forte geada em 1975; seguidas quedas no preço do café no mercado externo; estímulos ao etanol por meio do PROÁLCOOL[1] (Programa Nacional do Álcool); aumento das vendas de veículos *flex;* e a tendência mundial na utilização de energias

[1] O **Proálcool** (Programa Nacional do Álcool) consistiu em uma iniciativa do governo brasileiro de intensificar a produção de álcool combustível (etanol) para substituir a gasolina; sendo oferecidos vários incentivos fiscais e empréstimos bancários com juros abaixo da taxa de mercado para os produtores de cana-de-açúcar e para as indústrias automobilísticas que desenvolvessem carros movidos a álcool.

ISBN: 978-85-7282-778-2

renováveis. Isso desestimulou a produção diversificada e impulsionou pequenos e médios sitiantes a arrendarem suas propriedades para o plantio da cana-de-açúcar.

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi, por meio de técnicas de sensoriamento remoto, gerar a carta de NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) e a carta termal de superfície do município de Junqueirópolis (SP), integrante da região da Alta Paulista, e analisar esses resultados sob a perspectiva da produção do espaço e do uso e ocupação da terra.

1.1 Área de Estudo

O município de Junqueirópolis localiza-se no oeste do estado de São Paulo, na região da Alta Paulista (Figura 1). Conforme o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística[2] (IBGE) trata-se de um município de pequeno porte que possui população de aproximadamente 20.524 habitantes, área territorial de 582,565 km^2 e a vegetação original era constituída pelo Bioma Mata Atlântica.

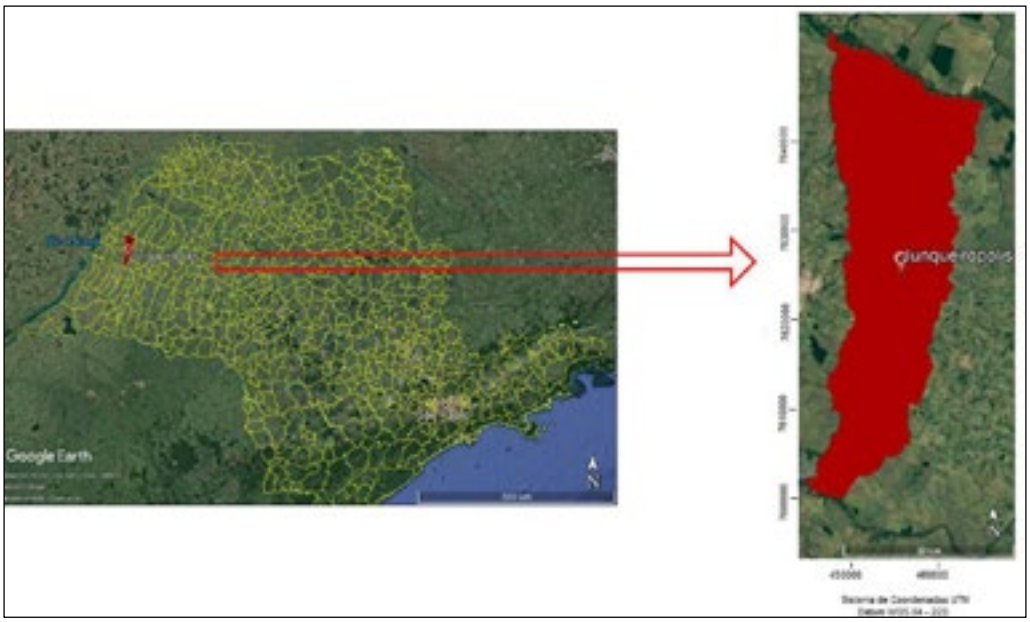


Figura 1: Localização do município de Junqueirópolis (SP). Fonte da Imagem: Google Earth, 2017. Elaborado pelo autor.

[2] Disponível em: < https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/junqueiropolis/panorama>. Acesso em 25 de Outubro de 2018.

Junqueirópolis tem como limite ao Norte, o Rio Aguapeí, que possui uma Unidade de Conservação (UC) associada, o Parque Estadual do Rio Aguapeí. A fronteira ao Sul é definida pelo Rio do Peixe, cuja UC é o Parque Estadual do Rio do Peixe.

Conforme o CEPAGRI[3] (Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura), a partir da classificação climática de Koppen, o clima do município é o tipo Aw, tropical com estação chuvosa no verão e estação seca no inverno. O Quadro 1 informa algumas características sobre as temperaturas e a precipitação do município.

Quadro 1: Dados sobre temperatura e precipitação de Junqueirópolis (1961-1990).

MÊS	Temperatura do Ar (°C)			Precipitação Média (mm)	Precipitação Ano 2017[4] (mm)
	Mínima Média	Máxima Média	Média		
Janeiro	19,9	31,4	25,7	216,4	362,65
Fevereiro	20,1	31,6	25,8	173,8	69,46
Março	19,4	31,4	25,4	135,6	139,91
Abril	16,8	30,0	23,4	70,8	140,08
Maio	14,2	28,1	21,2	67,6	177,19
Junho	12,9	27,1	20,0	41,4	76,02
Julho	12,3	27,4	19,9	31,9	0
Agosto	13,9	29,9	21,9	30,3	121,25
Setembro	16,0	30,9	23,4	78,0	10,80
Outubro	17,6	31,2	24,4	92,4	222,31
Novembro	18,3	31,3	24,8	129,4	304,89
Dezembro	19,4	31,0	25,2	195,7	277,80

Fonte: Dados do CEPAGRI e da Usina Rio Vermelho (Grupo Glencane). Organizado pelo autor.

Em termos de uso e ocupação do solo, o município possui característica agropecuária, sendo a cana-de-açúcar a cultura agrícola predominante, acompanhando o quadro regional da Alta Paulista. A área plantada de acordo com a CATI (Coordenadoria de Assistência Técnica e Integrada) de cana-de-açúcar em Junqueirópolis é de 26,8 mil hectares,

[3] Dados do CEPAGRI. Disponível em: <http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_297.html>.
[4] Dados Estação Puviométrica de Junqueirópolis, Usina Rio Vermelho (Grupo Glencane), resultados parciais acessados em 14/11/2018. Disponível em: < http://www.udop.com.br/index.php?item=chuvas >.

o que corresponde a 46% da extensão territorial do município. Outras atividades relevantes são a: pecuária (20,68 mil hectares), seringueira (960 hectares), café (280 hectares) e a acerola (150 hectares).

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

As imagens utilizadas foram do satélite Landsat (*Land Remote Sensing Satellite*) 8, especificamente das bandas 4, 5 e 10. As bandas 4 e 5 apresentam resolução espacial de 30 metros. Já a banda 10 (termal) possui resolução espacial de 100 metros, mas são tratadas e disponibilidzadas pela *United States Geological Survey* (USGS) com pixel de 30 metros. Esta escolha se deu devido à adequada resolução espacial e aplicações/usos associados a essas bandas para a escala de análise deste trabalho, conforme descrito no Quadro 2.

Quadro 2: Intervalo espectral e aplicações das bandas 4, 5 e 10 do satélite Landsat 8.

Banda	Intervalo Espectral	Aplicações
4 - Red	0.64 – 0.67 µm	Discrimina a vegetação em função do conteúdo em clorofila
5 - Near Infrared (NIR)	0.85 – 0.88 µm	Evidencia o teor de biomassa
10 - Termal Infrared Sensor 1 (TIRS 1)	10.6 – 11.19 µm	Mapeamento térmico melhorado e umidade do solo estimada

Fonte: https://landsat.usgs.gov/what-are-best-spectral-bands-use-my-study.

Para a geração do mapa de temperatura da superfície foi utilizada imagem do satélite Landsat 8, banda 10, do canal infravermelho termal/TIRS 1, sendo selecionada a cena WRS 222-075, do dia 09 de março de 2017, final da estação chuvosa. Os procedimentos para a obtenção das temperaturas em grau Celsius (°C) na imagem de satélite foram realizados no aplicativo IDRISI[5], com a utilização de equações e parâmetros fixos de conversão,

[5] Idrisi é marca registrada da Clark University.

disponíveis no sítio da USGS[6], de níveis de cinza (NC) para radiância, em seguida para temperatura Kelvin e por fim para graus Celsius.

Ainda no IDRISI, a partir das faixas espectrais do vermelho e do infravermelho, respectivamente bandas 4 e 5, gerou-se o mapa de NDVI, que possibilitou identificar a densidade vegetativa e sua distribuição. A escala do NDVI é constituída de -1 a 1, com valores próximos do extremo inferior (-1) associados a menor quantidade de vegetação, e valores próximos ao limite superior (1) relacionados à maior densidade de vegetação.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A carta termal de Junqueirópolis (Figura 2) se caracterizou, conforme a escala, por valores de temperatura de superfície entre 21,7 e 34,18°C, com predomínio de temperaturas na faixa entre 25 e 31°C. Pode-se notar uma concentração de áreas com temperatura em torno dos 30°C na porção central do município, e áreas com temperaturas mais amenas (em torno de 26°C) nos extremos norte e sul, próximo aos rios Aguapeí e Peixe. Assim, a maior parte dos alvos encontra-se com temperatura dentro deste intervalo.

Valores mais elevados de temperatura, por volta dos 34°C, foram identificados em regiões isoladas por todo o território do município. A superfície encontrada com maior temperatura, 36°C, está localizada na zona rural, no extremo norte de Junqueirópolis, bem próxima ao Rio Aguapeí, e circundada por áreas com temperaturas mais baixas (entorno dos 28°C).

No que se refere à zona urbana, situada na porção centro-sul do município, esta apresentou temperatura por volta dos 30°C, inferior a outros pontos com paisagem rural e elementos naturais.

[6] Esses procedimentos foram obtidos no sítio https://landsat.usgs.gov/Landsat8_Using_Product.php. Acesso em: 07 jun. 2018

Apesar de na maioria das áreas do município ter sido identificada dentro dos valores médio-baixos dentro da escala, é importante destacar que tratam-se de valores termais elevados, devendo-se considerar a influência do período chuvoso, característico da época de registro da imagem, e a ocorrência de chuva nos dois meses antecedentes (janeiro e fevereiro) à tomada da mesma, conforme mostra o Quadro 1. Nesse sentido, Baptista (2012) afirma que a umidade do material tende a reduzir o albedo e com isso, maior é a sua capacidade de absorver e de reemitir energia posteriormente; aumentando também a tendência de elevação a temperatura.

Em termos de vegetação, a carta gerada de NDVI (Figura 3) mostrou um cenário no qual a maior parte do território de Junqueirópolis apresentou valores entre 0,3 e 0,5. Esse resultado possui influências da estação chuvosa, pois de acordo com o Quadro 1, é possível observar que historicamente a precipitação é maior nos meses do fim do ano, e também do início do ano, atingindo precipitações médias em torno de 200 mm em dezembro e janeiro. Ainda com base nos dados do Quadro 1 e especificamente em relação ao ano de 2017, em cujo início do mês de março a imagem do satélite foi tomada, no mês de Janeiro choveu mais de 360 mm, ou seja, foi ultrapassada a média histórica para esse mês; e em fevereiro aconteceu em menor quantidade (69 mm), mas foi registrada novamente a ocorrência de chuva. Assim, a precipitação intensa e acumulada ao longo do tempo favoreceu o desenvolvimento de vegetação que tornou-a mais vigorosa, aumentando a biomassa vegetativa e aumentando os valores do índice.

O domínio de áreas com NDVI médio-alto dentro dessa escala está relacionado também com o reduzido tamanho da zona urbana (aproximadamente 1% do território municipal) e, majoritariamente com a vocação econômica agropecuária de Junqueirópolis. Isto porque, as áreas com culturas silviagrícolas (cana-de-açúcar, café, acerola, seringueira) ou pastagens, que somadas cobrem mais de 80% do solo, embora não sejam constituídas por mata original nativa, são ainda vegetação herbácea ou rasteira (neste caso) e arbustiva e

ISBN: 978-85-7282-778-2

arbórea (naquele) que, além de atuar no balanço de energia, evitam a exposição direta do solo à radiação.

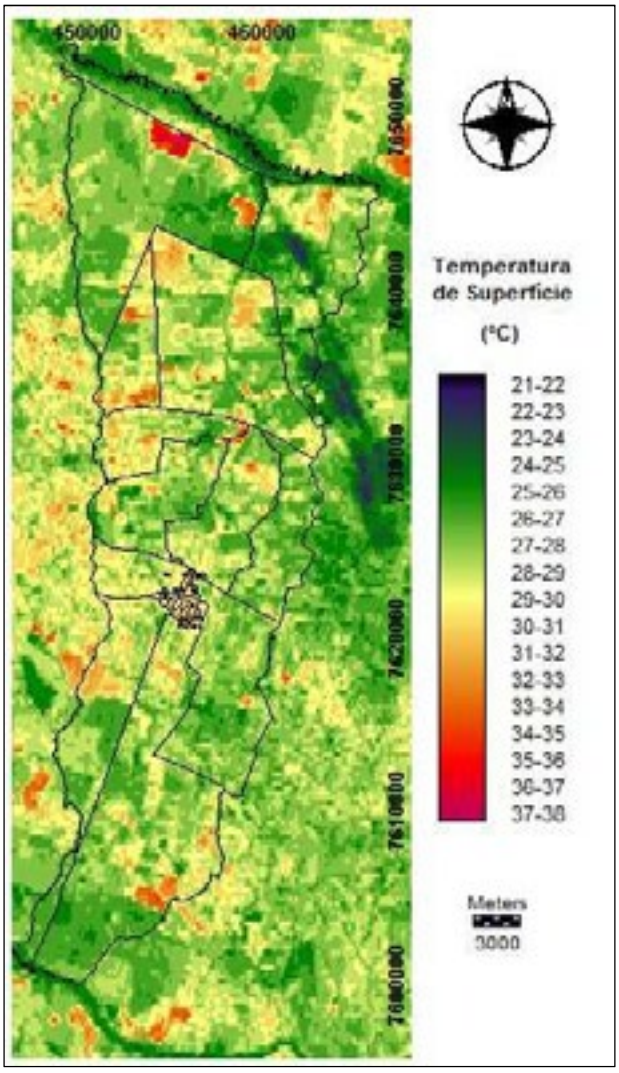


Figura 2: Carta das Temperaturas da Superfície de Junqueirópolis (SP) gerada a partir da imagem do infravermelho termal (banda 10) do Landsat 8 de 09/03/2017. Fonte da imagem: http://earthexplorer.usgs.gov. Elaborado pelo autor.

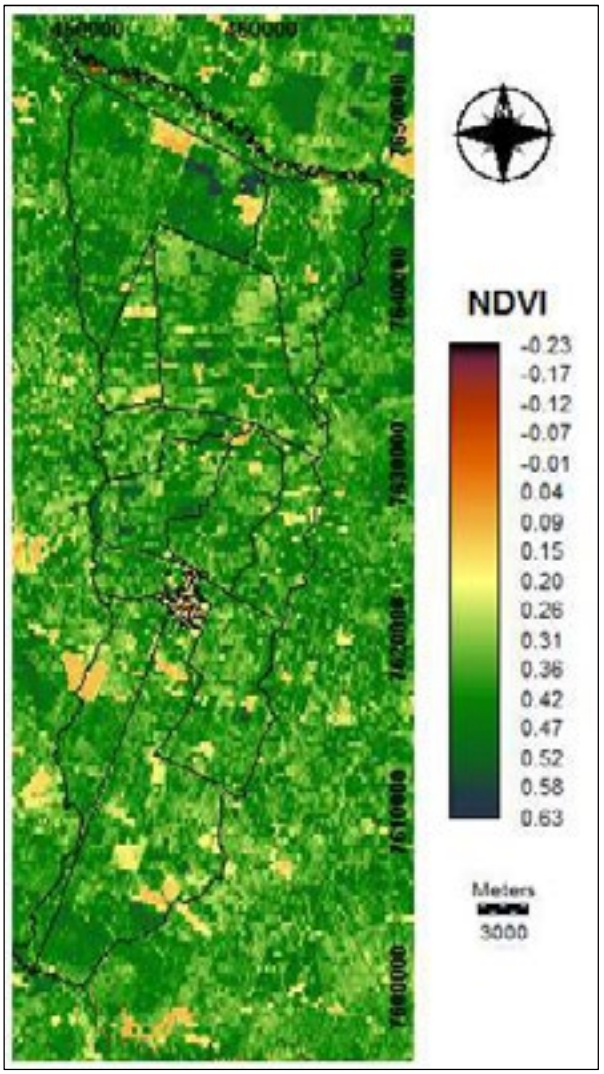


Figura 3: Carta de NDVI de Junqueirópolis (SP), elaborada a partir das bandas 4 e 5 da imagem Landsat 8 de 09/03/2017. Fonte da imagem: http://earthexplorer.usgs.gov/ Elaborado pelo autor.

Mesmo com o favorecimento do desenvolvimento vegetacional oriundo das chuvas e das atividades agropecuárias, observou-se a partir da carta de NDVI algumas pequenas áreas isoladas com índice em torno de 0,1. Nesse grupo encontra-se a zona urbana do município devido aos equipamentos urbanos e edificações.

As monoculturas e pastagens que embora controlem a temperatura dos alvos, se desenvolvem em detrimento da preservação de florestas nativas. O NDVI não faz distinção entre florestas originais, matas ciliares e monoculturas, de maneira que é evidenciada apenas a densidade vegetacional, independentemente da sua formação taxonômica, morfológica e estágio sucessional.

Devido à predominância do cultivo de cana-de-açúcar que ocupa mais de 40% do solo junqueiropolense, outras questões ambientais geradas pela cultura canavieira cabem ser levantadas, tais como: a alteração na paisagem em decorrência de sua homogeneização; a diminuição da biodiversidade; as queimadas que configuram poluição do ar por meio da fumaça e fuligem tanto no campo quanto na cidade; e a poluição do solo, da água e do ar devido à utilização de agrotóxicos.

A fim de realizar uma análise integrada dos dois fatores, NDVI e temperatura de superfície, foram escolhidos 8 (oito) áreas que tiveram destaque em ambas as cartas: áreas com valores baixos de densidade de vegetação (cor amarelada) e com altas temperaturas (cor avermelhada). A Figura 4 identifica na imagem de satélite a localização das áreas escolhidos. Já o Quadro 3 identifica as coordenadas das oito áreas, bem como seus valores de temperatura e NDVI apontados no Idrisi.

ISBN: 978-85-7282-778-2

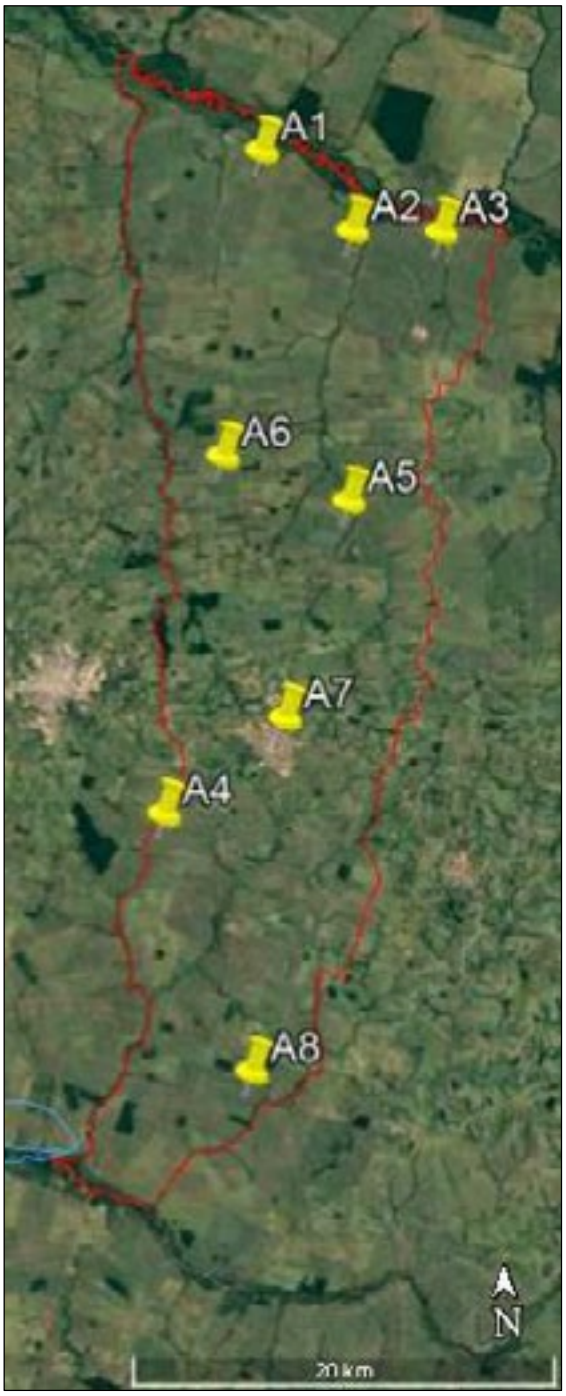


Figura 4: Localização das áreas relevantes em termos de NDVI e de Temperatura da Superfície. Fonte da imagem: Google Earth, 2018.

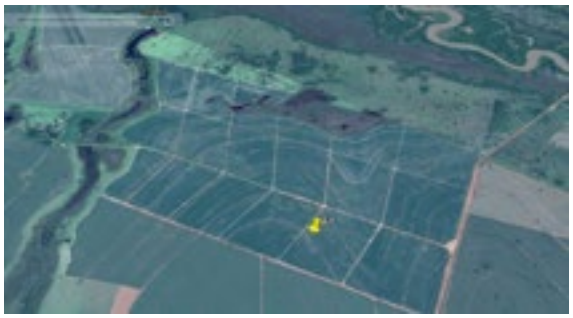
Quadro 3: Características das áreas relevantes escolhidas para análise integrada.

ÁREA	COORDENADAS UTM (WGS 84)		Temperatura do alvo (°C)	NDVI
A1	454210	7647580	36,03	0,10
A2	458453	7643817	32,90	0,13
A3	462643	7643733	34,11	0,21
A4	449307	7616564	31,51	0,12
A5	458150	7631138	34,39	0,10
A6	452361	7633306	33,53	0,14
A7	455062	7620996	30,50	0,13
A8	453358	7604448	33,73	0,12

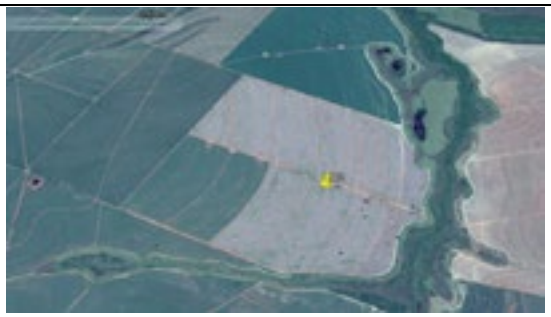
A Figura 4 mostra que ocorreram áreas com as características de interesse em todo o território de estudo, pois elas se estendem de norte a sul, não havendo concentração.

Conforme o Quadro 3, as temperaturas dos alvos de A1 a A8 atingiram valores superiores a 30°C e o NDVI ficou em torno do valor 0,13. Os detalhes de cada uma das áreas foram reunidos na Prancha 1, para ajudar na identificação do uso e ocupação do solo. São sete áreas rurais (A1 a A6 e A8) e a zona urbana do município (A7).

Prancha 1: Recortes da imagem de satélite com as características das áreas (A1 a A8) e entorno. Fonte: Google Earth, 2017.

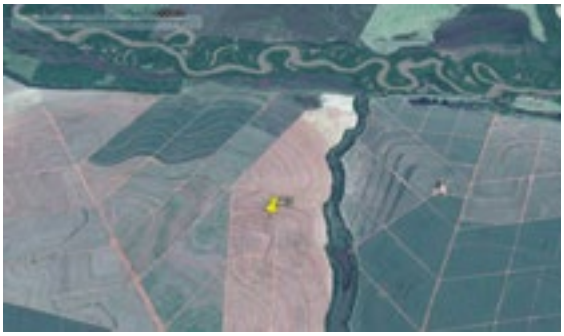
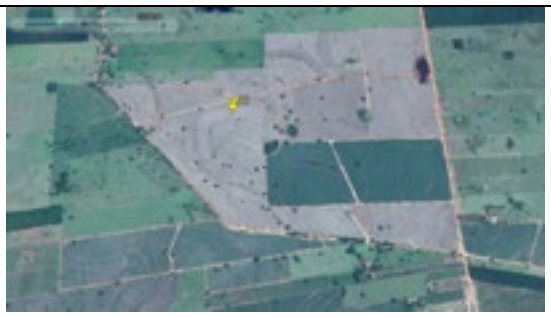


A1 - Área 1: Rural – **t(°C)**: 36,03; **NDVI**: 0,10



A2 - Área 2: Rural – **t(°C)**: 32,90; **NDVI**: 0,13

ISBN: 978-85-7282-778-2

	
A3 - Área 3: Rural – **t(°C)**: 34,11; **NDVI**: 0,21	**A4** - Área 4: Rural – **t(°C):** 31,51; **NDVI:** 0,12
	
A5 - Área 5: Rural – **t(°C)**: 34,39; **NDVI**: 0,10	**A6** - Área 6: Rural – **t(°C)**: 33,53; **NDVI**: 0,14
A7 - Área 7: Rural – **t(°C)**: 30,50; **NDVI**: 0,13	**A8** - Área 8: Rural – **t(°C)**: 33,73; **NDVI**: 0,12

Nos recortes da imagem do satélite é possível observar que as sete áreas rurais têm como um de seus limites (divisas) córregos ou rios e suas respectivas faixas de preservação permanente preservadas com mata ciliar, mas inexpressivas diante da superfície ao redor ocupada por cultura agrícola. A Área 6 não tem um curso d'água limítrofe mas há um córrego próximo. Todas as áreas rurais possuem características associadas ao cultivo canavieiro,

devido ao padrão de estradas secundárias entre os talhões e ao entorno ocupado pela monocultura. No caso dessas sete áreas a densidade de vegetação foi menor, evidenciando formações rasteiras ou plantios recentes, com pouca quantidade de biomassa vegetal.

Isto porque, quanto maior a presença de cobertura vegetal arbórea, menor a temperatura do alvo, pois as plantas através dos seus mecanismos de evaporação e evapotranspiração amenizam esse cenário térmico. Consequentemente, quando se tem o solo exposto, a temperatura da superfície tende a ser maior, podendo ser até maior do que em ambientes construídos. O albedo é reduzido em superfície de solo exposto e retém mais calor.

Embora os meios rurais tenham sofrido diversas alterações em relação às paisagens naturais, o ambiente urbano também alterou fortemente a superfície. Na zona urbana (Área 7 – A7) a temperatura dos alvos chegou a 30,5°C e o NDVI a 0,13, com entorno próximo constituído tanto por cultivos agrícolas quanto por pastagens.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir de dados do município de Junqueirópolis, constatou-se que tanto a carta termal quanto a carta de NDVI permitem, principalmente de maneira integrada, realizar uma investigação sobre o uso e ocupação da terra e a produção do espaço geográfico. Isto porque, as distintas formas que o ser humano utiliza o espaço conforme seus interesses determinam configurações diversificadas dos ambientes, que representam diferentes respostas em termos de temperatura dos alvos e de densidade vegetativa.

Ficou evidenciada a inter-relação entre os elementos de maneira que a menor presença de cobertura vegetal determina maior temperatura do alvo, estando os valores mais elevados de temperatura associados ao solo exposto, indicando a importância da cobertura do solo por vegetação tanto em zonas rurais quanto urbanas. No contexto do campo, apesar de as

ISBN: 978-85-7282-778-2

atividades agropecuárias gerarem renda e movimentarem fortemente a economia municipal, elas provocam intensa reestruturação espacial e ambiental.

No meio urbano, as transformações provenientes da apropriação e organização do espaço também têm consequências que devem ser planejadas e gerenciadas, a fim de afetar positivamente a dinâmica social, econômica e ambiental.

Assim, as mudanças, intervenções e impactos resultantes das ações humanas sobre o meio natural são inerentes ao processo de produção espacial. Entretanto, estas devem levar em consideração cenários futuros, previsões, planejamento inclusivo e participativo e medidas compensatórias conforme a resiliência dos meios, potencializando suas aptidões e respeitando suas limitações.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, M.C.C.T. **Teoria e Método para o Estudo das Ilhas de Calor em Cidades Tropicais de Pequeno e Médio Porte**. Tese (Livre Docência) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Presidente Prudente. 2017.

BAPTISTA, G. M. de M. Sensores Imageadores na Faixa Termal (8 – 14 μm). In P. R. Meneses, & T. Almeida (Org.), **Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto** (p. 47-56). Brasilia: UnB/CNPq. 2012.

SANTOS, M. **A Natureza do Espaço**. São Paulo: Edusp, 2002.

SILVA, J. H. **Um perfil da expansão canavieira na Alta Paulista**. Revista Pegada Eletrônica, Presidente Prudente, vol. 10, n. 1, p. 46-65, junho/2009. Disponível em: < http://revista.fct.unesp.br/index.php/pegada/article/download/1671/1607>. Acesso em: 08/12/2017.

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

ANÁLISE PLUVIOMÉTRICA DO MUNICÍPIO DE SÃO GONÇALO (RJ) NO PERÍODO DE 2005 A 2016

Carlos Augusto Abreu Tornio [(a)], Maria Luiza Félix Marques Kede [(b)]

[(a)] Graduando em Geografia, Faculdade de Formação de Professores, UERJ, carlos.tornio@hotmail.com

[(b)] Professora Adjunta do Departamento de Geografia da Faculdade de Formação de Professores, UERJ, mluizakede@gmail.com

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

O presente trabalho objetiva realizar uma análise do comportamento da precipitação pluvial no município de São Gonçalo-RJ entre os anos de 2005 e 2016 (12 anos). Para tal levantamento foram utilizados métodos estatísticos como a técnica dos Quartis e a fórmula de Sturges a fim de que se caracterize os períodos secos e úmidos da amostra. Verificou-se que os totais pluviométricos ficaram em sua maioria acima dos 712,34 mm e abaixo dos 1386,90 mm. Os anos de 2006, 2014 e 2016 foram considerados secos, estando abaixo de 827,30 mm. Enquanto os anos de 2008, 2009, 2010 e 2013 apresentaram total pluviométrico considerado úmido, estando entre 1119,12 mm e 1386, 90 mm.

Palavras chave: Análise pluviométrica, Técnica dos quartis, São Gonçalo, períodos secos, períodos úmidos.

1. Introdução

Uma vez que o clima exerce grande influência sobre a dinâmica do espaço geográfico, o padrão climático interferirá, por exemplo, nos biomas, nas atividades econômicas e no modo de vida das sociedades. A precipitação, objeto central dos estudos deste trabalho, é um dos elementos meteorológicos que apresenta maior variabilidade tanto em quantidade quanto em

distribuição mensal e anual de uma região para outra (ALMEIDA, 2001). Conforme Souza e Zavattini (2003), o total pluviométrico de um evento chuvoso é altamente variável conforme fatores meteorológicos e topográficos e, por isso, promove diferentes impactos sobre a superfície. Estes impactos podem ser tanto de caráter natural quanto social.

No decorrer dos anos a cidade de São Gonçalo, vem sendo afetada por diversos problemas relacionados às chuvas, deixando milhares de pessoas desabrigadas por enchentes, alagamentos, ou afetadas por movimentos e deslizamentos de massa (ABDALA, 2016; O SÃO GONÇALO, 2018). Uma análise do comportamento pluviométrico pode ser útil para um melhor planejamento urbano e consequente resolução e redução de muitos desses problemas enfrentados por esta grande cidade populosa e periférica.

São Gonçalo é um município da Região metropolitana do Estado do Rio de Janeiro com população estimada de 1.049.826 habitantes, com densidade populacional de aproximadamente 4.035,90 hab/km² em uma área de 247,709 km² (IBGE, 2010). Está localizada em latitude: 22º 49' 37" S e longitude: 43º 03' 14" W. De acordo com Bertolino *et al.* (2007) o clima deste município é do tipo Aw na classificação de Köppen: elevadas taxas de precipitação anual com duas épocas do ano bem demarcadas, uma chuvosa e outra seca.

Busca-se nesse trabalho detectar os padrões de distribuição pluvial existentes e contribuir para o entendimento da dinâmica de chuvas a nível municipal e regional. Uma vez que uma série de problemas de caráter natural, sobretudo social está associada a eventos chuvosos.

2. Materiais e Métodos

O presente trabalho utilizou dados diários de precipitação da estação climatológica urbana experimental UERJ-FFP em uma série de 12 anos (2005 -2016). Levando em consideração as classificações escolhidas, são elas: períodos normal, super úmido e super seco (GALVANI, 2005). Optou-se por esta série histórica, por conta da estação climatológica UERJ/FFP de onde os dados se originam, ter sido implantada em meados de 2004. Sendo assim,

para maior precisão utilizou-se o recorte de dados a partir de 2005. Os anos posteriores a 2016 não foram incluídos devido a não disponibilidade dos dados até o início deste trabalho.

Os dados são calculados e ordenados em: valor máximo; valor mínimo; mediana e os quartis. Para tal, foi utilizado o software Microsoft Office Excel 2016.

Para determinar o número ideal de classes na construção do histograma foi utilizado a fórmula de Sturges (k = 1 + 3,3 log n) onde k é a frequência em que ocorrem os valores extremos, n é o nº total de observações e log é o logaritmo para a base 10. Assim, aplicando a fórmula de Sturges teremos nesse estudo 5 classes como número ideal para sintetizar a variação de chuvas anuais. Para distribuir os dados dividiu-se o valor de Amplitude Total de Variação (ATV), que é a diferença entre os extremos da série, ano mais chuvoso menos ano mais seco, ou seja, (1386,90 - 543,70 = 843,2 mm) pelo nº de classes (5). Sendo assim, 843,2/5= 168,64.

3. Resultados preliminares e discussões

O gráfico 1 revela o comportamento das chuvas no município de São Gonçalo (RJ) em 05 classes distintas. Sendo elas: apenas um ano (2014) teve total pluviométrico de até 712,34 mm; três anos (2006, 2012 e 2016) se apresentaram entre 712,34 mm e 880, 98 mm; quatro anos (2015, 2007, 2005 e 2011) com total pluviométrico entre 880, 98 mm e 1049, 62 mm; três anos (2013, 2008 e 2009) entre os 1049, 62 mm e 1218, 26 mm; e um ano (2010) com total pluviométrico de 1386, 90 mm.

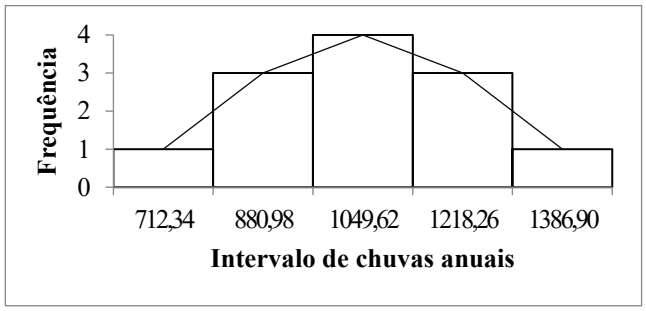


Gráfico 1 – Distribuição da precipitação de acordo com a frequência em São Gonçalo (RJ) de 2005 a 2016.

Segundo os dados e as análises feitas, a mediana da precipitação dos dados foi de 939 mm. Utilizando a técnica dos quartis proposta por Galvani (2005), obteve-se as informações presentes na tabela 1. Os totais de precipitação considerados habituais (englobam os 50% dos dados da amostra) estão na faixa dos 839, 30 mm a 1119,12 mm; pluviosidade excepcionalmente seca (engloba os 25% da amostra abaixo da mediana) compreende a faixa dos 543,70 mm a 827,30 mm; pluviosidade excepcionalmente chuvosa (engloba os 25% que excedem a mediana) se faz presente na faixa entre 1167,50 mm e 1386, 90 mm.

Tabela 1 – Distribuição da precipitação de acordo com a com períodos normal, super úmido e super seco.

ANO	mm	Desvio quartílico
2014	543,70	
2016	763,90	
2006	827,30	**Q1**
2012	839,30	
2015	885,70	
2007	920,10	**Q2**
2005	957,90	
2011	961,60	
2013	1119,12	
2008	1167,50	**Q3**
2009	1197,10	
2010	1386,90	

Considerações Finais

De acordo com a fórmula de Sturges, neste período os totais pluviométricos ficaram em sua maioria acima dos 712,34 mm e abaixo dos 1386,90 mm, com maior número de frequência (4 vezes) entre os 880,98 mm e os 1049,62 mm anuais. Pela técnica dos Quartis, os anos de 2005, 2007, 2011, 2012 e 2015 apresentaram comportamento considerado habitual (entre os 50% dos dados da amostra) com totais anuais de precipitação entre 839, 30 mm e 1119,12 mm. Já os anos de 2006, 2014 e 2016 apresentaram total pluviométrico considerado seco, estando entre 543, 70 mm e 827,30 mm. Enquanto os anos de 2008, 2009, 2010 e 2013 apresentaram total pluviométrico superior ao habitual, estando entre 1167,50 mm e 1386,90 mm.

Os dados e análises apresentados aqui constituem parte dos objetivos da Monografia que será apresentada na Faculdade de Formação de Professores da UERJ no primeiro semestre de 2019. Nas etapas seguintes da monografia, serão feitas análises a fim de associar os períodos secos e úmidos com os fenômenos atmosféricos atuantes no período analisado.

Referências Bibliográficas

ABDALA, V. **Bairro de São Gonçalo ainda está alagado e 280 pessoas estão desabrigadas**. Agência Brasil, Rio de Janeiro, 25 mar. 2016. Versão online. Disponível em: https://goo.gl/GMLecC. Acesso em: 09 jan 2019.

ALMEIDA, H. A. de. **Probabilidade de ocorrência de chuvas no Sudeste da Bahia**. Ilhéus, CEPLAC/CEPEC. Boletim Técnico, n.182. 32p. 2001.

BERTOLINO, A. V. F. A.; COSTA, Anna Regina C; BERTOLINO, Luiz Carlos; FIALHO, Edson Soares . **Análise da dinâmica climatológica no município de São Gonçalo RJ - triênio 2004 - 2007.** Revista Tamoios (Impresso), v. IV, p. 1-13, 2007.

GALVANI, E.; LUCHIARI, A. **Critérios para a Classificação de Anos com Regimes Pluviométricos normal, seco e úmido.** Anais do X Encontro de Geógrafos da América Latina. Universidade de São Paulo. 2005- P5701-5710.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo 2010. Disponível em: <https://goo.gl/uCyE6S> . Acessado em: 06/03/2018.

O SÃO GONÇALO. Cinco famílias estão desabrigadas após deslizamento de terra em São Gonçalo. São Gonçalo, 08 jan. 2018. Versão online. Disponível em: https://goo.gl/QBNWJh. Acesso em: 09 jan 2019.

SOUZA, L. B.; ZAVATTINI, J. A. **Distribuição espacial da precipitação em eventos excepcionais na Região Noroeste da Área Urbana de Juiz de Fora - MG e suas relações com as ocorrências de Defesa Civil.** GeoUERJ, Rio de Janeiro - RJ, n.Especial, p. 1-7, 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 TEMPORAL DE ÍNDICES DE PRECIPITAÇÃO PLUVIAL NO OESTE DO ESTADO DE SÃO PAULO

Amanda Trindade Amorim [(a)], Roberto Wagner Lourenço [(b)], Margarete Cristiane de Costa Trindade Amorim [(c)], Henrique Ewbank de Miranda Vieira [(d)]

[(a)] Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente, amanda.amorim@unesp.br
[(b)] Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia, Sorocaba, roberto.lourenco@unesp.br
[(c)] Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente, margarete.amorim@unesp.br
[(d)] Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia, Sorocaba; Faculdade de Engenharia de Sorocaba – FACENS, henrique.ewbank@gmail.com

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

O conhecimento da variabilidade climática e identificação de eventos extremos de precipitação são importantes porque podem influenciar as atividades humanas, principalmente no que diz respeito aos aspectos sociais e econômicos, além de contribuir para os impactos ao meio ambiente. Este estudo objetivou analisar estatisticamente as tendências e ocorrências de eventos extremos de precipitação utilizando os índices de extremos climáticos dependentes da precipitação pluvial diária e verificar se há relação com o fenômeno ENOS. A pesquisa foi desenvolvida a partir da metodologia que utiliza os índices climáticos dependentes da precipitação pluvial diária, sugeridos pela ETCCDMI, para a região oeste do estado de São Paulo. Os resultados mostraram tendências estatisticamente significativas de alterações na precipitação para três dos dez índices avaliados. Quanto aos eventos extremos, estes foram identificados, porém relacionam-se parcialmente com o fenômeno ENOS, pois a região estudada está localizada em uma área de transição climática entre os sistemas tropicais e extratropicais.

Palavras chave: Alterações climáticas; Eventos extremos; Tendências; ENOS.

1. Introdução

Diversos fatores podem influenciar nas alterações climáticas locais. Estes fatores podem ser oriundos de eventos antrópicos como mudanças no uso dos ecossistemas e do desflorestamento, bem como, provenientes de causas naturais em decorrência da ciclicidade

climática. Geralmente, as alterações climáticas locais são avaliadas através da análise de séries históricas das variáveis meteorológicas de precipitação pluvial e temperatura do ar. Essas alterações climáticas são observadas estatisticamente de acordo com suas tendências temporais (HOOPER et al., 2005; SANTOS et al., 2009).

O que existe de mais natural no clima é a mudança climática, que segundo a Organização Mundial de Meteorologia (OMM, 1966), abrange todas as formas de inconstância climática, independente de sua natureza estatística, escala temporal ou causas físicas. Trata-se, portanto, das alterações nos elementos do clima que persistam por mais do que 30 anos.

Por variabilidade climática, entende-se a maneira pela qual os elementos do clima variam no interior de determinado período de registro, expressos através do desvio padrão ou coeficiente de variação (OMM, 1966). Há, portanto, alguns fenômenos da natureza que são cíclicos e interferem diretamente na manifestação dos elementos do clima em determinados períodos.

A variabilidade dos atributos climáticos resulta de causas naturais das interações entre a atmosfera e a superfície, em diferentes escalas de tempo ou espaço. A ciclicidade do clima, assim como as alterações climáticas podem influenciar sobre as atividades humanas, nos setores socioeconômicos e causar impactos ao meio ambiente, o que desperta o interesse da sociedade sobre o estudo do clima e especialmente dos eventos climáticos extremos de precipitação (IPCC, 2007).

Os eventos extremos, seja de temperatura ou de precipitação, são aqueles que apresentam valores de desvios superiores ou inferiores às características comuns de uma região. A OMM criou a Equipe de Especialista em Detecção, Monitoramento e Índices de Mudanças Climáticas (ETCCDMI), que elaborou 27 índices de detecção de mudanças climáticas que são utilizados para estudos de extremos climáticos de temperatura e precipitação. Destes 27 índices, 16 são decorrentes da temperatura do ar e os outros 11 da precipitação pluvial (ZHANG; YANG, 2004).

ISBN: 978-85-7282-778-2

Alguns exemplos de fenômenos cíclicos podem ser lembrados, tais como: as manchas solares, o El Niño/Oscilação sul (ENOS), a Oscilação do Atlântico Norte, Oscilação Decadal do Pacífico (ODP), os ciclos lunares e as atividades vulcânicas.

Os fenômenos de El Niño e La Niña interferem nos padrões climáticos em regiões tropicais e de latitudes médias. São cíclicos e ocorrem no oceano Pacífico tropical/extratropical e provocam o aquecimento (El Niño) e o resfriamento anormal (La Niña) de suas águas. O aquecimento ou o resfriamento anormal das águas do Pacífico mudam o sistema de pressão atmosférica (Célula de Walker), alterando o volume e a distribuição da precipitação em vários pontos da superfície do planeta. A associação entre o fenômeno que ocorre no oceano (aquecimento ou resfriamento) e as modificações na pressão atmosférica é conhecida como ENOS (El Niño – oscilação sul), conforme mostraram Mendonça e Danni-Oliveira (2007).

A ciclicidade do El Niño com magnitudes diferentes ocorre de dois a sete anos, com duração entre 12 e 18 meses. Normalmente se inicia no começo do ano, atinge o máximo em dezembro e desaparece na metade do ano seguinte. Este fenômeno é um dos que mais interfere na variabilidade do clima na escala planetária (HALES et al., 1999; AMBRIZZI, 2003).

Devido a importância da compreensão das alterações climáticas, diversos autores realizaram estudos relacionados a este tema. Santos et al. (2009) analisou as tendências na precipitação total e eventos extremos de precipitação sobre o Estado do Ceará; Santos e Brito (2007), correlacionaram os índices de extremos climáticos dependentes da precipitação pluvial com as anomalias de temperatura da superfície do mar (TSM), para os estados do Rio Grande do Norte e Paraíba. Santos et al. (2012), analisaram as tendências dos índices de extremos climáticos, dependentes da precipitação pluvial diária afim de relacionar as anomalias TSM nos oceanos Pacífico e Atlântico, para a cidade de Manaus-AM. Santos et al. (2014), analisou as tendências climáticas relacionadas à precipitação pluviométrica e seus impactos na bacia do rio Una, no estado de Pernambuco. Araújo et al. (2014),

correlacionaram os índices de extremos climáticos dependentes de temperatura com as anomalias de TSM e teleconexões dos oceanos Atlântico e Pacífico.

Diante do exposto, o objetivo desta pesquisa foi analisar estatisticamente as tendências e ocorrências de eventos extremos de precipitação utilizando os índices de extremos climáticos dependentes da precipitação pluvial diária e verificar se há relação com o fenômeno ENOS, para a região do oeste do estado de São Paulo, Brasil.

2. Materiais e métodos

2.1. Área de estudo

O oeste paulista é representado pela região administrativa de Presidente Prudente. Este município encontra-se próximo as coordenadas 22º07’ de latitude sul e 51º23’ de longitude oeste com altitude média de 475 metros (Figura 1). Está a aproximadamente 560 km distante de São Paulo (capital) e possui população estimada, para o ano de 2017, de 225.271 habitantes, enquanto toda a região administrativa atingiu um total de 909.894 habitantes em 2016 (IBGE, 2017).

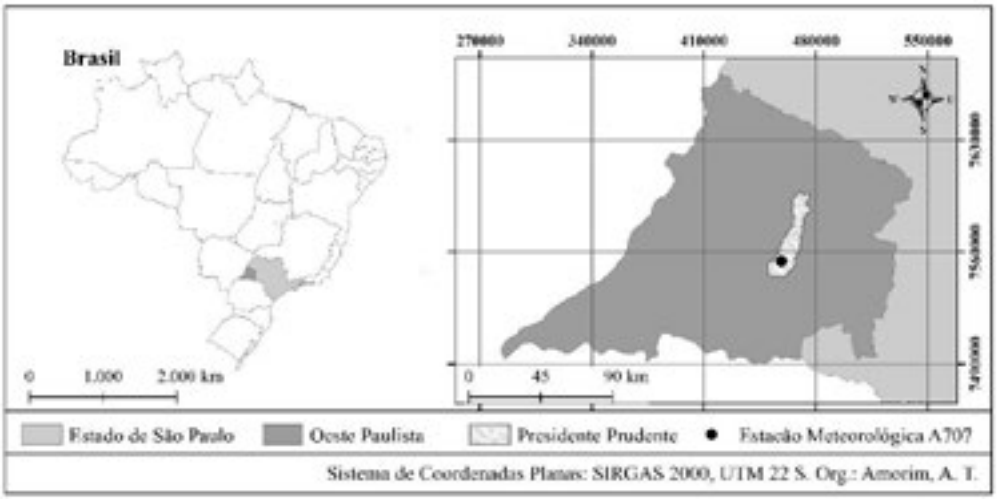


Figura 1 - Localização da área de estudo

Esta região encontra-se em área de transição climática entre os sistemas tropicais e extratropicais e com variabilidade interanual acentuada (MONTEIRO, 1973; BOIN, 2000;

SANT'ANNA NETO; TOMMASELLI, 2009). O tipo climático predominante, de acordo com a classificação climática de Köppen é AW (clima tropical úmido seco - estação seca de inverno) (DUBREUIL et al., 2017).

As principais atividades econômicas da região estão relacionadas principalmente à agricultura e à agroindústria (SIGRH, 2018). Para esses setores, o conhecimento dos padrões climáticos e estudos sobre os eventos extremos climáticos são essenciais, pois as perdas agrícolas podem estar associadas à fenômenos de extremos climáticos, que afetam principalmente a renda e o bem-estar das populações (ARAÚJO et al., 2013).

2.2. Dados e índices climáticos dependentes da precipitação pluvial diária

Os dados de precipitação pluvial diária (de janeiro de 1986 a dezembro de 2016) foram adquiridos a partir do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, da estação A707 localizada no município de Presidente Prudente, nas coordenadas 22º07' de latitude sul e 51º24' de longitude oeste a uma altitude de 435,55 metros.

Os índices climáticos dependentes da precipitação pluvial diária utilizados na presente pesquisa foram adquiridos conforme determinado pela Equipe de Especialista em Detecção, Monitoramento e Índices de Mudanças Climáticas (ETCCDMI) para estudos de extremos climáticos (Quadro 1).

Estes índices foram obtidos utilizando-se o software R, versão 3.4.3 (R Core Team, 2017), pacote "climdex.pcic" (David Bronaugh for the Pacific Climate Impacts Consortium, 2015). Estes índices foram tratados estatisticamente e analisados quanto às suas tendências, para aferir se há alteração significativa da série temporal no período de análise.

É normal que séries climáticas, assim como as que foram utilizadas neste estudo, não demonstrem tendências lineares (CLARK; HOSKING, 1986), determinando o uso do método de análise não paramétrico de Mann-Kendall, sugerido por Mann (1945), que tem sido largamente utilizado com séries temporais ambientais não-lineares (HIPEL; MCLEOD, 2005). Este é um teste para a tendência monotônica em uma série temporal com base na

ISBN: 978-85-7282-778-2

correlação de classificação Kendall, já que a série é serialmente independente. Para esta análise foi utilizado o pacote "kendall" (MCLEOD, 2011), por meio do software R (R Core Team, 2017).

Quadro 1 - Índices climáticos dependentes da precipitação pluvial diária

Índice	Nome do Indicador	Definição	Unidade
PRCPTOT	Precipitação total anual nos dias úmidos	Soma anual da precipitação nos dias úmidos (RR ≥ 1mm)	mm
SDII	Índice simples de intensidade diária	Média anual da precipitação nos dias úmidos (quando RR ≥ 1mm)	mm
DCS	Dias consecutivos secos	Número máximo de dias consecutivos com RR < 1mm	dias
DCU	Dias consecutivos úmidos	Número máximo de dias consecutivos com RR ≥ 1mm	dias
Rx1day	Quantidade máxima de precipitação em 1 dia	Precipitação máxima anual em um dia	mm
Rx5day	Quantidade máxima de precipitação em 5 dias	Precipitação máxima anual em cinco dias consecutivos	mm
R10	Precipitação de um dia superior a 10mm	Número de dias em um ano com precipitação ≥ 10mm	dias
R20	Precipitação de um dia superior a 20mm	Número de dias em um ano com precipitação ≥ 20mm	dias
R95p	Dias muito úmidos	Precipitação total anual nos dias em que RR > 95 percentil da RR no período base	mm
R99p	Dias extremamente úmidos	Precipitação total anual nos dias em que RR > 99 percentil da RR no período base	mm

RR: Precipitação diária.
Fonte: WMO, 2009.

Para a análise dos valores extremos de cada índice climático, foi utilizado o método da distância interquartílica (DIQ) (NAVIDI, 2012), que permite a identificação da existência de possíveis valores atípicos, também chamados de *outliers*, no conjunto de dados. Para apresentar o conjunto de dados, foram elaborados gráficos de *boxplot*, que apresentam os três quartis, além dos valores atípicos e dos limites inferior e superior do conjunto de dados.

A Equação 1 apresenta o cálculo da distância interquartílica, enquanto a Equação 2 permite a identificação de *outliers*.

$$DIQ = Q_3 - Q_1 \quad [1]$$

$$outlier \leq Q_1 - 1{,}5 * DIQ \text{ ou } outlier \geq Q_3 + 1{,}5 * DIQ \quad [2]$$

Onde: Q_1: primeiro quartil; e Q_3: terceiro quartil.

3. Resultados e discussões

As variações obtidas nos índices segundo o teste de Mann-Kendall são apresentadas na Tabela 1, com destaque para os índices que apresentaram tendência para um nível de significância de 10%.

Tabela 1 - Resultado do teste de tendência para os índices climáticos dependentes da precipitação pluvial diária

Índice	Tau	p-valor
PRCPTOT	-0,0065	0,9729*
SDII	-0,0108	0,9458
DCS	0,0906	0,4857
DCU	-0,1237	0,3600
Rx1day	-0,1312	0,3078

Índice	Tau	p-valor
Rx5day	-0,0108	0,9458
R10	-0,0066	0,9728*
R20	0,0489	0,7195
R95p	-0,0065	0,9729*
R99p	-0,2205	0,1144

* possuem significância estatística.

Os índices que representaram a precipitação total anual nos dias úmidos (PRCPTOT), o número de dias em um ano com precipitação superior a 10 mm (R10) e a precipitação total anual nos dias em que a precipitação diária foi superior a 95 percentil (R95p), apresentaram tendências significativas de alteração da precipitação, para um nível de significância de 10%, no período de análise.

Para a detecção dos valores extremos e atípicos (positivos e negativos) da série temporal dos índices, foram observados os *outliers* do *boxplot*, ou seja, todos os valores que se encontraram além dos limites inferior e superior.

Dos três índices que apresentaram tendência significativa de alteração, dois deles (PRCPTOT e R10) apresentaram *outliers* em seus gráficos *boxplot*. Em relação à precipitação total anual nos dias úmidos (PRCPTOT), foram encontrados *outliers* acima do limite superior nos anos de 1989 (1791,8mm) e de 2015 (1839,8mm) e abaixo do limite inferior em 2010 (744,8mm). Quanto aos dias consecutivos secos (DCS), encontraram-se *outliers* acima do limite superior em 1988 (81 dias) e em 2010 (104 dias) e quanto aos dias consecutivos úmidos (DCU), também com dois *outliers* acima do limite superior, sendo estes em 1990 (16 dias) e 1997 (14 dias). O índice referente ao número de dias em um ano com precipitação acima de 10mm (R10) apresentou *outlier* superior em 1989 (56 dias) e inferior em 2010 (22 dias),

ISBN: 978-85-7282-778-2

enquanto o índice referente ao número de dias em um ano com precipitação acima de 20mm (R20), apresentou *outlier* superior em 1989 (36 dias) e em 2015 (32 dias) e, *outlier* inferior em 2009 (10 dias) e em 2010 (11 dias).

A Figura 2 apresenta o *boxplot* dos índices climáticos dependentes da precipitação pluvial diária e a Tabela 2 mostra o resumo destes resultados referentes a cada índice.

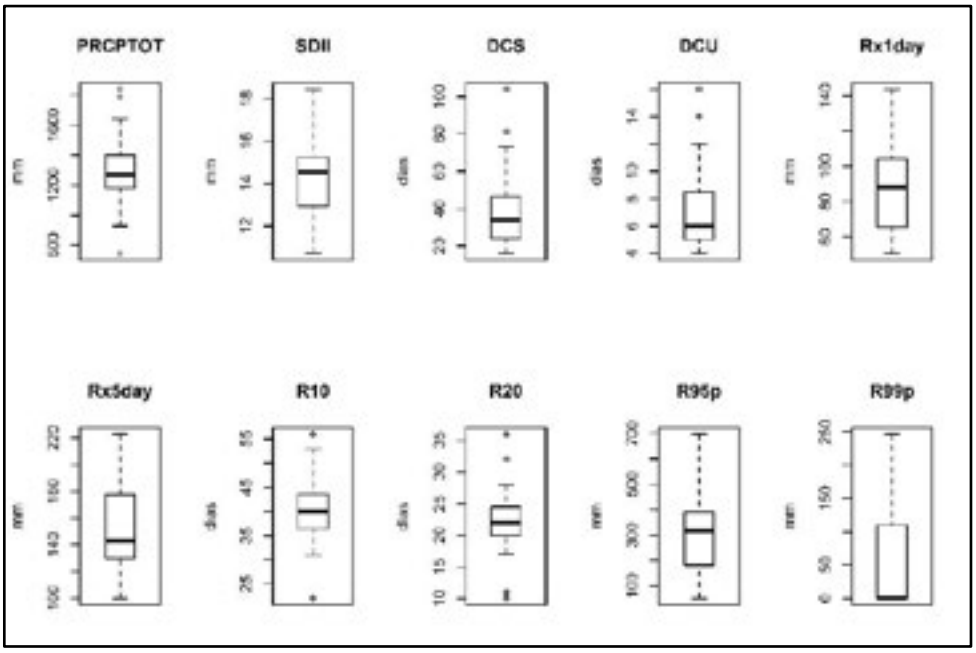


Figura 2 - Boxplot dos índices climáticos dependentes da precipitação pluvial diária

Tabela 2 - Resumo dos quartis do *Boxplot* dos índices climáticos dependentes da precipitação pluvial diária

Índice / Quartil	PRCPTOT	SDII	DCS	DCU	Rx1day	Rx5day	R10	R20	R95p	R99p
Limite Inferior	927,40	10,71	16	4	50,60	99,80	31	17	50,60	0
1Q	1184,05	12,94	24	5	65,45	129,75	36,50	20	180,10	0
2Q (mediana)	1270,60	14,54	34	6	88,20	143	40	22	317,50	0
3Q	1399,15	15,27	46,50	8,50	104,30	177,55	43,50	24,50	391,30	109,90
Limite Superior	1641,70	18,45	73	12	143,70	223	53	28,00	697,80	246,50
Outlier	*	-	*	*	-	-	*	*	-	-

* Possuem *outlier*; - Não possuem *outlier*.

ISBN: 978-85-7282-778-2

A partir da análise destes resultados, foram identificados os anos que apresentaram eventos extremos de muita precipitação em 1989, 1990, 1997 e 2015 e os anos que exibiram eventos extremos de pouca precipitação em 1988, 2009 e 2010. Como valores atípicos inspiram uma maior investigação, procurou-se relacionar estes valores aos eventos extremos referentes ao El Niño e La Niña, cujas últimas ocorrências e intensidade apresentam-se na Tabela 3.

Tabela 3 - Últimas ocorrências dos eventos extremos de *El Niño* e *La Niña*

Ocorrência de *El Niño*	Intensidade
1982 – 1983	**Forte**
1986 – 1988	Moderado
1990 – 1993	**Forte**
1994 – 1995	Moderado
1997 – 1998	**Forte**
2002 – 2003	Moderado
2004 – 2005	Fraco
2006 – 2007	Fraco
2009 – 2010	Moderado
2014 – 2015	Fraco
2015 – 2016	**Forte**

Ocorrência de *La Niña*	Intensidade
1983 – 1984	Fraco
1984 – 1985	Fraco
1988 – 1989	**Forte**
1995 – 1996	Fraco
1998 – 2001	Moderado
2005 – 2006	Fraco
2007 – 2008	**Forte**
2008 – 2009	Fraco
2010 – 2011	**Forte**
2011 – 2012	Moderado
2016 – 2017	Fraco

Fonte: CPTEC/INPE, 2017; ONI, 2017.

Observa-se que os anos com eventos extremos encontrados nos dados de precipitação da região, relacionam-se parcialmente com os eventos anômalos (El Niño e La Niña) apresentados na Tabela 3. Os anos 1990, 1997 e 2015, que apresentaram dados de eventos extremos de muita precipitação, têm relação com os eventos de forte intensidade do El Niño, assim como os anos de 1988 e 2010 que apresentaram dados de eventos extremos de pouca precipitação coincidindo com o fenômeno La Niña de forte intensidade.

Apenas os anos de 1989 e 2009 não coincidiram os dados atípicos com os eventos anômalos com forte intensidade, sendo que os dados de 1989 já poderiam indicar uma ocorrência forte de El Niño, no próximo ano (1990).

O continente sul-americano é o que possui melhor correlação entre os fenômenos El Niño e La Niña e os eventos extremos de precipitação, sendo a correlação mais forte observada nas regiões nordeste e sul do Brasil (CPTEC/INPE, 2017). Como a região do oeste

paulista encontra-se em uma área de transição climática entre os sistemas tropicais e extratropicais, inserido na região sudeste do Brasil, não há um padrão característico nos eventos extremos de precipitação.

Conforme demonstrou Grimm e Ferraz (1998), a resposta dos eventos de El Niño e La Niña não é tão linear no Sudeste do Brasil quanto no Cone Sul da América do Sul,

> talvez porque no Sudeste ela depende mais do que ocorre sobre o Atlântico, e a resposta no Atlântico não é tão simétrica quanto no Pacífico. A pouca consistência das anomalias no Sudeste se deve justamente ao caráter de transição da Região Sudeste, pois as anomalias podem deslocar-se para norte ou para sul de um evento para outro, podendo com isto alterar o sinal em relação ao evento anterior (p. 3).

4. Considerações finais

A partir dos resultados obtidos é possível tecer algumas considerações a respeito da análise da precipitação pluvial, do período de 1986 a 2016, para a região estudada:

[1] Os índices PRCPTOT, R10 e R95p apresentaram tendência estatisticamente significativa de alteração climática para a região, segundo o método de Mann-Kendall a 90% de significância.

[2] A investigação dos *outliers* permitiu a identificação de eventos extremos positivos de precipitação nos anos de 1989, 1990, 1997 e 2015 e eventos extremos negativos de precipitação em 1988, 2009 e 2010.

[3] Os eventos extremos de precipitação pluvial identificados, relacionam-se parcialmente com o ENOS devido à localização espacial da região, em uma zona de transição climática, entre os sistemas tropicais e extratropicais, não havendo um padrão característico destes eventos.

Trabalhos futuros podem investigar a correlação de índices climáticos dependentes da precipitação pluvial diária com ocorrências de diferentes intensidades de eventos climáticos como El Niño e La Niña. Outra possibilidade é a ampliação desse estudo para

outras localidades, o que poderia ampliar as conclusões a respeito dos eventos climáticos com a identificação de *outliers* dos índices climáticos dependentes da precipitação pluvial diária.

5. Referências Bibliográficas

AMBRIZZI, T. **El Niño/Oscilação Sul e Teleconexões atmosféricas no Hemisfério Austral**. 2003. 201f. Tese (Livre Docência), Instituto Astronômico e Geofísico, USP, São Paulo, Brasil, 2003.

ARAÚJO, F. R. C. D.; SANTOS, C. A. C.; NASCIMENTO, F. C. A. Correlações entre índices extremos de temperatura e índices de grande escala climáticos e oceânicos para a região do baixo rio Colorado. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 36, n. 3, p. 450-458, 2014.

ARAÚJO, P. H. C.; et al. Eventos climáticos extremos: efeitos dos fenômenos El niño e La niña sobre a produtividade agrícola. In: BOUERI, R.; COSTA, M. A (Orgs.). Brasil em desenvolvimento 2013: estado, planejamento e políticas públicas. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Brasília: Ipea, 2013. 384p.

BOIN, M. N. **Chuvas e erosões no oeste paulista: uma análise climatológica aplicada**. 2000. 264f. Tese (Doutorado em Geografia), Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, 2000.

CLARK, W. A. V.; HOSKING, P. L. **Statistical methods for geographers**. New York: John Wiley & Sons, 1986. 528p.

CPTEC - Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos, INPE, 2017. **EL NIÑO E LA NIÑA**. Disponível em: <http://enos.cptec.inpe.br/>. Acesso em 07 de outubro de 2017.

David Bronaugh for the Pacific Climate Impacts Consortium. climdex.pcic: PCIC Implementation of Climdex Routines. R package version 1.1-6, 2015.

DUBREUIL, V.; et al. Les types de climats annuels au Brésil: une application de la classification de Köppen de 1961 à 2015. **EchoGéo** (Paris), v. 1, p. 1-27, 2017.

GRIMM, A. M.; FERRAZ, S. E. T. Sudeste do Brasil: uma região de transição no impacto de eventos extremos da Oscilação Sul. Parte I: El Niño. **Anais** do X Congresso Brasileiro de Meteorologia e VII Congresso da FLISMET. Brasília: Sociedade Brasileira de Meteorologia. 1998.

HALES, S.; et al. El niño and the dynamics of vectorborne disease transmission. **Environ Health Perspect**, v. 107, n.2, p. 99-102, 1999.

HIPEL, K.W.; MCLEOD, A.I. **Time Series Modelling of Water Resources and Environmental Systems**. Electronic reprint of our book originally published in 1994. 2005, 1012p.

HOOPER, D. U.; et al. Effects of biodiversity on ecosystem functioning: A consensus of current knowledge. **Ecological Monographs**, v. 75, n. 1, p. 3-35, 2005.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **População estimada 2017**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/presidente-prudente/panorama>. Acesso em 05 de agosto de 2017.

IPCC. International Panel on Climate Change. **Climate Change**: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2007. 996 p.

MANN, H.B. Nonparametric tests against trend. **Econometrica**, v. 13, n. 3, p. 245-259, 1945.

MCLEOD, A.I. Kendall: Kendall rank correlation and Mann-Kendall trend test. R package version 2.2., 2011.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia**: Noções Básicas e Climas do Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 208p.

MONTEIRO, C. A. F. **A dinâmica climática e as chuvas no Estado de São Paulo**. São Paulo: FAPESP/USP/IGEOG, 1973. 129p.

NAVIDI, W. **Probabilidade e estatística para ciências exatas**. Porto Alegre: AMGH, 2012. 616 p.

OMM. Organização Meteorológica Mundial. **Technic note**, 79. Geneve, 1966.

ONI - Based on Oceanic Niño Index. **El Niño and La Niña Years and Intensities**, Updated October 2017. Disponível em: <http://ggweather.com/enso/oni.htm>. Acesso em 07 de outubro de 2017.

R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2017.

SANT'ANNA NETO, J. L.; TOMMASELLI, J. T. G. **O Tempo e o Clima de Presidente Prudente**. Presidente Prudente: FCT/UNESP, 2009. 72 p.

SANTOS, C. A. C.; BRITO, J. I. B. Análise dos índices de extremos para o semi-árido do Brasil e suas relações com TSM e IVDN. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 22, n. 03, p.303-312, 2007.

SANTOS, C. A. C.; et al. Tendências dos índices de precipitação no Estado do Ceará. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 24, n. 1, p. 39-47, 2009.

SANTOS, C. A. C.; SATYAMURTY, P.; SANTOS, E. M. Tendências de índices de extremos climáticos para a região de Manaus-AM. **ACTA AMAZONICA**, v. 42, n. 3, p. 329-336, 2012.

SANTOS, S. M. S.; ASSIS, J. M.O.; SOUZA, W. M. Tendências de Mudanças Climáticas na Bacia do Rio Una, Pernambuco – Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 07, n. 02, p. 243-257, 2014.

SIGRH – Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo. Portal SigRH. Disponível em: <http://www.sigrh.sp.gov.br/cbhpp/apresentacao>. Acesso em 08 de julho de 2018.

WMO, World Meteorological Organization. **Climate Data and Monitoring:** Guidelines on Analysis of extremes in a changing climate in support of informed decisions for adaptation. Chairperson, Publications Board, 2009. 55 p.

ZHANG, X.; YANG, F. **RClimDex (1.0) User Guide**. Climate Research Branch Environment Canada. Downsview (Ontario, Canada), 2004. 22p.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO 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 TERMO-HIGROMÉTRICA NA TRILHA ABRAÃO-PALMAS EM ILHA GRANDE, ANGRA DOS REIS - RJ

Michele Souza da Silva [(a)], Eloisa da Silva Pereira[(b)] Vivian C. da Costa [(c)], Nadja M.C. da Costa [(d)]

[(a)] PPGEO/IGEOG,Universidade do Estado do Rio de Janeiro, michleal@hotmail.com
[(b)] PPGEO/IGEOG, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, eloisageo@gmail.com
[(c)] PPGEO/IGEOG, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, vivianuerj@gmail.com
[(d)] PPGEO/IGEOG, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, nadjacastilho@gmail.com

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

No Brasil existe uma carência de estudos microclimáticos em trilhas, sendo este um tema de grande importância para a conservação de sua biodiversidade e o seu adequado manejo. Análise das condições térmicas e higrométricas na trilha Abraão-Palmas em Ilha Grande, Angra dos Reis, RJ, teve como base as coletas móveis de temperatura e umidade relativa do ar com o uso do Datalogger termo-higrômetro, na trilha no dia 12/01/2019, no período matutino, além de levantamentos da temperatura e vegetação obtidas através de imagem de satélite Landsat-8 (OLI/TIRS), do dia 13/12/2018, aplicando o indice SAVI. Os resultados das coletas móveis com o termo-higrômetro, mostraram variações na temperatura e umidade relativa, sofrendo influências da vegetação e com a altitude, assim como associação da temperatura de superfície com o indice de vegetação, através do SAVI, mostrou diferenciações no comportamento térmico da superfície.

Palavras-chave: Análise Termo-higrométrica. Trilha.Temperatura de superfície. Vegetação.

1. Introdução

No Brasil existe uma carência de estudos microclimáticos em trilhas, sendo este um tema de grande importância para a conservação de sua biodiversidade e o seu adequado manejo. A pesquisa, busca estabelecer uma análise das condições térmicas e higrométricas presentes na trilha Abraão-Palmas, localizada em Ilha Grande, Município de Angra dos Reis (RJ), interligando a Vila do Abraão a praia de Palmas. O caminho, com mais de 5 km de extensão, é muito utilizado por turistas e a visitação torna-se intensa, sobretudo nos meses do verão o que, de certa forma, vem causando vários impactos ao meio físico-biótico, tais como: compactação do solo, danos a fauna e flora, e o denominado "efeito de borda" no entorno próximo da trilha.

Murcia (1995) destaca que tais efeitos envolvem mudanças nas condições do ambiente nas zonas de borda da vegetação, que ficam mais suscetíveis as variações nas condições microclimáticas, ou seja: a maior exposição dos ventos, altas temperaturas, baixa umidade e alta radiação.

Segundo Silva et.al. (2007) existe, no Brasil, uma carência de estudos microclimáticos em trilhas, e até mesmo em fragmentos florestais, quando pesquisas nessa temática são de grande importância no país, uma vez que a malha de trilhas em unidades de conservação, em áreas de elevada biodiversidade, tem sido cada vez maior. Cabe destacar que a relevância dessa pesquisa se justifica pela ausência de trabalhos relacionados ao tema em Ilha Grande, sendo necessário o aprofundamento de estudos sobre o microclima nas diversas trilhas existentes na região.

2. Material e Métodos

As etapas na elaboração dessa pesquisa consistiram em coletas móveis de dados de temperatura e umidade relativa do ar, em pontos selecionados na trilha, e da utilização das informações meteorológicas da estação localizada no Município de Paraty, nos horários de percurso da trilha. Foram utilizadas imagem de satélite Landsat-8 do dia 13/12/2018, para a avaliação da temperatura de superfície, medida pelo sensor termal do satélite, e aplicação do indice SAVI (Soil Adjusted Vegetation Index ou Índice de Vegetação Ajustado ao solo), que mostra a densidade da vegetação, fazendo a associação entre a temperatura de superfície e a vegetação, uma vez que esta influencia nas condições térmicas e higrométricas.

2.1- Caracterização da área de estudo

A Ilha Grande é distrito do municipio de Angra dos Reis, localizado no Estado do Rio de Janeiro, considerada uma das maiores ilhas do estado, com aproximadamente 193 Km². Dessa área, 72% dos setores terrestres e marinhos são constituidos por unidades de conservação (UCs) de uso sustentável e proteção integral (INEA, 2015). A ilha possui diversas praias, lagoas e rios. O destaque é a Vila do Abraão, a principal porta de entrada de visitantes/turistas, com

maior adensamento de ocupações por moradias, comércios e pousadas, além de ser local de chegada das embarcações que vem dos municipios de Mangaratiba, Angra dos Reis, Paraty, Conceição de Jacareí e Praia de Araçatiba.

A Baía de Ilha Grande possui como característica climática o clima tropical úmido, com temperaturas elevadas e alta pluviosidade principalmente durante o verão, superando, algumas vezes, 2.000 milímetros anuais. A alta pluviosidade e a frequência das chuvas podem ser explicadas pela região está posicionada em um cinturão tropical,e pela proximidade com o mar, propiciando condições intensas de radiação solar e alta umidade, com a presença de núcleos de condensação (INEA, 2015).

A geomorfologia da ilha tem como predomínio, relevo escarpado e morros elevados, além de rampa de colúvio/depósito de Talus, planícies costeiras e flúvio-marinhas.

A trilha Abraão-Palmas possui extensão de aproximadamente 5,45km (dados foram fornecidos pelo aplicativo Wikiloc, utilizado no smartphone, que realizou a gravação do trajeto e a marcação do pontos – nas figuras 1a e 1b). Observa-se, no perfil topográfico fornecido pelo mesmo aplicativo, uma variação de 50 a 245 metros de altitude.

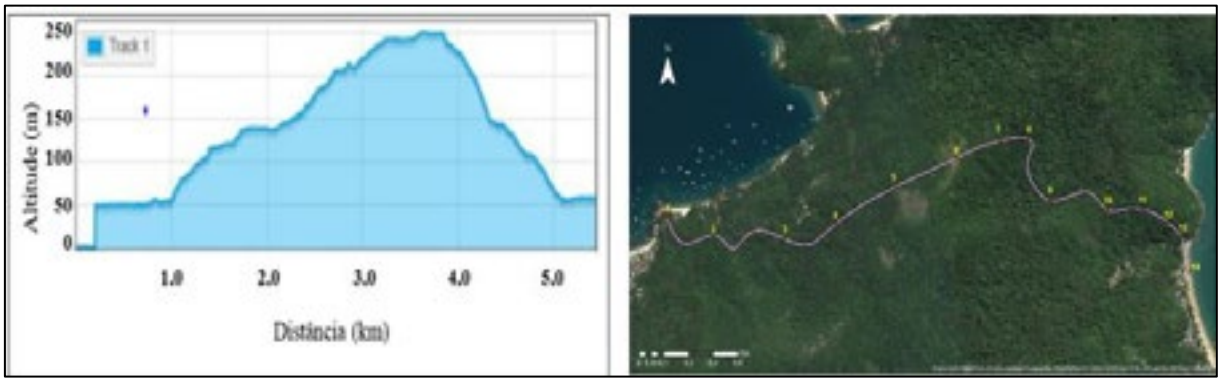


Figura 1- Trilha Abraão- Palmas, (a) Perfil topográfico da trilha e (b) pontos da trilha.

A entrada da trilha é na praia de Abraão, área com urbanização crescente. Neste ponto tem-se coleta de lixo, restaurante e residências (Figura 2a) A vegetação é densa em toda sua extensão e somente no ponto mais alto é possível avistar o mar (Figura 2b).

Figura 2-Fotos da trilha Abraão-Palmas (a) Entrada da trilha; (b) Ponto para mirante. Fotos: PEREIRA,2019.

O solo visivelmente compactado, a declividade acentuada e os vários obstáculos (troncos e blocos rolados), elevam o grau de dificuldade para os frequentadores da trilha.

2.2– Obtenção de tratamento dos dados

O trabalho de campo ao longo da trilha foi realizado no dia 12/01/2019, no percurso Abraão-Palmas, no horário compreendido entre 10h31min a 12h38min. Contou com a utilização do aplicativo Wikiloc, para gravar a trilha, marcar os pontos e possibilitando o levantamento do perfil topográfico. Posteriormente, os dados da trilha foram exportados e descarregados no computador, para transformação do arquivo em formato *kml e *shp, que puderam ser processados no softwares Google Earth Pro e ArcGis 10.3 (Licença LAGEPRO/UERJ).

Para as coletas móveis de temperatura e umidade relativa do ar foi utilizado o Datalogger termo-higrômetro, modelo HT-70 do fabricante Instrutherm, o mesmo possui o certificado de calibração nº90123/18. O instrumento foi acondicionado em um abrigo feito de tubo de PVC, preso a uma haste de madeira, para mininizar as interferências de incidência direta de radiação

solar, ao mesmo tempo facilitando o manuseio durante a trilha, evitando o contato direto do corpo do observador com o instrumento. O datalogger foi programado para fazer os registros dos dados a cada 1 minuto.

Foram selecionados pontos representativos, 14 no total, ao longo da trilha para posteriomente realizar a análise termo-higrométrica.

Na análise da vegetação, em conjunto com dados de temperatura de superfície, foi obtida inicialmente uma imagem de satélite em boa qualidade e mais próxima da data das coletas móveis na trilha, assim adquiriu-se uma imagem do satélite Landsat-8 (OLI/TIRS), do dia 13/12/2018, fazendo o posterior recorte de Ilha Grande no ArcGis 10.3. Para a vegetação foi aplicado o indice SAVI nas bandas 4 e 5, e na temperatura de superfície a banda 10, sendo necessário também utilizar as bandas 4 e 5, a partir de equações efetuadas na calculadora raster do software.

O indice SAVI elaborado por Huete (1988), é calculado utilizando como base a equação do NDVI (Normalized Difference Vegetation Index ou Índice de Vegetação da Diferença Normalizada), com a inclusão do fator L, que apresenta variação de 0 a 1, de acordo com as condições da densidade da vegetação na área analisada. Assim: o 1 é aplicado em áreas com baixa densidade de vegetação; 0,5 para uma quantidade intermediária; e 0,25 para área com grande quantidade de vegetação. Quando o fator L é igual 0, o índice SAVI fica idêntico ao NDVI. O fator utilizado foi o 0,25 considerando que a região possui uma maior densidade de vegetação. O resultado final do indice SAVI mostra uma variação entre -1 e +1 , ou seja, dados abaixo de -1 representa áreas com baixa densidade de vegetação, já as que se aproximam ou são maiores que +1 estão relacionadas a alta densidade de vegetação. Abaixo temos a equação do SAVI:

$$SAVI=(NIR – RED) / (NIR + RED+L) * (1+L) \quad (1)$$

A temperatura de superfície foi obtida seguindo os seguintes parâmetros e equações, conforme já desenvolvido em outras pesquisas como de Lucena (2012) e Anadababu et.al. (2018).

a) Cáculo a radiância espectral: RE= ML * Qcal + AL (2)

b) Conversão da radiância espectral para a temperatura de brilho: (K2 / ln (K1/RE) +1)) – 273.15 (3)

c) Cálculo do NDVI: (pIVP – pV) / (pIVP +pV)

d)Proporção da vegetação:NDVI – NDVImin / NDVImax-NDVImin (4)

e) Emissividade: ε= 0.004*Pv+0.97 (5)

Finalizada essas etapas foi realizado o cálculo da temperatura superficial através da equação: (TB / (1 + (0.00115 * TB / 1.4388) * Ln(ε))) (6)

A temperatura de superfície e o SAVI foram organizados em 5 classes, pelo método natural break (Jenks), optando por cores que pudessem representar melhor a visualização dessas classes.

3. Resultados e Discussões

3.1- Análise das coletas móveis na trilha

As condições sinóticas no período matutino do dia 12/01/2019, de acordo com a análise fornecida pelo CPTEC/INPE, no horário 06Z, mostraram a presença de um sistema frontal atuando no Oceano Atlântico, próximo ao litoral de Santa Catarina até um centro baixa pressão no valor de 1004hPa. A Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) apresenta núcleo 1020hPa, em torno de 30ºS/30ºW, inibindo assim a formação de nuvens de chuva.

De fato, observou-se no dia do campo ausência de chuva e poucas nuvens. Na estação meteorológica localizada em Paraty, as temperaturas e umidade relativa do ar, no referido periodo horário, registraram: 25,5ºC e 81% (10 horas); 29,8ºC e 69% (11 horas); 30,6ºC e 67% (12 horas).

Na trilha a média de temperatura e umidade relativa do ar dos 14 pontos, ficaram em torno de 27,3ºC e 78%, respectivamente. As maiores temperaturas ocorreram no começo da trilha, no ponto 1, com 31,6ºC e a umidade ficou em torno de 67,3%. A medida que fomos adentrando a trilha as temperaturas sofreram uma redução para 28ºC, chegando a 27,8º no ponto 5 e a umidade aumentou para 83,1%. Assim que inciou a descida e a proximidade com a praia

de Palmas, as temperaturas sofreram um aumento, chegando a 30,5ºC e 31ºC no fim da trilha. Os dados nos pontos podem ser observados na figura 3.

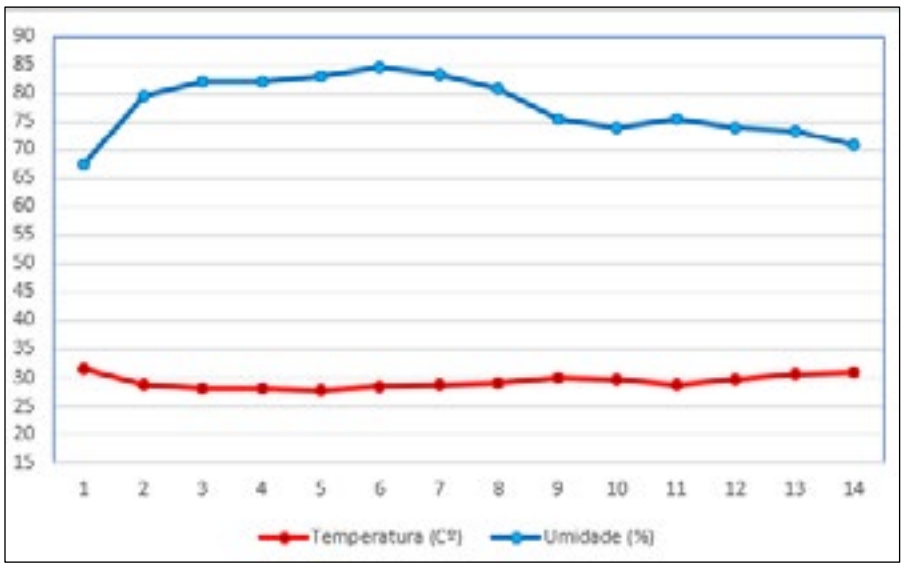


Figura 3 – Dados de temperatura e umidade relativa nos pontos da trilha Abraão-Palmas.

Os resultados ratificam a afirmativa que a altitude influencia na temperatura, assim como a vegetação, conforme foi verificado por Soldera et.al. (2014). A umidade relativa do ar também tem como resposta o seu aumento no interior da trilha, na parte densamente vegetada.

3.2- Análise dos dados de temperatura de superfície e SAVI.

Os indices de vegetação foram espacializados através do SAVI e podem ser observados na figura 4. Percebe-se que a vegetação densa se faz presente na maior parte da trilha, com espécies arbóreas, principalmente nas cotas mais altas, acima 100 metros. Nota-se a presença de vegetação arbustiva no topo, além de afloramento rochoso, e solo exposto. Nas áreas próximas a cota 50 metros, observa-se a redução do indice SAVI, devido a urbanização, principalmente na Vila do Abraão. A variação do SAVI ficou em torno de -0,274 e 0,578 em áreas menos vegetadas, e de 1,14 a 1,22 nas mais vegetadas. Nota-se no interior da trilha de Abraão – Palmas, índice variando de 0,842 a 1,13 representado nas cores amarela e verde claro,

que são os pontos com solo exposto, afloramentos rochosos e vegetação mais rasteira. Próximo ao fim da trilha, também notam-se essas manchas, que são também devido a algumas construções como quiosques, moradias e áreas de camping.

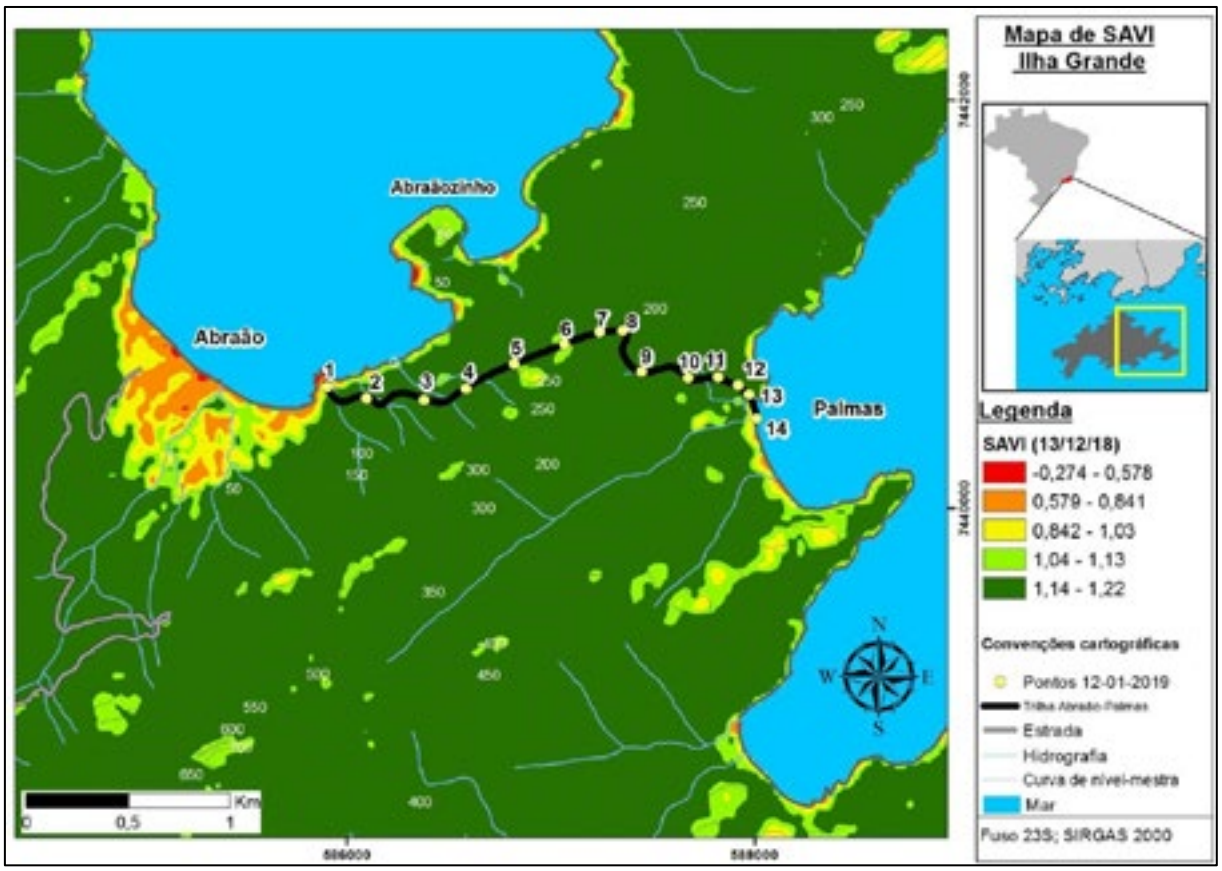


Figura 4 – Mapa de SAVI. Fonte: imagem Landsat-8; Base cartográfica:CPRM

A temperatura de superfície mostrou uma variação entre a minima de 24,1ºC e a máxima de 35,4ºC. No inicio da trilha percebe-se temperaturas entre 24,1ºC e 27ºC . Ao longo da extensão da trilha as temperaturas ficaram entre 24,1º a 28,6ºC, em alguns pontos chegaram a 30,4ºC (Figura 5). Tais temperaturas mais elevadas podem ocorrer por fatores como maior insolação da vertente, efeito de borda, e até mesmo impactos na trilha, que é muito utilizada,

principalmente na alta temporada que vai de dezembro a março. Cabe destacar que a temperatura superficial torna-se mais elevada em pontos de solo exposto e afloramento rochoso.

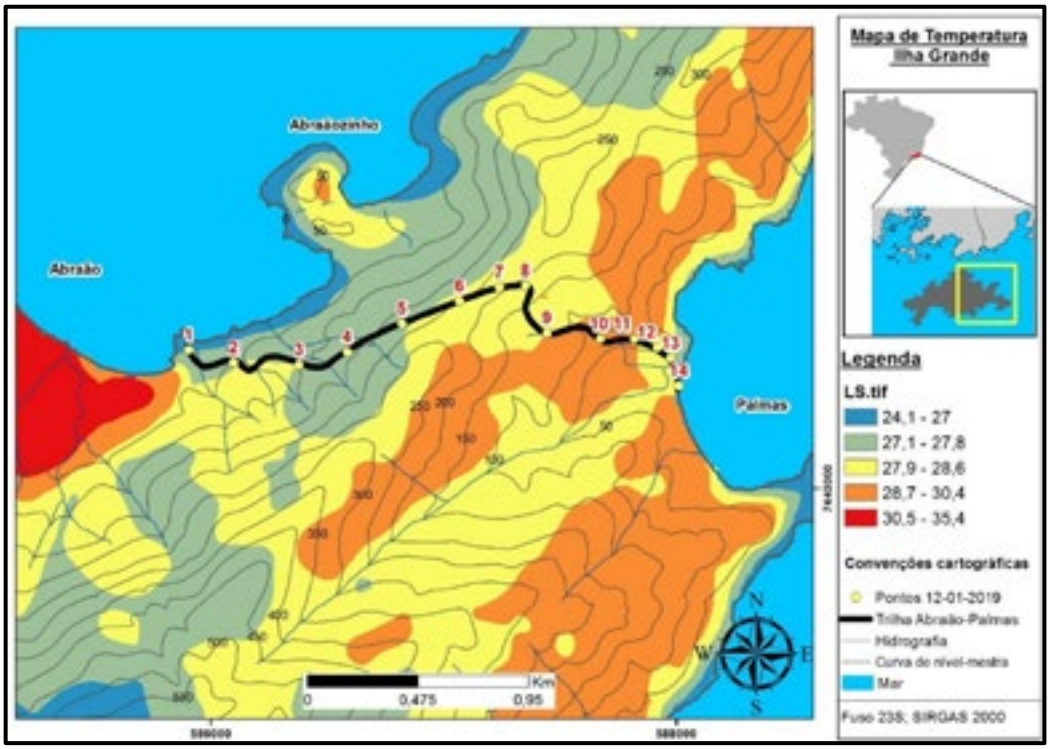


Figura 5- Mapa de Temperatura de Superfície. Fonte: Imagem Landsat-8; Base cartográfica:CPRM

O desconforto térmico-higrométrico entre pontos 5 e 8, dificulta a caminhada, pois o frequentador da trilha sente-se dentro de uma "estufa", com a vegetação densa e os morros que impede a penetração dos ventos do mar. Somado a isto a acentuada declividade, aumenta o cansaço, conforme pode ser observado na figura 6. Nesse trecho notamos que muitos visitantes desistem de seguir a trilha. Segundo Rodrigues (2011) o conforto térmico interfere no grau de irritação e desagrado do indivíduo, pois influencia diretamente na sua capacidade para desempenhar uma atividade.

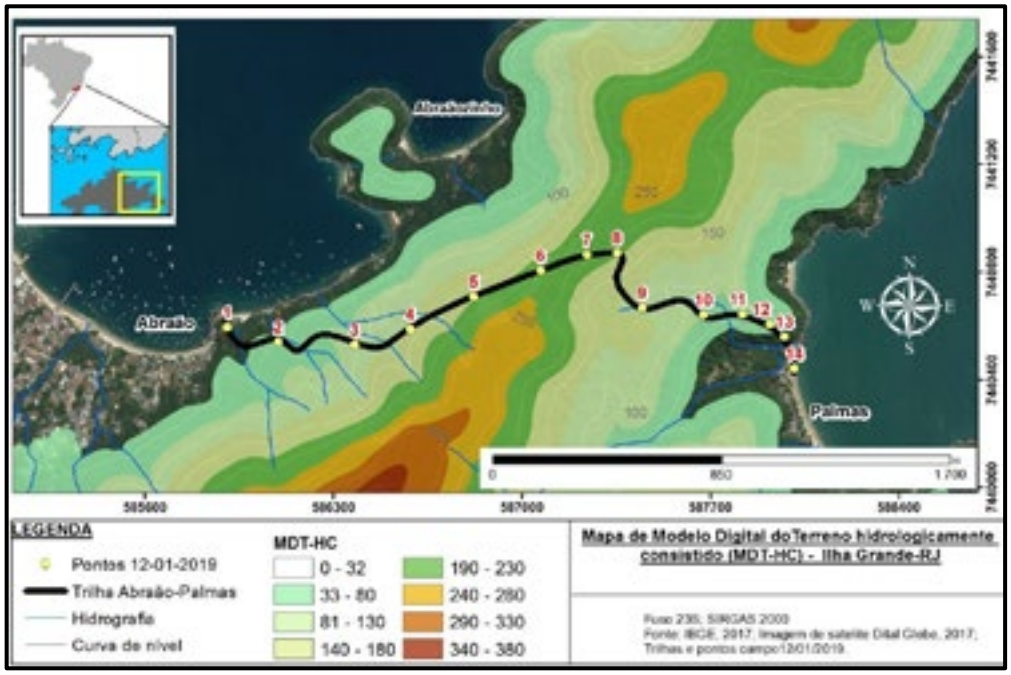


Figura 6- Mapa do Modelo Digital do Terreno hidrologicamente Consistente. Fonte:IBGE,2017; imagem de satélite Digital Globe, 2017.

5. Considerações Finais

Considerando os resultados obtidos na pesquisa é possível demonstrar a importância de estudos microclimáticos em trilhas para o seu correto manejo, visando mitigar os impactos ambientais e a melhoria da qualidade da visitação. A Ilha Grande possui uma considerável biodiversidade que vem sendo ameaçada pelo aumento das ocupações e a ausência de controle de visitantes em trilhas. Além disso, as altas temperaturas do verão e a umidade do ar dentro da trilha aumentam o grau de dificuldade, principalmente entre os pontos 5 e 8.

Em relação aos dados obtidos em campo a umidade apresenta uma amplitude higrométrica maior no trecho incial da trilha. Vale ressaltar que nos pontos de maior altitude esses valores tendem aumentar ainda mais. Na vertente para praia de Palmas a trilha recebe maior incidência da radiação solar, por isso tem as maiores temperaturas, porém a umidade tende a cair, tornando esse trecho mais agradável à caminhada.

Contudo destacamos a necessidade de mais estudos e ampliação das análises nos dias de coleta dos dados móveis, inclusive realizando essa verificação considerando as estações do ano e horários diferenciados, para que possa traçar um perfil microclimático das trilhas e até mesmo estender os estudos para as demais trilhas existentes na Ilha Grande.

6. Referências Bibliográfica

ANANDABABU, D.; PURUSHOTHAMAN, B.m.; BABU, S. Suresh. Estimation of Land Surface Temperature using LANDSAT 8 Data. **International Journal Of Advance Research, Ideas And Innovations In Technology**,v. 4, n. 2, p.177-186, 2018.

FROTA, A.B.; SCHIFFER, S.R. **Manual de conforto térmico**. 5. ed. São Paulo: Studio Nobel, p. 243, 2001.

HUETE, A. R. Adjusting vegetation indices for soil influences. **International Agrophysics**, vol.4, no. 4, 1988, pp.367-376.

INEA. **Diagnóstico do setor costeiro da Baía de Ilha Grande:** Subsídios à elaboração do zoneamento ecológico econômico costeiro. Rio de Janeiro: Inea, 2015. 242 p.

LUCENA, A. J. **A Ilha de calor na Região Metropolitana do Rio de Janeiro**.2012. 357p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) -Programa de Pós-Graduação Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2012.

MURCIA, C. Edge effects in fragmented forests: implications for conservations. **Tree**, v. 10, n. 2, p.58-62, fev. 1995.

RODRIGUES, T.F.M. **Parâmetros climáticos que condicionam o desempenho higrotérmico dos edifícios – avaliação do microclima da FEUP**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal, p. 135, 2011.

SILVA, C. H. et al. Análise do microclima, em uma trilha, na zona rural de Galdinópolis, Nova Friburgo, RJ. In: **SIMPÓSIO GEOMORFOLOGIA**, 1., 2007, Viçosa. Anais... . Viçosa: UFV, 2007. p. 1 - 11.

SOLDERA, C. et al. Microclima e conforto térmico na trilha do Capão do Tigre - espaço com atividade de Educação Ambiental. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 10, n. 19, p.2348-2359, 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

ANÁLISES DAS TENDÊNCIAS CLIMÁTICAS DO MUNICÍPIO DE SOURE ENTRE OS ANOS DE 1990 E 2014 / MARAJÓ - PA.

Bárbara Souza Paiva [(1)], Alexandre Carlos Guimarães Sobrinho [(2)], Rosiane de Carvalho Malheiros [(3)]

[(1)]Universidade Federal do Pará, Email: bahpaiva6@gmail.com

[(2)] Universidade Federal do Pará, Email: acgs.ufpa.geo@gmail.com

[(3)] Universidade Federal do Pará, Email: c.rosiane@yahoo.com.br

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

Este trabalho visa compreender as tendências climáticas ocorridas no município de Soure nos anos de 1990 e 2014, além de uma análise dos dados quantitativos e qualitativos do local de estudo, entendendo que essas informações podem subsidiar projetos futuros para atenuar os problemas relacionados ao estudo climatológico naquela localidade; além de analisar as condicionantes geradas em determinado lugar, haja vista que o meio atmosférico e os diferentes aspectos físicos como: vegetação, solo e o próprio regime hídrico são influenciados. Além dos aspectos referentes à intervenção antrópica que também são agentes transformadores condicionantes do clima.

Palavras chave: Tendências Climáticas; Relação Homem e Natureza; Dados Quantitativos e Qualitativos

Título da Seção: Análises das Tendências Climáticas do Município de Soure entre os anos de 1990 E 2014 / Marajó – PA.

1. Introdução

O município de Soure está localizado na ilha do Marajó, originou-se a partir do povoado de Monforte, habitado por índios mundis e maruanazes, da etnia Aruãs. No início do século XVII, o povoado passou a se chamar de Menino Deus. O nome Soure, foi dado pelos

primeiros colonizadores portugueses, oriundos de uma antiga vila de Concilia, do Distrito de Coimbra (BARBOSA et al. 2012).

As condições socioeconômicas da distribuição da população do Marajó apresenta pequeno predomínio da população rural com (56,59%) e de acordo com o IBGE, 2010, enquanto que a média do país é de (16%). Dos dezesseis municípios, apenas três (Breves, Soure e Salvaterra) possuem população urbana superior à rural, a população geral de Soure no sendo de 2010 eram de 22.995 (habitantes), com Extensão Territorial 3.513 (Km²) e a Densidade Demográfica 6,55 (hab/Km²). E apresenta um baixo nível de desenvolvimento econômico comparativamente com outras regiões do país (BARBOSA et al., 2012). Segundo Pará (2006) e o relatório de Estatística Municipal da SEPOF, baseado n os dados do IBGE (2004) apontam que a economia é fundamentada na extração vegetal, agricultura, pecuária, indústrias de beneficiamento (da produção animal e vegetal) e pela produção de artesanato marajoara.

Na perspectiva ambiental destaca-se o clima, e segundo a classificação de Köppen (KÖPPEN e GEIGER, 1928) tipo Am (clima tropical monçônico), e os principais sistemas meteorológicos que influenciam no regime de vento são Células de Hadley e Walker, Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), Linhas de Instabilidade, Jatos de Baixos Níveis, ventos alísios, brisas e as massas de ar que atuam: tropical marítima (mT), formada sobre o Atlântico Tropical, originada na Alta Subtropical (centro de alta pressão) do Atlântico Sul e no Norte, suprida de calor e úmida, associada aos ventos que sopram e a sudeste (no inverno) e de nordeste (verão) sobre a costa leste da região Norte e Nordeste do Brasil; tropical continental (cT), formada sobre o continente, próximo ao centrooeste com ar quente e seco, provoca o "bloqueio atmosférico" que impede o deslocamento de frentes frias para latitudes mais baixas e a formação de nuvens convectivas "responsáveis por chuvas e ventos fortes e turbulentos; equatorial continental (cE), originada na Amazônia central, composta de ar

quente e úmido, constante na região norte provocando instabilidade e convecção" (SEGUNDO, 2009 p. 35).

A circulação dos fluxos de vento das brisas são devido o aquecimento e o resfriamento diferencial que se estabelecem entre a terra e a água. As Linhas de Instabilidade ou Linhas de Convecçã afeta o regime de vento, elas se formam sobre o oceano, próximas ao litoral, devido à brisa e se propagar para o continente, ocorrem associadas à ZCIT. O aumento pode ocorrer por pulsos devido à intensificação dos alísios; frentes que se aproximam do equador favorecem sua formação; "sua propagação depende da presença de forte cisalhamento vertical entre alísios e jatos de baixos níveis, formam um duto no qual as linhas se propagam como ondas de gravidade. Os Jatos de Baixos Níveis (JBN)" têm a formação associada à circulação de brisa marítima ao longo da costa atlântica da Amazônia. (SEGUNDO, 2009 p. 39)

O clima é o fator determinante para o tipo de vegetação que se dá região, e segundo o relatório de Estatística Municipal, SEPOF (PARÁ, 2006), com base nos dados do IBGE (2004), na microrregião do Arari predominam as vegetações Floresta Densa de Terra Firme, Campos Cerrados, Campos Altos e Campos Baixos. As margens dos cursos d'água destaca-se a Floresta Aberta Mista, nas várzeas sujeitas a inundações das marés e o Manguezal. (SEGUNDO, 2009)

O clima de qualquer é a síntese de todos os elementos climáticos em uma combinação de certa forma singular, determinada pela interação dos controles e dos processos climáticos. Sendo assim, este trabalho consiste em entender as características climáticas de Soure localizado na Mesorregião do Marajó.

2. Materiais e Métodos

A pesquisa foi realizada no site do Instituto Nacional de Meteorologia, e posteriormente coletada informações em uma aba chamada estação convencional. Nesta parte

foi feita a seleção do município de Soure e, por conseguinte selecionado os anos que por primeiro foi o ano de 1990 e depois o ano de 2014, de ambos foram coletadas médias mensais, anuais, respectivamente. Terminando esta parte foram coletadas as informações dos elementos climáticas posteriormente transferidas para uma tabela no Excel. Depois dessas coletas foram gerados gráficos para só depois serem analisados. Além disso, foi feita uma pesquisa em documentação indireta sobre a temática para assim, se obter um suporte dos resultados obtidos, no período estudado.

3. Resultados e discussões

O município de Soure está localizado na latitude 0° 40’ 00’’S e na longitude 48° 33’00’’ W é um dos municípios mais quentes na mesorregião do Marajó, principalmente entre julho a dezembro. Sendo assim, sua precipitação pluviométrica é bastante elevada que configura nos meses que vão de janeiro a junho, fato que é justificado pela intensificação dos efeitos locais associados à presença da zona de convergência intertropical, das brisas e dos sistemas frontais e outro período menos chuvoso nos demais meses do ano, onde predominam as chuvas de caráter convectivo.

Figura 1: Mapa de Localização da Ilha do Marajó, Soure ao leste, fonte IBGE 2016

Os dados médios de temperatura do ar média, máxima e mínima e de precipitação pluviométrica do município de Soure, referentes à série climatológica de 1990 e 2014, determinaram as seguintes condições gerais do clima.

3.1. Características Climáticas de Soure

O clima é tropical na maioria dos meses do ano, existe uma pluviosidade significativa em Soure. Além disso, segundo Köppen a classificação do clima nessa região é Am1 com uma pluviosidade em média de 2793 mm.

- **Quanto à temperatura do ar**

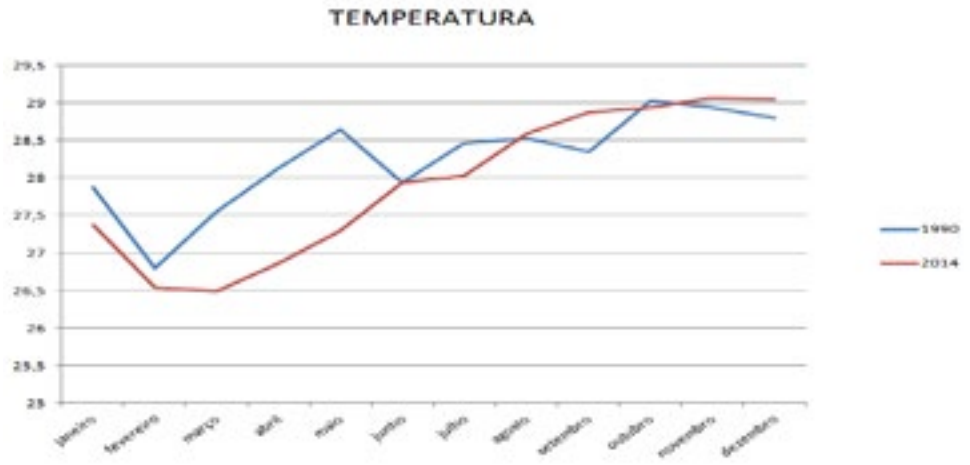


Figura 2 – Temperatura do ar, entre os anos de 1990 e 2014

A distribuição das temperaturas médias do ar (mínima e média) apresenta valores mais elevados na mesorregião do Marajó, no município de Soure. Apresentando certa variabilidade interanual na temperatura do ar, no entanto, a intercalação de alguns períodos de aumento e de declinação. Isto ocorre pelo fato do município localizar-se bem próximo a linha do Equador, proporcionando assim uma maior incidência de radiação solar e consequentemente um maior aumento na temperatura do ar.

Observa-se que a variação média mensal da temperatura do ar apresenta condições térmicas bastante semelhantes, mostrando assim, que o regime térmico no Estado apresenta pequenas variações no decorrer dos meses. Estes índices térmicos mensais resultam do fato de que durante todo o ano as temperaturas se mantêm elevadas, destacando-se os meses de junho a dezembro tanto de 1990 quanto de 2014, em especial outubro e novembro, períodos nos quais as médias das temperaturas do ar, se elevam acima do valor médio, ou seja, são os meses mais quentes do ano, enquanto que, fevereiro e março se constituem no período menos quente, embora nenhum destes meses apresente temperaturas médias mínimas inferiores a 21° C. Nos meses mais quentes do ano, principalmente outubro e novembro foram encontrados valores elevados de temperatura que ficaram em torno de 29,03 °C no mês de outubro do ano

de 1990; e em 28,94 °C no mês de outubro do ano de 2014 que em ambos os casos são identificados certo desconforto térmico nesse período. Além de causar problemas à saúde humana e animal.

- **Umidade**

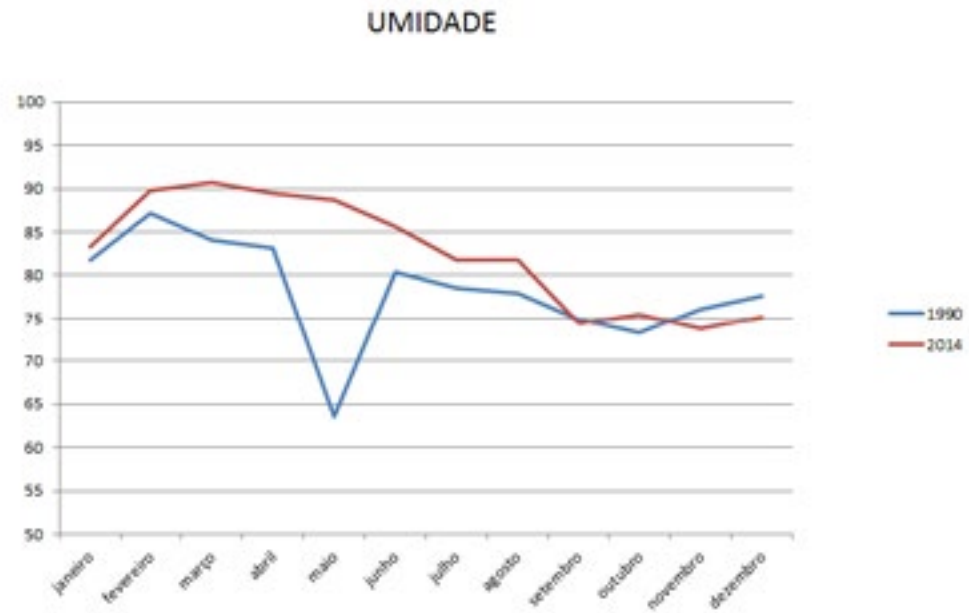


Figura 3 – Umidade entre os anos de 1990 e 2014

Segundo Ayoade (2003) a umidade do ar é o componente atmosférico mais importante na determinação de tempo e clima, sabendo que da massa total da atmosfera, esta, representa 4% do seu volume. Tendo em vista que a umidade é medida pela quantidade de vapor de água no ambiente, vale ressaltar que a variação do vapor de água se dará de lugar para lugar e no transcurso do tempo em determinada localidade, podendo variar de quase 0% nas áreas mais quentes e áridas até no máximo 3% de umidade relativa nas latitudes médias e nos trópicos úmidos 4%.

Como se pode observar no gráfico 3 um dos fatores que vai influenciar na umidade do município de Soure seria a alta pluviosidade presente na região no ano de 2014 em comparação com o ano de 1990 que foi identificado uma umidade que varia em torno de 65% à 85 % .

- **Precipitação Pluviométrica**

Na distribuição média anual da precipitação pluviométrica observa-se uma tendência do máximo valor se concentrar no município de Soure com 3.326mm, é o municípios do Estado do Pará mais chuvoso, pois estando localizado na zona tropical, apresenta conteúdo significativo de vapor d'água atmosférico, proveniente da convecção local e da advecção de ar úmido oriundo do Oceano Atlântico Sudoeste, que possibilita a formação de nuvens, que, por conseguinte proporciona uma maior precipitação pluviométrica.

A elevada precipitação pluviométrica que foi registrada no período estudado é consequência da massa equatorial continental que ocorre na região, condicionando movimentos convectivos que são intensificados pela convergência dos ventos alísios de nordeste e sudeste, fazendo com que o Estado seja reconhecido como sujeito a chuvas abundantes.

Com relação aos totais médios anuais, para todo o período, o estudo apresentou tendência de um pequeno aumento da precipitação no Estado do Pará e esta elevação pode ser explicada, pelo aumento das áreas desmatadas, que acarretam mais aquecimento da superfície terrestre e consequentemente, ativa os sistemas convectivos, que influenciados pelos sistemas de meso e grande escala, aumentam a precipitação e também as emissões naturais e emissões antropogênicas, que são fontes de aerossóis que influenciam no processo de formação de nuvens convectivas.

- **Distribuição média mensal da precipitação pluviométrica:**

No gráfico a seguir demostra os meses mais chuvosos de janeiro, fevereiro e março do ano de 1990, são influenciado pela localização do município próximo da linha do equador que, por conseguinte sofrer com grandes quantidades de radiação solar aliado ao processo de evapotranspiração das plantas e a zona de convergência intertropical determinante para a presença de muita umidade na atmosfera, essa umidade condensar formando nuvens carregadas de umidade e precipitem.

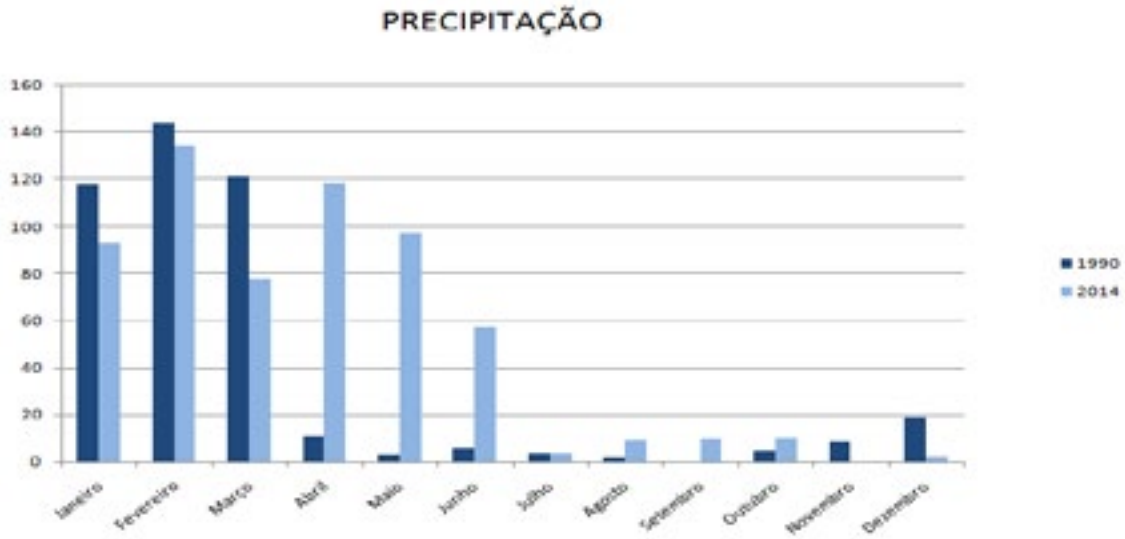


Figura 4 – Média mensal da precipitação pluviométrica, entre os anos de 1990 e 2014

No ano de 2014 nota-se é um declínio no volume de precipitação, neste caso é explicado pelo fenômeno El niño que são as características oceânico- atmosféricas associadas ao aquecimento anormal do oceano pacífico tropical que no gráfico é evidenciado com um decréscimo da precipitação que começa em julho e se estende até dezembro. Neste caso em Soure se observa períodos pouco chuvosos.

O município de Soure é o mais chuvoso do Estado do Pará, apresenta total pluviométrico anual igual ou superior a 3.000 mm e com flutuações da ordem de 121 mm em março de 1990 e 5 mm em outubro de 1990. A precipitação pluviométrica mais elevada no município de Soure é justificada pela intensificação dos efeitos locais associados à ZCIT, as brisas marítimas e os sistemas frontais que são classificados com características de poder causar chuvas intensas além de ventos fortes etc. Na época menos chuvosa, predominam as chuvas de caráter convectivo ou chuvas de verão, pois, Soure tem uma característica de clima quente e úmido o ar mais quente sobe e condensa e isso é devido à diferença de temperatura nas camadas próximas da atmosfera; e são caracterizadas por serem de curta duração, porém de alta intensidade e abrange pequenas áreas.

- **Comportamento médio mensal da insolação.**

Figura 5 – Média mensal da insolação, entre os anos de 1990 e 2014

Neste gráfico notam-se os dados médios de insolação referentes ao período de duração do dia com luz solar ou duração do brilho solar. Neste caso os meses que apresentam uma maior elevação da insolação são os meses de junho, julho e agosto para o ano de 2014 e somente uma intensificação da radiação no mês de julho de 1990. Isso se é explicado pela

baixa nebulosidade que esses meses têm, ou seja, o céu se caracteriza mais limpo sem ter quase nuvens, ou seja, meses mais quentes, caracterizando assim, zonas de alta pressão e certo desconforto térmico. E esses altos níveis de insolação podem gerar prejuízos à saúde humana tais como aumento da temperatura corporal, falta de ar, cefaleia, desidratação e uma queda na umidade do ar fazendo com que haja uma diminuição na umidade relativa do ar indicando aí que a insolação é um dos problemas relacionados ao clima causando problemas à saúde humana.

- **Comportamento da velocidade e direção do vento.**

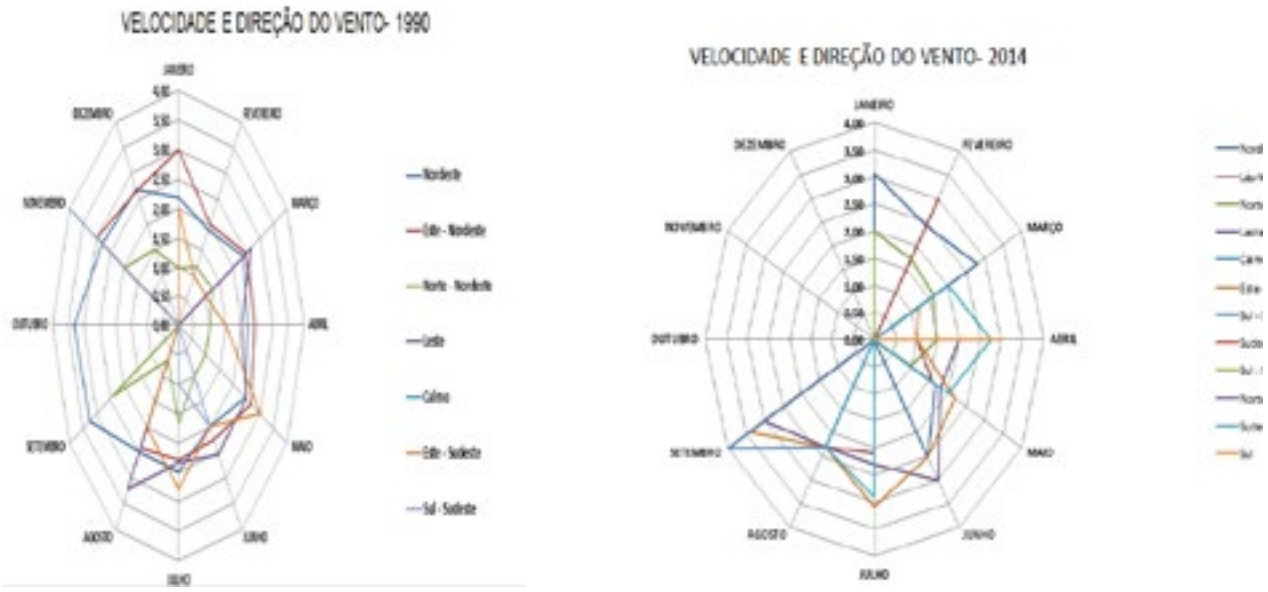


Figura 6 – Velocidade e direção do vento, entre os anos de 1990 e 2014

O gráfico de radar do ano de 1990 apresentou uma predominância dos ventos na direção Nordeste. Podemos interpretá-lo dessa forma devido à predominância do raio de abrangência nessa direção, sendo assim, entendemos que a localização do município está situada a nordeste da mesorregião do Marajó, pois, essa região tem influencia direta das brisas marítimas que se encaminham no sentido nordeste em direção ao continente.

Já no gráfico de 2014 não foram coletados dados dos meses de outubro a dezembro pois os dados não foram disponibilizados comprometendo uma leitura mais acurada.

A partir disso pode-se evidenciar a forte influência das condições climática na região, e segundo o Atlas do Potencial Eólico Brasileiro para a região Norte, a região costeira apresenta grande fluxo de ventos em todas as épocas do ano, estabelecendo um potencial eólico para a região Norte (AMARANTE et al., 2001), como aponta a figura da velocidade média anual a seguir.

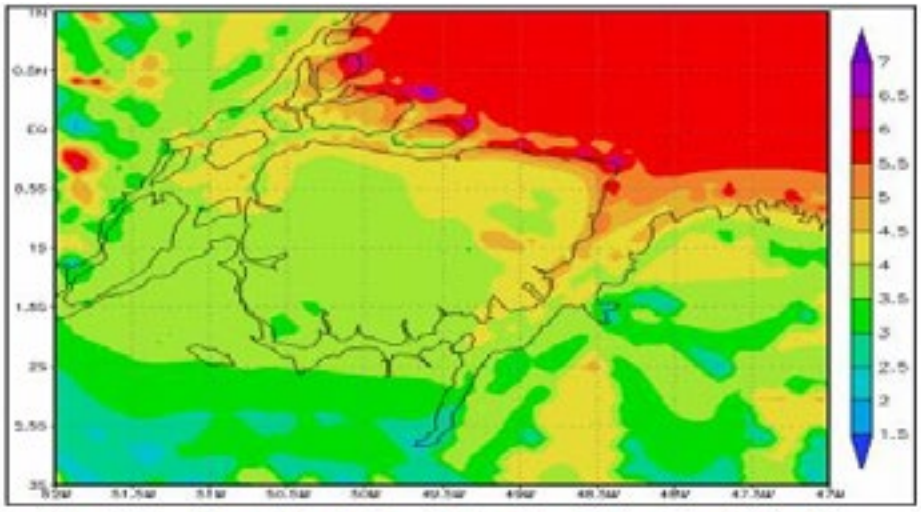


Figura 6 – Velocidade média anual do vento (m/s) a 50 m, ano 2001.

Precipitação

No gráfico a seguir os meses mais chuvosos do ano de 1990 são janeiro; fevereiro e março, por está próximo da linha do equador, com grandes quantidades de radiação solar aliado ao processo de evapotranspiração das plantas, e a zona de convergência intertropical com muita umidade na atmosfera fazendo com que essa umidade venha a se condensar formando nuvens carregadas de umidade e precipitem.

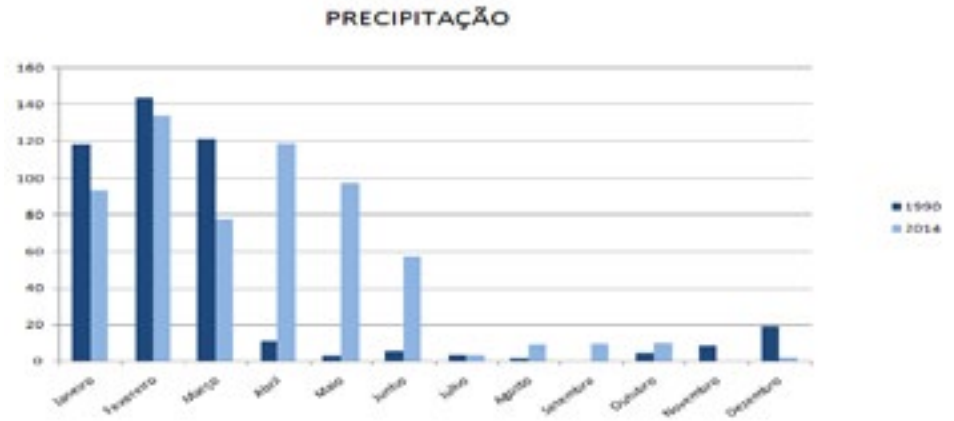


Figura 7 – Precipitação entre os anos de 1990 e 2014

No ano de 2014 houve um declínio no volume de precipitação, explicado pelo fenômeno El niño que são as características oceânico- atmosféricas associadas ao aquecimento anormal do oceano pacífico tropical, que no gráfico é evidenciado com um decréscimo da precipitação que começa em julho e se estende até dezembros sendo os períodos pouco chuvosos.

É o município mais chuvoso do Estado do Pará, apresenta total pluviométrico anual igual ou superior a 3.000 mm e com flutuações entre 121 mm em março de 1990 e 5 mm em outubro de 1990, Intensificados pelos efeitos locais associados à ZCIT, as brisas marítimas e os sistemas frontais que são características de poder causar chuvas intensas além de ventos fortes. Na época menos chuvosa, predominam de caráter convectivo ou chuvas de verão, tem uma característica de clima quente e úmido, o ar mais quente sobe e condensa devido à diferença de temperatura nas camadas próximas da atmosfera; e são caracterizadas por serem de curta duração, porém de alta intensidade e abrange pequenas áreas.

4. Considerações finais

Foi entendido que os municípios da Amazônia em especial de Soure na mesorregião do Marajó não apresentam em sua maioria características e processos intensos de urbanização,

pois, se é entendido que são nas grandes cidades onde os efeitos do clima são muito mais sentidos devido ao alto grau de artificialização, ou seja, não foram identificadas mudanças abruptas no clima da região. Além disso, o que se notou no município estudado, foram características inerentes ao clima da região com períodos em demasiado chuvosos e outros nem tanto além de altas temperaturas e isso é devido a sua localização ou posição geográfica; além de comparado com outras cidades o município ainda tem um caráter mesmo que em pequeno grau de "preservação de seus recursos naturais".

Outro ponto importante que se deve pontuar de forma contundente o fato de que as mudanças climáticas não afetam somente a economia, ou o processo de produção de alimentos mais sim uma população inteira, e quem mais sentem são os mais vulneráveis por isso, os trabalhos ou estudos no âmbito da climatologia deveria na maioria das vezes encontrar formas de prevenção que venham a contribuir para as populações. E que o processo de mudança climática é um processo em cadeia que atinge a dinâmica produtiva, as condições sanitárias e ambientais e a saúde de milhares de pessoas por isso a importância de se estudar a climatologia para dar respostas contundentes a essas problemáticas.

Agradecimentos

A disponibilidade de dados no Instituto Nacional de Meteorologia.

5. Referências Bibliográficas

AYOADE, J.O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

AMARANTE, O. A. C.; BROWER, M.; ZACK, J.; de SÁ, A. L. **Atlas do potencial eólico brasileiro**. Brasília: Ministério de Minas e Energia, Eletrobrás , CEPEL, Cresesb, 2001.

BARBOSA, Maria José de Souza; EID, Farid; SANTOS, Maria Antonieta Rocha; CARVALHO; Karime Ferreira; GUEDES, Luiz Paulo Farias; SANTOS, Rodrigo Augusto

Sobral; CRUZ, Wilk Cardoso; DE SOUZA, Edson Junior Lima; FÉLIX, Ouripson Dalvan Lopes. **Relatório Analítico do Território do Marajó**. Belém , 2012.

SEMA. **Classificação Climática.** Pará. Disponível em: <http://www.sema.pa. Gov. BR/download /classificação climática do Pará.doc.>. Acesso em: 24 de Novembro de2015.

TORRES, F.T.P**. Introdução à climatologia**/Fillipe Tamiozzo Pereira Torres e Pedro José de Oliveira Machado. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

SEGUNDO, Eliude Introvini da Cruz. **Estudo de Energia Eólica para A Ilha De Marajó – Pa.** INPE, São José dos Campos, 2009

PARÁ. Secretaria Executiva de Estado de Planejamento, Orçamento e Finanças (SEPOF). **Relatório de estatística municipal de Soure, 2006**. Disponível em: http://iah.iec.pa.gov.br/iah/fulltext/georeferenciamento/soure.pdf. Acesso em: 25 fev. 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

ANÁLISES DOS VENTOS PREDOMINATES PARA O MUNICÍPIO DE JUIZ DE FORA- MG DE 2011 A 2017

Camila de Moraes Gomes Tavares[a] Thiago Alves de Oliveira[b] Michaela Campos e Silva [c] Victor Samuel Bernardes de Paula [d] Fábio Sanches[e] Cássia de Castro Martins Ferreira[f]

[a] Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Geografia-PPGEO- UFJF, Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental, Instituto de Ciências Humanas-ICH- Universidade Federal de Juiz de Fora; Email: camila.tardeli.tavares@gmail.com

[b] Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Geografia-PPGEO- UFJF, Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental, Instituto de Ciências Humanas-ICH- Universidade Federal de Juiz de Fora; Email: thiagooliveirageo2014@yahoo.com.br

[c] Graduanda do curso de Geografia, Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental (Bolsista), Departamento de Geociências, Instituto de Ciências Humanas-ICH- Universidade Federal de Juiz de Fora; Email: michaelacampos2010@gmail.com

[d] Graduando do curso de Geografia, Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental (Bolsista), Departamento de Geociências, Instituto de Ciências Humanas-ICH- Universidade Federal de Juiz de Fora; Email: victor10go@hotmail.com

[e] Prof. Dr. do Departamento de Geociências, Instituto de Ciências Humanas-ICH- Universidade Federal de Juiz de Fora; Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental Email: fsanches.73@gmail.com

[f] Profa. Dra. do Departamento de Geociências/PPGEO, Instituto de Ciências Humanas-ICH- Universidade Federal de Juiz de Fora; Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental (Coordenadora), Email: cassia.castro@ufjf.edu.br

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo/

O estudo a respeito da direção predominante dos ventos para uma dada localidade é substancialmente salutar para o melhor aproveitamento do espaço. As atividades industriais, atividades rurais e a própria (re)produção do espaço urbano, são influenciadas pela dinâmica dos ventos, seja em termos de dispersão/concentração de poluentes, formação de corredores de ventos urbanos etc. Buscou-se avaliar a direção predominante dos ventos e suas intensidades para o município de Juiz de Fora - MG no intervalo de tempo de 2011 a 2017. Verificou-se,

que para o verão há a predominância de direção dos ventos no quadrante N-E (apresentando-se primordialmente NE) e no quadrante S-E (apresentando-se primordialmente SE) não sendo verificado ventos na direção NW. No outono a direção predominante dos ventos é SW com a presença, também significativa de ventos N-NE e S- SE. O inverno apresenta padrão semelhante ao do outono em termos de direção dos ventos, (direção predominante dos ventos - SW com a presença, também significativa de ventos N-NE e S- SE), no entanto, atinge maiores velocidades. Na primavera, semelhantemente ao verão, há ventos de todas as direções exceto NW.

Palavras chave: Direção do vento, Vento, Intensidade, WRPLOT

1. Introdução

Nos estudos de Climatologia Geográfica, na busca de entender as causas e efeitos da dinâmica atmosférica sobre um dado local, uma das primeiras informações que se faz necessária é a direção predominante dos ventos. Fazer uso da presente resposta é poder inferir condições a respeito de uma série de características sobre climatologia local, dentre elas se é possível a identificação de vetores de canalização os ventos, direção predominante das chuvas, e, portanto, agir em termos de gestão e planejamento do espaço a partir de tais informações, a exemplo, a escolha de área mais adequada à construção de uma área industrial, aeroporto, áreas verticalizadas, entre outros.

Ferreira (2006) aponta que os ventos possuem força destrutiva e perigosa, tanto em terra (destruição de construções e afins) quanto no mar (criação de condições de ondas perigosas). Além disso, o autor salienta que os ventos são os responsáveis por carregar precipitação, nevoeiros e poluição atmosférica (FERREIRA, 2006).

Para Munhoz e Garcia (2008) o vento é uma das variáveis mais importante nos estudos climáticos, mas, a que menos se é estudada. Apontam que ainda existe uma certa deficiência nas informações sobre os ventos e no subsídio de projetos que visam o aproveitamento do vento que, no caso do referido trabalho dos autores foca na perspectiva agrária. Referindo-se à Verdramine (1986) os autores abordam que o vento por sua dinamicidade é variável no tempo e no espaço devido às condições de localização geográfica, rugosidade da superfície, relevo, vegetação e da época do ano (MUNHOZ e GARCIA, 2008).

Alves et al (2012) abordam que o vento é sempre turbulento, tendo sua velocidade variada entre rajadas e calmarias com cada uma durando alguns segundos. Destacam ainda que além das turbulências serem geradas pelas condições de rugosidade da superfície (prédios, árvores, e obstruções em geral), elas são geradas, também, pela instabilidade atmosférica.

Assim, para efeitos de definição, Ferreira (2006) apresenta que os ventos sopram devido a diferença de aquecimento na superfície terrestre ocasionando a diferenciação de pressão. Dessa forma, "o ar sobre a região aquecida [ascende] e, sobre as regiões resfriadas sofre o processo de [subsidência]. Com isso a pressão tende a ser baixa nas regiões onde o ar se eleva, e alta onde o ar desce. Essas diferenças horizontais de pressão são chamadas de gradiente de pressão" (FERREIRA, 2006, p.83). Nesse sentido, com o ar instável, o movimento vertical tem espaço livre, com "bolsas de ar movendo-se lentamente [erguendo-se] da superfície, e são substituídas por bolsas rapidamente [subsidente]. Essa troca dá origem às rajadas" (ALVES et al, 2012, p.95-96). O ar, quando estável, esse movimento vertical tende a desaparecer tornando o vento mais suave (ALVES et al. 2012).

Alguns trabalhos debruçaram-se na proposta de análise dos ventos, dentre eles encontram-se Beruski et al (2008) no trabalho intitulado "Análise probabilística da velocidade média do vento para a região de Lapa, PR", no qual objetivaram, a partir da análise da velocidade do vento, verificar qual a distribuição probabilística melhor se ajustaria à série histórica de dados diários de velocidade média do vento. Missio e Sartori (2008) no trabalho sobre "Comportamento intraurbano do vento na área central de Santa Maria, RS" analisaram a variabilidade do vento na área central de Santa Maria comparando-os aos dados de circulação regional e local da atmosfera e, concomitantemente, avaliando os elementos geourbanos e geoecológicos que influenciam na circulação do vento próximo à superfície urbana além de ponderar sobre a influência que os elementos de topografia natural e as edificações influenciam na circulação do vento intraurbano. Silveira et al (2014) trabalharam com o objetivo de caracterizar o padrão interino do vento predominante e secundário nas

mesorregiões litorâneas do Estado de Santa Catarina para o intervalo de tempo compreendido entre 1996- 2012, o trabalho dos referidos autores intitula-se "Estudo de caracterização da direção predominante dos ventos no litoral de Santa Catarina". Silva e Souza (2016) no trabalho intitulado "Caracterização da direção predominante e velocidade do vento em Palmas (TO)" no qual fizeram uso do software WRPLOT para plotagem da rosa dos ventos com as direções predominante dos ventos e a velocidade considerando, a variação sazonal, mensal e horária da ventilação relacionando as direções encontradas com as massas de ar.

Assim, o objetivo do presente trabalho é caracterizar a direção predominante dos ventos para o município de Juiz de Fora- MG a partir da utilização do software WRPLOT para o período de 2011 a 2017, considerando as variações sazonais.

2. Materiais e Métodos

O presente trabalho se deu em 6 etapas.

A primeira etapa consistiu no levantamento bibliográfico acerca do tema proposto - vento - para contextualização teórica do presente trabalho. Em seguida, foi realizado o processo de levantamento dos dados diários de direção e velocidade dos ventos e chuva do INMET junto ao Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental da Universidade Federal de Juiz de Fora (LabCAA), sendo os dados obtidos originários da estação automática para o período de 2011-2017.

Após o levantamento dos dados foram organizados de forma a serem utilizados no software livre WRPLOT, tendo, portanto que inserir colunas referentes aos dias, meses e anos na tabela de dados do Excel (figura 1)

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	DIAS	Hora	VENTO		CHUVA	DIA	MÊS	ANO
2		UTC	Vel,	Dir.	(mm)			
3	01/01/2010	0	0	76°	4,4	1	1	2010
4	01/01/2010	1	0	102°	15,2	1	1	2010
5	01/01/2010	2	0	58°	16,4	1	1	2010
6	01/01/2010	3	0	344°	6,8	1	1	2010
7	01/01/2010	4	0	320°	0,2	1	1	2010
8	01/01/2010	5	0,7	4°	0	1	1	2010
9	01/01/2010	6	4,1	6°	0,2	1	1	2010
10	01/01/2010	7	0,6	332°	0,2	1	1	2010
11	01/01/2010	8	0	316°	0	1	1	2010

Figura 1: Modelo de organização da tabela no Excel para uso no WRPLOT

Após a organização dos dados na tabela, a mesma foi inserida no software livre WRPLOT para a geração de um arquivo em extensão san. Para o preparo do programa e da geração da rosa dos ventos de direção predominante dos ventos utilizou-se as seguintes informações: cidade, estado, latitude, longitude, altitude e time zone (-3).

Após a criação do arquivo em extensão .san, o mesmo foi inserido novamente no WRPLOT e gerou-se automaticamente a rosa dos ventos referente à direção predominante dos ventos e intensidade de precipitação.

Por fim, após a geração das rosas dos ventos, foram analisados os meses e suas respectivas estações que se apresentam dispostos no item resultados e discussão. Após a geração dos gráficos de direção e velocidade dos ventos, foram agrupados de acordo com as estações das quais fazem parte.

3. Resultados e Discussão

A primeira estação analisada é o verão (Dez. Jan. e Fev.) (Figura 2). Verifica-se, a partir dos gráficos que, para a estação há a predominância de direção dos ventos no quadrante N-E (apresentando-se primordialmente NE) e no quadrante S-E (apresentando-se primordialmente SE). Para o mês de dezembro observa-se que os ventos apresentam como

direção predominante NE,SE e SW, janeiro a direção predominante é NE e fevereiro SE. Apenas o mês de dezembro registrou a maior velocidade dos ventos (>= 10.10) com a direção predominante SW. Para o verão, as maiores velocidades apresentam-se nas direções SW e SE.

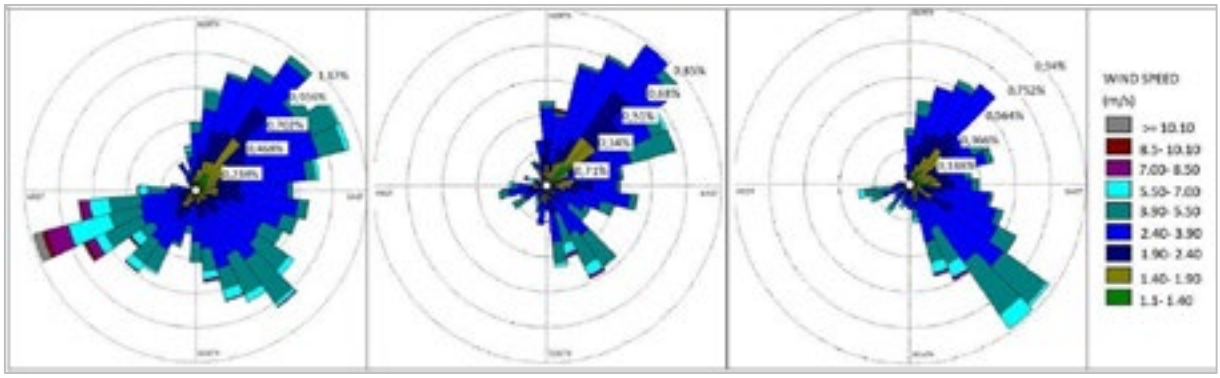


Figura 2: Gráficos de direção predominante dos ventos para os meses de dez. jan. e fev. Respectivamente (verão). Fonte dos dados: INMET- LabCAA UFJF. Organizado pelos autores

A tabela I apresenta para cada mês da estação analisada seus valores de horas analisadas, porcentagem de calmaria e a velocidade média para cada mês. Observa-se que as velocidades médias para os meses referentes ao verão apresentam certa similaridade, variando de 2,63 em dezembro, em Janeiro 2,46, e 2,55 m/s em Fevereiro. O mês de maior percentual de calmaria foi dezembro sendo, também o maior em total de horas analisadas. É necessário considerar que alguns meses da série analisada apresentaram falhas o que resultou em diferenças no total de horas analisadas.

Tabela I: relação do total de horas, calmaria (%) e velocidade média para cada mês do verão. Organizado pelos autores

Mês	***Total de horas***	***Calmaria***	***Velocidade média***
Dezembro	2928 hrs.	4,48 %	2,63 m/s
Janeiro	744 hrs.	1,68 %	2,46 m/s
Fevereiro	672 hrs.	1,59 %	2,55 m/s

Para os meses de março, abril e maio (outono) foram gerados os gráficos indicados na figura 3. Para os três meses, verifica-se uma similaridade no padrão dos ventos, em termos

de velocidade e direção. As maiores velocidades encontram-se na direção SW e W e as demais direções, que também, se apresentam com certa predominância são SE e NE.

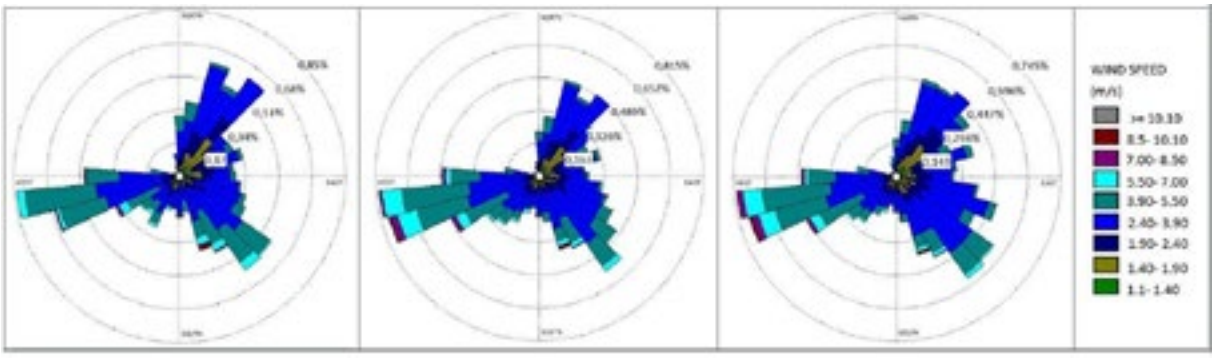


Figura 3: Gráficos de direção predominante dos ventos para os meses de mar. abr. mai. (Outono). Fonte dos dados: INMET- LabCAA UFJF. Organizado pelos autores**.**

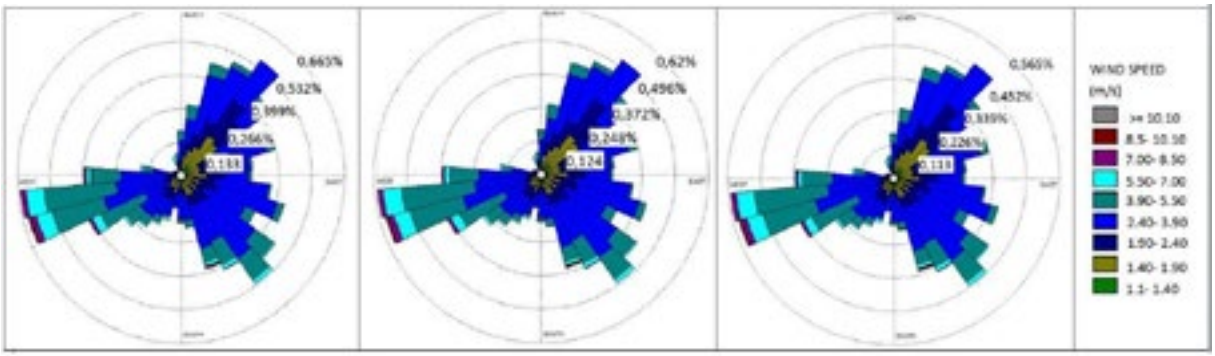
Para as análises referentes aos dados dispostos na tabela II, observa-se que a % de calmaria, assim como a velocidade média mantém um certo padrão para os três meses analisados. É válido destacar que a maior intensidade dos ventos não está condicionada à direção predominante, à exemplo do mês de maio que apresenta a maior velocidade dos ventos (>= 10.10) na direção S que, não é a predominante para o mês estudado.

Tabela II: relação do total de horas, calmaria (%) e velocidade média para cada mês do outono. Organizado pelos autores.

Mês	***Total de horas***	***Calmaria***	***Velocidade média***
Março	1416 hrs.	2,30 %	2,52 m/s
Abril	2136 hrs.	2,35 %	2,54 m/s
Maio	2880 hrs.	2,36 %	2,48 m/s

Os gráficos representados pela figura 4 são referentes, respectivamente aos meses junho, julho e agosto (inverno). Verifica-se, assim como na estação anterior, um padrão correspondente aos meses analisados em termos de direção e, para esses meses, uma, também, correspondência em termos da intensidade do vento com a direção predominante. Para a

estação, portanto, identifica-se as direções predominantes como sendo NE, SE, SW e W e com as maiores velocidades nas direções NW-W para os três meses do inverno.



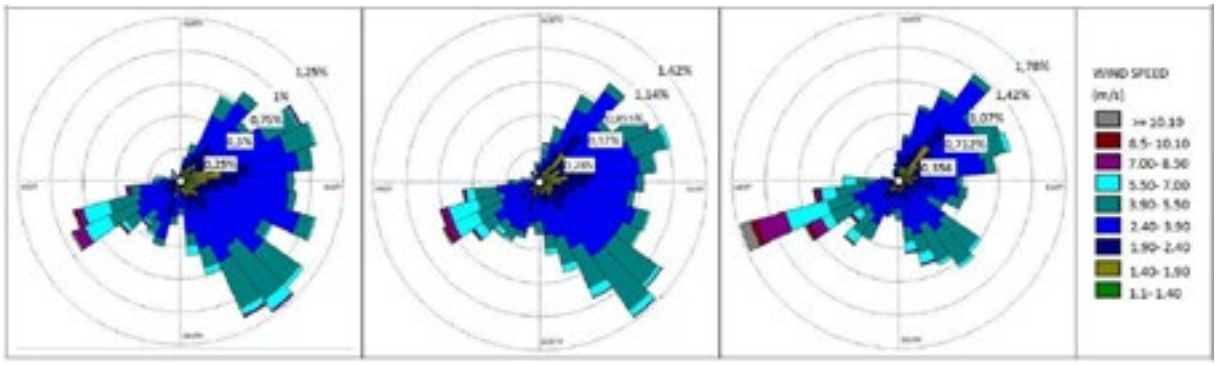
Figuras 4: Gráficos de direção predominante dos ventos para os meses de jun.jul. e ago. (Inverno). Fonte dos dados: INMET- LabCAA UFJF. Organizado pelos autores**.**

Para os meses de inverno, a partir da tabela III, verifica-se que a velocidade média se manteve em todos os meses da estação e uma gradual redução da calmaria de um mês para o seguinte.

Tabela III: relação do total de horas, calmaria (%) e velocidade média para cada mês do inverno. Organizado pelos autores.

Mês	***Total de horas***	***Calmaria***	***Velocidade média***
Junho	3600 hrs.	2,34 %	2,41 m/s
Julho	3600 hrs.	2,18 %	2,41 m/s
Agosto	3600 hrs.	1,99 %	2,41 m/s

Por fim, para os meses de primavera (setembro, outubro e novembro), é possível observar, na figura 5 que o padrão das direções predominantes dos ventos é semelhante à da estação anterior (inverno), no entanto, verifica-se que as maiores intensidades se apresentam na direção SW-W, enquanto que a predominância dos ventos se apresenta nos quadrantes NE e SE.



Figuras 5: Gráficos de direção predominante dos ventos para os meses de set. out. nov. (Primavera). Fonte dos dados: INMET- LabCAA UFJF. Organizado pelos autores**.**

Na tabela IV, por fim, observa-se a estação com os maiores valores de calmaria, assim como o menor valor da velocidade média (mês setembro), com aumento da velocidade média no mês de outubro e novembro, assim como no verão.

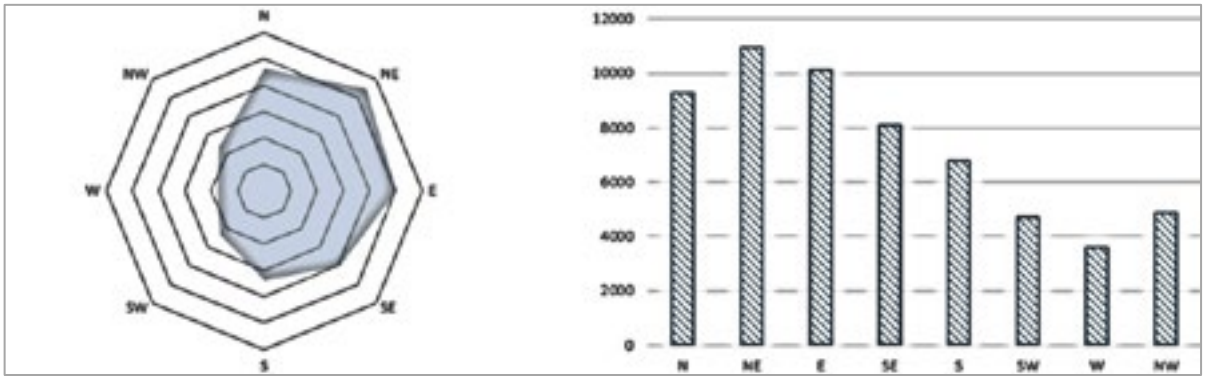
Tabela IV: relação do total de horas, calmaria (%) e velocidade média para cada mês da primavera. Organizado pelos autores.

Mês	***Total de horas***	***Calmaria***	***Velocidade média***
Setembro	1440 hrs.	6,78 %	2,37 m/s
Outubro	2928 hrs.	5,36 %	2,60 m/s
Novembro	1440 hrs.	3,77 %	2,93 m/s

Oliveira (2016) ao caracterizar as massas de ar predominantes na sua área de estudo (Bacia do Rio Preto) que, por sua vez, compreende o município de Juiz de Fora, ressalta que a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) é um importante fornecedor de umidade e um dos fatores responsáveis pelas precipitações no final da primavera e verão (OLIVEIRA, 2016). Silva e Brito (2008) apontam que a ZCAS consiste em uma persistente faixa de nebulosidade orientada no sentido Noroeste- Sudeste (SILVA e BRITO 2008). Ao realizar-se a comparação entre os gráficos dos meses de primavera e verão, é possível identificar o padrão de direção dos ventos semelhantes para ambas estações (com a direção predominante dos ventos para o verão sendo NE e na primavera SW-W). Para as estações outono e inverno, Oliveira (2016) salienta que a massa Tropical atlântica tem maior atuação no inverno, e a

massa polar atlântica maior atuação no outono. Silva et al (2011) aponta que a mTa age do Nordeste ao Sul enquanto que a direção predominante dos ventos corresponde à direção SW e a mPa predomina na parte Leste do país com sentido do Sul para Sudeste enquanto que a direção predominante dos ventos para a estação do outono é, assim como para o inverno, SW. É válido destacar que, a mTa atua, ainda, no início da primavera, o que pode interferir no vento predominante na direção SW-W enquanto que, apenas no final da primavera há atuação mais representativa das ZCAS. Ao avaliar, portanto os gráficos, verifica-se que no mês de novembro há alterações no gráfico de direção predominante dos ventos, com incursões, ainda de frentes frias, com vntos predominante sob situações em S, SW e SE.

Ao se analisar a velocidade do vento para o município de Juiz de Fora no período de 2011- 2017 observa-se a partir da figura 6 que, há predominância dos ventos na direção NE e em seguida as direções E e N. Destaca-se que foram analisados um total de 58435 dados de direção dos ventos (dados horário da estação automática do INMET).



Figuras 6: Gráficos de direção predominante dos ventos para o período de 2011-2017 para o município de Juiz de Fora – MG. Fonte dos dados: INMET (LabCAA); organizado pelos autores

4. Conclusão

A partir das análises estabelecidas, foi possível avaliar que para o verão verifica-se a ação de ventos nas direções N e NE; E, SE e S; e SW, não sendo verificados ventos na direção NW. No outono é possível identificar que a direção predominante dos ventos é SW com a

presença, também significativa de ventos N-NE e S- SE. O inverno apresenta padrão semelhante ao do outono em termos de direção dos ventos, (direção predominante dos ventos - SW com a presença, também significativa de ventos N-NE e S- SE), no entanto, atinge maiores velocidades. Na primavera, semelhantemente ao verão, há ventos de todas as direções exceto NW. Verifica-se uma predominância de direção nos quadrantes N-NE e S-SE, com as maiores velocidades nas direções SW-W. Para o ano todo no período de 2011-2017 para o município de Juiz de Fora verificou-se a predominância dos ventos na direção NE e pouca ação dos ventos na direção W, assim como foi verificado para todas as estações do ano.

Ao que diz respeito à técnica utilizada para elaboração dos gráficos de direção (utilização dos softwares livres WRPLOT) e velocidades dos ventos, foi possível verificar a acessibilidade, assim como pode oferecer resultados satisfatórios nas análises dos ventos por, considerar os dados horários, assim como oferecer como dado nos gráficos as direções, velocidades e o percentual de calmaria.

Após a verificação das direções predominante dos ventos sazonais para o município de Juiz de Fora, é possível pensar o planejamento do espaço considerando tais informações além de oferecer condições de criação de mecanismos para amenizar os efeitos negativos dos ventos nas áreas, as quais se situam a receber as maiores velocidades, assim como as áreas de direção predominante.

5. Referências Bibliográficas

BERUSKI, G.C., LEITE, M.L., VIRGENS FILHO, J.S., OLIVEIRA, A.V.; Análise probabilística da velocidade média do vento para região de Lapa, PR.Anais do 8° Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica 24 a 29 de agosto de 2008 – Alto Caparaó/ MG FERREIRA, A. G.; Meteorologia Prática. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.

GALVANI, E.; LIMA,N. G. B.(organizadores); Climatologia Aplicada: Resgate aos estudos de caso. 1.ed.- Curitiba, PR:CRV, 2012.

MISSIO, L. R.; SARTORI,M.G.B.; Comportamento intraurbano do vento na área central de Santa Maria RS.Anais do 8° Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica 24 a 29 de agosto de 2008 – Alto Caparaó/ MG.

MUNHOZ, F.C.; GARCIA, A.;Caracterização da velocidade e direção predominante dos ventos para a localidade de Ituverava-SP. Revista Brasileira de Meteorologia. v.23 n.1 30-34, 2008.

OLIVEIRA, D.E.; Participação dos sistemas atmosféricos na gênese e ritmo das chuvas na bacia hidrográfica do rio Preto, MG/RJ, nos anos de 2006, 2007 e 2008. Dissertação de Mestrado (acadêmico)- Universidade Federal de Juiz de Fora; Instituto de ciências humanas, programa de pós graduação em geografia, 2016.

SILVA, A. L.; MATIGNAGO, I.; VOLPPE, N.; As massas de ar na América do Sul. Instituto Federal de Santa Catarina- curso técnico em meteorologia. Florianópolis, Dezembro de 2011. Disponivel em: <http://meteorologia.florianopolis.ifsc.edu.br/formularioPI/arquivos_de_usuario/201121B.pdf>

SILVA, D. F.; BRITO, J. I. B.; Variabilidade do vento na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco durante a ocorrência de ZCAS. Ambiência Guarapuava, PR v.4 n.2 p.221-235 Maio/Ago. 2008 ISSN 1808 - 0251

SILVA, L. F. G.; SOUZA, L. B.; Caracterização da direção predominante e velocidade do vento em Palmas (TO). Anais do XII Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica. de 25 a 29 de outubro de 2016 Goiânia (GO).

SILVEIRA, R. B.; ALVES, M.P. A.; MURARA, P.; Estudo da caracterização da direção predominante dos ventos no litoral de Santa Catarina. Anais do X Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica. IBSN:978-85-7846-278-9; p.380-392. 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

AS CHUVAS NA REGIÃO AGRESTE DO NORDESTE BRASILEIRO: OCORRÊNCIAS DURANTE ANOS-PADRÃO

Gabriel de Paiva Cavalcante [(a)], Daisy Beserra Lucena [(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;

[(b)] Profª. Drª. do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal da Paraíba – PPGG/UFPB; e-mail: daisylucena@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: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

Este trabalho tem o objetivo de analisar a ocorrência das chuvas na região Agreste do Nordeste Brasileiro durante anos-padrão. Foram utilizados dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio Grande do Norte (EMPARN), da Agência Executiva de Águas do Estado da Paraíba (AESA), da Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC) e da Secretaria de Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Estado de Alagoas (SEMARH). A esses dados, aplicou-se a técnica de separatrizes dos Quantis. Com relação à variabilidade interanual das chuvas, verificou-se que o período entre 2005 e 2011 apresentou maior quantidade de períodos nas categorias Chuvoso e Muito Chuvoso, enquanto que, no período entre 2012 e 2017 destacaram-se os períodos classificados como Seco e Muito Seco. O ano-padrão muito chuvoso foi 2011 (seis das sete estações enquadradas na categoria Muito Chuvoso), enquanto que o ano-padrão muito seco foi 2012 (seis das sete estações enquadradas na categoria Muito Seco). O ano-padrão normal foi 2013 (cinco das sete estações enquadradas na categoria Normal). Constatou-se que, nos três anos analisados, as chuvas ocorrem com maior intensidade na porção leste da região, o que pode estar ligado a uma eventual influência orográfica do Planalto da Borborema e que a dinâmica climática da região Agreste do Nordeste Brasileiro pode ser compreendida a partir da análise do ritmo dos atributos climáticos nos três anos analisados.

Palavras-chave: Pluviosidade; Climatologia Regional; Anos-padrão;

Abstract

This work has the objective of analyzing the occurrence of rains in the Agreste region of Northeast Brazil during standard years. Data from the National Institute of Meteorology (INMET), the Agricultural Research Company of the State of Rio Grande do Norte (EMPARN), the Paraíba State Water Agency (AESA), the Pernambuco Water and Climate Agency (APAC) and the Secretariat of Environment and Water Resources of the State of

Alagoas (SEMARH). To these data, the Quantis separator technique was applied. Regarding the interannual rainfall variability, it was verified that the period between 2005 and 2011 presented a greater amount of periods in the categories Rainy and Very Rainy, while in the period between 2012 and 2017 the periods classified as Dry and Very Dry. The very rainy standard year was 2011 (six of the seven stations framed in the Very Rainy category), while the very dry standard year was 2012 (six of the seven stations framed in the Very Dry category). The normal standard year was 2013 (five of the seven stations framed in the Normal category). It was observed that in the three years analyzed, rainfall occurs with greater intensity in the eastern portion of the region, which may be related to an eventual orographic influence of the Borborema Plateau and that the climatic dynamics of the Agreste region of the Brazilian Northeast can be understood from the analysis of the rhythm of climatic attributes in the three years analyzed.

Keywords: Rainfall; Regional Climatology; Standard years;

1. Introdução

O Agreste é considerado como uma "miniatura" do Nordeste brasileiro pela sua diversidade paisagística percebida em curtas distâncias. É formado por uma estreita faixa que se localiza entre a Zona da Mata e o Sertão e engloba, de forma latitudinal, os estados de Rio Grande do Norte a Bahia (ANDRADE, 1986). O maior domínio morfoestrutural do Agreste é o Planalto da Borborema, que ocorre entre os estados do Rio Grande do Norte e Alagoas e, em sua faixa exposta aos ventos oceânicos, recebe chuvas orográficas – barlavento –, já nas áreas a oeste, apresenta características naturais mais secas – sotavento. A altitude do Planalto da Borborema também condiciona a existência dos brejos, principalmente nos estados da Paraíba e Pernambuco (VASCONCELOS SOBRINHO, 1971; TABARELLI; SANTOS, 2004).

As dificuldades acerca das referências para os estudos regionais sobre o Nordeste são decorrentes da carência de estudos a partir da década de 1990. O auge das produções regionais entre as décadas de 1960 e 1980, quando órgãos como a SUDENE, a Associação dos Geógrafos Brasileiros – AGB e o IBGE publicavam, periodicamente, estudos diversos e multidisciplinares, ofertando publicações na área da Geografia. Porém, com o passar dos anos, as publicações foram se tornando raras, em especial, aquelas relacionadas à climatologia regional. Diante disso, torna-se necessário a retomada de estudos de climatologia geográfica de cunho regional, sobretudo no Nordeste, região do país em que a produção geográfica na

área de climatologia ainda é escassa, salvo algumas exceções, a exemplo dos trabalhos desenvolvidos por Souza (1998) e por Soares (2015).

Por se tratar de uma região de transição, o Agreste apresenta grande diversidade de tipos climáticos. Tal variedade é reconhecida por Andrade (1986):

> O Agreste [...] é bem característico em seus aspectos, mas em outras ocasiões pode ser confundido com a Mata em seus trechos mais úmidos e com o Sertão nos mais secos. Em outros trechos [...] surgem os brejos que apresentam condições de umidade e pluviometria semelhantes às da "Zona da Mata", ao lado de temperaturas, devido à altitude, bem mais amenas do que as desta região [...]. Em outros trechos, justamente à sotavento destas elevações, onde as taxas pluviométricas são bem mais baixas, a caatinga, que no Agreste tem sempre maior densidade e porte do que no Sertão, apresenta-se em largas extensões de pequeno porte e de baixa densidade vegetal. (ANDRADE, 1986, p. 31).

As variadas paisagens que ocorrem no Agreste, marcadas, sobretudo, pelo aspecto climático, precisam ser melhor compreendidas. Para isso, é necessário considerar aspectos da dinâmica das massas de ar e dos sistemas atmosféricos, a influência do relevo e os processos ocorridos na interação entre o clima e o espaço geográfico.

Considerando os aspectos naturais diversificados da região Agreste e a necessidade de estudos de Geografia Regional na perspectiva da Climatologia Geográfica, este trabalho tem o objetivo de analisar a ocorrência das chuvas na região Agreste do Nordeste Brasileiro durante anos-padrão.

2. Materiais e Métodos

A escolha das estações a serem consideradas neste trabalho ocorreu mediante a consideração de dois critérios: 1) possuir série de dados pluviométricos sem falhas para a categorização periódica padrão (anos-padrão e quadrimestre chuvoso); e 2) estar localizada dentro do limite regional do Agreste estabelecido pelo IBGE (1990) e no compartimento estrutural da Borborema, delimitado por Corrêa et. al. (2010). Após a consideração desses dois critérios, foram escolhidas as estações de Santa Cruz/RN, Areia/PB, Campina

ISBN: 978-85-7282-778-2

Grande/PB, Surubim/PE, Caruaru/PE, Garanhuns/PE e Palmeira dos Índios/AL. Localização das mesmas, vide Figura 1.

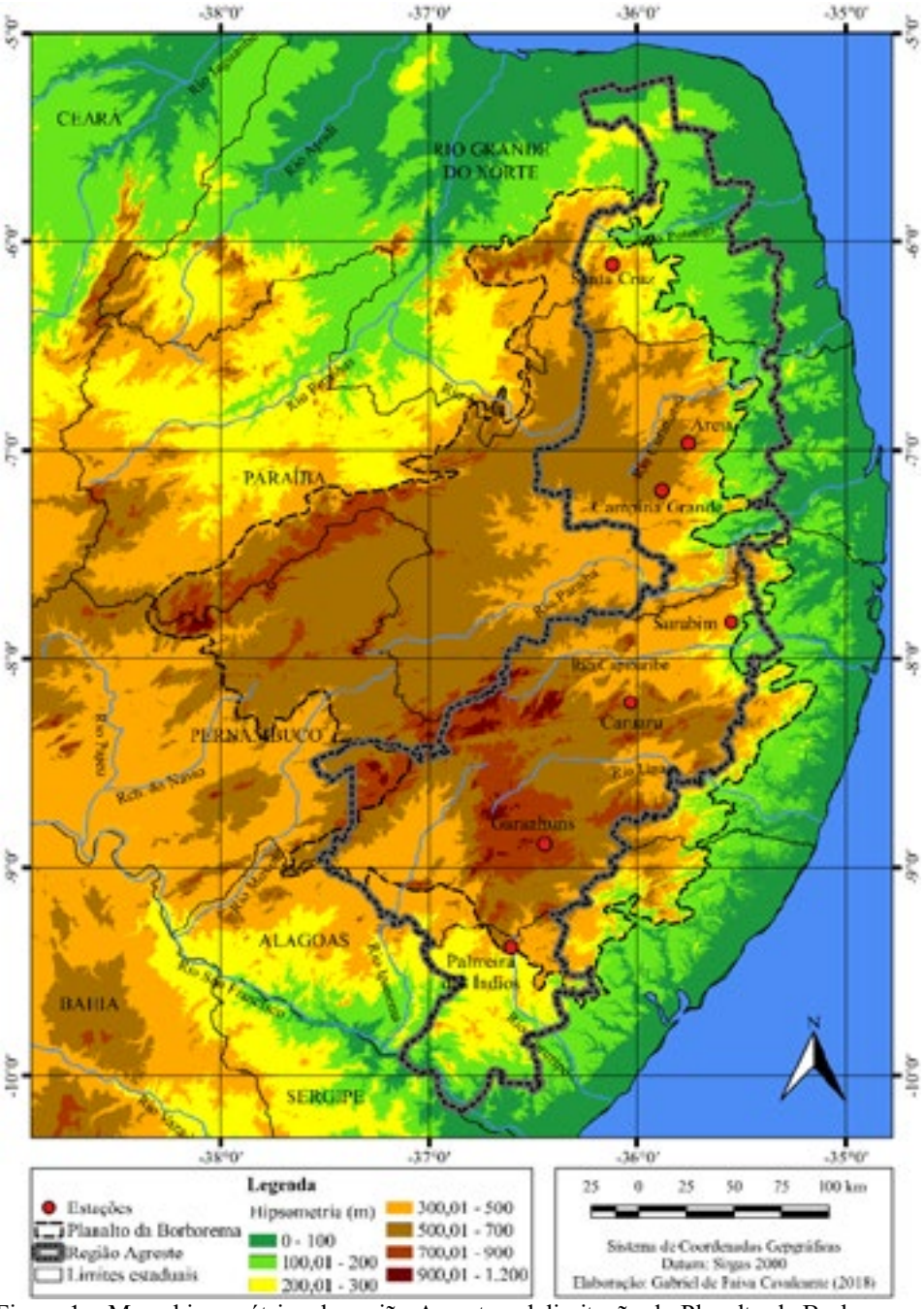


Figura 1 – Mapa hipsométrico da região Agreste e delimitação do Planalto da Borborema.

A aquisição dos dados pluviométricos utilizados neste trabalho ocorreu no ambiente virtual do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, por meio do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa – BDMEP do INMET e dos órgãos estaduais, a saber: Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio Grande do Norte (EMPARN), Agência Executiva de Águas do Estado da Paraíba (AESA), Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC) e da Secretaria de Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Estado de Alagoas (SEMARH). Todos os órgãos mencionados fornecem os dados de forma gratuita. Assim, completou-se o banco de dados para a análise anual da precipitação, cujas fontes discriminadas no Quadro 1.

Estado	Estação	Fonte dos dados
RN	Santa Cruz	Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio Grande do
PB	Areia	Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)
	Campina Grande	Agência Executiva de Águas do Estado da Paraíba (AESA)
PE	Surubim	Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC)
	Caruaru	
	Garanhuns	
AL	Palmeira dos Índios	Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)

Quadro 1 – Fontes dos dados de precipitação para as estações utilizadas na pesquisa. Elaboração: Gabriel de Paiva Cavalcante (2018).

Após a aquisição, os dados foram tabulados em planilha eletrônica do Microsoft Excel 2010 para sistematização, verificação de falhas e escolha da escala temporal. Considerando a necessidade de uma série coesa de dados, a escala temporal ficou estabelecida no período do ano 2005 ao ano 2017.

Em seguida à escolha da escala temporal, aplicou-se a técnica dos quantis para a classificação da pluviosidade anual e do período chuvoso (sequência dos quatro meses que apresentam os maiores valores médios de pluviosidade em cada estação). Por ser uma técnica estatística de separatriz na qual divide-se uma série de dados em parcelas percentuais, estabelece-se um intervalo entre cada quantil equivalente a uma determinada porcentagem da série, calculados de acordo com os intervalos de probabilidade disponíveis no Quadro 2.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Categorias	Probabilidade
Muito Seco (MS)	$p(x) < Q_{0,15}$
Seco (S)	$Q_{0,15} \leq p(x) < Q_{0,35}$
Normal (N)	$Q_{0,35} \leq p(x) < Q_{0,65}$
Chuvoso (C)	$Q_{0,65} \leq p(x) < Q_{0,85}$
Muito Chuvoso (MC)	$p(x) \geq Q_{0,85}$

Quadro 2 - Classificação das categorias e probabilidades da precipitação anual relacionada às ordens quantílicas para a região do Agreste da Borborema. Adaptado de Sena (2017, p. 48).

O cálculo dos quantis obedeceu a sequência elaborada por Sena (2017), que considera a disposição dos dados como a primeira etapa, o ordenamento dos dados como a segunda etapa e, finalmente, o cálculo, com base em duas condições:

Se a quantidade de anos coincidir com alguma ordem quantílica, tem-se:

$$Q_p = Q_{pj} = y_j \qquad (1)$$

Se não coincidir, haverá um índice j tal que pj< p < pj+1, onde Qp será obtido por interpolação, como segue:

$$Q_p = y_j + \left\{\frac{[p - p_j]}{[p_{j+1} - p_j]}\right\} * [y_{j+1} - y_j] \qquad (2)$$

3. Resultados e Discussão

3.1. Análise da variabilidade pluviométrica na região Agreste da Borborema

Na síntese anual, o ano 2011 apresentou a maior quantidade de estações na categoria MC: seis das sete estações registraram quantitativos de chuva acima de 25% da média histórica; neste ano, apenas a estação de Garanhuns/PE apresentou pluviosidade enquadrada na categoria Normal. O ano 2009 apresentou quatro estações enquadradas na categoria MC, enquanto que em 2010 ocorreram em três estações e em 2017, uma estação (Garanhuns/PE).

SÍNTESE DA VARIAÇÃO PLUVIOMÉTRICA ANUAL REGISTRADA POR POSTOS E ESTAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS NO AGRESTE DA BORBOREMA (2005-2017)														
POSTO/ESTAÇÃO	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	MÉDIA
SANTA CRUZ														478,3
AREIA														1296,6
CAMPINA GRANDE														786,5
SURUBIM														559,7
CARUARU														576,1
GARANHUNS														888,9
PALMEIRA DOS ÍNDIOS														918,4
SÍNTESE DA VARIAÇÃO PLUVIOMÉTRICA DO QUADRIMESTRE CHUVOSO NO AGRESTE DA BORBOREMA (2005-2017)														
POSTO/ESTAÇÃO	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	MÉDIA
SANTA CRUZ														293,7
AREIA														753,9
CAMPINA GRANDE														471,7
SURUBIM														332,9
CARUARU														337,0
GARANHUNS														528,7
PALMEIRA DOS ÍNDIOS														590,0
	MS		S		N		C		MC					

Quadro 8 - Síntese da variação anual e do quadrimestre chuvoso da pluviosidade registrada por estação climática do INMET no Agreste da Borborema. Fontes: EMPARN (2018), AESA (2018), APAC (2018) e INMET (2018). Elaboração: Gabriel de Paiva Cavalcante (2018).

Por outro lado, na categoria MS, destaca-se o ano 2012, com seis das sete estações enquadradas nesta categoria. Em seguida, apresentam-se os anos 2016 (três estações na categoria MS), 2015 (duas estações) e 2010, 2014 e 2017 (uma estação em cada ano).

Na categoria Normal, os anos com maiores registros de estações são 2006 (6 estações), e 2013 (5 estações). Os anos 2012 e 2015 não apresentaram nenhuma ocorrência de estações na categoria Normal.

Analisando a sequência das características pluviométricas anuais presentes no Quadro 8, percebe-se que o período entre os anos 2005 e 2011 apresentou domínio das categorias que representam desvio positivo de chuvas: dos 14 registros de MC possíveis, 13 ocorreram neste período (92,8% do total); já nas categorias de desvio negativo, houve apenas um registro de MS (na estação de Areia/PB, em 2010). Em contrapartida, a característica do período entre os anos 2012 e 2017 se inverte: nele, ocorre apenas um registro de MC (na estação de Garanhuns/PE, em 2017), enquanto que 13 dos 14 registros de MS ocorrem entre esses anos.

ISBN: 978-85-7282-778-2

3.2. Seleção dos anos-padrão

Foram eleitos três anos-padrão, considerando a representação das categorias Muito Seco, Muito Chuvoso (pelo fato de ambas apresentarem os extremos negativos e positivos da pluviosidade) e Normal (por apresentar características que representam a normalidade pluviométrica. Para eleição dos anos-padrão, foram considerados três critérios: 1) características pluviométricas anuais semelhantes para a maioria das estações; 2) características pluviométricas semelhantes entre os quadrimestres chuvosos para a maioria das estações; e 3) condições da TSM nos oceanos Atlântico e Pacífico.

Após a análise dos critérios, os seguintes anos-padrão foram eleitos:

- Ano-padrão Muito Seco - MS: o ano 2012 apresentou o maior quantitativo de estações na categoria MS. Na síntese anual, 85,7% das estações se enquadram nesta categoria; já na síntese que abarca os quadrimestres chuvosos, cinco das sete estações categorizaram o ano como MS. Com relação às condições de TSM, o GRADM se apresentou positivo, e o La Niña ocorreu de forma moderada. Nenhum dos demais anos analisados apresentaram condições pluviométricas negativas extremas que se aproximam ao ano 2012, o que o isola nas características da categoria MS;
- Ano-padrão Normal - N: dois anos apresentam características próximas à normalidade pluviométrica: o ano 2006 e o ano 2013. Na comparação desses anos na síntese anual, em 2006, seis das sete estações apresentaram-se na categoria Normal, enquanto que em 2013, a quantidade de estações nesta categoria diminuiu para cinco. Na síntese do quadrimestre chuvoso é o ano 2013 que apresenta as características mais próximas à normalidade: seis das sete estações se encaixam na categoria Normal; por fim, considerando o terceiro critério de escolha (TSM), o ano 2013 apresenta novamente as condições próximas à normalidade pluviométrica ao apresentar tanto a TSM do Atlântico, quanto a do Pacífico neutras, enquanto que o ano 2006 registra La Niña leve. Assim, o ano eleito para a representação da categoria Normal é 2013 devido a

quantidade superior de estações na categoria Normal no quadrimestre chuvoso e às condições neutras nos dois oceanos que circundam o continente americano;

- Ano-padrão Muito Chuvoso - MC: o ano 2011 apresentou o maior quantitativo de estações categorizadas como MC. Na síntese anual, 85,7% das estações se encaixam nesta categoria; já na síntese que engloba os quadrimestres chuvosos, quatro das sete estações enquadram-se na categoria MC. No que corresponde às condições de TSM, o GRADM ocorreu com neutralidade no período, enquanto que o La Niña manifestou-se forte no biênio 2010-2011 e moderado no biênio 2011-2012. Nenhum dos demais anos analisados apresentaram condições pluviométricas positivas extremas em comparação ao ano 2011, o que o isola nas características da categoria MS.

A Figura 7 apresenta a pluviosidade dos três anos-padrão eleitos. Para a elaboração dos mapas, foi utilizada uma base de dados contendo informações de 100 postos pluviométricos ou estações climatológicas.

Nota-se que os registros pluviométricos são mais elevados no setor leste do Agreste nos três anos-padrão. No ano-padrão Seco (2012), os valores das isoietas variam de 200,0 mm a 900,0 mm, com aumento progressivo no sentido oeste-leste. Os dois setores com os maiores registros são o centro-leste do Agreste da Paraíba (região de Areia/PB), e o sudeste do Agreste de Alagoas, que apresenta os maiores registros pluviométricos daquele ano.

O ano-padrão Normal (2013) apresenta aumento nos dados de chuva em algumas regiões. Os registros pluviométricos apresentam aumento progressivo mais notável no sentido oeste-leste, se comparados ao ano-padrão seco, visto que, os valores das isoietas apresentam variação de 200,0 mm a 1.400,0 mm. Quatro setores se destacam no que tange aos valores pluviométricos mais elevados: leste do Agreste potiguar, centro-leste do Agreste da Paraíba (região de Areia/PB), extremo norte do Agreste de Pernambuco, faixa leste do Agreste de Pernambucano e o sudeste do Agreste de Alagoas. Os pontos com os menores valores ocorrem na faixa oeste da região em todos os quatro estados, com destaque para a parte que compreende o estado da Paraíba.

ISBN: 978-85-7282-778-2

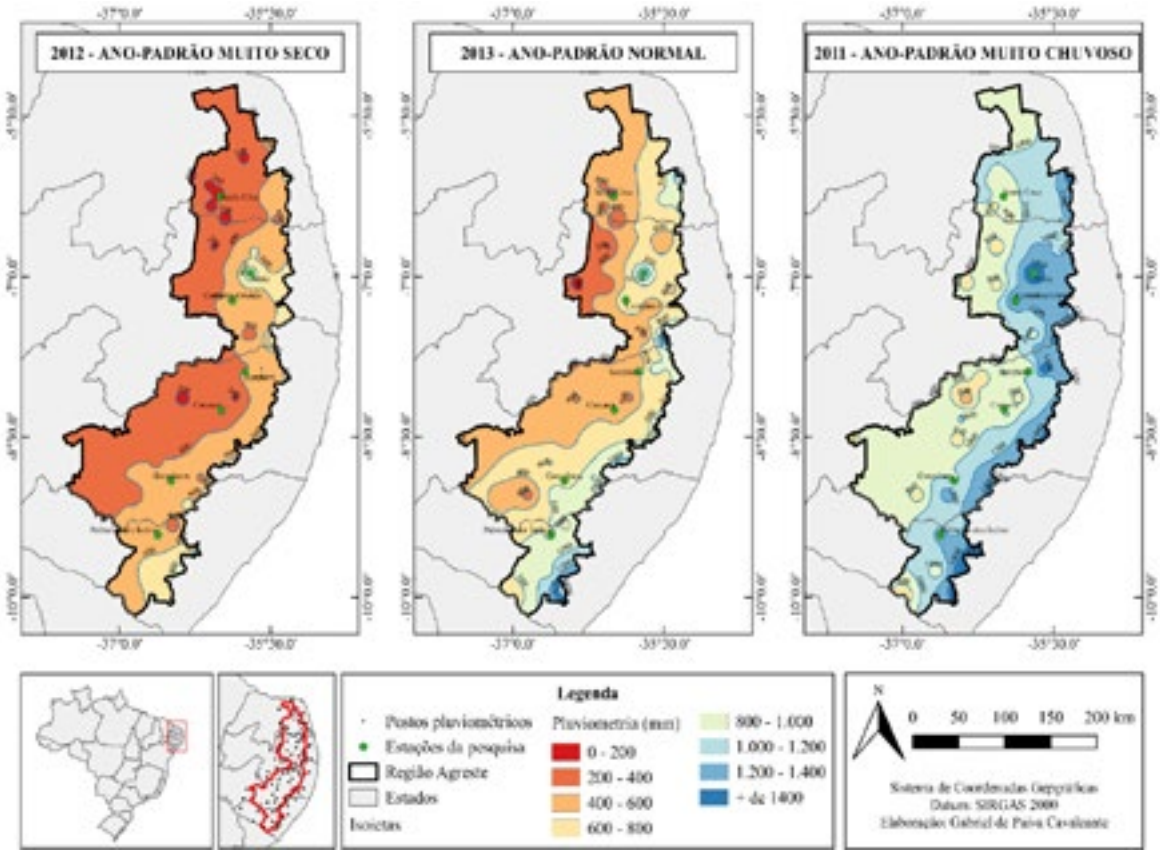


Figura 7 – Mapas de pluviosidade da região Agreste nos anos-padrão eleitos para a pesquisa.
Fontes: EMPARN (2018), AESA (2018), APAC (2018), SEMARH (2018) e INMET (2018).

Por fim, o ano-padrão Muito Chuvoso (2011) revela a maior uniformidade entre os três anos analisados. Mesmo com o decréscimo gradual da pluviosidade no sentido oeste-leste, os menores valores ocorrem por volta dos 800,0 mm (com exceção para uma região da porção noroeste do Agreste de Pernambuco, com registro de 600,0 mm). Os valores mais elevados compreendem toda a faixa leste da região, contendo dois avanços para o interior: regiões de Campina Grande/PB e de Areia/PB, ambas com isoietas de valores acima dos 1.400,0 mm. Destaca-se, também, o setor sudeste do Agreste de Alagoas, com isoietas de valores acima dos 1.500,0 mm.

ISBN: 978-85-7282-778-2

4. Considerações Finais

Um dos maiores desafios da Climatologia Geográfica brasileira é a compreensão da dinâmica climática, especialmente quando se trata dos estudos regionais, estes que não se apresentam com frequência nas pesquisas, provavelmente devido às dificuldades de referências atuais e da carência de dados consistentes que contemplem uma escala espacial e temporal compatível com as proporções de uma região.

Este trabalho, porém, apresenta uma proposta inicial para a compreensão da dinâmica climática da região Agreste do Nordeste do Brasil por meio da análise da ocorrência de chuvas durante anos-padrão. Aos dados disponíveis para os anos-padrão, pode-se aplicar a técnica da análise rítmica (MONTEIRO, 1971) para que se tenha uma concepção do ritmo dos atributos climáticos na região para esses anos representativos.

Constatou-se que, nos três anos analisados, (2011, ano-padrão muito chuvoso; 2013, ano-padrão normal; e 2012, ano-padrão muito seco) as chuvas ocorrem com maior intensidade na porção leste da região. A progressividade do aumento dos registros pluviométricos no sentido oeste-leste pode possuir ligação com a influência orográfica do Planalto da Borborema, que funciona como uma barreira à atuação de sistemas atmosféricos produtores de chuva que adentram ao continente. Assim, a precipitação torna-se maior na faixa leste da região Agreste, sobretudo nas regiões de escarpa, como Areia/PB e Garanhuns/PE, climatologicamente chamadas de brejos de altitude.

4. Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de Mestrado ao primeiro autor.

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.

BDMEP/INMET. **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa/ Instituto Nacional de Meteorologia.** Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmephttp://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>. Acesso em: 06/06/2017.

CORREA, A. C. B. et. al. Megageomorfologia e morfoestrutura do Planalto da Borborema. **Revista do Instituto Geológico,** São Paulo, 31 (1/2), 35-52, 2010. Disponível em: <http://www.igeologico.sp.gov.br/downloads/revista_ig/31_3.pdf>. Acesso em: 06/06/2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Regionalização do Brasil. **Meso e Microrregiões dos Estados**. Brasília: 1990. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em 20/05/2017.

MONTEIRO, C. A. F. Análise Rítmica em Climatologia: problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho. **Série Climatologia,** n.1. São Paulo: Instituto de Geografia/USP, 1971.

SEMARH. Governo de Alagoas. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. Disponível em: <http://www.semarh.al.gov.br/>. Acesso em: 24/05/2017.

SEMARH. Governo do Estado do Rio Grande do Norte. Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. Disponível em: <http://www.semarh.rn.gov.br/>. Acesso em: 24/05/2017.

SENA, J. P. O. **Análise da precipitação pluviométrica em anos extremos no Cariri Paraibano e suas consequências na agricultura e cobertura vegetal.** (Dissertação de Mestrado) – Campina Grande/PB, 2017, 97 p.

SOARES, L. P. **Caracterização climática do Estado do Ceará com base nos agentes de circulação regional produtores dos tipos de tempo.** Dissertação (Mestrado em geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Ceará. Fortaleza/CE. 2015, 241 p.

SOUZA, C. F. **Dinâmica Climática e as Chuvas no Nordeste Brasileiro no Eixo Barra do Corda/MA - Natal/RN (relações com o fenômeno EL Niño).** Tese (Doutorado em Geografia). – Programa de Pós-Graduação em Geografia, FFLCH/USP, São Paulo/SP, 1998, 325 p.

TABARELLI, M; SANTOS, A. M. M. Uma Breve Descrição Sobre a História Natural dos Brejos Nordestinos p. 17-24. In: PORTO, K. C.; CABRAL, J. J. P.; TABARELLI, M. (orgs.) **Brejos de altitude em Pernambuco e Paraíba:** história natural, ecologia e conservação. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004. 324p.

VASCONCELOS SOBRINHO, J. **As regiões naturais do Nordeste, o meio e a civilização.** Recife: Conselho do Desenvolvimento de Pernambuco, 1971, 442p.

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

AS IMPLICAÇÕES CLIMATICAS E OS ESTUDOS NA SAÚDE PÚBLICA: CASOS DE DENGUE EM SÃO LUÍS

Raquel Pereira Santana[1]

(1) Graduada em Geografia – Bacharelado – Universidade Federal do Maranhão- UFMA; raquelsantana145@gmail.com

Eixo: A CLIMATOLOIA NO CONTEXTO DOS EXTUDOS DA PAISAGEM E SOCIOAMBIENTAIS

1. INTRODUÇÃO

A relação homem e espaço levantam incontáveis questões pertinentes a geografia, entre elas o espaço-saúde-cidade. O crescimento acelerado e aleatório das cidades acarreta varias problemas ao homem e meio ambiente, e a saúde urbana esta diretamente ligada a essas problemáticas.

Segundo a OMS, a saúde é o bem estar físico, mental e social. A saúde é um direito humano fundamental reconhecido na declaração universal dos direitos humanos de 1948 e também o componente essencial do desenvolvimento, vital para o crescimento econômico de uma nação e estabilidade interna. O viver na cidade mesmo proporcionando varias oportunidades econômicas, também se atrela a diversas problemáticas relacionadas a saúde. A saúde urbana estuda o viver na cidade e os reflexos na qualidade de vida da população, o espaço é um dos determinantes para as características sociais e econômicas, para a construção do ser saudável.

ISBN: 978-85-7282-778-2

O ambiente de acordo com fatores naturais, clima, relevo, junto ao crescimento demográfico e o desenvolvimento estrutural da cidade podem acarretar em diversas proliferações de doenças caracterizadas como epidemias urbanas, onde o viver urbano facilita a sua propagação sendo assim, através da grande desigualdade social existente nesse espaço.

A falta de organização social, precárias condições de vida, e organização urbana, falta de governança e capacidade de desenvolver politicas publicas, tendem a desenvolver efeitos adversos sobre a saúde pública. O aumento de doenças urbanas nos últimos anos é notável, e como destaque nesta pesquisa, discorreremos sobre a dengue. A disseminação da dengue vai além dessas implicações espaciais urbanas esta fortemente ligada também ao espaço como fator social, pois o espaço é o meio no qual, ocorre a evolução social, interferindo assim no dinamismo urbano, logo afetando a saúde dos indivíduos, podendo ser positivo ou negativo. O objetivo deste trabalho é relacionar as implicações climáticas e o desenvolvimento do números de casos de dengue.

2. METODOLOGIA

A metodologia sistêmica é um método que busca conjugar conceitos de diversas ciências a respeito de determinado objeto de pesquisa. É baseada na ideia de um determinado objeto de estudo possuir varias dimensões, que podem ser estudadas e entendidas por diversas ciências, conceitos e princípios emanados de diferentes disciplinas, podendo ser empregados no estudo e compreensão de determinados fenômenos. A teoria geral de sistemas surgiu com os trabalhos do biólogo austríaco Bertalanffy, publicados entre 1950 e 1968. A teoria não busca solucionar problemas ou tentar soluções práticas, mas sim produzir teorias e formulações conceituais que possam criar condições de aplicação na realidade empírica. Esta metodologia sistêmica foi utilizada para relacionar as analises climáticas e os estudos da saúde urbana, os

ISBN: 978-85-7282-778-2

dados foram investigados e retirados dos órgão competentes, SEMUS, SINAN e IBGE. O estudo iniciou-se do levantamento das problemáticas relacionadas ao espaço e a saúde pública, nesta primeira etapa foram vistas questões sobre o agravamento de doenças urbanas em decorrência da vulnerabilidade estrutural nas cidades. Os objetivos foram as metas que nortearam o desenvolvimento, guiando as analises de casos de dengue.

2.1 Localização da área de estudo

O município de São Luís encontra-se na feição geológica – geomorfológica do Golfão Maranhense, ”grande complexo estuarino que teve sua evolução iniciada no plioceno (final do terciário), influenciado pelo surgimento da faixa litorânea ocasionando a superimposição da rede de drenagem e erosão da formação barreiras”. Ainda nesse contexto, a transgressão marinha do inicio do pleistoceno, ira completar insulamento, originando a Ilha do Maranhão e as baías de São Marcos e São José com as atuais configurações. (AB`SABER, 1960). A 2° ao Sul do Equador, nas coordenadas geográficas latitude S 2º31´ longitude W 44º16 Localização do município de São Luís (Figura 1)

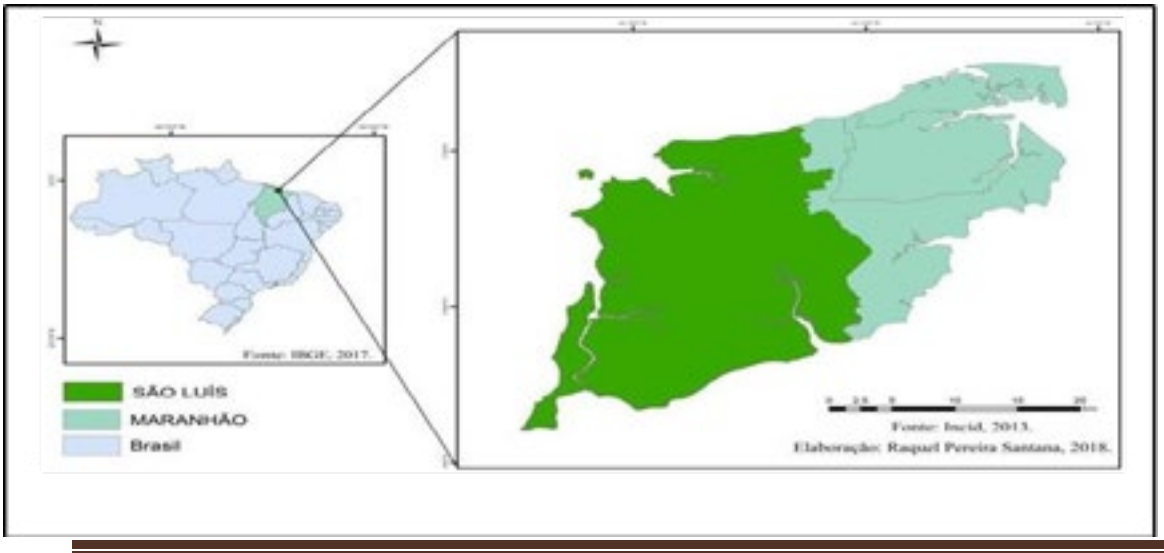


Figura 1. Mapa de localização do município de São Luís.

O Norte maranhense, onde situa-se a área de estudo, caracteriza-se por um clima tropical equatorial, com duas estações bem definidas, havendo regularidade térmica durante todo o ano, que são definidas pelo regime pluviométrico, há um período chuvoso compreendido entre o verão e outono e outro seco entre o inverno a primavera (com quatro a cinco meses seco); este clima caracteriza-se tanto pela influencia da maritimidade quanto da continentalidade. As temperaturas elevadas ao longo do ano, tem pequena variação sazonal, e a pluviosidade maior que os índices térmicos. (MENDONÇA 2007, p.159)

3. IMPLICAÇÕES CLIMÁTICAS SOBRE A SAÚDE PÚBLICA

Para uma analise mais aprofundada sobre as relações que ocorrem no espaço urbano, deve – se levar em consideração a correlação clima e saúde levando em consideração todas as influencias que este pode exercer sobre a saúde publica, pois segundo Mendonça (2005, p. 100 – 112), "o clima desempenha tanto efeitos favoráveis quanto desfavoráveis à boa saúde". Sabemos que o clima é um dos fatores naturais que exercem influência direta ao meio, sendo capaz de determinar as atividades que podem ser desempenhadas no mesmo, e ainda, a velocidade que estas são desenvolvidas, uma vez que a produção econômica de uma cidade pode ser desacelerada, no caso de ocorrência de epidemias de um determinado período do ano, pois de acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2003):

> O clima e tempo afetam a saúde humana de diversas maneiras: furações, tempestades e inundações matam milhares de pessoas a cada ano, e comprometem água e alimentos. [...]. Chuvas fortes podem desencadear epidemias de doenças como Malária e a Dengue.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Estes afirma ainda que: "A expansão geográfica de populações Aedes aegypti [...] sofre influência de fatores ambientais e sociais, entre os quais o clima, a densidade demográfica e a atividade econômica [...]". Glasser; Gomes (2002, p. 166 – 172). Ou seja, defendem a ideia que é uma combinação de fatores que são condicionantes à proliferação de tais epidemiologias. Com isso, entendemos que a relação clima e saúde possuem registros há tempos, já estando presente ainda nos relatos de Hipócrates, o qual é também citado por Rodrigues (2014, p. 25) e por Mendonça (2005, p. 100 – 112), e se atém para observar e definir a cidade como sendo o local específico de determinadas doenças. Mendonça (2005), ainda relata que as pessoas que estão em áreas com condições precariedades, são as mais acometidas com as influências que o clima pode ter na sua saúde, ou seja, esta parcela populacional encontra – se em um nível de vulnerabilidade maior. E para colaborar a mitigar esse problema têm – se o estudo da climatologia, por meio da bioclimatologia humana configurando – se em um campo de pesquisa de interesse da saúde pública.

Aleixo (2012), relaciona as ocorrências das patologias aos fatores climáticos, onde discorre que: "o clima urbano das cidades potencializa os problemas advindos da desigualdade socioespacial e da vulnerabilidade socioambiental e propicia nos espaços, condições favoráveis à ocorrência de diferentes tipos de patologias." (ALEIXO, 2012,p.26) a autora trata o clima como este sendo um dos agentes contribuintes para o desenvolvimento de algumas patologias que são acometidas no meio social, relatando e correlacionando a ocorrência de doenças com os eventos climáticos extremos; onde explica plausivelmente que estes por si só não são a causa por acarretar tais patologias, uma vez que deixa claro que os fatores climáticos estão associados às indevidas gerências públicas de planejamento urbano, atrelando – os ainda, à má distribuição espacial dos resíduos sólidos, somado à carência dos serviços de Saneamento Básico.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Com isso, podemos dizer que, o meio estando favorável a ocorrência de determinadas doenças, o clima exerce participação, sendo um complemento contribuinte para a evolução das patologias. São estes fatores socioambientais que analisamos para o entendimento da relação clima saúde. Os quais também foram visados por Araújo (2014), onde buscou analisar as implicações climáticas sobre a saúde da população urbana de São Luís (MA), em áreas de vulnerabilidade socioespacial. Segundo Araújo (2014), o estudo dos fatores naturais e sociais, no caso o clima e a saúde; necessitam de bases teóricas em uma visão ampla e complexa, pois devem ser observado e avaliado diversos aspectos condicionantes para o desequilíbrio na saúde pública, uma vez que o autor afirma: "O tempo por si só não provoca doenças" (Araújo, 2014); isto ao realizarmos uma pesquisa, devemos nos ater aos demais outros possíveis contribuintes para os agravos na saúde pública, não delimitando a "causa" somente aos fatores climáticos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

ISBN: 978-85-7282-778-2

Gráfico 1. Número de casos de dengue em São Luís de 2007 a 2018 **FONTE:** SANTANA, 2018. **DADOS:** SEMUS/SINAN

Grafico 2. Média Anual de Precipitação em MM. **DADOS:** INMET

Observando o gráfico nota-se que foram 11 anos analisados de 2007 a 2018 (exceção de 2013, pois não foram fornecido os dados dos casos de dengue) e ao longo desses anos os números de casos não diminuem, ou estão em média de 500 casos ou chegam a extremos de mais de 3 mil casos ao ano, e isso se deve a estrutura ineficaz da cidade em se preparar ao seu regime pluviométrico, principalmente em períodos chuvosos com maiores precipitações mm, onde os maiores números de casos entre Abril e Maio coincidem com os maiores volumes de precipitação.

ISBN: 978-85-7282-778-2

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que, o clima por si só não é capaz de promover epidemias, porem associado a falhas estruturais, vulnerabilidades socioespaciais potencializa a disseminação de doenças, principalmente as de veiculação hídrica e a dengue encontra- se nessa classificação. Os anos em estudo observa-se que os números de dengue não diminuem e isso não se deve ao regime pluviométrico, mas sim a estrutura da cidade que não se adequou ao mesmo, o que se tornou uma cidade vulnerável a surtos epidêmicos.

6. REFERÊNCIAS

ALEIXO, Natacha Cíntia Regina. Pelas lentes da climatologia e da saúde pública: doenças hídricas e respiratórias na cidade de Ribeirão Preto/SP. 2012. xxiv, 329 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2012. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/101455>.

ARAÚJO, Ronaldo Rodrigues. Clima e vulnerabilidade socioespacial: uma avaliação dos fatores de risco na população urbana do município de São Luís (MA). 2014. xviii, 289 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2014. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/124043>.

CÂMARA, Fernando Portela; GOMES, Adriana Fagundes; et al. Clima e epidemias de dengue no Estado do Rio de Janeiro. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical. 42 (2); 137 – 140, mar – abr, 2009.

GLASSER, Carmen Moreno; GOMES, Almério de Castro. Clima e sobreposição da distribuição de Aedes aegypti e Aedes albopictus na infestação do Estado de São Paulo. Revista Saúde Pública. 36 (2); 166 – 172, 2002.

MENDONÇA, Francisco. Clima, Tropicalidade e Saúde: uma perspectiva a partir da infestação do aquecimento global. Revista Brasileira de Climatologia. Vol. 1, N°1, p. 100 – 112, Dez – 2005.

REBÊLO, J. M. M.; COSTA, J. M. L.; SILVA, F. S.; et al. Distribuição de Aedes aegypti e do Dengue no Estado do Maranhão, Brasil. Rio de Janeiro. Cad. Saúde Pública, 15(3), jul-set, 1999, p. 477 – 486.

SANTANA, Raquel Pereira. Saúde Urbana: Estudo de Casos de Dengue por Distrito Sanitário em São Luís no Período de 2015 -2018, São Luís, 2018, p. 59.

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

ASPECTOS CLIMÁTICOS E OCORRÊNCIA DE CASOS DE DENGUE NA CIDADE DE GOIÁS EM 2017.

Nelton Nattan Amaral Nunes [(a)], Vanessa Claudia Lemes de Souza[(b)]

[(a)] Geografia, Universidade Estadual de Goiás, neltonnattan@hotmail.com

[(b)] Geografia, Universidade Estadual de Goiás, vanessageo123@hotmail.com

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

Este trabalho discute a influência climática sobre o homem, que pode ser tanto de maneira maléfica quanto benéfica. Quando de maneira maléfica ela manifesta através de doenças, epidemias e endemias humanas. Desta forma, é de fundamental importância para a sociedade moderna entender a influência e as correlações entre os elementos do clima e seus efeitos sobre a saúde humana na perspectiva da Geografia da Saúde. Uma das formas de entender esta relação é através das doenças tropicais, como a dengue, que há muito se tornou um problema de saúde pública em todo o mundo. O clima tem uma importância substancial na dispersão de alguns vetores que em condições sócio-ambientais ideais, é otimizada, causando epidemias como a dengue. Esta doença vem a muitos anos se adaptando ao meio urbano, aumentando o número de casos nos centro urbanos. Não diferente das outras cidades brasileiras, Goiás vem registrando diariamente vários casos de dengue.

Palavras chave: Geografia da Saúde. Dengue. Clima.

1. 1. Aspecto Climatico e ocorrência de Dengue na Perspctiva da Geografia da Saúde, na Cidade de Goiás.

1.1. Introdução

O Entendemos que a influência do clima na saúde humana se dá tanto de maneira direta quanto indireta e podem trazer benefícios sendo eles malefícios. A atuação do clima se dá de maneira contínua e de forma episódica. Sobre a saúde humana, quando de maneira contínua, o clima atua influenciando os fenômenos biológicos. Desta forma, temos a temperatura, a precipitação pluviométrica, a umidade relativa e o ciclo hidrológico afetando a sobrevivência e reprodução de agentes patogênicos, principalmente dos vetores de agentes infecciosos, como os mosquitos transmissores da malária e dengue.

Critchfield (1974), apud Ayoade (1991), coloca que a saúde humana, a energia e o conforto são afetados mais pelo clima do que por qualquer outro elemento do meio ambiente. Porém são muitas as formas de discutir a influência e a relação do clima sobre a saúde humana. Uma destas formas é através da geografia da saúde. Segundo Ayoade (1991), algumas doenças são introduzidas pelo clima em tempos diferentes e afetam o homem e demonstram correlações íntimas com as condições climáticas e com a estação do ano.

A dengue, que tem a sua distribuição relacionada com as variáveis climáticas, se tornou um dos principais problemas de saúde pública no mundo e estão aumentando nas últimas décadas, na qual pode se considera uma das maiores preocupações do século XXI. O principal transmissor da dengue é o mosquito Aedes aegypti, que é totalmente adaptado ao ambiente urbano, pois acha junto aos domicílios humano as condições necessárias para o seu desenvolvimento, que ocorre em águas acumuladas em recipientes que na maioria são usados pelo homem, é eficaz lembrar que a doença ja foi irradicada no Brasil que outra foi migrada novamente. A dengue é uma doença que afeta grande parcela da humanidade. Isso porque sua área susceptível a proliferação são as áreas tropicais em razão do clima quente e úmido, pois o mosquito transmissor da dengue precisa de uma temperatura de 20º e 46º C.

Diante do que foi apresentado, temos que as modificações recentes na paisagem natural, com os desmatamentos, a urbanização, afetam o clima em escala local, e soma-se a isso a falta de planejamento urbano e os hábitos de vida da população, que juntos podem estar causando alterações no habitat e na capacidade de reprodução do mosquito vetor da dengue, logo causando um aumento no número de ocorrência da doença. Sendo assim, seguindo a

ISBN: 978-85-7282-778-2

perspectiva da geografia médica ou da saúde, que se trata de um ramo de estudo que aborda temas relacionados à associação entre questões ambientais e a saúde do ser humano (RIBEIRO, 2010), entendemos como necessário estudar a influência climática na incidência da proliferação da dengue na cidade de Goiás.

2. Materiais e Métodos

- Área de estudo

Goiás é um município que sua população estimada em 2017 era de 22 916 habitantes de acordo com o IBGE. Se localiza na Microrregião do Rio Vermelho, com altitude de 474 m. O clima é caracterizado por dois períodos distintos: um chuvoso, com abundância de águas, no verão que vai de outubro a abril, e outro seco, com ausência quase que total de chuvas no inverno, que vai de maio a setembro. A temperatura média anual compensada é de aproximadamente 25 graus, sendo os meses de agosto a outubro os mais quentes e junho e julho os mais frios.

Figura- 1 Localização do minicípio.

Quanto aos procedimentos metodológicos, foi realizado um resgate bibliográfico, que discutem Geografia da Saúde com ênfase na vertente, clima/saúde tendo em vista a cidade de Goiás. Busca de dados no Instituto Nacional de Meteorologia, relativos aos parâmetros climáticos sendo eles temperatura e precipitação anual. Busca de dados de casos de Dengue junto a agência de saúde municipal relativos aos casos de dengue no ano de 2017. Analise dos dados coletados e elaboração do presente trabalho.

3. Resultados e discussões

O Aedes aegypti mantém características urbanas e alimenta-se de seivas das plantas. Porém, as fêmeas desta espécie são hematófagas, ou seja, alimenta-se de sangue também. Isto faz com que ao ingerir o sangue do hospedeiro infectado, ela ingira junto, o microorganismo que produz a doença. Cada mosquito vive em média, 30 dias e, quando férteis, as fêmeas chegam a depositar entre 150 a 200 ovos. A análise principal deste trabalho é compreender a distribuição espacial da dengue na perspectiva da Geografia da Saúde e compreender as relações, diretas e indiretas, com a pluviosidade na cidade de Goiás no ano de 2017, sendo que Goiás se manifestou de forma epidêmica na área urbana.

Figura-2 Dados climáticos e casos de dengue 2017.

O clima tem uma importância substancial na dispersão de alguns vetores que em condições socioambientais ideais, é otimizada, causando epidemias como a dengue no município de Goiás. Com a análise dos dados temos a atuação do clima que se dá de maneira contínua e de forma episódica. Sobre a saúde humana, da população de Goiás. A dengue, que tem a sua distribuição relacionada com as variáveis climáticas, o que favorece a disseminação da doença no município, uma vez que ele tem o clima tropical e seus parâmetros climáticos favorais. Goiás tem uma temperatura média de 24.9 °C. Tem uma pluviosidade média anual de 1677 mm, e uma expansão urbana de grande porte. A dengue é uma doença que afeta grande parcela da humanidade. Isso porque sua área susceptível a proliferação são as áreas tropicais em razão do clima quente e úmido, pois o mosquito transmissor da dengue precisa de uma temperatura de 20º e 46º C (COSTA, 2001). E assim justificamos a disseminação da dengue na cidade de Goiás, que obteve 225 casos confirmados em 2017.

Foi possível notar que nos padrões de distribuição dentre a temperatura e precipitação do município são variáveis 4 mm é a precipitação do mês julho, que é o mês mais seco. A maioria da precipitação cai em janeiro, com uma média de 335 mm. E 26.4 °C é a temperatura média do mês de agosto, o mês mais quente do ano. A temperatura média em maio, é de 23.0 °C. Durante o ano é a temperatura média mais baixa. Quando comparados o mês mais seco tem uma diferença de precipitação de 331 mm em relação ao mês mais chuvoso. As temperaturas médias variam 3.4 °C durante o ano.

4.Considerações finais

A partir dos resultados obtidos, consideramos que o principal mosquito transmissor da dengue vem, ao longo do tempo, se adaptando ao meio urbano, pois, é neste ambiente que encontra as condições ambientais (clima) e sociais ideais para a sua procriação. Podemos afirmar que o clima tem sofre influência na proliferação da dengue, mas a maior influência vem das próprias condições socioambientais que o homem cria.

Desta forma, podemos afirmar que as condições climáticas não são determinantes na proliferação da dengue. Ela pode ser considerada um fator agravante na situação, pois existem as condições climáticas ideais para a proliferação do mosquito, mas se não houver criadouros do mosquito não sobreviverá e nem conseguirá se reproduzir.

ISBN: 978-85-7282-778-2

3. Referências Bibliográficas

COSTA, I. P; NATAL, D. Distribuição Espacial da Dengue e Determinantes Socioeconômicos em Localidade Urbana no Sudeste do Brasil. Revista Saúde Pública. São Paulo, v. 32 n.3 jun. 1998. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php> Acesso em: 10 de jun. 2006.

TEIXEIRA, M.G.L.C. Dengue e Espaços Intra-Urbanos: Dinâmica de Circulação Viral e Efetividade de Ações de Combate Vetorial. 2000. 189 p. Tese (Doutorado em Saúde Coletiva). Instituto de Saúde Coletiva da Universidade Federal da Bahia, Salvador.

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 Pluviométrica: Do Bairro Santo Antônio em Comparação com o INMET no ano de 2017

Letícia Braga De Oliveira

Geografia/UFAM, Leticiaoliveirab31@gmail.com

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo/

Manaus é uma cidade com muitas características fortes em sua climática, na qual podemos destacar principalmente um clima tropical úmido, com bastante índice de precipitações entre os meses de Novembro a Março. O INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) é o único órgão oficial que registra os dados dessas previsões, mas em relação à estação pluviométrica artesanal, seu alcance foi somente até um raio de 50km², não sendo esses dados validos para todos os bairros da cidade de Manaus, e com a ausência dele, foi executar uma pequena análise Pluviométrica entres os meses de setembro, Outubro e Novembro de 2017 sobre o índice de precipitação no bairro Santo Antônio localizado na zona Oeste de Manaus.

Palavras chave: Pluviômetro, Precipitação, Dados, INMET, Manaus.

1.Introdução

Atualmente, a cidade de Manaus tem demonstrado uma constante variação, nos aspectos, tais como temperatura, Sabendo que para analisarmos sua climática, faz se necessário à utilização do instrumento chamado pluviômetro. Este significa “medidor de chuva”, ou seja, tem o poder de calcular cada milímetro de água caída no solo. Devido à falta de registro detalhados de toda a precipitação da zona urbana da cidade de

Manaus, a estação do INMET registra apenas uma pequena área de até 50 Km², sendo a única oficial, verificamos toda a dinâmica da pluviometria especifica do bairro Santo Antônio que se localiza na zona Oeste de Manaus e juntamos com os dados coletados do INMET por ser uma estação oficial valida.

2.Materiais e Métodos

2.1Local de estudo

O bairro Santo Antônio localiza-se na zona oeste da cidade de Manaus entre os bairros Compensa, São Raimundo, Gloria, São Jorge e Vila da Prata. Segundo o IBGE 2010, possui uma População de 19.757 habitantes, sendo 9.448 homens e 10.309 mulheres, tem um IDH (Índice de Desenvolvimento Humano) considerado elevado de 0,766 com uma área de 0,7483km².

2.2Equipamento

O Pluviômetro é um equipamento com o intuito de medir as chuvas (Precipitação). Há vários tipos desse instrumento como os Convencionais, na qual são feitos de forma manual, os Semiautomáticos, pelo meio digital, os Automáticos e principalmente os Artesanais, nas quais este irá abordar durante o trabalho. O Artesanal é feito de cano PVC com uma pequena área de 176 cm². A construção deste foi durante uma pequena oficina realizada em sala de aula, na disciplina de Climatologia geral no dia 29/08/2017 organizado pelo professor Dr. Naziano Pantoja Filizola Jr.

2.3 Métodos empregados

A metodologia do trabalho foi baseada primeiramente no levantamento de dados a campo, iniciando com a utilização do aplicativo Google Earth, efetuando a localização de onde está instalado o pluviômetro. Após isso, procuramos dar todo o detalhamento do instrumento, juntamente com o link do gráfico online e a imagem dele em forma artesanal instalado. Comparamos os dados, com os do outro pluviômetro posto em outra localização e realizamos coletas diárias durante três meses (setembro, outubro e novembro). Depois de ter sido instalado no local de estudo, o instrumento ficou localizado em uma superfície no telhado, na parte alta de uma laje, com área livre sem prédio ao redor, mas não se pode afirmar que seja dado preciso, devido à posição de onde este se encontra.

Fonte: Imagem, Oliveira, Letícia. 02/09/2017

2.4Dados

A estação artesanal foi executada desde o dia 13 de setembro de 2017 até 13 de novembro do mesmo ano. Os dados eram coletados todos os dias, por volta das 15H, horário de Manaus e 19h horário da UTM, durante dois meses de segunda à segunda, sendo os dados agrupados e postos em uma planilha no Excel, com anotações em uma caderneta fora a parte tendo um controle em ambos os meios de armazenamento.

2.5Processamento dos dados

Os dados foram organizados em planilhas online e no Excel, com isso após a finalização do período da coleta e com as informações computadorizados, foi gerado tabelas, gráficos e executadas as devidas comparações com o INMET.

3.Resultados e Analises

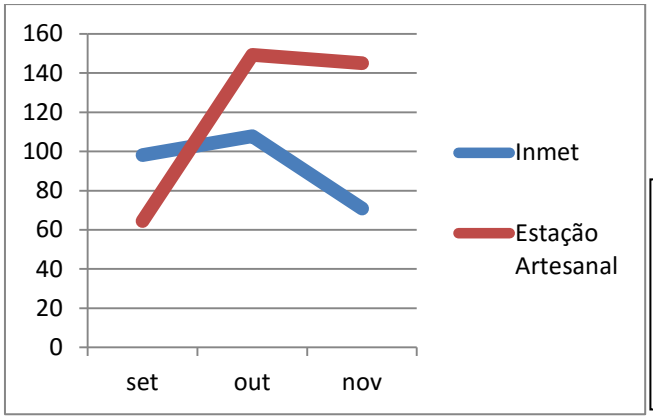


Gráfico entre Linhas de comparação de dados da estação do INMET e da Artesanal de Letícia. Oliveira, 2017

Mediante análises no gráfico, em linhas constatamos que a Artesanal teve uma precipitação maior, ou seja, "choveu mais", do que a estação do INMET, isto contribuiu bastante para a oscilação da linha dele, finalizando como superior.

Fazendo o comparativo entre as três estações do INMET, estação artesanal Letícia e estação artesanal de Wender que se localiza em outra zona da cidade verificaram que a estação do INMET esteve superior as outras duas estações artesanais no mês de setembro, já nos mês de outubro a estação artesanal de Wender ficou superior, e no mês de novembro a Estação artesanal de Letícia Ficou superior.

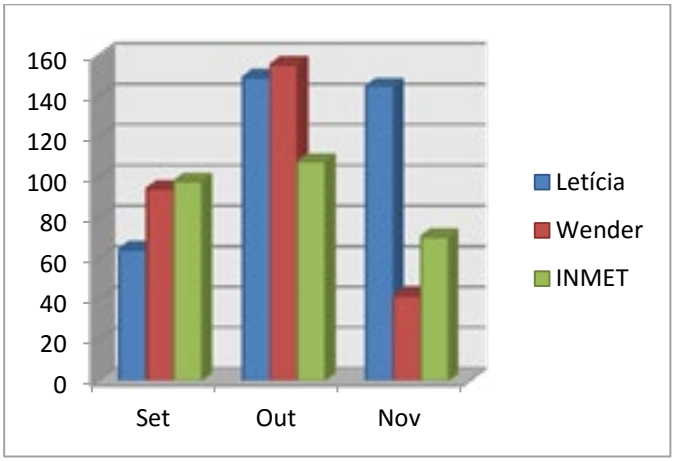


Gráfico de comparação de dados da estação do INMET, Estação artesanal Letícia e a do Wender. Oliveira, Letícia 2017

4.Considerações finais

Com a pesquisa realizada em 2017 que proporcionou aos discentes da turma de climatologia geral, pôr em prática este instrumento, pouco conhecido pela população, mas, pela qual se tornou de extrema importância para os discentes. Constatamos que o Bairro Santo Antônio, obteve um grande índice de precipitações, durante os meses de outubro e novembro, ocorrendo na mesma época uma forte atividade convectiva na região Amazônica, Mas devido à estação artesanal não ser oficial, os dados coletados neste bairro não são reais e confiáveis.

5. Referências Bibliográficas

MARENGO, José A., NOBRE, Carlos A., FISH, Gilberto; **Clima da Amazônia**, CPTEC/INPE in. Portal EcoDebate, 13/11/2014.

REVISTA GEONORTE, Edição Especial 2, V.2, N.5, p.22 – 40, 2012. SILVA, Daniel Araújo da. **A influência das áreas verdes no clima da cidade de Manaus.** Manaus: Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Departamento de Geografia, 2009. (Dissertação de mestrado).

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO 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 COMPARATIVA DOS ELEMENTOS CLIMATOLÓGICOS DE DUAS ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS, EM VITÓRIA E SANTA TERESA, ESPÍRITO SANTO: CONSIDERAÇÕES SOBRE O SÍTIO.

Fabrício Holanda do Nascimento [(a)], Cláudia Câmara do Vale [(b)]

[(a)] Departamento de Geografia/Universidade Federal do Espírito Santo
fabricio.climatologia2015@gmail.com

[(b)] Profa. Dra. do Departamento de Geografia/Universidade Federal do Espírito Santo
camaravale@gmail.com

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

Este trabalho tem o objetivo de analisar a relação existente entre os elementos da atmosfera (temperatura do ar, umidade relativa do ar e precipitação) e o sítio do lugar de duas Estações Meteorológicas Automáticas (EMA) localizadas em duas condições altimétricas distintas, em Vitória (9 metros de altitude) e em Santa Teresa (976 metros de altitude), aqui entendido como a condição geoecológica do lugar, como a morfologia. Para tanto, foram realizadas leituras acerca das teorias que tratam o clima como dinâmico, bem como a relação existente entre o clima o e sitio. Os dados acerca dos elementos climatológicos foram acessados a partir do site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), na escala diária e que foram convertidos em escala mensal. Os resultados permitiram concluir que existe uma forte relação entre as características do sítio onde localizam-se as estações trabalhadas, fato que está em consonância com as principais teorias que dissertam acerca dessa interação.

Palavras chave: Topografia; elementos climatológicos; climatologia geográfica

1. Introdução

Desde os tempos mais remotos, o Homem se preocupou com as questões relacionadas ao Clima. Autores clássicos, mormente dissertavam sobre diversos assuntos relacionados ao clima e ao

ambiente como um todo. Obras como a de Aristóteles em a *Meteorológica*, por volta de 340 a.C. e de Hipócrates em *Ares, Águas e Lugares,* por volta do ano 400 a.C.. No entanto, os estudos do clima numa perspectiva geográfica é algo relativamente recente, considerando a história da humanidade, datando do final do século XIX. Destarte, os estudos do clima em geografia não deve apenas considerar a descrição dos elementos climatológicos por si só, mas também a sua dinâmica e as relações existentes entre a atmosfera e a natureza, bem como com os centros de ação, como os anticiclones, massas de ar, e também com a superfície terrestre (RIBEIRO, 2000).

Neste sentido, Sorre (2006) nos instiga a analisar a atmosfera numa perspectiva diferente do meteorologista, que trata da atmosfera e se seus atributos físicos com o objetivo da previsão. Assim, o geógrafo não apenas se preocupa com uma determinada particularidade da atmosfera, mas também com sua relação com as "[...] características geográficas, as quais compreendem, ainda, a forma do terreno, as águas, o mundo vivo" (p.89).

Não somente a questão da dinamicidade do clima, Monteiro (1990), trata da questão do sitio como um elemento importante a ser considerado nos estudos de climatologia geográfica. Neste âmbito, o autor considera como o sítio pode ser compreendido como, "[...] os caracteres geo-ecológicos do lugar" (MONTEIRO, 1990, p.81), sobretudo no que tange à topografia do lugar. No entanto, além da morfologia do lugar, considera-se também aquelas estruturas derivadas da ação do homem, a exemplo da urbanização.

Segundo Landsberg (2006), a questão do sítio é tão importante que, não se deve analisar o clima urbano relacionando-o com os arredores da cidade não urbanizados, pois, em cidades com topografia mais elevada pode possuir características climáticas bem distintas daquelas que são localizadas em fundos de Vales.

Fialho e Paulo (2014), desenvolveram um trabalho intitulado *"Clima e sítio: variabilidade termo-higrométrica ao longo do transepto Ponte Nova-Ubá, Zona da Mata Mineira"*. Neste sentido, os autores demonstraram a influência do sítio na variabilidade termo-higrométrica da área de estudo trabalhada. No entanto, não é somente o fator altitude o responsável pela variação termo-higrométrica, embora seja importante, mas também outros fatores relativos às especificidades geográficas de cada lugar, a exemplo do uso e ocupação da terra (FIALHO e PAULO, 2014).

Assim, este trabalho tem por objetivo analisar a variação de três elementos climatológicos, temperatura do ar, umidade relativa do ar e precipitação em função das características dos sítios de

ISBN: 978-85-7282-778-2

duas estações meteorológicas automáticas (EMA) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) entre os meses de maio a outubro de 2018, de modo que abarque dois períodos distintos, um seco e um chuvoso, para a região Sudeste do Brasil.

2. Materiais e métodos

2.1. Localização geográfica das estações climatológicas

A estação automática de Vitória (Vitória-A612) fica localizada no Campus da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), nas coordenadas geográficas latitude 20°16'15.94"S e longitude 40°18'21.85"O, em uma altitude de 9 metros. Neste local, a compartimentação de relevo é basicamente caracterizada por planície costeira, com algumas áreas de manguezal, e áreas edificadas bem expressiva, pois se trata da capital do Estado do Espírito Santo.

A estação climatológica de Santa Teresa (Santa Teresa-A613) fica localizada nas coordenadas geográficas latitude 19° 59.303'S e longitude 40° 34.774'O, em uma altitude de 976 metros, no município de Santa Teresa, região Central Serrana do Espírito Santo (Figura 1). A diferença de altitude entre as duas estações é de 967 metros.

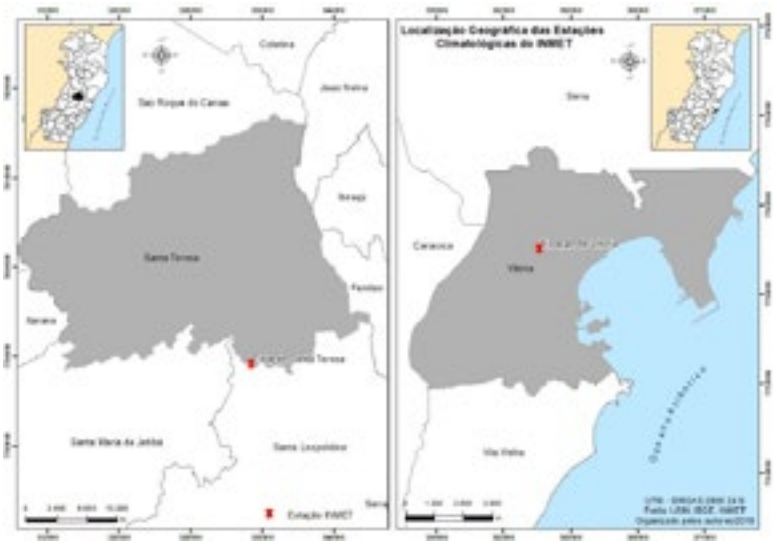


Figura 1 – Localização geográfica das estações automáticas do INMET. Fonte: IJSN/2012; IBGE/2010; INMET/2018. Organizado pelos autores, 2018.

Há diversos trabalhos já desenvolvidos utilizando dados de estações meteorológicas, sejam convencionais (EMC), sejam automáticas (EMA), a exemplo de Azevedo e Funari (2001); Souza, Galvani e Assunção (2002) e Ramos et al. (2008). Este último realizado no estado do Espírito Santo, a saber nos municípios de Linhares, São Mateus e Vitória.

Vitória, a capital do estado do Espírito Santo, localiza-se entre as coordenadas geográficas 20º14' e 20º20'S; 40º22' e 40º12'30"W. Do ponto de vista econômico, o município concentra a maioria das atividades econômicas da Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV) estado. Além disso, as altitudes no município vaiam de 0 a 300 metros de altitude, e composta por planícies costeiras de terrenos terciários, algumas colinas e tabuleiros costeiros pré-cambrianos que ajudam a constituir o Maciço Central de Vitória, que comporta o Parque Estadual da Fonte Grande e a Pedra da Cebola, importante Área de Preservação Ambiental (APA) do município (CORRÊA, et al., 2015) (Figura 2).

Figura 2 – Estação meteorológica de Vitória na imagem de satélite (direita) e foto da estação (esquerda).
Fonte: Google Earth/2018; INMET/2018. Organizado pelos autores, 2018.

Segundo IBGE (2006), os tipos climáticos do ES são o quente super úmido, mesotérmico brando super úmido sub-seca e o quente úmido, com 1 a 2 meses secos, evidenciando uma característica bem diversificada em relação ao clima.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Para a realização desta pesquisa foi necessário dividi-la em três fases. A primeira foi dedicada ao levantamento bibliográfico, incluindo livros, teses, dissertações e artigos que dissertam sobre os principais temas abordados na pesquisa, como, clima urbano, relação sítio e clima, entre outros.

A segunda foi dedicada ao levantamento de dados acerca dos elementos climatológicos analisados (temperatura do ar, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica). Os dados foram adquiridos, gratuitamente, através do sítio do INMET. No entanto, os dados do INMET são todos horários, seguindo a norma da Organização Meteorológica Mundial (WMO), havendo a necessidade de converte-los para a escala média mensal por meio de estatística simples no *Microsoft Excel*.

A terceira e ultima fase foi dedicada a confecção dos gráficos e tabelas representativos dos dados e discussão e análise dos resultados. Além disso, foi realizada uma breve discussão acerca dos principais sistemas sinóticos que atuaram sobre o Espírito Santo, com base no boletim climatológico do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER).

3. Resultados e discussões

3.1. Temperatura e umidade relativa do ar em Vitória (ES)

Em estudos de climatologia geográfica, a temperatura do ar e a umidade relativa do ar são atributos importantes a serem verificados, sobretudo em se tratando de estudos de clima urbano. Isso porque, nas cidades esses elementos climáticos e o espaço urbano atuam de forma integrada e influenciando-se mutuamente (BARBIRATO, 2007). O Gráfico 1 apresenta os elementos climatológicos, temperatura do ar e umidade relativa do ar, na escala média mensal para a estação climatológica de Vitória (ES) de maio a outubro de 2018.

Segundo Barbirato (2007), a umidade é o elemento mais importante na determinação do tempo e do clima, a despeito de representar menos de 3% de toda massa da atmosfera. Além disso, a umidade não atua apenas por ser a origem de todas as formas de condensação e precipitação, ela também absorve a radiação solar e a terrestre, contribuindo com uma melhora substancial do conforto térmico humano (BARBIRATO, 2007).

Numa tentativa de representar a análise rítmica, proposta por Monteiro (1971), o gráfico demonstra que maio e outubro apresentaram as menores temperaturas, cerca de 22 °C, conquanto que

ISBN: 978-85-7282-778-2

os meses de agosto e setembro as temperaturas estavam na casa dos 24 °C e 25°C. No que tange a umidade relativa do ar, os meses de maio e outubro apresentaram percentuais de 82% e 79%, respectivamente, conquanto que o mês de agosto houve uma ligeira queda, com valor em torno de 76%.

Tanto a temperatura do ar, quanto a umidade do ar, são atributos importantes na manutenção da vida, biótica e abiótica. Alves e Biudes (2012), afirmam que as cidades são ambientes bastante alterados, e as vezes com poucas áreas de vegetação natural. Por isso, estas se constituem em lugares onde os elementos da atmosfera supracitados sofrem modificações constantes, diminuindo assim a qualidade de vida dos citadinos.

Embora a EMA de Vitória localiza-se próxima a uma área de manguezal, as áreas à leste da mesma, que podem ser observadas na figura 2, são praticamente cobertas por edificações e caracterizadas por intensos fluxos de automóveis e pessoas ao longo do dia, situação que corrobora para que haja alterações significativas nos elementos da atmosfera local.

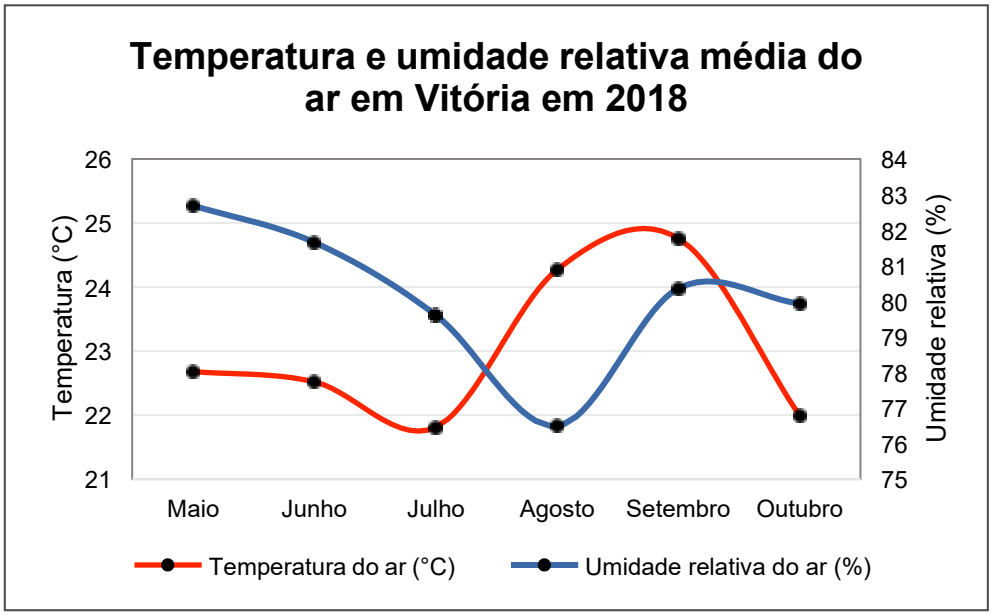


Gráfico 1 – Temperatura média do ar e umidade relativa média do ar na estação climatológica de Vitória. Fonte: INMET/2018. Organizado pelos autores, 2018.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Segundo o Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER), o mês de maio foi muito influenciado por frentes frias que influenciou as condições de tempo do estado, trazendo em alguns municípios acumulados de chuva significativos. No entanto, nestes meses não ocorreu acumulados de chuva em Santa Teresa. Fato que pode ter relação com a topografia do local, que faz com que este município seja caracterizado por "sombra de chuva".

3.2. Precipitação pluviométrica em Vitória

O Gráfico 2 demonstra a variação da precipitação mensal para a estação de Vitória. Neste, é possível perceber que os meses de maio, junho, agosto e setembro foram os meses que registaram os maiores acumulados de chuva ao longo do período analisado (cerca de 480 mm no total), com destaque para o mês de setembro, com acumulado superior a 250 mm.

O mês de julho, considerado um dos meses mais secos, a precipitação acumulada não ultrapassou os 16mm e outubro, embora seja considerado um mês chuvoso, o volume de chuvas não ultrapassou os 81mm.

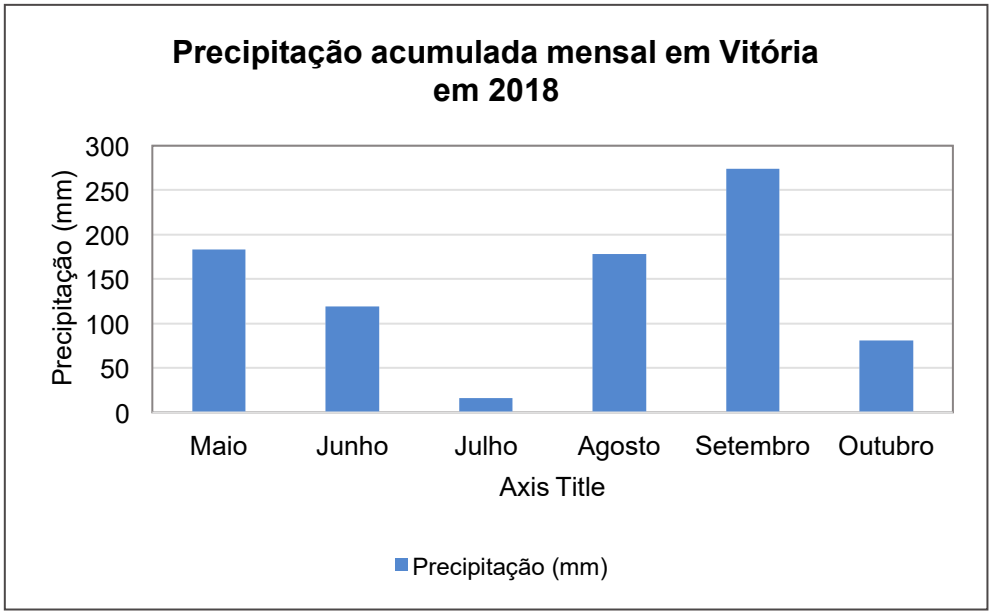


Gráfico 2 – Precipitação acumulada para Vitória (maio a outubro/2018). Fonte: INMET/2018. Organizado pelos autores, 2018.

ISBN: 978-85-7282-778-2

3.3. Temperatura e umidade relativa do ar em Santa Teresa (ES)

O Gráfico 3 apresenta o comportamento médio mensal das temperatura e umidade relativa do ar em Santa Teresa, no período de maio a outubro de 2018. Pela análise do gráfico é possível perceber que, ao longo dos meses de maio a outubro de 2018, as menores temperaturas ocorreram nos meses de maio, junho, julho e outubro, semelhante a estação de Vitória, maio e junho com 16, 88 °C, e julho e outubro com 16, 59 °C e 16, 04 °C, respectivamente. Em relação a Vitória, as diferenças de temperatura para os mesmos meses chega 6 °C. Possivelmente, essa diferença de temperatura deve-se às características do sítio, mas também da cobertura vegetal marcante próxima à EMA de Santa Teresa que, ainda encontra-se bem conservada, pois, este é um dos municípios capixabas que possui umas das áreas de Mata Atlântica mais bem preservadas. É sabido que a vegetação desempenha um papel muito importante na paisagem, e na regulação da temperatura do ar, e na emissão de vapor de água para atmosfera, devido ao processo de evapotranspiração.

Como em Vitória, os meses mais quentes foram agosto e setembro, com valores de 18, 5 °C e 17, 05 °C, respectivamente. Para os mesmos meses, Vitória apresentou valores superiores a 24 °C, uma diferença de aproximadamente 7 °C.

O elemento umidade relativa do ar se comportou de maneira bem anômala em relação à EMA de Vitória. Enquanto que nesta o percentual mais baixo estava na casa dos 76%, no mês de agosto, e o máximo em maio, 82, 69%, em Santa Teresa o mês de junho apresentou o menos percentual, de 25, 43% e o máximo no mês de outubro, com 91,73%.

ISBN: 978-85-7282-778-2

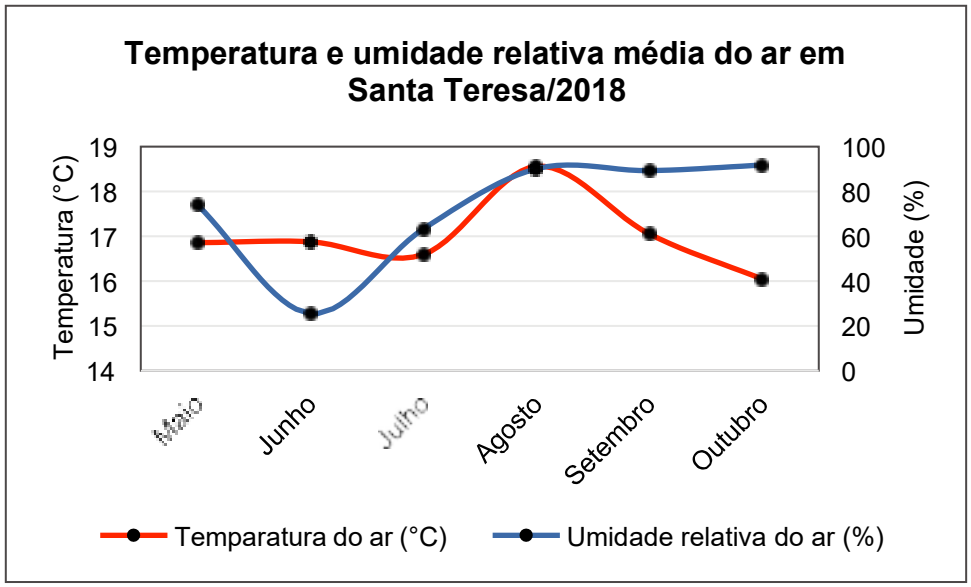


Gráfico 3 – Temperatura média mensal na estação meteorológica de Santa Teresa em 2018.
Fonte: INMET/2018. Organizado pelos autores, 2018.

3.4. Precipitação pluviométrica em Santa Teresa

O Gráfico 4 apresenta a precipitação acumulada para os meses de maio a outubro de 2018. Como pode ser observado, não ocorreu chuvas nos meses de maio a julho, somente de agosto a outubro, sendo que o mês de outubro apresentou volume de chuva superior a 110 mm. Ao longo do período analisado os acumulados de precipitação se comportaram de maneira bem diferente nas duas estações. Vitória apresentou os maiores volumes de chuva, com exceção do mês de outubro que, Vitória apresentou 81 mm e Santa Teresa 114 mm. Isso pode ter relação com a altitude, pois, o relevo exerce função de distribuição e intensificação das chuvas. Nota-se que, para os mesmos meses, Santa Teresa pode ser caracterizada como uma área de "sombra de chuva", pois, a umidade provinda do oceano Atlântico e afeta Vitória, próxima ao litoral e com um relevo caracterizado por planícies costeiras, não possui força suficiente para chegar em Santa Teresa, com áreas de serras elevadas e relevo bastante dissecado e rugoso.

ISBN: 978-85-7282-778-2

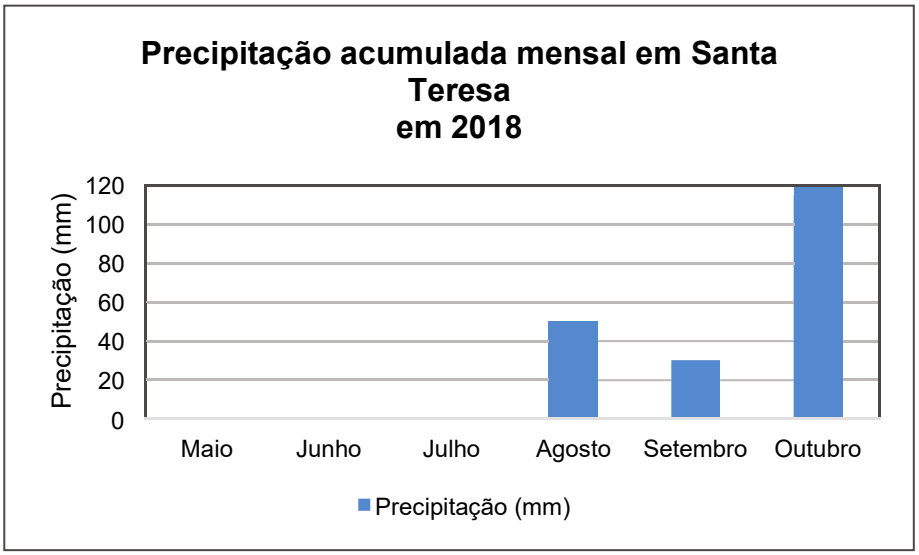


Gráfico 4 – Precipitação acumulada em Santa Teresa em 2018. Fonte: INMET/2018. Organizado pelos autores, 2018.

4. Considerações finais

A metodologia utilizada neste trabalho foi satisfatória, pois, possibilitou verificar a relação entre o sítio e os elementos climatológicos das duas estações meteorológicas analisadas, a EMA de Vitória, a 9 metros de altitude, e a EMA de Santa Teresa, a 976 metros de altitude, com uma diferença de altitude entre as duas estações de 967 metros.

Os resultados encontrados estão em consonância com as principais teorias que dissertam acerca da interação entre a topografia e os elementos climatológicos. Neste trabalho foi identificado uma forte relação entre o sítio, aqui entendido como as condições geoecológicas do local, como a morfologia, segundo a proposta de Monteiro (1990), e os elementos climatológicos, a temperatura do ar, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica, nos meses de maio a junho de 2018. Embora não tenha ocorrido trabalho de campo, caso que pode ser verificado a *posteriori,* através de dados de estações meteorológicas, percebe-se uma forte influência do sítio sobre os elementos da atmosfera supracitados.

Por fim, esta pesquisa não pretende esgotar-se por aqui, servindo de base para que outros trabalhos sejam desenvolvidos e aperfeiçoados nos municípios de Vitória, Santa Teresa e outros municípios do Estado do Espírito Santo, a fim de conhecer cientificamente o clima do estado.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Referências Bibliográficas

AZEVEDO, T.R; FUNARI, F.L. – Desempenho de registradores digitais de temperatura e umidade do ar em abrigo meteorológico padronizado- estudo comparativo visando o uso em trabalhos de campo. **GEOUSP**, São Paulo, V.10.p.147-164.2001.

BARBIRATO, G.M. **Clima e cidade:** a abordagem climática como subsídio para os estudos urbanos. Maceió: EDUFAL, 2007.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Disponivel em <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>, acesso em 18 dez. 2018.

FIALHO, E.S; ALVES; R.S; LOPES, D.I. Clima e sítio na Zona da Mata Mineira: uma análise em episódios de verão. **Revista Brasileira de Climatologia.** Ano 7 – Vol. 8 – JAN/JUN/2011.

LANDSBERG, H.E. O clima das cidades. Revista do Departamento de Geografia, São Paulo, v. 18, p. 95 - 111, 2006.

MONTEIRO, C. A. F. A cidade como processo derivador ambiental e a geração de um clima urbano – estratégias na abordagem geográfica. **GeoSul,** Florianópolis, v. 5, n. 9, p. 80-114, 1990.

RAMOS, H.E.A; NÓBREGA, N. E. F.; SILVA, J.G.F. Avaliação comparativa de dados meteorológicos obtidos em estações convencionais e automáticas, localizadas em três municípios do Estado do Espírito Santo. - **XV Congr.Bras. Meteorologia**, S. Paulo-SP, 2008.

SORRE, M. Objeto e método da climatologia. **Revista do Departamento de Geografia,** São Paulo, v. 18, p. 89 – 94, 2006.

SOUZA, I.A., GALVANI, E., ASSUNÇÃO, H.F. Avaliação de elementos meteorológicos monitorados por estações convencional e automática. In: **Congresso Brasileiro de Meteorologia**, 12, 2002, Foz do Iguaçu - PR. Anais..., Foz do Iguaçu: Sociedade Brasileira Meteorologia, 2002. (CD-ROM).

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO 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 precipitação da Serra de Baturité – CE: subsídios aos estudos geográficos do clima.

Raimundo Rodrigues dos Santos Junior[(a)], Isorlanda Caracristi[(b)]

[(a)] Centro de Ciências e Tecnologias, Universidade Estadual do Ceará,e-mail: rodriguesjuniorgeo@yahoo.com.br
[(b)]Centro de Ciências Humanas, Universidade Estadual Vale do Acaraú, e-mail: icaracristi@hotmail.com

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

Este trabalho é uma análise da precipitação da região da Serra de Baturité-CE. Na busca pela compreensão da tipologia e do comportamento do clima da região desta serra, foram desenvolvidas análises atravésda compilação e do tratamento estatistico de dados de séries de 32 anos (1987-2018) de precipitação, de cinco postos pluviométricos localizados na área. Os resultados comprovaram a importância dos controles climáticos no ritmo pluviométrico da serra, além de subsidiar na identificação das tipologias climáticas e nos estudos geográficos do clima.

Palavras chave: Serra de Baturité. Clima. Precipitação.

1. Introdução

A precipitação é um dos parâmetros mais importante para definir a tipologia climática e o comportamento climático de uma determinada área. Para Steinke (2012, p. 77) "A precipitação é a queda de água ou gelo das nuvens, quando a resistência do ar é vencida pelo peso dos hidrometeoros que compõem a nuvem." Na busca pela compreensão da tipologia e do comportamento do clima da região da Serra de Baturité, foi desenvolvida esta análise que compilou dados de séries de 32 anos (1987-2018) de precipitação, de cinco postos pluviométricos da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME), localizados na região.

No contexto da Região Nordeste, o Estado do Ceará abriga grande diversidade de domínios naturais e paisagísticos e tem aproximadamente 92% do seu território submetido à influência da semiaridez (CEARÁ, 2010). Em meio a essa diversidade de domínios, encontram-se as serras cearenses, ambientes de vultoso potencial biogeográfico, que são classificadas como maciços residuais úmidos, subúmidos e secos. Estas serras são marcadas

ISBN: 978-85-7282-778-2

por relações mútuas entre os componentes ambientais, oferecendo variados serviços ambientais, nestes locais é encontra também, de quando em quando, intensa atividade biológica.

A Serra de Baturité (Figura 1) é um dos mais expressivos relevos elevados (pré-litorâneo) do Estado, fica a pouco mais de 50 Km de distância do litoral (SOUZA, 2000) e apresenta-se como um importante enclave úmido (abriga grande potencial hidroclimático e fitoecológico). A Tabela I, apresenta informações gerais sobre essa serra, que possuí incríveis potencialidades, no que concernem as condições hidroclimáticas, a fertilidade dos solos e ao ecoturismo (SOUZA, 2007).

Tabela I – Localização, área total, altitude e pico culminante da Serra de Baturité no Estado do Ceará.

Serra de Baturité - CE	Informações Gerais
Localização (coordenadas)	Coordenadas geográficas extremas – Entre 4º02' e 4º32' latitude Sul. Entre 38º41' e 39º07' longitude Oeste.
Altitude (m) em relação ao nível do mar	Variável entre 600 – 900 m.
Área total (hectare e Km²)	38.220 ha / 382, 2 Km².
Pico culminante (m)	Pico Alto, localizado no município de Guaramiranga com 1.114 m.

Fonte: Cavalcante (2005) e Souza (2007).

Com supedâneo nos levantamentos bibliográficos, as condições climáticas gerais da serra de Baturité são: Temperatura: Médias anuais entre 20ºC e 22ºC; Amplitude térmica: Em torno de 3ºC, com máximas registradas durante o período seco (maiores índices de insolação); Índices de precipitação: Maiores que 1.200 mm (pode alcançar índices superiores a 1.700mm/ano em alguns locais de maior altitude); Trimestre mais chuvoso: Março, abril e maio; Trimestre menos chuvoso: Setembro, outubro e novembro; Pico máximo de precipitação: Normalmente entre março e abril; Pico mínimo de precipitação: Normalmente entre setembro e outubro. (CAVALCANTE, 2005; CEARÁ, 1992, 2006; IBAMA/UECE, 2002; SOUZA, 2000; ZANELLA, 2007).

ISBN: 978-85-7282-778-2

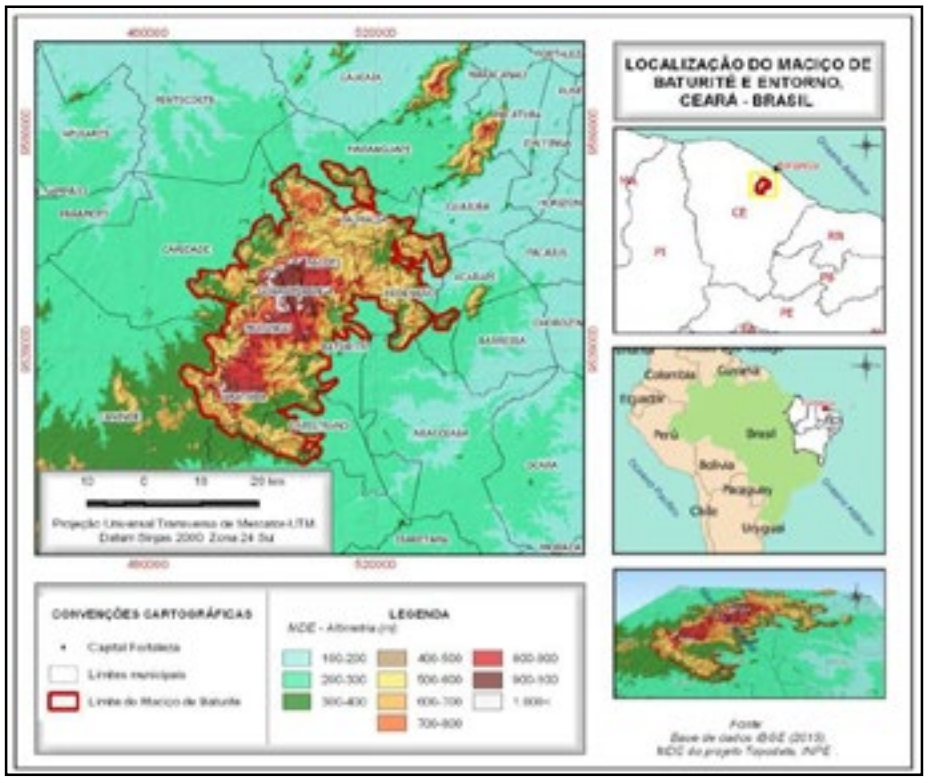


Figura 1 - Mapa de localização do Maciço de Baturité e entorno. Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

2. Materiais e Métodos

Os procedimentos metodológicos deste estudo foram compostos por duas etapas: Na primeira etapa foram realizados levantamentos bibliográficos e cartográficos que possibilitaram um maior aporte teórico e conceitual sobre as características geoambientais da área estudada e sobre a dinâmica atmosférica do Nordeste Brasileiro (NEB). Na segunda etapa,foram adquiridos dados dos postos pluviométricos da Funceme, através do *download* de arquivos de extensão ".txt" carregados com séries históricas pluviométricas, elencou-se um total de cinco postos na região da área de estudo (Tabela II). Após o *download* dos arquivos, os dados foram importados para planilhas do programa *Microsoft Office Excel*, posteriormente foi escolhida uma série de 32 anos de precipitação (1987-2018) para subsidiar as análises e a classificação dos anos-padrão.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Para as análises da precipitação e a definição dos anos-padrão, foram calculados os totais pluviométricos anuais da série histórica adotada de cada município. Para a definição dos anos-padrão, foi adotada a metodologia proposta por Monteiro (1971, 1973 e 1976), explicada por Santos e Nascimento (2017), onde é necessário o cálculo de três elementos estatísticos: Média aritmética $(\bar{X})$, Desvio padrão (S) e Coeficiente de Variação (CV), finalizado os cálculos, os valores do coeficiente de variação possibilitam a classificação dos anos em: normal, tendendo a seco, seco, tendendo a chuvoso e chuvoso, a partir dos critérios estabelecidos pelo pesquisador referidos na Tabela III.

Tabela II - Postos pluviométricos da Funceme utilizados na pesquisa.

Nome	Código	Latitude	Longitude	Altitude (m)
Aratuba	15	-4º.41' S	-39º.04' O	824 m
Guaramiranga	54	-4º.26' S	-38º.93' O	874 m
Mulungu	98	-4º.30' S	-38º.99' O	785 m
Pacoti	105	-4º.21' S	-38º.91' O	792 m
Palmácia	108	-4º.14' S	-38º.85' O	423 m

Fonte: Funceme (2019).

Tabela III – Classificação Anos-Padrão Monteiro (1971, 1973 e 1976).

Classificação Anos-Padrão Monteiro (1971, 1973 e 1976)	Coeficiente de Variação (limites)
Normal	Coeficiente de variação entre 15% positivos até 15% negativo
Tendente a seco	Coeficiente de variação negativo de 15,1% a 30%
Seco	Coeficiente de variação negativos superiores a 30,1%
Tendente a chuvoso	Coeficiente de variação positivos de 15,1% a 30%
Chuvoso	Coeficiente de variação positivos superiores a 30,1%

Fonte: Adaptado de Santos e Nascimento (2017), metodologia de Monteiro (1971, 1973 e 1976).

Após a organização e classificação dos dados, foi possível realizar o cálculo de frequência absoluta(F_i) e relativa(F_{r_i}), que resulta na quantidade absoluta dos anos por classe

(normal, tendendo a seco, seco, tendendo a chuvoso e chuvoso) e a frequência relativa de ocorrência, em porcentagem, na série histórica.

3. Resultados e discussões

Zanella e Sales (2011) explicam que, primordialmente é preciso compreender os mecanismos produtores dos diferentes tipos de tempo para a análise do clima de uma determinada região. Na busca por um conhecimento mais preciso e elucidativo sobre os centros de ação, massas de ar e sistemas atmosféricos produtores de chuva na região Nordeste, foram realizados levantamento bibliográfico, que subsidiaram o conhecimento mais amplo sobre a dinâmica atmosférica regional.

Conforme os autores Kayano e Andreoli (2009), Nimer (1979) e Mendonça eDanni-Oliveira (2007), Os centros de ação atmosféricos atuantes no NordesteBrasileiro, que formam e impulsionam as massas de ar produtoras dos tipos de tempo no NEB, são:Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS);Anticiclone do Atlântico Norte (ASAN);Zona do Cavado Equatorial.

As especificidades térmicas e higrométricas do ASAS e do ASAN, dão forma e conteúdo as massas de ar que acabam por participar ativamente da dinâmica atmosférica nordestina. As massas de ar atuantes no NEB são: Massa Equatorial do Atlântico Sul (MEAS), Massa Equatorial do Atlântico Norte (MEAN), Massa Tropical Atlântica (MTA), Massa Equatorial Continental (MEC) (as 4 com características térmicas e higrométricas: Quente e Úmida)e Massa Polar Atlântica (MPA) (Características térmicas e higrométricas: Fria e Úmida). (KAYANO & ANDREOLI, 2009; NIMER, 1979; MENDONZA & DANNI-OLIVEIRA, 2007). Já os principais sistemas atmosféricos produtores de chuva no NEB, influenciados pela ação destas massas são: Brisa marítima e terrestre, Complexos Convectivos de Mesoescala, Frentes Frias, Linhas de Instabilidades, Ondas de Leste, Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis, Zona de Convergência Intertropical (FERREIRA & MELLO, 2005). É importante salientar que a influência exercida pelos oceanos Atlântico e Pacífico

ISBN: 978-85-7282-778-2

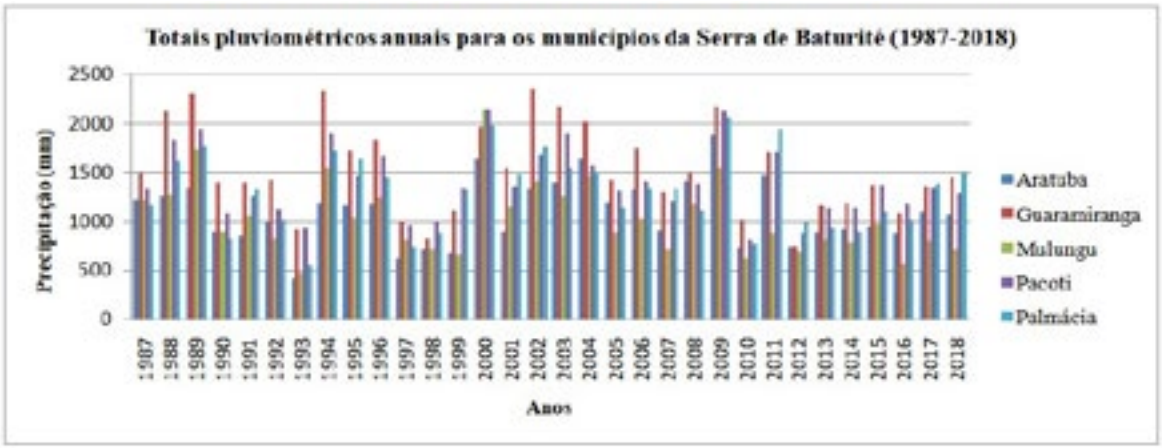
(Temperatura da Superfície do Mar – TSM), são determinantes para o ritmo climático anual do NEB.

A compreensão desse comportamento atmosférica dinâmico, que resulta nas tipologias climáticas e na produção dos tipos de tempo do NEB, tanto em nível local como regional, viabiliza análises mais acuradas dos atributos climáticos nos estudos específicos, como é o caso desse trabalho.

3.1. Análise da precipitação e definição dos anos-padrão

Os valores expostos no Gráfico I e na Tabela IV revelam que o município mais chuvoso dentre os elencados é Guaramiranga, com um total máximo de precipitações em 32 anos de 49.265,3 mm, logo depois vêm Pacoti com um total de 44.882,2 mm (localizados no platô e nas vertentes úmidas a barlavento). Já os municípios menos chuvosos são, respectivamente, Mulungu (33.167,9 mm) e Aratuba (34.966,5 mm), fato justificado pela localização de ambos, com áreas inseridas nas vertentes menos úmidas (a sota-vento). O município de Palmácia apesar de apresentar menores altitudes, localiza-se sobre as vertentes orientadas para o litoral (consequentemente mais úmidas), recebendo boa carga de chuvas (41.868 mm).

Gráfico I -Totais pluviométricos anuais para os municípios da Serra de Baturité (1987-2018).



Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Tabela IV -Totais pluviométricos anuais para os municípios da Serra de Baturité (1987-2018).

Anos	Aratuba	Guaramiranga	Mulungu	Pacoti	Palmácia
1987	1223,3	1494,3	1228,6	1340,5	1164,1
1988	1261,5	2133,2	1274,8	1843,6	1628,8
1989	1348,3	2313,7	1736,2	1945,3	1776,9
1990	896,9	1404	897,7	1090	823,6
1991	848,5	1404,9	1058,1	1264,5	1326,8
1992	996,3	1420,7	823	1125,9	1015
1993	416,3	923	479,1	937	543,9
1994	1185	2332.4	1548.1	1894.2	1719.9
1995	1157,3	1719,4	1042,7	1458,1	1645
1996	1171,6	1842,7	1246,7	1669,6	1446
1997	624,7	997,8	811,2	957,9	740
1998	714,1	818,9	717	1003,5	871,8
1999	677,9	1107	658,1	1353,5	1325,5
2000	1653	1979,8	2149,9	2156,1	1985,9
2001	895,2	1550,8	1151,3	1366,1	1486,1
2002	1339,1	2357,1	1418,5	1688,1	1764,2
2003	1403,7	2178,7	1259,3	1899,8	1551,9
2004	1647,5	2029,9	1462	1571,9	1513,8
2005	1196	1421,9	889,9	1408,1	1187,2
2006	1326,4	1744	1031	1409,6	1341,5
2007	915,7	1306,2	710	1213,6	1343,3
2008	1415	1503	1177,8	1382,4	1108,1
2009	1881,7	2176	1556	2134,9	2059,4
2010	729	1008,4	620	814,3	781,2
2011	1479,3	1718,7	870,9	1711,5	1945,4
2012	737	747,6	686,4	869,6	984,2
2013	889	1165,7	814,1	1134,3	936
2014	930	1182,8	788,5	1142,4	901,2
2015	949	1379,7	977	1378,5	1105,8
2016	871,5	1085,9	561	1171,4	1006,9
2017	1105,5	1363,6	806	1356	1391
2018	1081.2	1453.5	717	1290	1497.6
Total	34966,3	49265,3	33167,9	44882,2	41868
Média (X)	1092,70	1539,54	1036,49	1402,56	1308,37

Fonte: Elaborada pelos autores (2019).

Os resultados da classificação dos anos-padrão, bem como do cálculo da frequência absoluta e relativa, estão expostos nas tabelas (V, VI, VII, VIII e IX). Os resultados encontrados para as séries pluviométricas escolhidas após os cálculos das frequências foram:

1. Os anos classificados como normais, foram os mais frequentes em todos os municípios dentro das séries pluviométricas trabalhadas, destaque para Guaramiranga e Pacoti que apresentaram a maior e a mesma frequência de ocorrência (F_i = 13 / F_{r_i} = 40,625%), a menor foi identificada no município de Mulungu (F_i = 8 / F_{r_i} = 25%). Outros valores significativos também foram identificados em Aratuba (F_i = 10 / F_{r_i} = 31,25%) e Palmácia (F_i = 12 / F_{r_i} = 37,5%);

ISBN: 978-85-7282-778-2

2. Os anos classificados como tendente a seco, ocorreram com a mesma frequência dos anos secos, em Guaramiranga (F_i = 5 e F_{r_i} = 15,625%) e Aratuba (F_i = 6 e F_{r_i} = 18,75%). Nos demais municípios apresentaram os seguintes valores: Pacoti (F_i = 6 / F_{r_i} = 18,75%), Mulungu (F_i = 6 / F_{r_i} = 18,75%), Palmácia (F_i = 4 / F_{r_i} = 12,5%). A menor frequência foi identificada em Palmácia e as maiores em Aratuba, Mulungu e Pacoti;

3. Os anos classificados como secos apresentaram maior frequência no município de Mulungu (F_i = 8 / F_{r_i} = 25%) e menor no município de Pacoti (F_i = 4 / F_{r_i} = 12,5%). Em Palmácia a frequência foi igual à de Aratuba (F_i= 6 e F_{r_i} = 18,75%), para Guaramiranga os valores foram (F_i = 5 e F_{r_i} = 15,625%);

4. Os anos classificados como tendente a chuvoso demonstraram menores frequências em Guaramiranga (F_i = 2 e F_{r_i} = 6,25%) e Pacoti (F_i = 3e F_{r_i} = 9,375%) e maiores frequências em Aratuba (F_i = 6 e F_{r_i} = 18,75%), Mulungu e Palmácia (mesmos valores, F_i = 4 / F_{r_i} = 12,5%); ***5.*** Os anos chuvosos foram mais frequentes em Guaramiranga (F_i = 7 / F_{r_i} = 21,875%), menos frenquentes em Aratuba (F_i = 4 / F_{r_i} = 12,5%) e obtiveram a mesma frenquência nos demais municípios aqui estudados (F_i = 6e F_{r_i} = 18,75%).

Tabela V – Aratuba (1987-2018) - Frequência absoluta e relativa - Anos-Padrão (Monteiro, 1971, 1973 e 1976).

Anos-Padrão / 1987 - 2018	Frequência absoluta (F_i)	Frequência relativa (F_{r_i})
Normal	10	31,25%
Tendente a seco	6	18,75%
Seco	6	18,75%
Tendente a chuvoso	6	18,75%
Chuvoso	4	12,5%
Total	32	100%

Fonte: Elaborada pelos autores (2019).

ISBN: 978-85-7282-778-2

Tabela VI – Guaramiranga (1987-2018) - Frequência absoluta e relativa - Anos-Padrão (Monteiro, 1971, 1973 e 1976).

Anos-Padrão / 1987 - 2018	Frequência absoluta (F_i)	Frequência relativa (F_{r_i})
Normal	13	40,625%
Tendente a seco	5	15,625%
Seco	5	15,625%
Tendente a chuvoso	2	6,25%
Chuvoso	7	21,875%
Total	32	100%

Fonte: Elaborada pelos autores (2019).

Tabela VII – Mulungu (1987-2018) - Frequência absoluta e relativa - Anos-Padrão (Monteiro, 1971,1973 e 1976).

Anos-Padrão / 1987 - 2018	Frequência absoluta (F_i)	Frequência relativa (F_{r_i})
Normal	8	25%
Tendente a seco	6	18,75%
Seco	8	25%
Tendente a chuvoso	4	12,5%
Chuvoso	6	18,75
Total	32	100%

Fonte: Elaborada pelos autores (2019).

Tabela VIII – Pacoti (1987-2018) - Frequência absoluta e relativa - Anos-Padrão (Monteiro, 1971, 1973 e 1976).

Anos-Padrão / 1987 - 2018	Frequência absoluta (F_i)	Frequência relativa (F_{r_i})
Normal	13	40,625%
Tendente a seco	6	18,75%
Seco	4	12,5%
Tendente a chuvoso	3	9,375%
Chuvoso	6	18,75%
Total	32	100%

Fonte: Elaborada pelos autores (2019).

ISBN: 978-85-7282-778-2

Tabela IX – Palmácia (1987-2018) - Frequência absoluta e relativa - Anos-Padrão (Monteiro, 1971, 1973 e 1976).

Anos-Padrão / 1987 - 2018	Frequência absoluta (F_i)	Frequência relativa (F_{r_i})
Normal	12	37,5%
Tendente a seco	4	12,5%
Seco	6	18,75%
Tendente a chuvoso	4	12,5%
Chuvoso	6	18,75%
Total	32	100%

Fonte: Elaborada pelos autores (2019).

4. Considerações finais

É sabido que a análise da precipitação de uma área subsidia estudos climáticos específicos sobre esta, pois desta forma possibilita a identificação do ritmo pluviométrico e consequentemente auxilia na classificação da tipologia do clima da área.

Baseando-se na classificação climática proposta por Edmon Nimer (1979) que integra três vieses metodológicos/quantitativos e de dinâmica atmosférica, (1- climas zonais e subunidades regionais, 2 – regiões térmicas e 3 – classificação quanto padrões de umidade e secas mensais), é possível identificar três tipos climáticos na região do maciço: *1 - Tropical Zona Equatorial Quente Super-úmido com Subseca; 2 - Tropical Zona Equatorial Quente Úmido com duração do período seco de 1 a 2 meses; 3 - Tropical Zona Equatorial Quente Úmido com duração do período seco de 3 meses.* Fato confirmado as análises das precipitações e outros atributos climáticos (temperatura e umidade).

A variação dos valores da frequência de ocorrência dos anos-padrão (normal, tendendo a seco, seco, tendendo a chuvoso e chuvoso), comprova a importância dos controles climáticos (altitude, distância em relação ao litoral, orientação das vertentes, declividade, etc.) no ritmo pluviométrico da serra, tendo em vista a diferenciação da quantidade de precipitações registrada nos postos dos municípios elencados para o estudo. Por fim, é

ISBN: 978-85-7282-778-2

possível afirmar que este trabalho poderá subsidiar novas pesquisas que procurem compreender a dinâmica climática particular e regional da Serra de Baturité.

Agradecimentos

Agradecemos ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual do Ceará – ProPGeo/UECE; Ao Laboratório de Estudos Ambientais da Universidade Estadual Vale do Acaraú – LEA/UVA; Ao Laboratório de Geografia Física e Estudos Ambientais da Universidade Estadual do Ceará – LAGEO/UECE e a Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico – Funcap.

Referências Bibliográficas

CEARÁ, Secretaria dos Recursos Hídricos (SRH), **Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca, PAE-CE,** Fortaleza: Ministério do Meio Ambiente / Secretaria dos Recursos Hídricas, 2010. 372p.

CEARÁ, Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME). **Mapeamento da cobertura vegetal e do uso/ocupação do solo da APA da Serra de Baturité – Ceará.** – Fortaleza, 2006. 82p.: 18 mapas escalas: 1:50.000.

CEARÁ, Superintendência Estadual do Meio Ambiente – SEMACE.**Zoneamento Ambiental da APA da Serra de Baturité.** Diagnóstico e Diretrizes. Fortaleza: SEMACE, 1992. 136p.il.

FERREIRA, A. G.; MELLO, N. G. 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, N°. 1, p. 15-28, Dez. 2005.

IBAMA/UECE, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Universidade Estadual do Ceará – UECE. **Planejamento Biorregional do Maciço de Baturité (CE).** – Fortaleza: Banco do Nordeste, 2002, 177p. ilust.

KAYANO, M. T; ANDREOLI, R. V. Clima da Região Nordeste do Brasil. In: **Tempo e Clima no Brasil.** CAVALCANTI, I. F. A. [et al.] (orgs.). São Paulo: Oficina de Textos, 2009, p. 213-233.

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

MONTEIRO, C. A. de F. **Teoria e clima urbano.** 1976. 181f. Tese (Docência Livre) – Instituto de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1976.

MONTEIRO, C. A. de F. **A Dinâmica Climática e as Chuvas no Estado de São Paulo:** estudo geográfico sob a forma de atlas. São Paulo-SP. USP/IG, 1973.

MONTEIRO, C. A. de F. Análise Rítmica em Climatologia: problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho. **Climatologia nº 1**, São Paulo: IGEOUSP, 1971.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil.** Rio de Janeiro: IBGE, 1979. 422 p.: il. – (Recursos naturais e meio ambiente; n.4)

SANTOS, F. L. A.; NASCIMENTO F. R. Dinâmica Hidroclimática do Planalto da Ibiapaba e sua Depressão Periférica Circunjacente: Estudo de Caso nos Municípios de Tianguá e Ubajara – Noroeste do Ceará. **Revista Ra'e Ga.** Curitiba, v. 39, p. 57 – 75, Abr/2017.

SOUZA, M. J. N. Compartimentação Geoambiental do Ceará. **In: Ceará Novo Olhar Geográfico.** Org.: SILVA, J.B.;CAVALCANTE, T.C;DANTAS, E.W.C. 2ª ed. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007.

SOUZA, M. J. N. Bases Naturais e Esboço do Zoneamento Geoambiental do Estado do Ceará. In: LIMA, L. C., SOUZA, M. J. N., MORAES, J. O. **Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará.** Fortaleza: Ed. FUNECE, 268p. 2000.

STEINKE, E. T. **Climatologia fácil.** São Paulo: Oficina de Textos, 2012.

ZANELLA, M. E; SALES, M. C. L. Considerações sobre o Clima e a Hidrografia do Maciço de Baturité. In: BASTOS, F. H. (Organizador). **Serra de Baturité:** uma visão integrada das questões ambientais. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2011, Cap. 3, p. 61-75.

ZANELLA, M. E. As Características Climáticas e os Recursos Hídricos do Ceará. **In: Ceará Novo Olhar Geográfico.** Org.: SILVA, J.B.;CAVALCANTE, T.C;DANTAS, E.W.C. 2ª ed. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007.

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

Análise da temperatura de superfície e o uso da terra: Uma comparação das Regiões Urbanas Centro e São Geraldo na cidade de Juiz de Fora-MG

Michaela Campos e Silva[a]; Victor Samuel Bernardes de Paula[b]; Thiago Alves de Oliveira[c]; Camila de Moraes Gomes Tavares[d]; Cássia de Castro Martins Ferreira[e]

[(a)] Graduanda em Geografia/ Instituto de Ciências Humanas, Curso de Geografia, Universidade Federal de Juiz de Fora, michaelacampos2010@gmail.com
[(b)] Graduando em Geografia/ Instituto de Ciências Humanas, Curso de Geografia, Universidade Federal de Juiz de Fora, victor10go@hotmail.com.com
[(c)] Mestrando em Geografia/ Instituto de Ciências Humanas, Mestrado em Geografia, Universidade Federal de Juiz de Fora, thiagoao1996@gmail.com
[(d)] Mestrando em Geografia/ Instituto de Ciências Humanas, Mestrado em Geografia, Universidade Federal de Juiz de Fora, camila.tardeli.tavares@gmail.com
[(e)] Professora Associada IV, Instituto de Ciências Humanas, Curso de Geografia, Mestrado em Geografia Universidade Federal de Juiz de Fora, cassia.castro@ufjf.edu.br

Eixo: A climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo: Uma das questões a ser considerada no processo de mudança da cobertura e uso da terra é a alteração no campo térmico. Nesse sentido, o presente trabalho, tendo, como área de estudo duas regiões urbanas (RU) localizadas na cidade de Juiz de Fora-MG, buscou analisar comparar o padrão da distribuição da temperatura de superfície (TST) utilizando dados dos sensores TM e ETM + abordo do satélite 8 da série Landsat. Os resultados obtidos evidenciaram que as temperaturas de superfície mais elevadas na RU São Geraldo, estavam associadas a presença de áreas com gramíneas (pasto), e solo exposto. As temperaturas de superfície na primavera na RU Centro, apresentou-se potencialmente mais quente, associado a uma área com grande adensamento de construções, maior fluxo de veículos, alta verticalização e baixa incidência de cobertura vegetal.

Palavra Chave: Temperatura de superfície, clima urbano, sensoriamento remoto.

1- INTRODUÇÃO

O intenso êxodo rural que se observou após os anos cinquenta no Brasil deu origem a um acelerado e desordenado processo de urbanização, decorrentes de uma aglomeração humana nos pequenos espaços representados pelas cidades (MENDONÇA, 2003).

Essa urbanização modificou significativamente as características físicas das cidades, produzindo grande alteração do ambiente natural (ALVES, 2017). Um dos principais problemas resultantes da urbanização intensa é devido a formação de Ilhas de Calor Urbana, (ICU), que foi definida na literatura, como uma anomalia térmica caracterizada pelo aumento da temperatura do ar nas áreas centrais de uma cidade em relação à temperatura das áreas periféricas (OKE,1973). Assim, as ilhas de calor contribuem para o desconforto térmico das pessoas, devido as suas temperaturas elevadas, causando prejuízos a saúde da população (GARTLAND,2010).

Segundo Gartland (2010) a urbanização acelerada associada a maioria dos materiais de construção usados que, por sua vez, são impermeáveis, assim como os edifícios e os pavimentos que apresentam uma configuração tipo Cânion contribuem para a maior absorção de calor (já que são materiais, em sua maioria de baixo albedo), além de não permitirem a penetração da água, e dificultam a circulação do ar (no caso dos Cânions Urbanos) aumentando, portanto, as temperaturas do ar nessas localidades.

Dessa forma para o auxílio das pesquisas referentes a clima urbano, o sensoriamento remoto com o uso de imagens de satélite tem auxiliado, pois esse permite a mensuração das temperaturas de superfície. Auxiliando nas análises de qualidade ambiental urbana, assim como possibilitam identificar, através de imagens de satélite, o uso e a ocupação da terra, sendo possível, através do tratamento das imagens identificar a distribuição das fontes de calor dentro da área urbana, o que pode levar a formação de ilhas de calor (DORIGON e AMORIM, 2014).

Os dados referentes a temperatura de superfície podem ser adquiridos por meio do sensoriamento remoto, “uma vez que o calor interno de um objeto é convertido em energia radiante e para a maioria dos objetos existe uma alta correlação positiva entre a temperatura cinética verdadeira do objeto e o fluxo radiante proveniente dos objetos. Esse fluxo radiante emitido em comprimentos de onda longos (3 – 14 μm) pode ser registrado usando detectores

de infravermelho acoplados a plataformas orbitais ou aerotransportadas" (SOUZA e FERREIRA, 2012, p.2)

Araújo (2018), apresentou as mudanças no padrão de distribuição espacial e intensidade de ilhas de calor de superfície, utilizando imagens Landsat 5 e 8, nas estações de verão e no inverno na cidade de Cuiabá no período de (1988-2015), onde áreas densamente construídas apresentaram acréscimo de 6° C (1988) e 8°C (2015) em relação aos meses de janeiro e agosto. Amorim (2013) ressalta que, embora as cidades não apresentem grandes extensões, são elas as maiores transformadoras do meio natural, nesse sentido, um dos elementos que é transformado no decorrer das alterações que se processam no espaço é o clima. Dessa forma, conhecer as características climáticas de diferentes áreas da cidade, assim como avaliar o processo de uso e ocupação da terra é de substancial importância para dar suporte às análises ambientais e, avaliar a qualidade de vida local.

O trabalho busca analisar as diferenças da temperatura de superfície das Regiões Urbanas (RU) Centro e São Geraldo da cidade de Juiz de Fora- MG.

2- Caracterização das Regiões Urbanas

As duas Regiões Urbanas (RU) foco de estudo deste trabalho, são adotadas pela PJF como uma unidade de planejamento, localizadas no município de Juiz de Fora, a RU Centro e a RU São Geraldo (Figura 1).

Segundo Tasca (2010, p.69) a região do centro é dotada de maior e melhor capacidade de infraestrutura. Situado no Vale do Paraibuna, em sua parte mais ampla, onde historicamente ocorreram as primeiras ocupações, o território se expande para além do centro histórico, englobando núcleos residenciais e subnúcleos comerciais e de serviços localizados no seu entorno. O tecido formado pelas ruas principais do Centro (Avenidas Rio Branco, Independência e Getúlio Vargas, chamado triângulo central), configura uma rede de vias e

galerias, numa característica bastante peculiar da cidade, proporcionando um tipo de convivência social específico, sobretudo nos calçadões (Tasca, 2010).

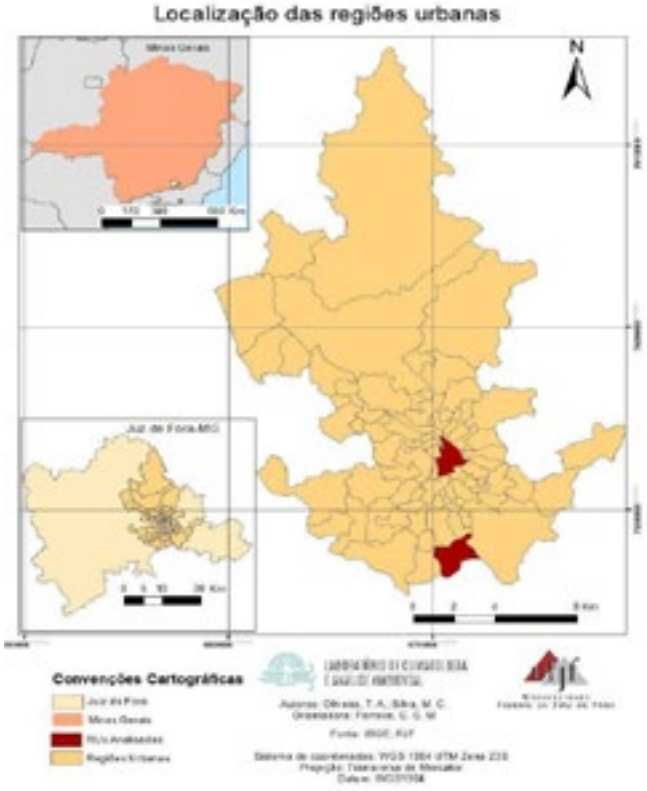


Figura 1 – Mapa de localização das regiões urbanas

A RU São Geraldo localizada na Zona Sul da cidade, possui uma ocupação principalmente residencial, sendo que a maior densidade demográfica está nos bairros Ipiranga e Santa luzia. Segundo Rodrigues (2005) antigamente esses bairros eram constituídos por fazendas, como por exemplo a fazenda Cachoeirinha, hoje bairro Santa Luzia que se constituiu por um processo de ocupação mais antigo. Assim nasceu a maior parte dos bairros situados ao sul da mancha urbana de Juiz de Fora.

Sua ocupação recente se caracteriza por construções de conjuntos habitacionais como Minha Casa Minha Vida, com baixa densidade populacional, menor número de habitações e

circulação de veículos em relação a RU Centro. Como pode ser observado na tabela I a diferença entre a população das RUs Centro e São Geraldo.

População e taxa de crescimento por Região Urbana							
	1991	1996		2000		2010	
	Pop.	Pop.	%	Pop.	%	Pop.	%
CENTRO	24317	24085	-1,0%	21426	-11,0%	20752	-3,7%
S. GERALDO	837	1059	26,5%	2087	97,1%	4227	102,5%

Tabela I: Evolução da população nas regiões urbanas-1991-2010
Fonte dos dados: Prefeitura de Juiz de Fora. Organizado pelos autores.

Diante dos dados observados na tabela I, ocorreu uma diminuição da população da RU centro, tanto nos períodos entre (1991-1996), (1996-2000), (2000-2010) quanto na taxa de crescimento geral que consiste nos anos de (1991-2010) em relação a RU são Geraldo, com um decréscimo de 14,6%. Porém a Ru são Geraldo teve um aumento quantitativo da população, ultrapassando os 400% ano longo do período 1991-2010.

Diversos fatores podem ter influenciado para que a RU São Geraldo tivesse esse acréscimo de 405,0% da sua população, como uma valorização urbana com grande número de construções de conjuntos habitacionais, e maior infraestrutura. Caracterizando assim em uma transformação do uso e ocupação da RU centro, que antes possuía caráter residencial e comercial passando para um caráter com demanda mais comercial devido a sua estrutura de bens e serviços oferecidos.

3- Materiais e Métodos

A metodologia foi dividida em 3 etapas de trabalho:

A primeira etapa foi direcionada a um levantamento bibliográfico, referentes a TST e clima urbano como Amorim (2015), MONTEIRO (2003) e MENDONÇA (2003).

A segunda etapa consistiu no levantamento dos dados referentes ao tipo de cobertura e ao número de pavimentos de cada edificação na área de estudo. O levantamento das variáveis foi realizado a partir do Google Street View e levantamentos em campo com o intuito de

identificar a altura das edificações e o albedo das coberturas. A região urbana centro já contava com um levantamento realizado por Assis (2016) e Pimentel (2017). Sendo que as informações foram registradas na tabela de atributos do shape de lotes no Arc Gis 10.2.2.

O mapa da altura das edificações foi gerado a partir do campo número de pavimentos, sendo que estes foram multiplicados por três (altura média de cada pavimento). Enquanto que o mapa de albedo foi gerado a partir do tipo de cobertura de cada edificação registrado também na tabela de atributos, sendo que os valores de albedo foram baseados em Assis (2016), Pimentel (2017)

Na terceira fase foi realizado o processamento da temperatura de superfície, a partir das imagens Landsat 8, que podem ser baixadas no site do Serviço Geológico dos Estados Unidos- USGS e posteriormente trabalhadas no Arc Gis 10.2.2, mediante a utilização de equações que são aplicadas pela ferramenta raster calculator, conforme Amorim (2005); Pimentel (2017), para a obtenção dos valores de temperatura de superfície.

As datas escolhidas para os mapas foram devido a disponibilidade das imagens de satélite, nos dias 13/06/2018 e 03/10/2018.

4- Resultados e Discussão

A carta de temperatura de superfície para os dias 13/06/2018 e 03/10/2018 (Figura 2) mostram um predomínio das faixas de temperatura superficiais mais altas na RU Centro, sendo que ocorre uma predominância de temperaturas superficiais nas faixas entre 20,6ºC e 24,8ºC para o dia 13/06/2018 e nas faixas acima de 27,9º para o dia 03/10/2018. A alteração dos valores se deve às estações do ano distintas e consequentemente diferentes taxas e ângulo de incidência da radiação solar em superfície. Comparando os dois mapas nas duas datações é possível perceber a diminuição das temperaturas de superfície em junho, porém o padrão de distribuição das temperaturas praticamente se repete nos dois meses analisados. Inclusive, pode-se observar uma grande mancha mais aquecida, demarcando uma ilha de calor de superfície (Figura 2).

ISBN: 978-85-7282-778-2

Por meio da fotografia aérea e da imagem termal (figura 3), é possível perceber que as áreas com cobertura vegetal, as temperaturas de superfície tiveram valores mais baixos, na faixa de 18,6 a 20,1 (13/06/2018) e na faixa de 25,9 a 27,9 (02/10/2018), enquanto que para a área mais densamente edificada e impermeabilizada as temperaturas de superfície ficaram mais elevadas, devido aos materiais construtivos das edificações, (Figura 4) que tem por predominância as telhas metálicas e lajes, a poluição gerada pelos automóveis, a geometria urbana que aprisiona o calor, e diminuem a circulação dos ventos, alta pavimentação das vias e pouca cobertura vegetal.

Destaca-se ainda que as áreas mais verticalizadas, apresentaram temperaturas de superfície mais amenas, na faixa de 20,6ºC a 22,7ºC (13/06/2018) e 27,9ºC a 29,9ºC (03/10/2018) (Figura 2 e Figura 4), esta situação pode ser explicada com base em Primavesi et al.(2007), que ressalta que em áreas com maior densidade de edificações muito elevadas, com edifícios muito próximos, uma edificação gera sombreamento na outra, repercutindo em nichos de temperaturas mais baixas, este fato ainda se confirma quando observa-se o mapa do dia 13/06, período no qual a inclinação dos raios solares é maior, repercutindo em maior área de sombra pelos edifícios e consequentemente uma maior área com temperaturas de superfície mais amenas.

A RU São Geraldo (Figura 4 e Figura 5) consiste em uma área ocupada por bairros periféricos, com um menor adensamento urbano, verticalização e ruas com menor fluxo de veículos, com uma cobertura vegetal mais expressiva levando ao registro de temperaturas superficiais mais amenas, quando comparadas aquelas estimadas para a RU Centro (Figura 2). Destaca-se as áreas de solo desnudo, que apresentaram as maiores faixas de temperatura de superfície nas duas datas estimadas

Quanto às demais feições aparentes é possível verificar a presença de cobertura vegetal e consequentemente uma faixa de temperaturas de superfície mais amenas sobre essas áreas (Figura 3). Evidenciando a influência da vegetação para o arrefecimento das temperaturas

superficiais. Quando esta cobertura vegetal é composta por pastagens, apresentaram um comportamento térmico variado nas duas datas analisadas.

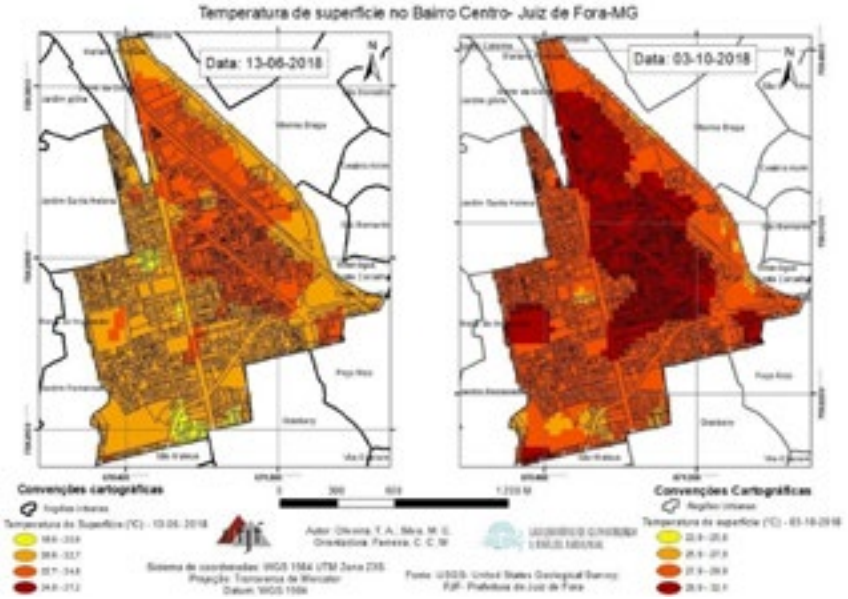


Figura 2 – Mapa de temperatura de superfície RU Centro

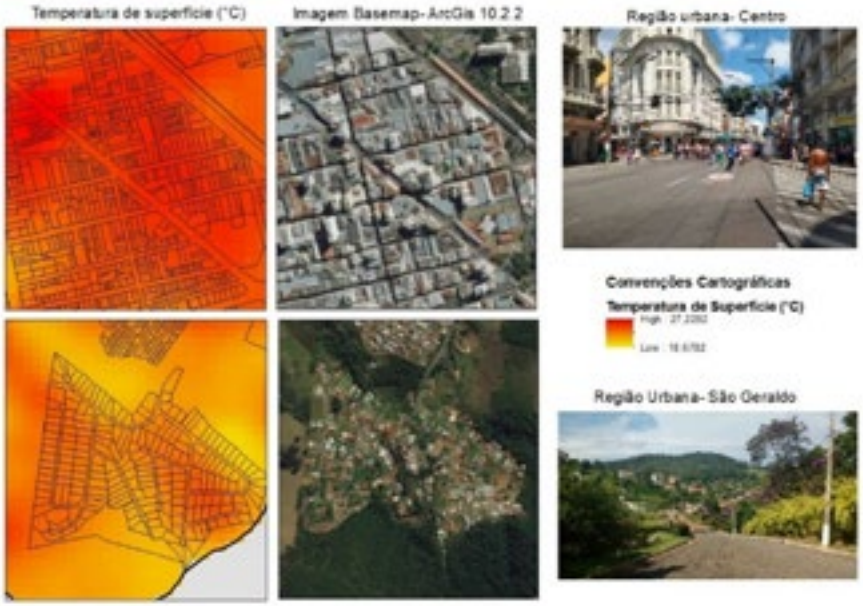


Figura 3- Relação entre a temperatura de superfície, e os Padrões de ocupação da terra para as

RUs Centro e São Geraldo

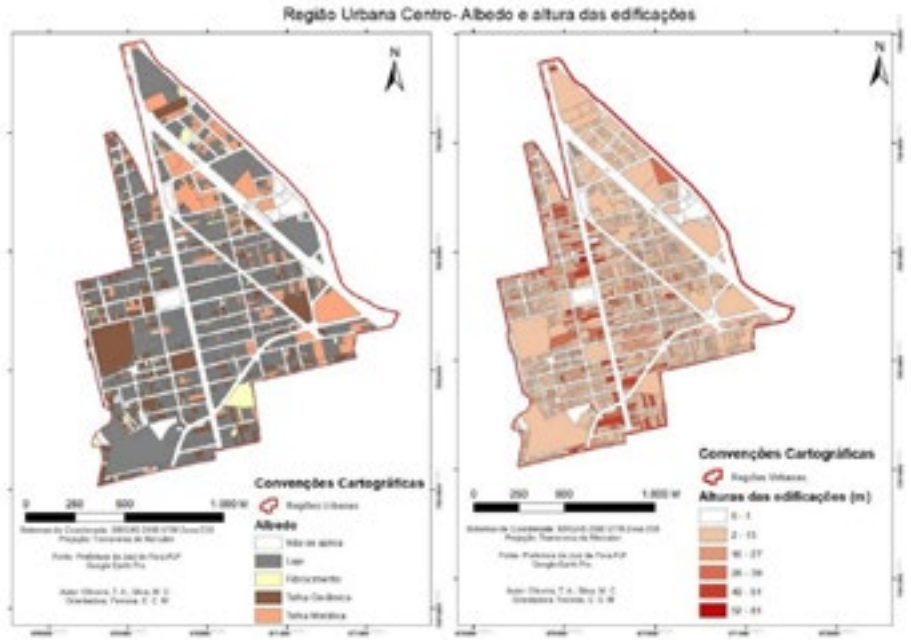


Figura 4- Mapa de Albedo e altura das edificações RU Centro.

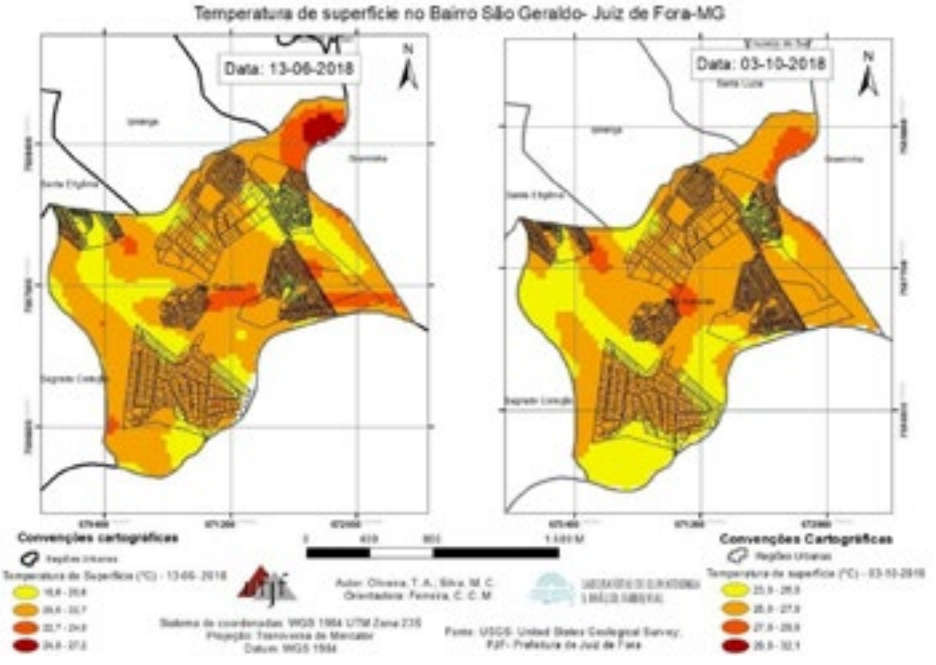


Figura 5 –Mapa de temperatura de superfície RU São Geraldo

Segundo Primavesi et al. (2007) esta situação pode estar relacionada as pastagens mais secas em junho, do que aquelas mais úmidas e irrigadas de outubro, o que provocaria uma menor evapotranspiração e maior fluxo de calor sensível em junho, ocasionando temperaturas superficiais mais elevadas, quando comparadas a um período com uma vegetação mais úmida Figura 5).

Além disso os tipos de coberturas das edificações apresentam maior taxa de albedo (Figura 6) e emissividade, devido à presença significativa de telhados construídos à base de materiais metálicos, cobrindo as residências e galpões ou em superfícies vítreas, apresentaram temperaturas amenas, esse fato se deve a baixa correlação positiva entre a temperatura cinética e a quantidade de fluxo radiado, além do decréscimo da emissividade, em função da alta rugosidade da superfície (SOUSA E FERREIRA 2012; JENSEN, 2009).

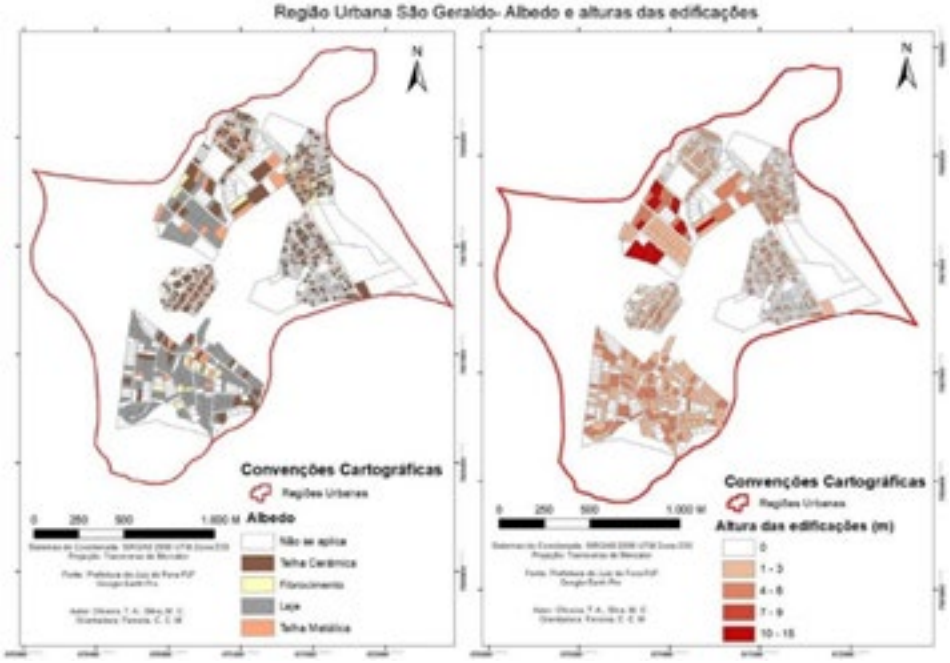


Figura 6- Mapa de Albedo e Altura das edificações RU São Geraldo

5- Considerações Finais

É possível observar através das cartas termais e fotografia aérea como a influência da vegetação interfere no processo de arrefecimento das temperaturas de superfície na Ru São Geraldo além do tipo de material construtivo usados nas residências, a interferência da geometria urbana, menor adensamento populacional e menor circulação de veículos demonstrando temperaturas mais amenas em uma das estações do ano, constituindo apenas temperaturas mais elevadas no inverno devido a campos de pastagens secos que elevaram a TST.

A análise feita através dos mapas de temperatura de superfície, em ambas RUs, evidencia a influência da urbanização mais intensa na RU Centro, devido ao seu caráter comercial e residencial, com intensa circulação de veículos e pessoas, com maior impermeabilização, falta de vegetação e a maior interferência da geometria urbana, além dos tipos de materiais construtivos demonstrando baixo albedo e emissividade, acarretando na maior absorção de radiação e concentração do calor no meio urbano. Demonstrando em uma faixa da cidade a formação de uma ilha de calor de superfície.

6- Referências bibliográficas

ALVES. E.D.L. Ilha de calor urbana em cidade de pequeno porte e a influência de variáveis geourbanas. **Revista Brasileira de Climatologia**- Goiás. - Vol.20- JAN/JUL 2017.

AMORIM, M. C.C.T. Intensidade da ilha de calor urbana em Presidente Prudente/SP: Episódio de Inverno. **Revista Geosul**, Florianópolis, v.20, n.39, p 65-82, jan /jun.2005.

_____. O clima urbano a partir do sensoriamento remoto e de registros da temperatura do ar. In: XIV Encuentro de Geógrafos de América Latina: reencuentro de saberes territoriales latinoamericanos, 2013, Lima. **Anais.**..Lima/Peru: UGI, 2013. p. 1-18. http://www.cbg2014.agb.org.br/resources/anais/1/1403878199_ARQUIVO_Completo_Larissaok.pdf

_____; CARDOSO, R. **Modelagem Espacial da ilha de calor urbana em Presidente Prudente (SP) -** Brasil. 2011- Vol.16- JAN/JUL 2015.

ARAÚJO.L.F, SOUSA.V.F, RAMPAZZO.C.R, UGEGA, JC. Clima urbano, padrões de ocupação e distribuição espacial da temperatura de superfície urbana nos períodos sazonais de verão e inverno em Cuiabá-MT (1988 e 2015). In:XIII Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica;2018, Juiz de Fora. **Anais**... Juiz de Fora: UFJF,2018, p. 251-260.

ASSIS, D.C. **Conforto Térmico associado às variáveis de cobertura da terra na região Central de Juiz de Fora- MG.** Dissertação de mestrado (em Geografia) programa de pós-graduação, em Geografia da Universidade Federal de Juiz de Fora, 2016.

DORIGON.L.P; AMORIM. M.C.C.T, Técnicas de sensoriamento remoto (temperatura a superfície e NDVI) aplicadas aos estudos de clima urbano, o exemplo de Paranavaí/PR. In: VII Congresso Brasileiro de Geógrafos. 2014, Vitória. **Anais**...Vitória: UFES,2014.

GARTLAND, L. **Ilhas de Calor**: São Paulo: Oficina de Textos,2010.

JENSEN, J. R., **Sensoriamento Remoto do Ambiente:** uma perspectiva em recursos terrestres, 2da Edição traduzida pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, São Paulo, Parêntese, 672 p., 2009.

MENDONÇA F.A. O clima e o planejamento urbano em Londrina: proposição metodológica e de intervenção urbana a partir do estudo**.** In: MONTEIRO, C.A.F. e MENDONÇA, F. **Clima Urbano**. 1° ed. São Paulo: Contexto.cap 3, p. 93-119.

MONTEIRO, C.A.F. e MENDONÇA, F. **Clima Urbano**. São Paulo: Contextos, 2003.

PIMENTEL, F.O. **Clima Urbano:** o Uso de modelos geoespaciais na investigação do conforto térmico em Juiz de Fora – MG. Dissertação de mestrado (em Geografia). Programa de pós-graduação em Geografia da Universidade Federal de Juiz de Fora, 2017.

PRIMAVESI, O.; ARZABE, C.; PEDREIRA, M. S. **Mudanças climáticas: visão tropical integrada tropical. São Carlos**, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2007.

RODRIGUES, A.S.R. **ATUAIS DINÂMICAS SOCIOESPACIAIS:** A HABITAÇÃO EM JUIZ DE FORA / MG. Dissertação de Mestrado (em geografia) Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2005.

SOUSA, S.B; FERREIRA, L.G. Análise da temperatura de superfície em ambientes urbanos: um estudo por meio de sensoriamento remoto no município de Goiânia, Goiás (2002 – 2011) », ***Confins*** [online], 15 | 2012, posto online no dia 18 junho 2012, consultado o 29 janeiro 2019. URL: http://journals.openedition.org/confins/7631; DOI: 10.4000/confins.7631.

_____; FERREIRA JUNIOR, L.G.F. Relação entre temperatura de superfície terrestre, índices espectrais e classes de cobertura da terra no município de Goiânia. **Ra'ega.** Curitiba, 2012.P.75-99.

OKE, T.R. City size and the heart island.**Atmospheric environmet**, v.7, p.769-779, 1973.

TASCA.L, **As contradições e complementariedades nas leis urbanas de Juiz de Fora: dos planos aos projetos de intervenção**. Tese de Doutorado (em Planejamento Urbano e Regional) programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e regional da Universidade Federal do Rio de Janeiro,2010.

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

Análise da temperatura de superfície em ambientes urbanos: um estudo por meio do sensoriamento remoto do bairro Mirandão, Crato/CE (1984, 1993, 2011 e 2017)

Mayra Alves Pinheiro [(a)], Juliana Maria Oliveira Silva [(b),] Marcelo de Oliveira Moura [(c)]

[(a)] Bolsista de Apoio Técnico a Pesquisa 1A- CNPQ, graduação em Geografia, Universidade Regional do Cariri/URCA. mayra.acops@hotmail.com
[(b)] Professora do Departamento de Geociências/URCA, juliana.oliveira@gmail.com
[(c)] Professor do Departamento de Geociências Universidade Federal da Paraíba/UFPB, geommoura@yahoo.com.br

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

O objetivo principal da pesquisa é analisar as diferenças térmicas da superfície do bairro Mirandão da zona urbana do município do Crato/CE, para os anos de 1984, 1993, 2011 e 2017. A metodologia do trabalho se deu basicamente na análise dos mapas de temperatura, NDVI e de diferença de superfície para os referidos anos já citados para o mês de agosto, foi utilizado o software QGIS 3.4.4 , com imagem do satélite Landsat 8. Em relação aos resultados obtidos o período que apresentou valores mais suaves de temperatura foi de 1984, já os que apresentou maiores valores foi o ano de 2017, configuram-se em locais com baixa densidade vegetal, o crescimento do bairro se deu com a construção de loteamento nos últimos anos, principalmente por conta da especulação imobiliária, na qual se configurou a retirada da cobertura vegetal. Observa-se que a diferença de temperatura chegou até 12,9 Cº para os distintos anos.

Palavras chave: Temperatura, NDVI e Urbano.

1. Introdução

O clima urbano tem sido alvo de preocupação e estudos para cientistas em todas as partes do mundo, pois as cidades estão cada vez mais aglomeradas e está cada vez mais aumentando os fatores que contribuem para que altere a temperatura da cidade contribuindo para que a população sofra ainda mais com essas mudanças. (ALCOFORADO e ANDRADE, 2007)

O clima urbano, considerado como a alteração do clima local decorrente do processo de urbanização, é produto da ação do homem sobre o meio ambiente, principalmente no que diz respeito à alteração na superfície, no tocante à impermeabilização do solo e retirada da cobertura vegetal (NASCIMENTO, 2011)

O objetivo do trabalho é analisar as diferenças térmicas da superfície do bairro Mirandão da zona urbana do município do Crato/CE, para os anos de 1984, 1993, 2011 e 2017 utilizando-se imagens do satélite LANDSAT 5TM, banda (termal 6) e comparar com o Índice de Vegetação Normalizado NDVI das bandas 3 e 4 dos mesmos anos. A área de estudo pertence a um dos bairros da cidade do Crato na qual faz parte da Região Metropolitana do Cariri, integrando o Triângulo CRAJUBAR, que envolve as cidades de Crato, Juazeiro do Norte e Barbalha. Verifica-se nessas cidades um processo de urbanização se expandindo para algumas áreas, especialmente no setor da construção civil, fato observado pelo número de loteamentos nas cidades de Juazeiro do Norte e Crato.

As árvores, isoladas ou em grupos, atenuam grande parte da radiação incidente, impedindo que sua totalidade atinja o solo ou as construções, ainda a vegetação propicia resfriamento passivo em uma área por meio do sombreamento e da evapotranspiração. Entre os atributos ambientais, destaca-se o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI),

que constitui uma importante estratégia para o monitoramento das alterações naturais ou produzidas pelo homem, nos ecossistemas (PINHEIRO et al, 2015). O uso de índices vegetativos tem sido bastante utilizado em estudos que ensejam realçar a variável vegetação, destacando-se o índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI). Conforme ressalta Jesus (2005), este índice foi proposto por Rouse et al. (1973), usado para identificação da cobertura vegetal e visualização da sua evolução no tempo, em função dos ciclos fenológicos anuais.

2 AMBIENTE E CLIMA URBANO

O ambiente urbano é produto das interações entre os componentes naturais (bióticos e abióticos) e sociais, resultando em um sistema complexo e dinâmico, cujo entendimento demanda a realização de abordagens interdisciplinares que permitam a integração de saberes oriundos de diferentes ciências, como a Geografia, a Sociologia e a Ecologia, dentre outras (DIAS, et al, 2014). Do ponto de vista ecológico, pode-se considerar o sistema urbano como um ecossistema, no qual os fatores abióticos, dentre eles o clima, em interação com os bióticos e socioculturais, responde pela qualidade de vida da população (ANDRADE, 2005).

O clima urbano, considerado como a alteração do clima local decorrente do processo de urbanização, é produto da ação do homem sobre o meio ambiente, principalmente no que diz respeito à alteração na superfície, no tocante à impermeabilização do solo e retirada da cobertura vegetal (NASCIMENTO, 2011) A concentração de construções e atividades antrópicas, as quais armazenam e geram mais calor; à alteração na composição da atmosfera, por conta da poluição atmosférica; e à alteração da velocidade e fluxo dos ventos, desencadeada pela rugosidade e verticalização das construções antrópicas.

Com isso, sendo o clima urbano o produto das alterações que o homem provoca no ambiente natural e, considerando que é o próprio homem que habita esse meio

modificado/alterado, por consequência sabe-se que é a própria população é prejudicada pelas influências das alterações climáticas na escala local interurbana.

Os efeitos mais diretos desta alteração são percebidos pela população através de manifestações ligadas ao conforto térmico, à qualidade do ar e aos impactos pluviais, capazes de desorganizar a vida social e comprometer a qualidade de vida dos habitantes (MONTEIRO, 1976)

3. Materiais e Métodos

Procedimentos metodológicos

As imagens utilizadas foram a do satélite Landsat 8 e adquiridas no site do Serviço Geológico Americano (www.usgs.gov), para os anos de 1984, 1993, 2011 e 2017 para o mês de agosto. Para a geração do mapa termal com as classes de temperaturas utilizou-se a calculadora raster do software QGis 2.3.4.4. Para isso, utilizou-se os parâmetros fixos de conversão de níveis de cinza da imagem (NC) para radiância, depois para temperatura Kelvin e finalmente para graus Celsius (°C), expressa nas Equações 1 e 2, inseridas no software de mapeamento, conforme as proposições de Coelho (2013) e Coelho e Correa (2013).

$L\lambda = ML*Qcal + AL$ (Equação 01):

$L\lambda$ Radiância Espectral do sensor de abertura em Watts/(m2 sr μm)

ML - Fator multiplicativo de redimensionamento da banda 10 = 3.3420E-04

AL- Fator de redimensionamento aditivo específico da banda 10 = 0.10000

Qcal - Valor quantizado calibrado pelo pixel em DN = Imagem banda 10

Após a transformação dos valores em radiância aplicou-se a equação 4 para transformar os valores obtidos na equação 02, em temperatura de valor em Kelvin e depois em graus Celsius, conforme Coelho (2013).

$$T = K2/\ln(\varepsilon NB*K1/L\lambda + 1) - 273.15 \qquad \text{(Equação 2)}$$

T - Temperatura efetiva no satélite

K2 Constante de calibração 2 = 1.321.08

K1 Constante de calibração 1 = 774.89

Lλ Radiância espectral em Watts/(m2 sr μm)

Para o cálculo do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), utilizou-se as bandas 4 (reflectância no vermelho) e 5 (reflectância no infra-vermelho próximo). Este índice pode variar de –1 (ausência de vegetação) a +1 (alta densidade de cobertura vegetal). As informações foram processadas pelo software QGIS 2.18.

$$NDVI = \frac{(IVP - Ver)}{(IVP + Ver)}$$

Em que IVP representa a energia na região do infravermelho próximo; e Ver, a energia refletida na região do vermelho do espectro eletromagnético. (MOREIRA, 2011)

4. Resultados e Discussões

Para obtenção os resultados foram elaborados produtos cartográficos, sobre temperatura de superfície (Figura 1), comportamento de vegetação NDVI (2), diferença de temperatura de superfície (Figura 3). O bairro Mirandão, tem uma população aproximadamente de 1.314 (IBGE,2010), o bairro ainda apresenta grande área de solo exposto, principalmente para uso da construção civil, onde teve um crescimento imobiliário nos últimos anos, em relação vegetação mais densa se dá por conta da mata ciliar do rio Saco Lobo.

De acordo com os resultados do mapa de distribuição da temperatura de superfície do bairro Mirandão, para os anos de 1984, 1993, 2011 e 2017 tem uma variação entre 24.6°C a 36.4°C (Figura 1). O período que apresentou valores mais suaves de temperatura foi

de1984, já os que apresentou maiores valores foi o ano de 2017, configuram-se em locais com baixa densidade vegetal.

Os tons de azuis mais escuros representados nos mapas (Figuras 1) apresentam temperatura entre 24.6°C a 27.7°C bem amenas (áreas verdes, corpos d'água) do que os locais com temperaturas mais elevadas representadas pelos tons vermelhos que representam áreas com menor intensidade vegetacional, maior ocupação e solo exposto.

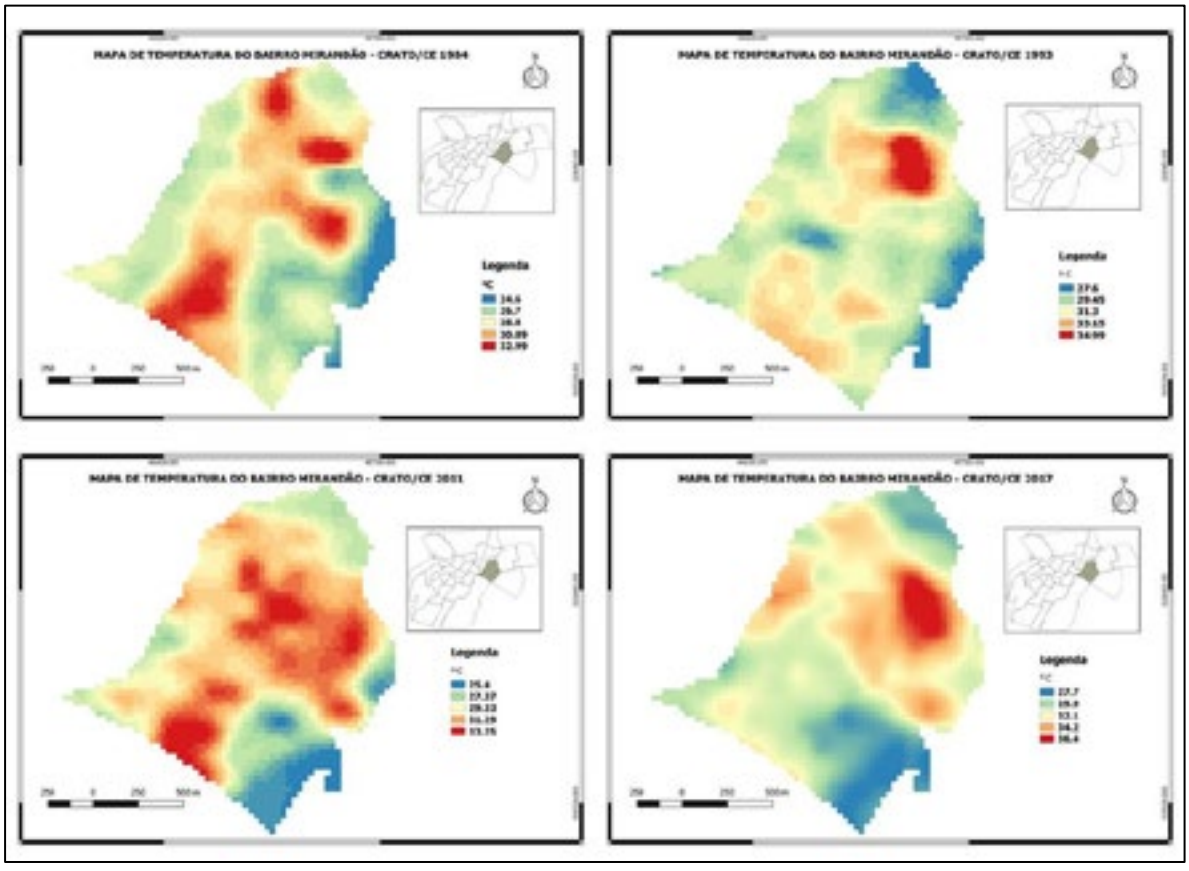


Figura 1: Mapas de temperatura de superfície

Os valores do NDVI variam de -1 a +1. Quanto mais próximo de 1, maior a densidade da cobertura vegetal, ou seja, ela apresenta-se em seu estágio denso, úmida e bem desenvolvida (COSTA et al., 2007).

Com relação aos valores obtidos, Holben apud Silva (2014) considera que os valores negativos ocorrem quando a reflectância no visível é maior que no infravermelho, como no caso da água. Rochas e solo exposto podem obter resultados próximos à zero por possuírem reflectâncias similares e os valores mais elevados estão atrelados à vegetação de maior vigor.

Podemos observar nos cálculos do NDVI (Figuras 2) a presença de 5 classes de cores que variam do verde ao vermelho, variando entre 0,158 a 0,739. Paras as áreas com menores valores de vegetação apresentados encontra-se na porção que é caracterizada por ser uma área intensamente urbanizada, com menor grau de cobertura vegetal e com o solo exposto.

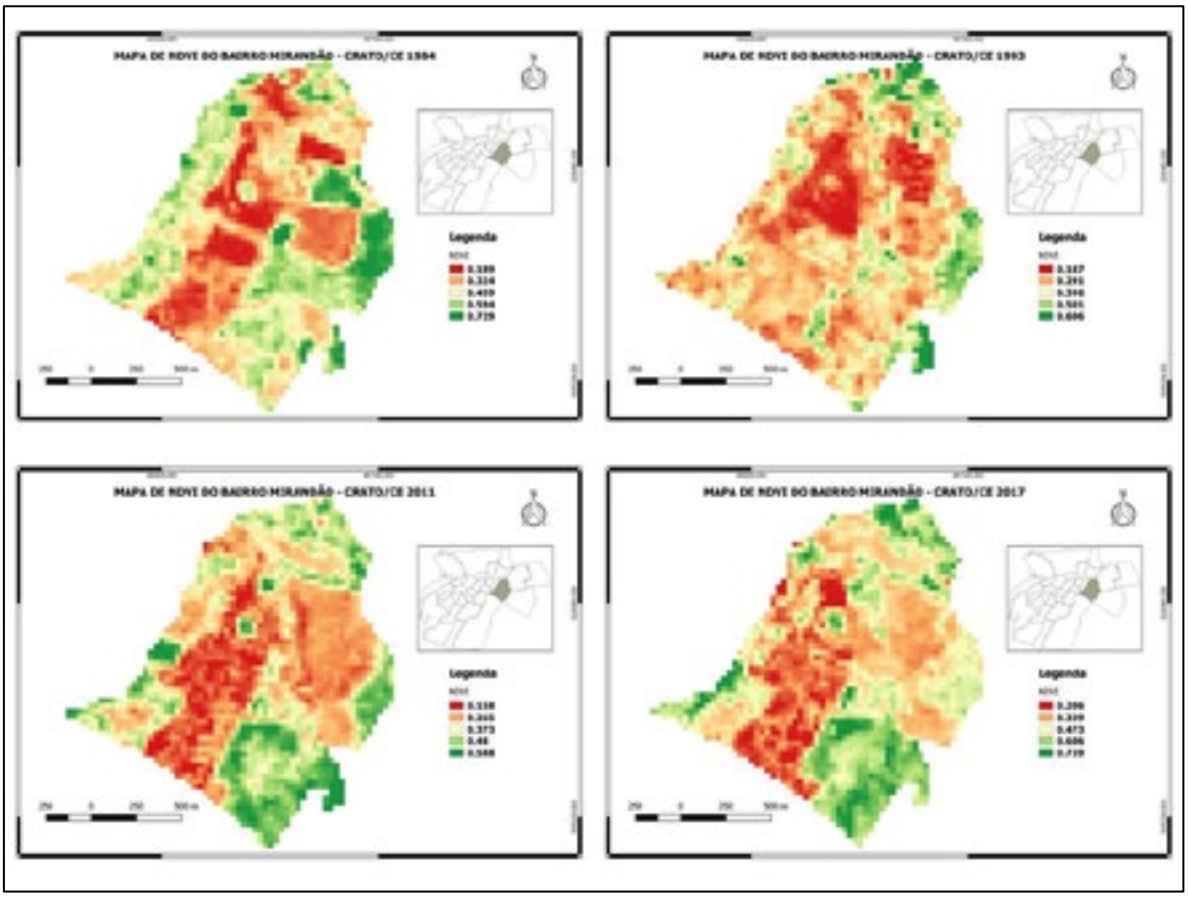


Figura 2: Mapas de NDVI

Identifica-se nos mapas que o bairro teve uma grande variação de valores de NDVI ao longo dos 4 anos, na qual podemos destacar; as diversas transformação o uso e ocupação do solo, uso este que só veio se intensificar depois do processo de urbanização do bairro. O uso do solo no meio urbano, na visão de Lombardo (1997), diretamente relacionado às atividades do ser humano, torna a cidade um fator modificador do clima regional, definindo condições do clima local.

Com isso, podemos destacar que o bairro Mirandão para os 4 anos distintos de estudo, o referente bairro sofreu grandes variações de índice de vegetação, principalmente na parte mais central do bairro, caracterizado principalmente pelos loteamentos (figura 3). A imagem mostra os anos de 2006 e 2017 da quantidade de áreas de solos exposto e o crescimento de construções. As áreas mais amenas se dão por conta que em 2006 ainda tinha vegetação em boa parte do bairro, o loteamento do bairro está localizado muito próximo ao rio Saco Logo.

Figura 3: Imagem do bairro Mirandão 2006 e 2017. Fonte: Google Earth Pro

Para Mascaró et al. (2000), o uso da vegetação é um recurso eficiente contra o calor nas cidades tropicais úmidas, pois, além de fornecer sombreamento, permite a passagem da brisa local e absorve de maneira eficaz a radiação térmica de onda longa sobre as folhas refrescadas pela evaporação.

A vegetação atua diretamente na melhoria do conforto ambiental. Neste sentido, Dacanal; Labaki e Silva (2010, p. 116) afirmam que "o elemento vegetação aparece como parte integrante do projeto urbano, reconhecendo-se sua importância na alteração das condições microclimáticas e, consequentemente, no desempenho térmico das construções"

Analisando o mapa de diferença temperatura e relacionando com a temperatura de superfície, o mapa (Figura 4) identifica a diferença entre os valores de temperatura dos anos 1984 e 2017. A maior temperatura superfície é constatada pelos tons mais avermelhados, no mapa de 1984 foi de 32,9°C e em 2017 apresentou 36,4°C.

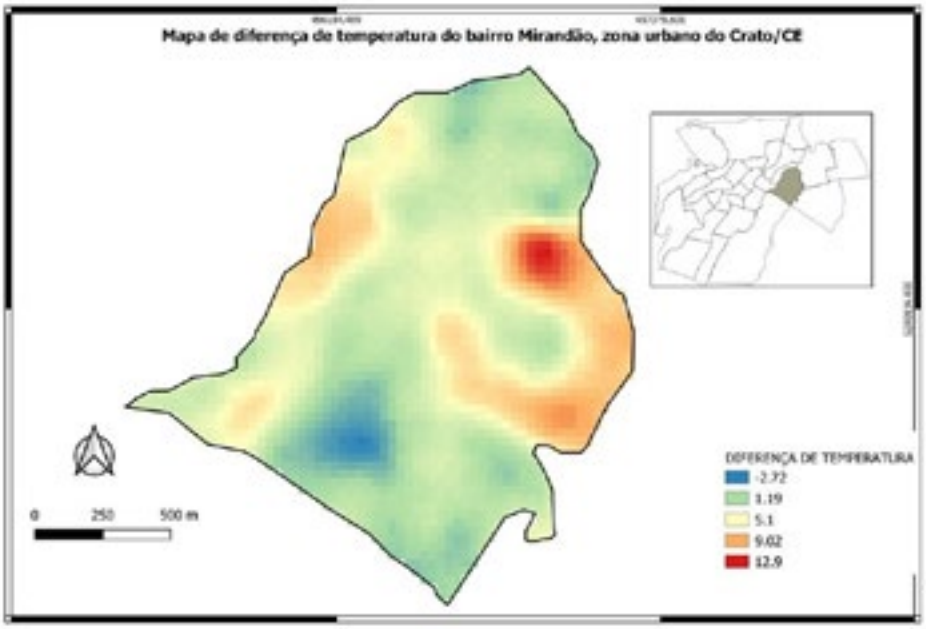


Figura 4: Mapa de diferença de temperatura do bairro Mirandão

Observa-se que a diferença de temperatura chegou até 12,9 Cº para os distintos anos analisados, nota-se que a menor diferença de temperatura é de -2,7° C, designado pelos tons azuis escuros, que neste caso apresenta áreas com maior índice de vegetação.

Com relação aos resultados da pesquisa podemos destacar que o bairro Mirandão para os anos de 1984, 1993, 2011 e 2017, mostra que as áreas passou por diferença de temperatura em vários pontos do bairro, os pontos que apresentam menos valores estão localizados em áreas que até o ano de 2006 não tinha áreas construídas e tinha um o porte de vegetação mais denso, bem diferente da área com valores temperaturas, que ao logo dos anos, de acordo com as imagem de satélite (Figura 3) sempre apresentou solo expostos e área pastagens.

As áreas com vegetação são responsáveis, entre outros aspectos, pela melhoria do conforto ambiental, atuando na redução da temperatura e da poluição sonora, contribuindo, ainda, para estabilidade emocional e conforto psicológico, além de proporcionar ambientes para lazer, descanso e recreação. (ALBUQUERQUE e LOPES, 2016).

5. Considerações finais

Sabe-se que o clima urbano é resultante da modificação da superfície urbana, então, conhecer o comportamento térmico dos diferentes materiais construtivos é essencial para se trabalhar em prol de uma cidade mais agradável para os citadinos. Vale destacar a importância do sensoriamento remoto no entendimento e estudo do clima urbano principalmente pelos diferentes usos e coberturas da terra, sendo as árvores grandes aliadas na diminuição do calor garantindo um conforto térmico para cidade.

Os resultados obtidos com as imagens de 1984, 1993, 2011 e 2017 revelaram exatamente este fator, que as temperaturas de superfícies estão cada vez mais altas, principalmente na malha urbana, em decorrente as atividades de uso da terra.

O desenvolvimento e aprimoramento das técnicas de sensoriamento remoto vêm sendo essenciais nos estudos sobre clima urbano, pois proporcionam comparações ao longo do tempo.

Sabe-se que o clima diferenciado das cidades é condicionado, principalmente pelos diferentes usos e coberturas da terra, sendo as árvores grandes aliadas na diminuição do calor.

6. Agradecimentos

Agradecemos ao apoio do CNPq pelo financiamento do Projeto Universal edital 01/2016 (processo nº:427168/2016-3) "Geotecnologias aplicada ao estudo do Sistema Clima Urbano (S.C.U) da zona urbana do Município do Crato/Ceará.

7. Referências Bibliográficas

ALBUQUERQUE, M. M. ; LOPES, W. G. R. **INFLUÊNCIA DA VEGETAÇÃO EM VARIÁVEIS CLIMÁTICAS: ESTUDO EM BAIRROS DA CIDADE DE TERESINA, PIAUÍ.** R. Ra'e Ga – Curitiba, v. 36, p 38 - 68 , Abr/2016

ANDRADE, H. O Clima Urbano - natureza, escalas de análise e aplicabilidade. Lisboa: Finisterra, XL, 80, 2005, p. 67-91.

COELHO, A.L.N ; CORREA, W. S. C. **Temperatura de superfície celsius do sensor tirs/landsat-8: metodologia e aplicações**. Revista Geográfica Acadêmica, v. 7, p. 31-45, 2013.

COELHO, A.L.N. **Distribuição das Classes de Temperatura de Superfície a Partir da Faixa do Infravermelho Termal do Sensor TM/Landsat-5 no Município de Vitória (ES)**. In: XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto SBSR, 2013, Foz do Iguaçu PR. Anais do 16o Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Foz do Iguaçu, PR, 13 - 18 de abril de 2013, 2013. v. 1. p. 826-833.

COSTA, F. H. dos S., FILHO, C. R. de S., RISSO, A. **Análise temporal de NDVI e mapas potencias naturais de erosão na região do Vale do Ribeira, São Paulo**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2007. **Anais.** Florianópolis, INPE, 2007. CD-ROM.

DACANAL, C; LABAKI, L; SILVA, T. M. L. **Vamos passear na floresta!** O conforto térmico em fragmentos florestais urbanos. Ambiente Construído. Porto Alegre, v. 10, n. 2, p. 115-132, abr./jun. 2010.

JESUS, Silvia Cristina de; BRAGA, Roberto. **Análise espacial das áreas verdes urbanas da estância de águas de São Pedro**. Caminhos de Geografia, Uberlândia, v. 18, n. 16, p. 207-224, out. 2005

LOMBARDO, M.A. **Ilhas de calor nas metrópoles:** o exemplo de São Paulo. São Paulo: Hucitec, 1985

MASCARÓ, J. L; MASCARÓ, L; SOUTO, A. E; SKOWRONSKI, A; SOUZA, L. R; LOPES, V. P. C. **Arborização Urbana: Aspectos Ambientais, Energéticos e de Harmonia com a Infra-Estrutura Urbana**. In: ENCONTRO NACIONAL DE PAISAGISMO EM ESCOLAS DE ARQUITETURA E URBANISMO NO BRASIL. 5., 2000. Rio de Janeiro. Anais... Rio de janeiro: FAUUFRJ, 2000.. 1 CD

MONTEIRO, C. A. F. Teoria e Clima Urbano. São Paulo: IG/USP, 1976

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicações**. 4. Ed.atual e ampl. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2011. 422p.

NASCIMENTO, D. T. F. **Emprego de técnicas de sensoriamento remoto e de geoprocessamento na análise multitemporal do fenômeno de ilhas de calor no município de Goiânia-GO (1986/2010).** 2010. 98 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia. 2011.

PINHEIRO, M. A.; REIS, E. M. ; NASCIMENTO, J. S. ; SILVA, J.M.O . **Aplicação do índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI), na microbacia o rio Salamanca,**

Barbalha Ceará. In: XVI Simpósio de Geografia Física e Aplicada. Territórios Brasileiros: Dinâmicas, potencialidades e vulnerabilidades. Teresina-PI, 2015.

Rouse, J.W.; Haas, R.H.; Schell, J.A.; **Deering, D.W. Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS**. In Earth Resources Tecnology Satellite - 1 Symposium, 3, 1973. Proceedings. Washington, 1973, v.1, Sec. A, p. 309-317

SILVA, G.F.G. A**nálise de Sensibilidade do NDVI na parametrização da Modelagem Atmosférica para a região Oeste do Pará. 2014.** 114 p. Dissertação de Mestrado em Recursos Naturais da Amazônia. Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA, Santarém, 2014

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

ANÁLISE DO ÍNDICE DE CONFORTO TÉRMICO NO PERÍODO DA PRÉ-ESTAÇÃO CHUVOSA EM CRATEÚS - CE

Pollyana Maria Pimentel Monte [(a)], Gilson de Oliveira Claudino [(b)], Henrique Áquila Ferreira Lemos[(c)], João André Ximenes Mota[(d)]

[(a)] Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal do Ceará (UFC), pollyanapimentelmonte@gmail.com
[(b)] Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Regional de Blumenau (FURB), gilson.claudinoo@gmail.com
[(c)] Programa de Pós-graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade de Fortaleza (UNIFOR), henriqueaquilafl@gmail.com
[(d)] Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Regional de Blumenau (FURB), jandrexm@gmail.com

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

Os municípios do semiárido brasileiro são caracterizados por apresentarem elevada insolação, por isso tem sido cada vez mais comum ser registrado altas temperaturas em seu meio urbano. Como agravante, a baixa pluviometria não colabora para amenizar as temperaturas. Com base nisso, a presente pesquisa buscou analisar o índice de conforto térmico na cidade de Crateús/CE no período de dezembro de 2017, por ser o mês da pré-estação chuvosa no município. Para isso, utilizou-se a equação do índice de temperatura e umidade com registros obtidos pela estação meteorologica convencional do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizada na cidade de Crateús. Com base nos resultados, observou-se que praticamente todo o mês estudado foi extremamente desconfortável, tendo apenas três dias classificados como levemente desconfortável. Portanto, foi percebido que o mês da pré-estação chuvosa de 2018 não influenciou a melhoria do conforto térmico na cidade, sendo então necessário tomar medidas que mude a situação.

Palavras chave: Calor; Temperatura; Tempo; Umidade.

1. Introdução

O semiárido brasileiro caracteriza-se por apresentar acentuada variabilidade de precipitações e disponibilidade de recursos hídricos, bem como elevadas taxas de insolação.

Além disso, com o passar dos anos, a elevação da temperatura tem sido uma característica muito notável, por causar desconforto térmico às populações (MARENGO et al., 2011; ZANELLA, 2014). Como agravante, nas cidades dessa região, são registradas altas temperaturas localizadas, o que assemelha-se ao efeito de "ilha de calor" (AMORIM; SOARES, 2017).

De modo geral, as altas temperaturas registradas nas cidades têm sido motivadas pelo crescimento urbano visto nos últimos anos, aliado à falta de planejamento de uso e ocupação do solo, tem aumentado as superfícies impermeáveis das cidades, o que está levantando preocupações não só quanto a qualidade de vida humana, mas também quanto à estabilidade e segurança dos ecossistemas urbanos (LI et al., 2017). Batezini (2013) exemplifica isso, ao relatar que a urbanização tem feito com que áreas, que legalmente são protegidas e atenuam a temperatura das cidades, percam sua capacidade natural de atuação no ecossistema urbano, como margens de rios e córregos, ocupados irregularmente.

Nesse contexto, segundo Santos et al. (2012), o Brasil tem sido um país onde a discussão sobre o bem-estar de sua população quanto ao conforto térmico tem ganhado ênfase, em vista de o mesmo estar localizado em região tropical. Nessas discussões, deve-se entender que o clima deve ser considerado como agente térmico da cidade, em que às vezes é ignorado pelos gestores do planejamento urbano, porém reflete diretamente no bem-estar do indivíduo ali presente. Assim, como a percepção se vincula de forma direta com o ambiente, as condições do meio natural só possuem importância para o homem quando começam a ser percebidas por ele ou quando influenciam o seu bem-estar e o seu modo de vida (AMORIM; SOARES, 2017).

No semiárido brasileiro, por exemplo, a arborização urbana pode diminuir a temperatura registrada em cidades dessa região e que, através dos seus benefícios, o melhoramento do conforto térmico reflete na redução do consumo de energia elétrica, gerando como consequência a redução do uso de recursos naturais e emissão de gases do efeito estufa (BEZERRA; CASTROS; BOTREL, 2017).

Lamberts e Xavier (2013) definem conforto térmico como sensação de neutralidade térmica, ou seja, as pessoas não precisam que a temperatura aumente ou diminua. Na questão humana, quando o meio ambiente proporciona o conforto térmico, o benefício é que a capacidade de trabalho da população torna-se máxima. Entretanto, quando contrário, isto é, quando o meio ambiente proporciona adverso conforto térmico, há queda de rendimento no trabalho e problemas de saúde, em vista haver esforço adicional do organismo (FROTA; SCHIFFER, 2003).

Portanto, em vista o período chuvoso do município de Crateús-CE ocorrer de janeiro a abril (IPECE, 2017), optou-se por analisar o conforto térmico através do Índice de Temperatura e Umidade (ITU) no mês da pré-estação chuvosa de 2018, ou seja, dezembro de 2017, onde ocorrem as primeiras precipitações que consequentemente influenciam a temperatura e umidade registradas na cidade.

2. Materiais e Métodos

O município de Crateús-CE está localizado no semiárido brasileiro, especificamente na mesorregião dos Sertões Cearenses e microrregião dos Sertões de Crateús. Suas coordenadas geográficas são 5º10’42” de latitude sul e 40º40’39” de longitude oeste (Figura 1), e está a uma altitude de 274,7 metros em relação ao nível do mar, tendo precipitação anual média de 731,2 milímetros entre os meses de janeiro a abril (IPECE, 2017). Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o município possui população estimada para o ano de 2018 de 74.982 habitantes e possuía, no ano de 2010, densidade demográfica de 24,93 (hab/km^2) e taxa de urbanização igual a 72,30% (IBGE, Censo 2010).

ISBN: 978-85-7282-778-2

Figura 1: Localização do município de Crateús no estado do Ceará. Fonte: Adaptado, Limites Municipais do IBGE (IBGE, Censo 2010).

Segundo o Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE), o município encontra-se sobre componentes geomorfológicos do Planalto da Ibiapaba, Depressões Sertanejas e Maciços Residuais, bem como apresenta vegetação de Caatinga Arbustiva Aberta, Carrasco, Floresta Caducifólia Espinhosa e Floresta Subcaducifólia Tropical Pluvial (IPECE, 2017).

A presente pesquisa desenvolveu-se através de dados obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), por meio da estação meteorologia convencional, localizada na cidade de Crateús, denominada pelo INMET de Estação 82583. Optou-se por utilizar o Índice de Temperatura e Umidade (ITU), em vista Barbirato, Souza e Torres (2007)

afirmarem que esse índice é comumente utilizado nos trópicos devido sua praticidade. A equação utilizada para determinar o ITU foi a recomendada por Nóbrega e Lemos (2011).

$$ITU = 0{,}8 * Ta + \frac{UR * Ta}{500}$$

Em que:
ITU = Índice de Temperatura e Umidade;
Ta = Temperatura do ar (°C);
UR = Umidade Relativa (%).

Para classificar os resultados obtidos através da equação, foi utilizado os critérios apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Critérios para classificação do ITU. Fonte: Nóbrega e Lemos (2011).

NÍVEIS DE CONFORTO	ITU
Confortável	21 < ITU < 24
Levemente desconfortável	24 < ITU < 26
Extremamente desconfortável	ITU > 26

3. Resultados e Discussões

A partir dos dados de temperatura e umidade registrados diariamente na cidade de Crateús pela Estação 82583 do INMET no mês de dezembro de 2017, foi possível classificar o ITU e assim analisar o conforto térmico na pré-estação chuvosa de 2018. A Tabela 2

demonstra os dados obtidos pela equação proposta por Nóbrega e Lemos (2011) e a classificação diária do conforto térmico conforme os critérios dos mesmos autores.

Tabela 2: Estimativa diária do IDT no mês de Dezembro de 2017 em Crateús-CE. Fonte: Autores, 2019.

DIA	ITU	CLASSIFICAÇÃO
1	27,2	Extremamente
2	30,2	Extremamente
3	26,3	Extremamente
4	27,3	Extremamente
5	27,7	Extremamente
6	27,8	Extremamente
7	28,3	Extremamente
8	27,4	Extremamente
9	27,1	Extremamente
10	26,5	Extremamente
11	26,8	Extremamente
12	27,3	Extremamente
13	27,1	Extremamente
14	27,5	Extremamente
15	26,7	Extremamente
16	27,2	Extremamente
17	27,0	Extremamente
18	26,9	Extremamente
19	26,5	Extremamente
20	26,9	Extremamente
21	27,3	Extremamente
22	24,5	Levemente Desconfortável
23	28,5	Extremamente
24	25,6	Levemente Desconfortável
25	25,6	Levemente Desconfortável
26	27,8	Extremamente
27	28,0	Extremamente
28	27,1	Extremamente

29	28,1	Extremamente
30	28,1	Extremamente
31	27,6	Extremamente

Como observado na Tabela 2, a classificação do conforto térmico no mês de dezembro de 2017, ou seja, o período que representa a pré-estação chuvosa de 2018, predominou como Extremamente Desconfortável, e apenas 3 dias (22, 24 e 25/12) apresentaram como Levemente Desconfortável. Destaca-se para o fato de nenhum dia ter sido Confortável, o que, mesmo sendo o mês que apresenta as primeiras precipitações do período chuvoso, isso não influenciou na melhoria do comportamento do Tempo.

Especificamente quanto aos dias que apresentaram como Levemente Desconfortável, foi notado através do Calendário das Chuvas no Estado do Ceará, fornecido publicamente pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME), que houveram precipitações nesses dias, o que influenciou diretamente as variáveis de temperatura e umidade. Contudo, mesmo com as chuvas registradas, não houve grande mudança no Tempo ao ponto de o IDT classificar o dia como Confortável. Ressalta-se ainda que houve registro de chuva no dia 23/dez, entretanto ocorreu apenas na zona rural do município, o que não influenciou as variáveis do IDT na zona urbana.

Quanto a predominância dos dias classificados como Extremamente Desconfortável, supõe-se pelo fato de no período da pré-estação chuvosa ter ocorrido poucas precipitações, o que pouco influenciou os parâmetros de temperatura e umidade na cidade de Crateús. Além disso, ressalta-se que o mês de dezembro compõe um dos meses do Verão no hemisfério sul, o que, principalmente na região Nordeste, caracteriza-se pelas altas temperatuas em virtude da forte insolação.

4. Considerações Finais

Com base nos resultados, verifica-se uma situação preocupante na cidade de Crateús, pois mesmo no período da pré-estação chuvosa, praticamente não houve amenização no conforto térmico da cidade.

Para mudar a situação, é necessário de imediato tomar medidas como plantio de mudas, manutenção de áreas arborizadas, afim de manter a função do sombreamento; uso de materiais que tenham albedo alto, como telhados de cor claras; substituição do asfalto por superficies de cimento e priorizar a pavimentação em pedra tosca e paralelepípedo.

Por fim, para maiores aferições, recomenda-se a utilização de diferentes equações que estimam o Índice de Conforto Térmico para conferir com dados obtidos na presente pesquisa.

5. Referências Bibliográficas

AMORIM, P. H. S.; SOARES, B. R. **A percepção ambiental como instrumento de análise para a educação ambiental em Uberlândia/MG.** Ituiutaba, Mg: Barlavento, 2017. p. 1027-1038.

BARBIRATO, G. M.; SOUZA, L. C. L.; TORRES, S. C. **Clima e Cidade**: a Abordagem Climática com Subsídios. Maceió/AL: EDUFAL, 2007.

BATEZINI, R. **Estudo preliminar de concretos permeáveis como revestimento de pavimentos para áreas de veículos leves.** 2013. 133 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Engenharia de Transportes, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

BEZERRA, M. B. S.; CASTRO, V.; BOTREL, R. T. Arborização da avenida Jerônimo Rosado no município de Baraúna – RN, Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 12, n. 1. p. 122-131, 2017.

FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. 2003. **Manual de conforto térmico**: arquitetura e urbanismo. 7. ed. São Paulo: Studio Nobel, 243p.

FUNCEME, Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. **Calendário das Chuvas no Estado do Ceará**. Disponível em: < http://www.funceme.br/app/calendario/produto/municipios/maxima/diario>. Acesso em: 04 dez de 2018.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, **Censo 2010**. Disponível em: <http://censo2010.ibge.gov.br/>. Acesso em: 10. out. 2018.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, **Panorama de Crateús**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/crateus/panorama>. Acesso em: 12 de out. 2018.

INMET, Instituto Nacional de Metodologia, **Estações Automáticas – Gráficos**. Disponível em:<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede_ estacoes_auto_graf>. Acesso em: 10 de out. 2018.

IPECE, Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará, **Perfil Municipal de Crateús – CE, 2017**. Disponível em: <http://www.ipece.ce.gov.br/perfil_basico_municipal/2017/Crateus.pdf>. Acesso em: 12 de out. 2018.

LAMBERTS, R.; XAVIER, A. A. P. Conforto térmico e Stress Térmico. 2013. Disponível em: <http://dec.ufms.br/lade/docs/cft/ap-labeee.pdf>. Acesso em: 02 dez. 2018.

LI, F.; LIU, X.; ZHANG, X.; ZHAO, D.; LIU, H.; ZHOU, C.; WANG, R. Urban ecological infrastructure: an integrated network for ecosystem services and sustainable urban systems. **Journal of Cleaner Production**, v. 163, p. 12-18, 2017.

MARENGO, J. A.; ALVES, L. M.; BESERRA, E. A.; LACERDA, FRANCINETE, F. F. Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro. In: Instituto Nacional do Semiárido. **Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas:** Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro. Campina Grande: IJUSA, 2011. p. 383-422.

NÓBREGA, R. S.; LEMOS, T. V. S. O microclima e o (des) conforto térmico em ambientes abertos na cidade de Recife. **Revista de Geografia**, v. 28, n. 1, 2011.

SANTOS, J. S. S.; SILVA, V. P. R.; LIMA, E. R. V.; ARAÚJO, L. E.; COSTA, A. D. L. Campo térmico e sua relação com o uso e cobertura do solo em cidade tropical úmida. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 3, p. 540-557, 2012.

ZANELLA, M. E. Considerações sobre o clima e os recursos hídricos do semiárido nordestino. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, n. 36, volume 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

ANÁLISE DOS ANOS-PADRÃO DE CHUVAS EM MANAUS-AM.

Jackeline Soares Andrade [(a)], Natacha Cíntia Regina Aleixo [(b)]

[(a)] Departamento de Geografia/Universidade Federal do Amazonas, soaresandradej@gmail.com
[(b)] Departamento de Geografia/Universidade Federal do Amazonas, natachaaleixo@yahoo.com.br

Eixo: A climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

Conhecer as características do clima local é importante para o planejamento e prevenção de riscos climáticos deflagrados no espaço urbano, como inundações e alagamentos. Dessa maneira, o objetivo deste trabalho foi analisar os anos-padrão em Manaus-AM no período de 1986 a 2016. A análise desse trabalho partiu do referencial teórico e metodológico da climatologia geográfica, sendo que os dados de precipitação pluvial, foram coletados do INMET, tratados estatisticamente por técnicas descritivas e análise dos anos e meses-padrão das chuvas. Os resultados demonstraram as características sazonais e anuais dos elementos do clima relacionados à variabilidade climática. Concluiu-se que a análise dos anos-padrão contribuiu para o entendimento das particularidades e atributos do clima local e para futuros estudos geográficos aplicados do clima.

Palavras chave: anos-padrão**,** precipitação pluvial, Manaus, Amazonas.

1. Introdução

A climatologia geográfica auxilia no entendimento dos elementos climáticos no cotidiano social. Os aspectos físicos do ambiente interagem de maneira distinta conforme o contexto geográfico e a produção do espaço.

Dessa maneira, é necessário o entendimento da combinação dos elementos climáticos e sua caracterização anual e sazonal em especial em áreas que possuem escassez de estudos no âmbito da climatologia geográfica, como é o caso da Região Amazônica. Neste sentido, o estudo teve por objetivo compreender os anos-padrão no município de Manaus, capital do estado do Amazonas, localizado na região Amazônica.

2. **Materiais e Metódos**

Foi utilizada a metodologia dos anos-padrão para a série dos últimos 31 anos analisados, proposta por Monteiro (1971) utilizada em diversos estudos de variabilidade climática no escopo da climatologia (SANT'ANNA NETO e ZAVATTINI, 2000).

Os dados de precipitação pluvial mensal e anual foram coletados da estação meteorológica convencional do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) no município de Manaus-AM. Os dados foram tratados com técnicas estatísticas descritivas e exploratórias, além disso, o período analisado apresentou qualidade na consistência dos dados e para os meses faltantes utilizou-se da técnica de preenchimento com base na série histórica de trinta anos anterior (período da última normal) com relação à série analisada. Os anos e meses-padrão foram analisados segundo os percentis, definindo os valores de 0 a 15% para os anos e meses secos (representados na cor vermelha), 15 a 35% para tendentes a secos (representados na cor laranja), 35 a 65% para habituais (representados na cor cinza), 65 a 85% para tendentes a chuvosos (representados na cor azul clara), e acima de 85% para chuvosos (representados na cor azul escura).

3. Resultados e Discussões

A Região Amazônica apresenta pouca amplitude térmica. Por localizar-se próxima à faixa equatorial, recebe durante todo ano alta quantidade de energia solar, que se reflete em temperaturas elevadas independentemente das estações do ano, com exceção dos dias com a presença de friagens. (ALEIXO, 2015)

Os sistemas atmosféricos atuantes na Amazônia são complexos e seu predomínio está também relacionado à organização do movimento convectivo na região. Predomina a atuação da Alta da Bolívia em conjunto com os movimentos convectivos locais e a ZCIT no verão. A frequência de linhas de instabilidade durante a época denominada de seca na Amazônia Central é também responsável pelas chuvas na região. (MOLION, 1987, FISCH et al., 1998).

De acordo com Marengo e Nobre (2009, p. 199-207) "Um importante padrão de circulação equatorial associa-se aos ventos alísios que transportam umidade do atlântico tropical para a Amazônia associado a uma maior pressão atmosférica no atlântico tropical norte, durante o verão e outono". Além disso, as incursões de sistemas frontais, aliadas à organização do movimento convectivo, contribuem para chuvas e diminuição da temperatura na região e ocorrem com maior frequência durante os meses de junho-outubro. (FISCH et al., 1998; KOUSKY et al., 1981 apud ALEIXO, 2015). O período escolhido para a análise climática de Manaus-AM foi do ano de 1986 a 2016.

No gráfico 1 a normal climatológica desse período foi de 2307,4mm e a média dos 31 anos ficou acima da normal com 2336,1mm. Alguns anos ficaram bem abaixo da média da série histórica pluvial como os anos de 1987, 1990, 1991, 1992, 2001, 2003, 2009, 2015. Porém, outros anos ficaram bem acima como 1988, 1989, 2008,2011. Durante os últimos trinta e um anos a variação pluvial entre a média da série histórica analisada e normal climatológica foi de 28,7mm.

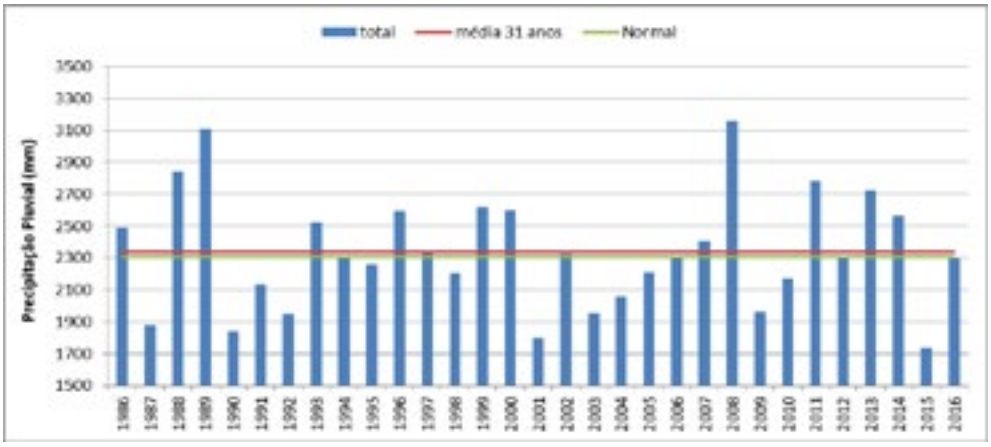


Gráfico 01 - Normal climatológica de Manaus dos 31 anos. Org.: Andrade, 2018.

O gráfico 2, demonstrou que Manaus obteve conforme os percentis calculados, anos secos abaixo de 1952,6mm, tendentes a seco entre 1952,7mm e 2204,3mm, habitual de 2204,4mm à 2449,2mm, tendente à chuvoso de 2449,3mm à 2671,7mm e chuvoso acima de 2671,7.

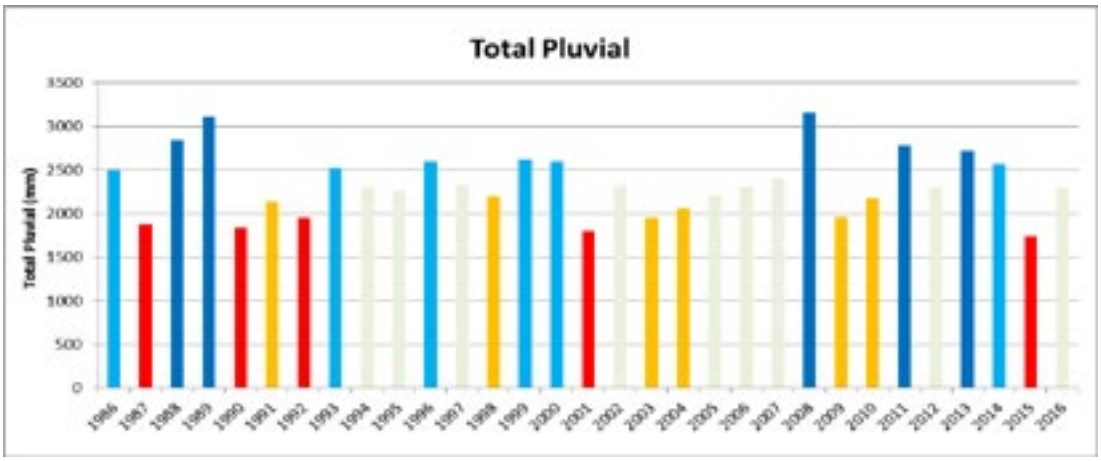


Gráfico 02 - Anos padrão de Manaus no período de 1986-2016. Org.: Andrade, 2018.

Nos anos analisados, nove anos foram classificados como habituais 1994, 1995, 1997, 2002, 2005, 2007, 2012, 2016. Seis anos tendentes a chuvosos 1986, 1993, 1996, 1999, 2000, 2014. Outros seis anos foram considerados tendentes a seco 1991. 1998, 2003, 2004, 2009, 2010. Cincos anos considerados secos 1987, 1990, 1992, 2001, 2015, e por fim, os outros cincos anos considerados chuvosos 1988, 1989, 2008, 2011,2013.

No quadro 1, pode-se observar os meses padrão de chuvas mensais, a partir disso, verificou-se que se inicia no município o período chuvoso a partir de dezembro e segue até maio, onde predominam maiores quantidades de meses tendentes a chuvosos e chuvosos. O mês de maio já apresenta maior quantidade de intervalos pluviais definidos como habituais, demonstrando uma transição para o período da seca. A partir de junho a outubro ocorrem meses com menor total pluvial, definidos como tendentes a secos e secos. O mês de novembro foi definido como de transição, devido à presença na série histórica de intervalos de valores pluviais definidos como habituais.

	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
1986	267,1	294,9	304,4	279,5	203,6	102,8	183,9	1,6	71,1	214,6	321,8	246,9
1987	291,5	289,1	277,6	291,2	167,8	28,2	20,7	76,8	64,6	46,3	128,3	195,2
1988	269,7	546	265,6	254,7	297,7	229,1	82,3	35,6	110,6	111,5	226,9	412,1
1989	292	417	252,2	370,8	555,1	184,5	157,5	15,8	136,4	185,6	326,4	220,1
1990	234,3	190	299,2	236,4	244,6	89,3	114,1	72,3	22,8	56	116,9	167,3
1991	278,5	223,8	309,2	342,9	322,2	137,9	173,9	55,4	39	79,4	37,9	137,9
1992	236,5	262,7	347,8	218,6	118,8	61	90,3	100,3	90	87,4	71,2	265,6
1993	436,5	617,4	229,3	370,3	96,8	61,5	34,6	47,7	21,9	99,8	256,3	251,3
1994	371,1	399,5	259,5	258,7	174,2	125,2	33	96,7	62,6	91,8	207,3	222,5
1995	286	132	301,4	480,5	217,5	107	76,9	34,2	72,4	81	312	160,5
1996	571,3	257,6	338,1	428,5	127,5	185,1	16,9	65	114	186	163	142,2
1997	220,6	344,5	534,9	310,8	252,2	9,5	0	111,5	40,5	60,9	182,3	261,5
1998	302,6	171,7	210,8	407,2	273,4	167,2	92	41,8	115,6	73,5	153,6	191
1999	411,6	260,8	233,2	421,2	445,4	149,3	25,3	40,6	98,8	132,3	203,5	198,3
2000	350,2	344,4	340,7	535,4	172,6	48,2	40,8	140	218,1	47,2	169,7	192,3
2001	348,4	219,5	216,8	188,2	231,6	164,1	30,6	14,9	88,2	28,1	55	213
2002	380,8	239,9	195,3	376,7	262,9	159,1	3,4	35,4	60,1	216,1	81,2	311,2
2003	105,8	340,9	209,2	390,1	219,6	110,7	93	118,3	60,9	96,9	119,6	89,9
2004	179,6	150,6	424,2	227,2	422,9	120,2	59,6	141,3	112	66	13,3	140
2005	165,7	331,5	334	404,8	225,5	53,5	52,4	16,2	45,9	75,2	211,6	291,8
2006	173,3	346,4	265,3	252,1	382,1	87	71,6	16,7	32,8	66	294	317,4
2007	414,4	137,7	336	343,1	165,3	100,2	121,9	133,3	71,7	28,5	226,2	327,9
2008	397,4	298,8	553	345,4	264,1	202,7	80,2	58,4	56	162,2	280,8	458,1
2009	310,8	457,9	232,5	222,1	114	165,8	25,1	5,4	4,2	26	132,3	262,4
2010	295,8	352,5	206,4	303,4	165,1	119,1	100,6	54,8	26,6	116,9	140,6	290,1
2011	226,8	493,3	323,3	515,9	222,4	121,3	20,2	64,3	41,5	283,7	272,8	194,5
2012	365,2	288,7	277,4	195,6	167,8	85,4	83	26,6	90,3	181,3	284,5	248,6
2013	314,6	342,1	427,4	420,6	238,4	32,3	167,1	53,0	121,0	193,0	312,2	101,3
2014	253,3	245,4	527,7	255,0	411,3	211,7	66,1	32,2	0,0	190,9	196,0	173,8
2015	303,7	214,0	373,7	165,5	280,8	75,8	47,3	10,7	15,8	31,3	90,7	126,4
2016	129,6	235,3	281,9	303,9	117,5	97,1	103,2	49,8	112,0	152,2	193,7	518,8

Quadro 01. Meses Padrão de chuva mensal em Manaus. Org.: Andrade, 2018.

4. Considerações Finais

Na pesquisa os anos-padrões foram avaliados para verificar a variabilidade dos trinta e um anos analisados, em que se observaram nove anos considerados habituais, onze anos foram considerados tendentes a secos e secos, e outros onze anos tendentes a chuvosos e chuvosos. O período chuvoso em Manaus começa no mês de dezembro se estendendo até o mês de maio. Contudo, os meses de junho a outubro foram considerados em maioria meses tendentes a secos e secos e novembro um mês transicional.

4. Referências Bibliográficas

ALEIXO, N.C.R; SILVA NETO, J.C.A. Precipitation and risk in Tefé-AM. **Revista Brasileira de Geografia Física**. v.8, p.1176 - 1190, 2015.

FISCH, G.; MARENGO, J. A.; NOBRE, C. A. Uma revisão geral do clima da Amazônia. **Acta Amazônica**, v.28, n. 2, p. 101-126, 1998.

MARENGO, J.A; NOBRE, C. (2009). Clima da região Amazônica. In.:**Tempo e Clima no Brasil**. Cavalcanti, I. et al. (Orgs.) São Paulo: Oficina de Textos,p.197-207.

MOLION, L.C.B. Climatologia Dinâmica da região Amazônica: mecanismos de precipitação. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 2, n. 1, p.107 – 117, 1987.

SANT'ANNA NETO, J.L.; ZAVATINI, J.A. **Variabilidade e Mudanças Climáticas**. Maringá: EDUEM, 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

ANÁLISES DOS PARÂMETROS ATMOSFÉRICAS E AVALIAÇÃO DO BALANÇO DE ENERGIA SUPERFICIAL DA GELEIRA AGUAS CALIENTES-PERU

Christian Torres [(a)], Jorge Arigony [(b)], Wilson Suarez [(c)], Anselm Arndt [(d)], Nelson Santillan [(e)], Éder Maier [(a)]

[(a)] Laboratório de Climatologia e Cartografia, Instituto de Ciências Humanas e da Informação, Universidade Federal do Rio Grande, christian010194@gmail.com

[(b)] Laboratório de Monitoramento da Criosfera, Instituto de Oceanografia, Universidade Federal do Rio Grande, arigony@gmail.com

[(c)] Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), wil_suarez@hotmail.com

[(d)] Geography Department, Humboldt-Universität zu Berlin, anselm.arndt@geo.hu-berlin.de

[(e)] Área de Evolución de Glaciares y Lagunas, Autoridad Nacional del Agua del Perú (ANA), nsantillan@ana.gob.pe

Eixo: A climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo/

Dados meteorológicos do período de dezembro de 2016 até de dezembro de 2017 coletados a 5800 m acima do nível do mar (anm) na zona de ablação da geleira Aguas Calientes, nos Andes ocidentais Sul do Peru foram analisados para avaliar os parâmetros atmosféricas e o balanço de energia superficial (SEB). A temperatura média do ar foi -4 °C, a umidade relativa média foi 57%, a velocidade média do vento foi 3,9 m/s e a pressão atmosférica média foi 507,5 hPa. A principal fonte de energia para o SEB é o saldo da radiação de onda curta (93 W/m^2), controlada pelo albedo

ISBN: 978-85-7282-778-2

superficial. O saldo da radiação de onda longa (-54 W/m^2) é o segundo componente. O fluxo turbulento de calor latente negativo (-36 W/m^2) indica uma forte sublimação, particularmente, durante as estações do inverno e da primavera. O fluxo turbulento de calor sensível foi negativo e positivo.

Palavras chave: Calor Latente; Calor Sensível; Albedo; Geleira Aguas Calientes.

1. Introdução

A Cordilheira dos Andes estende-se pela parte ocidental de América do Sul, abrangendo 99% das geleiras tropicais do todo o mundo, os quais 71% ficam no Peru (CHEVALLIER et al., 2011). Nesse contexto, o balanço hidrológico nas regiões montanhosas se define pela interação entre o clima, os sistemas hidrológicos e as geleiras. Os principais rios nos Andes se formam na cabeceira das bacias hidrográficas, como resultado da precipitação e ablação da neve e gelo (BARNETT; ADAM; LETTENMAIER, 2005). A água da ablação das geleiras é aproveitada pela população rural e para as atividades socioeconômicas (3,92 milhões de usuário doméstico, 2096 km^2 de terra irrigadas e 732 MW de energia (BUYTAERT et al., 2017).

A temperatura do ar nos Andes apresenta uma tendência de aquecimento de 0,23 °C/década (1950-2010) (VUILLE et al., 2015) e a precipitação mostra uma tendências de redução (HEIDINGER et al., 2018), em consequência as geleiras dos Andes estão sofrendo acelerado recuo nas últimas décadas. Além das mudanças da temperatura e da precipitação, as partículas absorventes de luz (e.g., *black carbon* e poeira) presentes na camada da neve contribuem para recuo acelerado das geleiras nos Andes (SCHMITT et al., 2015; TORRES et al., 2018). Porem a contribuição das geleiras Andinas para a hidrologia local é pouco estudada em termos quantitativos.

Para quantificar essa contribuição, um primeiro passo é compreender o balanço de energia e massa, a fim de corroborar com o entendimento das mudanças climáticas das geleiras tropicais. As pesquisas baseadas em hidrogramas e modelos semi-empíricos sugerem que o

recuo das geleiras nos Andes está mudando o regime de escoamento dos rios em até 30% (BARAER et al., 2012). Para explicar o recuo acelerado das geleiras nos Andes peruanos é importante primeiro compreender os principais parâmetros atmosféricas que interagem com o glacial e avaliar a troca de energia geleira-atmosfera. Por isso, neste estudo analisa-se os principais parâmetros atmosféricas e avalia-se o balanço de energia superficial (SEB) na geleira Aguas Calientes. Para calcular o SEB se parametrizaram fisicamente alguns componentes energéticos.

2. Materiais e Métodos

2.1. Área de estudo

A geleira Aguas Calientes está localizada a 15°18'S 72°34'O, no Nevado Coropuna, na cordilheira ocidental no sul dos Andes Peruanos, entre 5750 m até 6300 m (Figura 1). A área da geleira é 2,3 km^2 e recuou 20% nos últimos 30 anos (RAMOS, 2017).

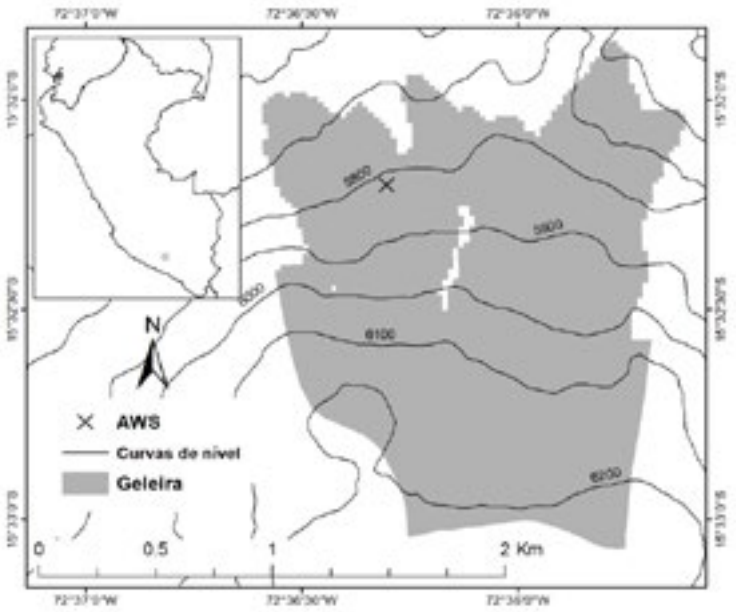


Figura 1. Localização da geleira Aguas Calientes. O X representa a localização da estação meteorológica automática (AWS) e as linhas pretas representam as curvas de nível.

ISBN: 978-85-7282-778-2

2.2. Estação meteorológica

Foram usados dados de uma estação meteorológica automática (AWS, sigla em inglês), que foi instalada em setembro de 2014 pelo *Servicio Nacional de Meteorologia y Hidrologia do Peru* (SENAMHI) e a ONG Aedes. A AWS está localizada na zona de ablação da geleira a 5800 m (Figura 1) e é considera a estação de maior elevação da América do Sul.

A AWS está apoiada sobre a superfície e se movimenta com a geleira. A temperatura do ar e a umidade relativa se medem (Vaisala HMP45C) a 2 m sobre a superfície. A pressão atmosférica se mede (Vaisala CS106) à mesma altura. A velocidade e direção do vento se mede (Young propeller 05103) a 2.1 m. Um sensor Kipp & Zonen CRN4 mede os 4 componentes da radiação (radiação de onda curta incidente e refletida, radiação de onda longa incidente e refletida) a 2.1 m da superfície. Para manter sempre em paralelo os sensores em relação à superfície, se construiu um trípode giroscópio estabilizador que permite a nivelação dos sensores apesar da inclinação da base da estação durante a ablação da geleira. Todo os sensores estão programados para coletar dados a cada 30 minutos. O período de análises é de 22 de dezembro de 2016 até 19 de dezembro de 2017.

2.3. Pré-processamento dos dados e SEB

O pré-processamento dos dados consistiu em: (1) revisão da continuidade da série temporal, (2) revisão dos valores dentro dos limiares de medida dos sensores, (3) interpolação dos valores não coletados, aplicando polinômios de primeiro, segundo e terceiro grau, sendo que o polinômio de terceiro grau foi o que melhor se ajustou. Além disso, para a radiação de onda curta incidente e refletida, se aplicou um filtro com o ângulo zênital do sol, em que, os valores com ângulos <65° foram conservados, e uma correção para radiação de onda curta incidente foi feita, devido ao efeito topográfico de inclinação e direção do terreno segundo método utilizado por Georg *et al.* (2016). Os ângulos de inclinação e direção do terreno foram obtidos do modelo de elevação digital do *Shuttle Radar Topography Mission* com resolução espacial de 1-arc (STRM, sigla em inglês).

Para calcular o balanço da energia superficial SEB se aplicou a seguinte equação matemática:

$$SEB = SW\downarrow + SW\uparrow + LW\downarrow + LW\uparrow + Q_{sens} + Q_{lat} \quad \text{(Eq. 1)}$$

Sendo (SW↓) a irradiância de onda curta transmitida para baixo através da atmosfera, (SW↑) a irradiância de onda curta refletida para cima, (LW↓) a irradiância de onda longa transmitida para baixo, (LW↑) a irradiância de onda longa emitida e refletida para cima. Não se considerou o fluxo de energia proveniente das subsuperfície e da precipitação líquida, porque a geleira fica a uma elevada altitude e é pouco frequente a ocorrência de chuvas.

Os fluxos turbulentos de calor sensível (Q_{sens}) e latente (Q_{lat}) na camada limite planetária da geleira se parametrizam pelo método aerodinâmico em massa (HUINTJES et al., 2015; OERLEMANS, 2001), conforme as seguintes equações (Eq. 2 e 3).

$$Q_{sens} = \rho_{air} c_p C_{se} u \left(T_{air} - T_{surf} \right) \quad \text{(Eq. 2)}$$

$$Q_{lat} = \rho_{air} L_E L_S C_{lat} u (q_{air} - q_{surf}) \quad \text{(Eq. 3)}$$

Sendo (ρ_{air}) a densidade do ar, calculado a partir da pressão atmosférica, (c_p) a capacidade específica do calor do ar (1004,67 J/kg K), (u) a velocidade do ar, (T_{air}) a temperatura do ar a 2 m da superfície, (T_{surf}) a temperatura da superfície calculado a partir da LW↑ (SICART; HOCK; SIX, 2008), (L_E) calor latente de evaporação (2,514 x 10^6 J/kg), (L_S) calor latente de sublimação, (q_{air}) a umidade específica a 2 m da superfície calculado a partir de RH, P_{atm} e pressão de vapor de saturação da água, (q_{surf}) a umidade específica da superfície também calculado a partir de RH igual a 100% (HUINTJES et al., 2015), P_{atm} a pressão de vapor de saturação da água. (C_{se}) e (C_{lat}) são os coeficientes de transferência em massa para calor sensível e latente, respectivamente. Oerlemans (2001) encontrou uma diferença de 5% entre C_{se} e C_{lat}, por tanto se assumiu $C_{se} = C_{lat}$. Calculamos C_{se} com a equação seguinte (Eq. 4) de Oerlemans (2001).

$$C_{se} = \frac{\kappa^2}{\left[\ln\left(\frac{z}{z_0} \right) \right]^2} \quad \text{(Eq. 4)}$$

Sendo (κ) a constate de Karman (0,41), (z) a altura dos sensores (2 m), (z_0) a altura da rugosidade da superfície do momento (5 mm) (SICART; HOCK; SIX, 2008). Uma correção aos fluxos

ISBN: 978-85-7282-778-2

turbulentos calculados é feita para condições que tendem a estabilidade da atmosfera usando o método de Braithwaite (1995).

3. Resultados e discussões

3.1. Condições meteorológicas médias diárias

As condições meteorológicas médias diárias da AWS são apresentadas na Figura 2. A temperatura do ar (T_{air}) mostrou um ciclo sazonal com um valor médio de -4 °C. As médias diárias da T_{air} sempre estiveram abaixo do ponto de congelamento, com um mínimo de -7,5 °C (em agosto) e um máximo de -0,9 °C (em novembro). Observa-se uma alta variabilidade diária com um desvio padrão médio diário de ±1,2 °C (Figura 2a).

A média da umidade relativa (RH), para todo o período de estudo, foi 57%, com um desvio padrão médio diário de ±24% (Figura 2b). Uma tendência negativa bem marcada se observa no inverno, com mínimas diárias de RH < 25% ocorrendo com mais frequência entre junho e agosto. Uma curta proporção de dias (5%) apresentou valores acima do percentil 95 (RH > 90%).

A média da velocidade do vento (u) foi 3,9 m/s, com uma alta variabilidade e com desvio padrão médio diário ±2 m/s (Figura 2c). Os 15% dos valores da média diária estiveram acima de 6 m/s, ocorrendo com maior frequência em julho. O 1% dos valores da média diária apresentam velocidades do vento que superam 10 m/s. A pressão atmosférica (P_{atm}) variou entre 505 e 510 hPa (Figura 2d).

3.2. Ciclo diurno da T_{air} e da u

Na Figura 3, se apresenta o ciclo diurno médio da temperatura do ar e da velocidade do vento. A temperatura do ar mostrou uma evidente flutuação com um intervalo horário de 5,2 °C. O menor valor se observa às 6h, quando toda a energia disponível é liberada durante a noite (Figura 3a). No entanto, o maior valor se observa às 13h, uma hora depois que a radiação de onda curta incidente alcança sua maior magnitude.

ISBN: 978-85-7282-778-2

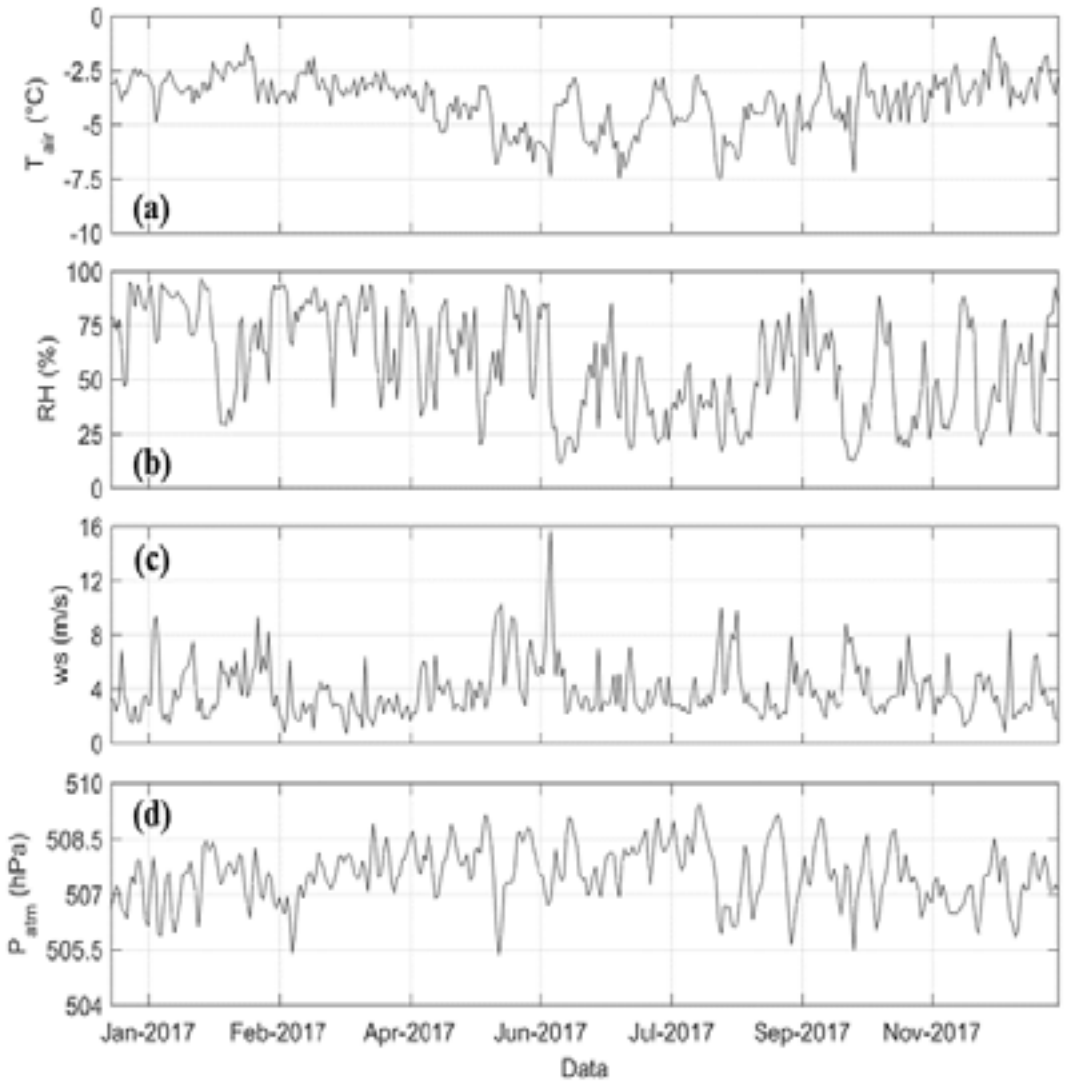


Figura 2. Média diária (a) temperatura do ar, (b) umidade relativa, (c) velocidade do vento e (d) pressão atmosférica para o período 22 de dezembro 2016 até 19 de dezembro 2017 (363 dias).

A variação da velocidade do vento apresenta um mínimo às 10h da manhã. Durante a tarde aumenta, alcançando magnitude máxima às 14h. Este comportamento é similar às geleiras de vale, onde a velocidade do vento aumenta durante a tarde (KLOK; NOLAN; VAN DEN BROEKE, 2005) como consequência de um déficit da temperatura a tarde (diferença da temperatura entre o manto de gelo e a atmosfera).

ISBN: 978-85-7282-778-2

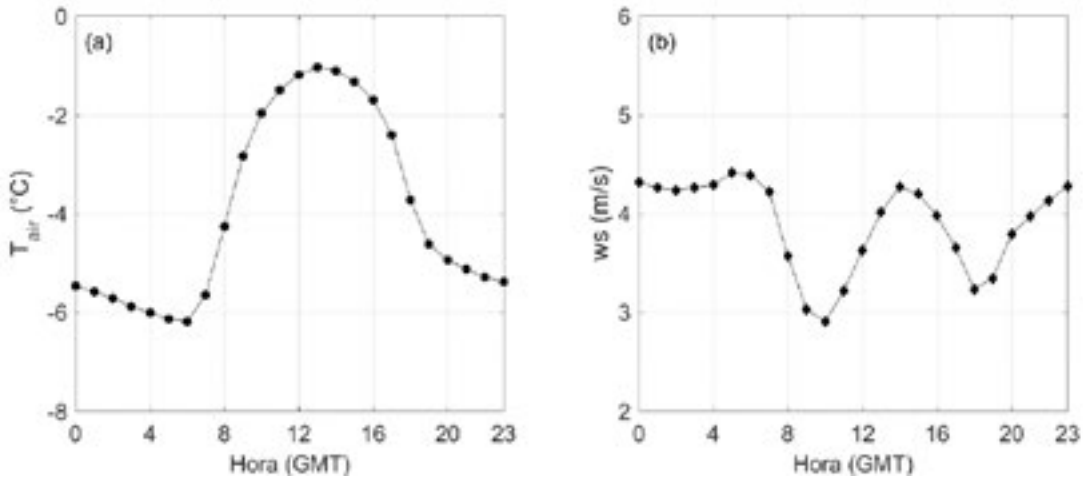


Figura 3. Ciclo diário médio da (a) temperatura do ar e da (b) velocidade do vento para o período 22 de dezembro 2016 até 19 de dezembro de 2017.

3.3. Fluxos de energia e SEB

Os componentes do balanço de energia superficial (SEB) são apresentados na Figura 4, para uma melhor representação da Figura, se calculou a média a cada 3 dias. Os resultados do SEB indicam que o saldo da radiação de onda curta (SW_{net}) foi altamente variável, desde valores médios altos de 116 W/m^2 no inverno e 139 W/m^2 na primavera, até menores de 67 W/m^2 no verão e 37 W/m^2 no outono. Além da mudança sazonal da elevação do sol, a principal razão da alta variabilidade sazonal da SW_{net} é o albedo superficial da geleira. O albedo médio (0,7) indica que a superfície da neve reflete a maior parte de SW_{net} no verão e no outono. No entanto, os albedos menores a 0,4 apresentados durante o inverno e a primavera se associam com menor SW↑ refletida, como consequência maior SW_{net}.

O valor médio do saldo da radiação de onda longa (LW_{net}) no verão foi -33 W/m^2, maior que o valor médio de -80 W/m^2 no inverno. Esta diferença está relacionada com a variação em LW↓ e LW↑, que são componentes da LW_{net}. A LW↑, que depende da temperatura da superfície da geleira, apresentou mudanças sazonais durante o período de observação. A LW↓, que depende da temperatura do ar, da cobertura de nuvens e da umidade, foi alta no verão e baixa no inverno (Zhang et al., 2013). No local de estudo, a umidade apresentou maior influência na LW↓ com um coeficiente de determinação de 0,8.

ISBN: 978-85-7282-778-2

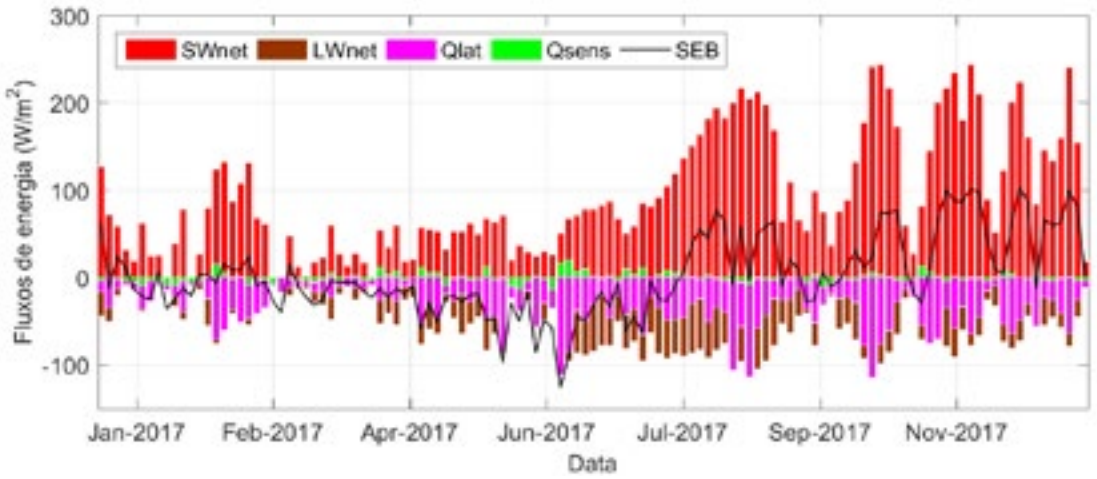


Figura 4. Variação média a cada 3 dias do saldo da radiação de onda curta (SW_{net}), saldo da radiação de onda longa (LW_{net}), dos fluxos turbulentos de calor latente (Q_{lat}) e sensível (Q_{sens}), e do balanço de energia superficial (SEB) para o período 22 de dezembro 2016 até 19 de dezembro de 2017.

As condições geralmente secas do local influenciam para que o fluxo turbulento de Q_{lat} sempre seja negativo (Figura 4) com valores altos no inverno, quando a velocidade do vento é maior e a umidade relativa é menor (Figura 3), o que indica que a superfície da geleira perde massa por sublimação, principalmente, nas estações do inverno e da primavera. Para o fluxo turbulento de Q_{sens} observa-se mudanças nos sinais de negativo para positivo, aconteceram durante todo o período de estudo. Os intervalos de valores para os fluxos turbulentos de Q_{lat} foi entre -3 W/m^2 e -161 W/m^2 e de Q_{sens} foi entre -22 W/m^2 e 22 W/m^2. No entanto, a média de Q_{lat} foi -35 W/m^2 e de Q_{sens} foi 0 W/m^2. Os altos índices das condições de vento contribuíram para valores maiores de Q_{lat} e de Q_{sens} no inverno e na primavera (Figura 2c).

O SEB foi influenciado principalmente pela SW_{net}, com uma variabilidade controlada pelas flutuações da LW_{net} e de Q_{sens}. A Figura 4, mostra que o SEB começou a ser positivo no final do inverno até o final do verão, com algumas flutuações devido, principalmente, ao alto albedo da superfície. Isso, demostrou que a fusão acontece, principalmente, do final do inverno até o final do verão. O valor médio mais alto de SEB foi na primavera com 104 W/m^2 e mínimo no inverno -126 W/m^2. A SW_{net} é uma função do albedo superficial, e de acordo com as análises do albedo superficial, este pode mudar rapidamente na estação meteorológica de 0,9 (quando há uma camada de neve) a 0,3 (em gelo de geleira limpo e sujo), sobretudo na primavera.

ISBN: 978-85-7282-778-2

4. Conclusões

Apresentou-se um registro meteorológico de 12 meses na zona de ablação da geleira Aguas Calientes. Observou-se um ciclo sazonal definido da temperatura do ar, com uma média para todo o período de estudo de -4 °C. A média da umidade relativa foi 57%, com uma tendência negativa bem marcada no inverno, com valores mínimos diários de RH < 25%. A média da velocidade do vento foi 3,9 m/s, com valores que superam 10 m/s no inverno. A pressão atmosférica variou de 505 até 510 hPa.

O balanço de energia superficial é influenciado, principalmente, pelo saldo da radiação de onda curta (93 W/m^2), sendo controlada pelo albedo superficial que é variável no tempo. O saldo da radiação de onda longa (-54 W/m^2) é o segundo componente importante. O fluxo turbulento de calor latente sempre é negativo (-36 W/m^2), com maior influência no balanço de energia superficial no inverno e na primavera. Isto faz com que a superfície da geleira perca massa por sublimação, particularmente, na estação seca. O fluxo turbulento de calor latente é controlado, principalmente, pelo forte gradiente de umidade entre a superfície da geleira e a atmosfera. O fluxo turbulento de calor sensível muda de sinais, de negativo para positivo, isto faz com que a média para todo o período de estudo seja 0 W/m^2.

5. Agradecimentos

Se agradece a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de Mestrado concedida ao primeiro autor. Além, ao Servicio Nacional de Meteorologia y Hidrologia do Peru (SENAMHI) e a ONG Aedes por compartilhar os dados da estação meteorológica Coropuna.

6. Referências Bibliográficas

BARAER, M. et al. Glacier recession and water resources in Peru's Cordillera Blanca. **Journal of Glaciology**, v. 58, n. 207, p. 134–150, 8 set. 2012.

BARNETT, T. P.; ADAM, J. C.; LETTENMAIER, D. P. Potential impacts of a warming climate on water availability in snow-dominated regions. **Nature**, v. 438, n. 7066, p. 303–309, 17 nov. 2005.

BRAITHWAITE, R. J. Aerodynamic stability and turbulent sensible-heat flux over a melting ice surface, the Greenland ice sheet. **Journal of Glaciology**, v. 41, n. 139, p. 562–571, 20 jan. 1995.

BUYTAERT, W. et al. Glacial melt content of water use in the tropical Andes. **Environmental Research Letters**, v. 12, n. 11, p. 114014, 1 nov. 2017.

CHEVALLIER, P. et al. Climate change threats to environment in the tropical Andes: glaciers and water resources. **Regional Environmental Change**, v. 11, n. S1, p. 179–187, 14 mar. 2011.

GEORG, W. et al. On the energy balance closure and net radiation in complex terrain. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 226–227, p. 37–49, 15 out. 2016.

HEIDINGER, H. et al. A new assessment in total and extreme rainfall trends over central and southern Peruvian Andes during 1965-2010. **International Journal of Climatology**, v. 38, p. e998–e1015, abr. 2018.

HUINTJES, E. et al. Evaluation of a Coupled Snow and Energy Balance Model for Zhadang Glacier, Tibetan Plateau, Using Glaciological Measurements and Time-Lapse Photography. **Arctic, Antarctic, and Alpine Research**, v. 47, n. 3, p. 573–590, 8 ago. 2015.

KLOK, E. J.; NOLAN, M.; VAN DEN BROEKE, M. R. Analysis of meteorological data and the surface energy balance of McCall Glacier, Alaska, USA. **Journal of Glaciology**, v. 51, n. 174, p. 451–461, 8 set. 2005.

OERLEMANS, J. (JOHANNES). **Glaciers and climate change**. [s.l.] A.A. Balkema Publishers, 2001.

RAMOS, R. **Evolución de la cobertura glaciar del Nevado Coropuna y su relación con el entorno climático**. [s.l.] Universidad Nacional Agraria la Molina, 2017.

SCHMITT, C. G. et al. Measurements of light-absorbing particles on the glaciers in the Cordillera Blanca, Peru. **The Cryosphere**, v. 9, n. 1, p. 331–340, 12 fev. 2015.

SICART, J. E.; HOCK, R.; SIX, D. Glacier melt, air temperature, and energy balance in different climates: The Bolivian Tropics, the French Alps, and northern Sweden. **Journal of Geophysical Research**, v. 113, n. D24, p. D24113, 23 dez. 2008.

TORRES, C. et al. Measurement of light absorbing particles in the snow of the Huaytapallana glacier in the central Andes of Peru and their effect on albedo and radiative forcing. **Optica Pura y Aplicada**, v. 51, n. 4, p. 1–14, 23 dez. 2018.

VUILLE, M. et al. Impact of the global warming hiatus on Andean temperature. **Journal of Geophysical Research: Atmospheres**, v. 120, n. 9, p. 3745–3757, 16 maio 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

ANÁLISES PLUVIOMÉTRICAS NO MARANHÃO NO ÚLTIMO TRIMESTRE DO ANO DE 2018

Yanca dos Santos da Silva [(a)], Carlos Wendell Soares Dias [(b)]

[(a)] Curso de Geografia/Universidade Federal do Maranhão, yanca.santos777@gmail.com

[(b)] NUGEO/Universidade Estadual do Maranhão, wendellsdias@hotmail.com

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

Apresenta-se no presente trabalho uma análise sobre a dinâmica pluviométrica no estado do Maranhão, abrangendo um período de transição entre a estação seca e a chuvosa, compreendendo o último trimestre do ano de 2018. Objetivou-se adquirir conhecimento quanto a distribuição de precipitação no estado referente ao período mencionado, obtendo dados por meio das Instituições oficiais do INMET e CPTEC, submetendo-os à análises geoestatísticas, fazendo uso de softwares para a espacialização dos dados.

Palavras chave: Precipitação, dinâmica, geoestatística.

1. Introdução

Desde os tempos antigos, observa-se o homem sendo sujeito às dinâmicas climáticas, o qual tem suma relevância sobre a vida na terra, visto que por meio de seus elementos contribui para a manutenção dos seres. Dentre seus elementos destaca-se no presente trabalho, a precipitação, a qual constitui-se como a principal fonte de abastecimento de rios, lagos, entre outras; bem como, de irrigação. Dessa forma, a precipitação configura-se como um dos principais elementos naturais aliados para os agricultores que são dependentes de tal atividade, que fora a primeira forma de produção que o homem realizou para sua sobrevivência, sendo até os dias atuais a base da economia do país, ou mesmo, do mundo.

2. Materiais e Métodos

A pesquisa é o caminho percorrido para fins de obter o conhecimento sobre determinado fenômeno, partindo da identificação de um dado problema, uma vez que, segundo Asti Vera (1979, apud Dalfovo, Lana e Silveira. 2008. p. 03), este é o "propulsor para um estudo, [...], pois sem ele não há razão de realizar a pesquisa". Sobre tais processos, destaca-se o método explicativo-quantitativo que, utilizou-se para execução da presente pesquisa. Buscando-se dados de precipitação nas instituições oficiais do CPTEC (Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos) e INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), coletando dados pluviométricos, referente aos meses de outubro, novembro e dezembro do ano de 2018. Em seguida, realizou-se a análise e o tratamento destes por meio de técnicas estatísticas, efetuando a espacialização dos dados por meio do surfer, a fim de obter-se as representações visuais da problemática em destaque.

3. Resultados e discussões

Para análise sobre a dinâmica pluviométrica do Estado do Maranhão, apresenta-se a espacialização dos dados observados no mês de outubro figura 1, onde, identificou-se que os municípios de Alto Parnaíba, Balsas e Carolina, apresentaram um nível pluviométrico significativo. (quadro 1).

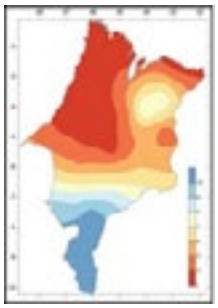


Figura 1. Precipitação Observada em Outubro.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Quadro 1. Municípios do Estado do Maranhão e seus níveis de precipitação no último trimestre do ano de 2018.

Município	Outubro	Novembro	Dezembro
ALTO PARNAIBA	89,3	156,4	215,5
BACABAL	35,4	67,8	135,3
BALSAS	98,0	133,1	201,7
BARRA DO CORDA	37,8	75,7	138,7
CAROLINA	136,4	151,6	241,9
CAXIAS	25,7	39,3	127,5
CHAPADINHA	15,1	27,3	93,9
COLINAS	69,1	100,2	147,0
IMPERATRIZ	70,8	117,8	190,5
SAO LUIS	4,7	10,5	72,5
TURIACU	8,9	7,1	53,0
ZE DOCA	31,9	47,9	118,0

Fonte: INMET / CPTEC, 2018.

Em novembro o cenário pluviométrico da maioria dos municípios estudados apresentaram níveis pluviométricos significativos, podendo-se dizer que fora um mês que apresentou mais percentuais positivos que negativos, em sua distribuição de precipitações (figura 2), conforme os registros identificados neste mês (quadro 1), sendo um período de pluviosidade favoráveis tanto para o setor agrícola, quanto para abastecimento de rios e lagos da região. Enquanto isso, no mês de dezembro têm-se um quadro pluviométrico razoável referente sua climatologia, sendo ponderáveis os níveis de precipitação registrada neste mês (Figura 3).

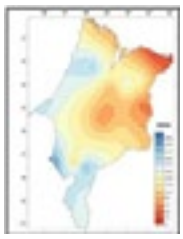


Figura 2. Precipitação Observada em Novembro.

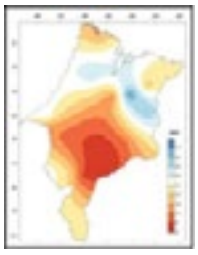


Figura 3. Precipitação Observada em Dezembro.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Realizou-se cálculos estatísticos para verificação dos níveis percentuais das anomalias de precipitação registrada em cada, tendo a climatologia como referência, utilizando-se da seguinte formula: ((DO – NC)/NC) * 100. Dessa forma, identificou-se no mês de outubro quatro municípios com percentuais de precipitação positivo, são eles: Alto Parnaíba, com 25% de positividade, Balsas com 13%; Chapadinha, com 100% e São Luís, com 165% de positividade. Por outro lado, os demais municípios que compreendem tal pesquisa, apresentaram percentual negative, segue sua demonstração na figura 4.

No mês de novembro, aplicando tal fórmula, observou-se que a maioria dos municípios analisados apresentaram percentual positivo de precipitação, com exceção do município de Barra do Corda, no qual for a identificado, um percentual de 15% abaixo de sua climatologia. Destaca-se ainda que dos três meses de análises este fora o mês que identificou-se maiores percentuais de positividade na distribuição pluviométrica, conforme apresenta-se na figura 4.

O mês de dezembro apresentou um cenário diferente dos meses anteriores, identificando-se elevados percentuais negativos, com exceção do município de Caxias que apresentou cerca de 129% de positividade; Chapadinha, registrando 66% a mais que sua climatologia; São Luís, apresentando 238% de positividade no seu nível de pluviosidade; Turiaçu e Zé Doca, registrando, respectivamente, 149% e 122% de positividade, conforme dispomos em sua espacialização na figura 4.

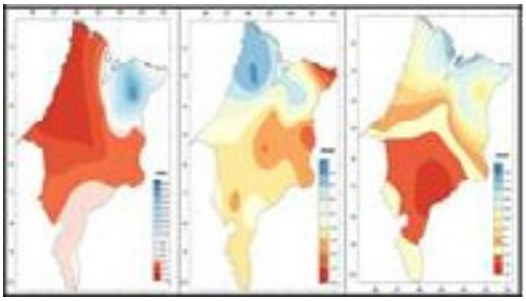


Figura 4. Anomalia percentual nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2018, respectivamente.

Destacando-se os seguintes municípios que apresentaram positividade pluviométrica nos três meses de análise, são eles: Chapadinha e São Luís; enquanto, o município de Barra do

ISBN: 978-85-7282-778-2

Corda for a o único no referido período que apresentou percentual negativo no último trimestre do ano de 2018.

4. Considerações Finais

Observou-se que a distribuição pluviométrica no Estado do Maranhão registra-se de certa forma, diversificada, quanto a extensão do estado, identificando relevantes níveis nas regiões norte e noroeste do Estado, Destacando-se que os municípios localizados mais ao sul e sudoeste do Estado possuem significados desvio aos níveis de precipitação. Infere-se que no referido ano de análise o mês de novembro destacou-se como um mês propício às elevações nas produções agrícolas, devido sua positividade apresentada em seus percentuais pluviométricos.

Agradecimentos

Estendemos nossos agradecimentos à professora Scarlet Cristina Silva Sousa, e aos professores do laboratório de meteorologia – LabMet, que compreendem ao NUGEO - Núcleo Geoambiental, onde destacamos com satisfação, o professor Carlos Wendell, com suas orientações essenciais, colaborando substancialmente na realização desta pesquisa.

Referências Bibliográficas

CPTEC – Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos. Dados Pluviométricos. Disponíveis em: <https://www.cptec.inpe.br/>. Acessado em: 01/2019.

CNM – Confederação Nacional de Municípios. O caso do Maranhão. 2013. p. 7.

DALFOVO, M. S.; LANA, R. A.; SILVEIRA, A. Métodos Quantitativos e Qualitativos: um resgate teórico. Revista Interdisciplinar Científica Aplicada, Blumenau, v.2, n.4, p 01-13. Sem II, 2008.

INMET – Intituto Nacional de Meteorologia. Dados de precipitação. Estação Automática. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/sonabra/pg_dspDadosCodigo_sim.php?QTIzOA>. Acessado em: 12/2018.

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

APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE CONFORTO TÉRMICO EM ÁREA DE CONSTRUÇÃO DE LOTEAMENTO NO MUNICÍPIO DE QUIXADÁ-CE

Pollyana Maria Pimentel Monte [(a)], Henrique Áquila Ferreira Lemos [(b)], Gilson de Oliveira Claudino [(c)], João André Ximenes Mota [(d)]

(a) Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal do Ceará (UFC), pollyanapimentelmonte@gmail.com
(b) Programa de Pós-graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade de Fortaleza (UNIFOR), henriqueaquilafl@gmail.com
(c) Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Regional de Blumenau (FURB), gilson.claudinoo@gmail.com
(d) Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Regional de Blumenau (FURB), jandrexm@gmail.com

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

Com a urbanização, face às inovações tecnológicas e o fornecimento de serviços, grande parte da população mundial está residindo nos centros urbanos, e a estimativa é que este percentual aumente. Um dos principais problemas resultantes desse crescimento, muitas vezes desordenado, é a supressão vegetal, que contribui para alterar o clima da cidade, facilita processos erosivos e favorece a alteração do conforto térmico ambiental. Com o objetivo de verificar o conforto térmico em uma área de construção de um loteamento, na cidade de Quixadá-Ce, foram coletados dados de temperatura e umidade em sete pontos na área do empreendimento, os quais foram analisados por quatro semanas. Através dos dados coletados, encontrou-se temperaturas elevadas, todas acima de 30°C e umidade relativa baixa, em torno de 35%, classificando a região como uma área com leve desconforto pelo calor. Com isso, medidas são necessárias para a melhoria das condições do ambiente, como a arborização urbana.

Palavras chave: Temperatura; Umidade; Desconforto.

1. Introdução

Devido ao fenômeno da urbanização, estima-se que atualmente mais da metade da população mundial esteja residindo nos centros urbanos, e que, para o ano de 2030, a estimativa é que 60% da população mundial estará residindo em cidades (BACH, 2014). No Brasil, o

número apresenta maior relevância, pois 84,4% da população reside em áreas urbanas, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010). Em vista disso, ocorre um estresse cada vez maior nos elementos do meio ambiente das cidades e na oferta de serviços públicos (UNITED NATIONS, 2012).

Um dos casos mais notórios de degradação ambiental devido à urbanização é a supressão vegetal (SILVA et al., 2018). As áreas verdes das cidades desempenham diversas funções que tornam esses objetos de estudo de grande importância para as cidades. Funções ecológicas como redução da poluição, proteção dos recursos hídricos e manutenção da biodiversidade, bem como funções sociais quanto ao lazer, estão listadas como benefícios gerados pelas áreas verdes (STREGLIO; FERREIRA; OLIVEIRA, 2013). Segundo pesquisadores, a supressão vegetal contribui para alterar o clima da cidade (FEITOSA et al., 2011), facilita processos erosivos, diminui a qualidade dos corpos hídricos (MISAEL, 2018) e resulta em inundações (MOTA, 2003).

A supressão vegetal, associada a uma ausência de políticas públicas que garantam a manutenção de áreas verdes (FRANÇA et al., 2015), provocam a alteração da hidrologia da superfície, provocando o aumento da temperatura e a diminuição da umidade, favorecendo a alteração do conforto térmico ambiental de determinada região (MENDES, 2018).

Variáveis ambientais, como temperatura, umidade, velocidade do ar, radiação solar incidente, alteram as condições de conforto ambiental e estão diretamente relacionadas a presença humana (VIANA, 2013; WALKER et al., 2017). O conforto ambiental impacta positivamente na qualidade de vida das pessoas, a harmonia no ambiente construído associada ao conforto dos indivíduos, proporciona um bem-estar urbano (SILVA; CAVALCANTI; NERY, 2018).

Um dos principais problemas enfrentados no semiárido nordestino é a degradação dos seus recursos naturais, causado, em boa parte, pela ação antrópica (PAULO; QUIRINO, 2014).

ISBN: 978-85-7282-778-2

Especificamente na cidade de Quixadá-CE, a implantação de novos loteamentos tem alterado a normalidade do meio ambiente urbano (CLAUDINO et al., 2017).

Diante do exposto, o crescimento da cidade de Quixadá e a construção de loteamentos verificada na cidade, promove a supressão da vegetação e até o aterramento de corpos hídricos, o que altera as condições de conforto ambiental. Para compor a pesquisa, verificou-se o índice de Temperatura e Umidade (ITU) para determinar o conforto térmico e classificar uma das áreas de construção de um loteamento, em Quixadá-Ce.

2. Materiais e Métodos

O local, no qual foram coletados os dados primários, é um loteamento localizado na cidade de Quixadá, situado no interior do estado do Ceará. Esta apresenta clima semiárido (IPECE, 2016), sendo o período de verão responsável por 27,0% da evapotranspiração potencial normal. A pluviosidade anual média é de 838,1 mm, e, trata-se de uma região de clima tropical quente semiárido, com temperatura média anual de 27,1°C (CLIMATE-DATA, 2016) e período chuvoso entre fevereiro e abril (IPECE, 2017).

O município de Quixadá está localizado no Sertão Central cearense, possui densidade demográfica de 39,91 hab/km2 e população estimada para o ano de 2018 de 87.116 habitantes (IBGE, 2010). Segundo o Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE, 2017), a cidade possuía uma taxa de urbanização no ano de 2010 igual a 71,32%.

A área escolhida para a realização do estudo, consiste em uma área parcelada e utilizada para a construção de um loteamento, sendo esta uma atividade usual na região, em razão da constante utilização de espaços para a construção destes empreendimentos. A referida área já apresenta ocupações, bem como remanescentes de vegetação e de corpos hídricos que estão comprometidos devido às atividades de uso e ocupação desordenadas. No período de realização do estudo, o empreendimento já apresentava parcelamento e encontrava-se em fase de construção das residências, conforme evidenciado na Figura 1.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Para a composição do estudo, foram coletados dados primários de temperatura, umidade, radiação, ruído e velocidade dos ventos em sete pontos na área do loteamento, escolhidos de forma aleatória. A coleta de dados ocorreu quatro vezes, no período de um mês, entre 16h e 17h. A Figura 1 apresenta, além da localização da área de estudo, bem como a posição dos pontos analisados no estudo.

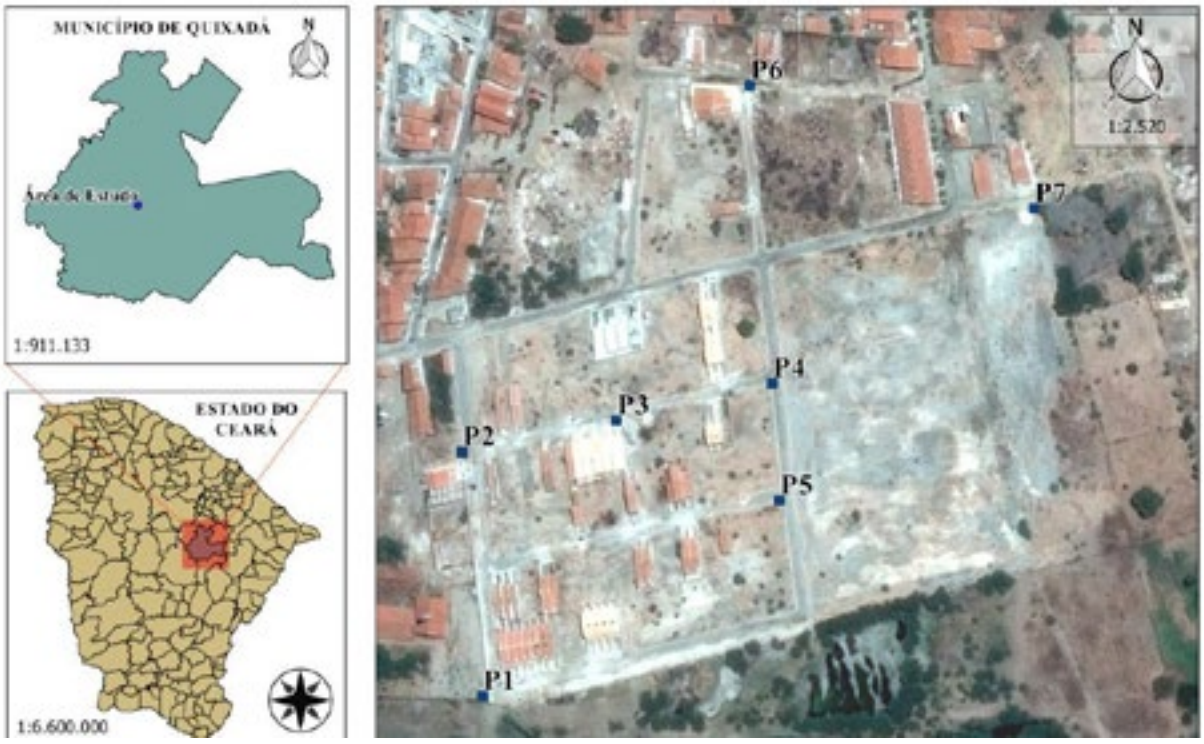


Figura 1 – Localização dos pontos de estudo. Fonte: Autores, 2019.

Foram utilizados os equipamentos MRU-201 Medidor de luz ultravioleta UVA e UVB, em que foi possível obter dados referentes a radiação; o Termo Anemômetro Digital Portátil TAD 500, que fornece dados referentes a velocidade dos ventos e o Termo higrômetro digital mth-1365, que apresentou os dados de umidade relativa do ar. Os equipamentos estão indicados na Figura 2.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Figura 2 - Equipamentos utilizados para coleta de dados. (a) Termo higrômetro digital mth-1365. B. (b) MRU-201 Medidor de luz ultra-violeta UVA e UVB. C. (c) Termo higrômetro digital mth-1365. Fonte: Autores, 2019.

Ao coletar os dados, aplicou-se a fórmula estabelecida por Funari (2006), na qual pode-se determinar o índice de temperatura e umidade, através da Equação 1.

$$\text{ITU} = Ts - (0{,}55 - 0{,}0055\ x\ UR)\ x\ (Ts - 14{,}5) \quad \text{(Equação 1)}$$

Em que:

ITU = Índice de Temperatura e Umidade;

Ts = Temperatura do ar (°C);

UR = Umidade Relativa (%).

ISBN: 978-85-7282-778-2

Após o cálculo, pode-se obter a classificação do conforto térmico através de intervalos de temperatura estabelecidos por Funari (2006), como mostra a Tabela I, em que há características atribuídas a cada uma das classes representadas.

Classe	ICT (°C)	Característica
1	< ou = 5,9	Resfriamento muito elevado
2	6,0 – 8,9	Resfriamento elevado
3	9,0 – 11,9	Frio
4	12,0 – 14,9	Desconforto pelo frio
5	15,0 – 17,9	Leve desconforto pelo frio
6	18,0 – 20,9	Limite inferior da zona de conforto
7	21,0 – 23,9	Centro da zona de conforto
8	24,0 – 26,9	Limite superior da zona de conforto
9	27,0 – 29,9	Leve desconforto pelo calor
10	30,0 – 32,9	Desconforto pelo calor
11	> ou = 33,0	Aquecimento elevado

Tabela I - Índice de Conforto Térmico. Fonte: Funari (2006)

3. Resultados e discussões

A média de dados coletados entre as quatro semanas permitiu o conhecimento acerca das seguintes variáveis (Tabela II):

Localização dos Pontos	Temperatura (°C)	Radiação (Lo)	Umidade Relativa (%)	Velocidade do Vento (m/s)	Ruídos (dB)
1	36,1	1229	33,7	6	54
2	36	921	33,4	3,8	48
3	36,8	493,5	39,3	14,3	51
4	34,6	311,15	39,25	15,4	72
5	35,3	199,5	37,5	14,85	58
6	35,2	149	37,5	5	43
7	32,95	92,5	43,15	15,4	66

Tabela II – Dados coletados. Fonte: Autores, 2019.

ISBN: 978-85-7282-778-2

As temperaturas médias encontradas são superiores à média registrada pelo IPECE (2017), sendo esta de 26°C a 28°C, portanto, o resultado encontrado a partir do cálculo de conforto térmico, está na faixa de temperatura de 27 a 29°C, caracterizando a área como levemente desconfortável pelo calor, na classe 9. O ideal é que o valor do cálculo esteja na classe 7, com temperaturas de 21° a 23,9°C, sendo caracterizado como centro da zona de conforto.

Foi observado que os pontos P1, P2 e P3, que estão próximos às áreas mais construídas apresentaram maiores valores de temperatura, tal fato pode ser justificado ao considerar que as maiores temperaturas e menores umidade relativas estão relacionadas, dentre outros fatores, à alta densidade de área construída, conforme observado por Franco e Nogueira (2012). Uma resposta similar foi observada no estudo de Ribeiro, Gonçalves e Bastos (2018) ao expor que a área central da cidade é aquela que apresenta o maior potencial de aquecimento, em seu estudo, as áreas centrais do município classificaram-se como confortável e ligeiramente quente entre 22 e 28°C, em Juiz de Fora (MG).

Os estudos de Ribeiro, Gonçalves e Bastos (2018) corroboram com os resultados obtidos por Monte, Claudino e Mota (2018) em que foram analisados pontos numa região distante do centro da cidade de Quixadá, com temperaturas entre 24,0 a 26,9 °C, classificando-se como Limite superior da Zona de Conforto.

Observou-se também que na área de estudo houve uma supressão da vegetação para processo de terraplanagem e construção das habitações, logo, não se considerou, por parte dos empreendedores, que a presença de árvores afeta diretamente o microclima de áreas sombreadas, havendo redução da temperatura do ar, proporcionando áreas de maior conforto térmico (VIEIRA JÚNIOR, 2019), já que, os espaços arborizados apresentam melhores condições de conforto devido a estratégias de resfriamento evaporativo, melhoramento do microclima e o seu entorno (MARTINI, 2013; RIBEIRO *et al*., 2018). No entanto, deve-se

priorizar além da quantidade de árvores, as características das espécies, quanto à densidade das folhas e consequente grau de sombreamento da superfície do solo (SILVA; PIMENTEL, 2019).

A umidade relativa encontrada nos pontos de estudo variou de 30% à 45%, o que é considerado um valor baixo e propenso a ocorrência de problemas, principalmente quando comparada ao estabelecido pela Organização Mundial de Saúde (OMS), onde, estipula-se que o ideal seja uma umidade relativa superior a 60% para que seja adequada ao manejo da saúde humana, evitando complicações alérgicas e respiratórias, ressecamento da pele e irritação dos olhos (CGE, 2018).

Os ruídos encontrados nos sete pontos variaram de 48 a 72 dB, tal fato, deve-se ao movimento de material e de pessoas durante a fase de construção das habitações no local do empreendimento. Os valores observados, quando comparados ao estudo de Nunes (2006) tornam o ambiente incomodativo, já que o mesmo define que classes de 50 a 70 dB são consideradas incomodativas, e que tais ruídos podem ser comparados aos ruídos encontrados em supermercado, restaurante barulhento, uma rua animada e até mesmo uma chegada de trem numa estação. Sendo, segundo Nunes (2006), ideal a média de 55 dB em período diurno para a zona residencial urbana.

4. Considerações finais

A área de estudo é classificada, de acordo com o índice de conforto térmico, como levemente desconfortável pelo calor, estando superior ao limite indicado, assim como os ruídos analisados, o que requer maiores cuidados da população adjacente.

Como as temperaturas médias registradas foram elevadas, assim como a radiação, medidas podem ser tomadas para melhorias no local, como a plantação de árvores e a construção de espaços de lazer arborizados, assim como verificar o material de construção das residências.

O estudo foi realizado na fase de construção das casas, portanto ainda havia a presença de uma pequena parcela de árvores e espaços verdes, para estudos futuros, poderia ser realizado

ISBN: 978-85-7282-778-2

uma análise abordando o impacto final no conforto térmico a partir da retirada de árvores e a sua substituição pela construção de imóveis.

5. Referências Bibliográficas

BACH, P. M. et al. A critical review of integrated urban water modelling e Urban drainage and beyond. **Environmental Modelling & Software**, v. 54, p. 88-107, 2014.

CGE. **Umidade reativa do ar**. Disponível em: < https://www.cgesp.org/v3/umidade-relativa-do-ar.jsp>. Acesso em 13 set. 2018.

CLAUDINO, G. O.; LEMOS, H. A. F.; MOTA, J. A. X.; PEIXOTO, N. G. M. A expansão imobiliária sobre áreas de amortecimento e suas consequências na drenagem urbana – Um estudo de caso no bairro Baviera de Quixadá - CE. In: Giovanni Seabra. (Org.). Educação ambiental: ecopedagogia e sustentabilidade dos recursos naturais. 1 ed. Ituiutaba - MG: Editora Barlavento, 2017, p. 509-518.

CLIMATE-DATA, **Quixadá**. Disponível em: < http://pt.climate-data.org/location/25752/ >. Acesso em 05 de outubro de 2016.

FEITOSA, S. M. R. *et al*. Consequências da urbanização na vegetação e na temperatura da superfície de Teresina – Piauí. **REVSBAU**, v. 6, n. 2, p. 58-75, 2011.

FUNARI, F. L. **O Índice de Sensação Térmica Humana em função dos tipos de tempo na Região Metropolitana de São Paulo**. 2006. 108p. Tese (Doutorado) Curso de Geografia. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, 2006.

FRANÇA, M. S. Estimativa de índices de conforto térmico na cidade de Cuiabá/MT. **Caminhos de Geografia**, v. 16, n. 55, 2015.

FRANCO, F. M.; NOGEIRA, M.C.J. A. Análise Microclimática em função do uso e ocupação do solo em Cuiabá-MT. **Revista Mercator**, v. 11, n. 26, p. 157-170, 2012.

IBGE. **Quixadá**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/quixada/panorama>. Acesso em 07 jan. 2019.

IPECE. Perfil Básico Municipal 2017 - **Quixadá**. Disponível em: <https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2018/09/Quixada_2017.pdf >. Acesso em 07 jan. 2019.

MARTINI, A. *et al*. A periodicidade diária do índice de conforto térmico na arborização de ruas de Curitiba/PR. **Scientia Plena**, v. 9, n. 5, p. 1-9, 2013.

MASIERO, E; SOUZA, L. C. L. Clima urbano e estabelecimentos de diretrizes para cenários de ocupação do solo. **Cadernos Zygmunt Bauman,** v. 8, n. 18, p. 3-15. 2018.
MENDES, T. G. L. *et al*. Avaliação de índices de conforto térmico ambiental nos bairros de Recife - Pernambuco (Brasil). **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 4, n. 1, p. 136-147, 2018.

MISAEL, G. Y. M. Áreas de preservação permanente, usos conflitantes e cobertura vegetal: um estudo comparativo na bacia do rio Belém, Curitiba – PR. **Revista Tecnologia e Ambiente**, v. 24, p. 81-97, 2018.

MONTE, P. M. P.; CLAUDINO, G. O.; MOTA, J. A. X. Aplicação do índice de Conforto Térmico no Instituto Federal do Ceará - campus Quixadá. In: I Congresso Nacional da Diversidade do Semiárido, v. 1, 2018.

MOTA, S. **Urbanização e Meio Ambiente**. 3. ed. Rio de Janeiro: ABES, 2003.
NUNES, M. Uma breve visão sobre o ruído urbano. **Revista Educação e Tecnologia,** a. 1, n. 2, 2006.

PAULO, F. L. L.; QUIRINO, A. M. S. Gestão urbana e arborização das cidades: diagnóstico qualitativo e quantitativo no município de Salgueiro, Pernambuco, Brasil. **X Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 10, n. 4, p. 46-57, 2014.

RIBEIRO, K. F. A. *et al*. Estudo da influência do sombreamento arbóreo nos índices de conforto térmico na cidade de Cuiabá – MT. **Revista Ambiência Guarapuava,** v.14 n.2 p. 300 – 314. 2018.

RIBEIRO, C. R.; GONÇALVES, A. P.; BASTOS, F. P. Ilhas de calor urbanas e conforto térmico humano em cidades de porte médio: estudo aplicado em Juiz de Fora (MG). **Revista Ra'ega**, v. 45, n. 1. p. 281-300, 2018.
SILVA, S. A. S. *et al*. Atributos físico-químicos do solo submetidos a supressão vegetal, em áreas de ressentamento urbano coletivo indígena Altamira, Pará, Brasil. **Centro Cientifico Conhecer**, Goiânia, v.15, n. 26, p. 152, 2018.
SILVA, E. C.; CAVALCANTI, D. M. P.; NERY, N. O conforto ambiental e a mobilidade no Plano de Requalificação Urbanística e inclusão social da comunidade do Pilar da cidade do Recife. **HumanÆ. Questões controversas do mundo contemporâneo**, v. 13, n1, p. 1-38, 2018.

SILVA, L. H. G.; PIMENTEL, R. M. M. Estrutura morfológica foliar da arborização urbana na manutenção do conforto térmico. **Journal of Environmental Analysis and Progress,** v. 4 n. 1, p. 104-109, 2019.
STREGLIO, C. F. C.; FERREIRA, D. T.; OLIVEIRA, I. J. O processo de expansão urbana e seus reflexos na redução da cobertura vegetal no município de Goiânia. **Revista Ra'ega**, v. 28, p. 181-197, 2013.

UNITED NATIONS, Department of Economic and Social Affairs, Population Division World Urbanization Prospects: the 2011 Revision. CD-ROM Edition, 2012.

VIANA, S. S. M. **Conforto Térmico nas Escolas Estaduais de Presidente Prudente/SP**. 2013. 218p. Teses de doutorado em Geografia. Universidade Estadual Paulista (UNESP), Presidente Prudente-SP, 2013.

VIEIRA JÚNIOR, N. A. Temperature, thermal comfort, and animal ingestion behavior in a silvopastoral system. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 40, n. 1, p. 403-416, 2019.
WALKER, N. R. *et al*. Níveis de temperatura e umidade relacionados ao bem-estar de bovinos confinados em eventos agropecuários. **Revista Ciências Agroveterinárias e Alimentos**, n. 2, 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

CAMPO TERMO-HIGROMÉTRICO DA ÁREA URBANA DE SALTO DO JACUÍ/RS NO DIA 28 DE JULHO DE 2016

Ismael Luiz Hoppe [(a)], Cássio Arthur Wollmann [(b),] Alcionir Pazatto Almeida [(c)], Jakeline Barato [(d)],

[(a)] Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Santa Maria, ismael.hoppe@hotmail.com
[(b)] Docente do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Santa Maria, cassio_geo@yahoo.com.br
[(c)] Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Santa Maria, alcionirpazatto@gmail.com
[(d)] Doutoranda do programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Santa Maria, jekeline.jake@hotmail.com

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo/

A presente pesquisa analisou o campo termo-higrométrico na área urbana de Salto do Jacuí/RS no dia 28/07/2016. A quisição dos dados de temperatura e umidade relativa do ar se deu por meio de termômetros eletrônicos e pelo uso da metodologia de transectos móveis. Foi estabelecidos dois transectos que cruzaram a cidade nos sentidos Norte-Sul e Leste-Oeste nos horários das 06, 15 e 21 horas e em condições de tempo estável. Os resultados analisados indicam que a temperatura e a umidade relativa do ar variam de acordo com os fatores geográficos locais e o uso e cobertura da terra de cada ponto de coleta. Os dados sinalizaram ainda, que a área central da cidade apresenta às temperaturas mais elevadas e que à umidade relativa do ar ocorre de forma inversa à temperatura. Neste dia ocorreu a presença de um núcleo de calor com magnitude de 1°C.

Palavras chave: Clima urbano, Temperatura, Umidade Relativa do Ar, Salto do Jacuí

1. Introdução

O espaço urbano é tema de estudo de diversos pesquisadores e áreas do conhecimento, uma vez que, é constituído pelo homem para o próprio homem e que, em muitos casos, a maneira como esse espaço é organizado pode configurar situações prejudiciais a saúde e o bem-estar humano (COSTA, 2014).

Dentre as áreas que investigam o espaço urbano têm-se a Climatologia Geográfica, que possui entre seus objetos de estudo o clima urbano das cidades, cuja análise recai sobre a

variação dos elementos climáticos mediante a transformação do meio natural pela ação social do homem como o processo de urbanização. Assim como de que forma o espaço construído pelo homem pode alterar a dinâmica climática em escalas meso, topo e microclimática (ROSSATO, 2010).

É justamente nesse sentido que o trabalho se enquadra, pois tem como objeto geral de pesquisa analisar o campo termo-higrométrico da área urbana do município de Salto do Jacuí/RS no dia 28 de julho de 2016, por meio da metodologia de transecto móvel.

A área de estudo, é a cidade do Salto do Jacuí (Figura 01), localizada no estado do Rio Grande do Sul/RS, entre as coordenadas de 29º05'18" de latitude sul e 53º12'45" de longitude oeste, e inserida na bacia hidrográfica do Alto Jacuí, que pertence à Mesorregião do Noroeste Rio-grandense e à Microrregião Geográfica de Cruz Alta (FEE, 2018).

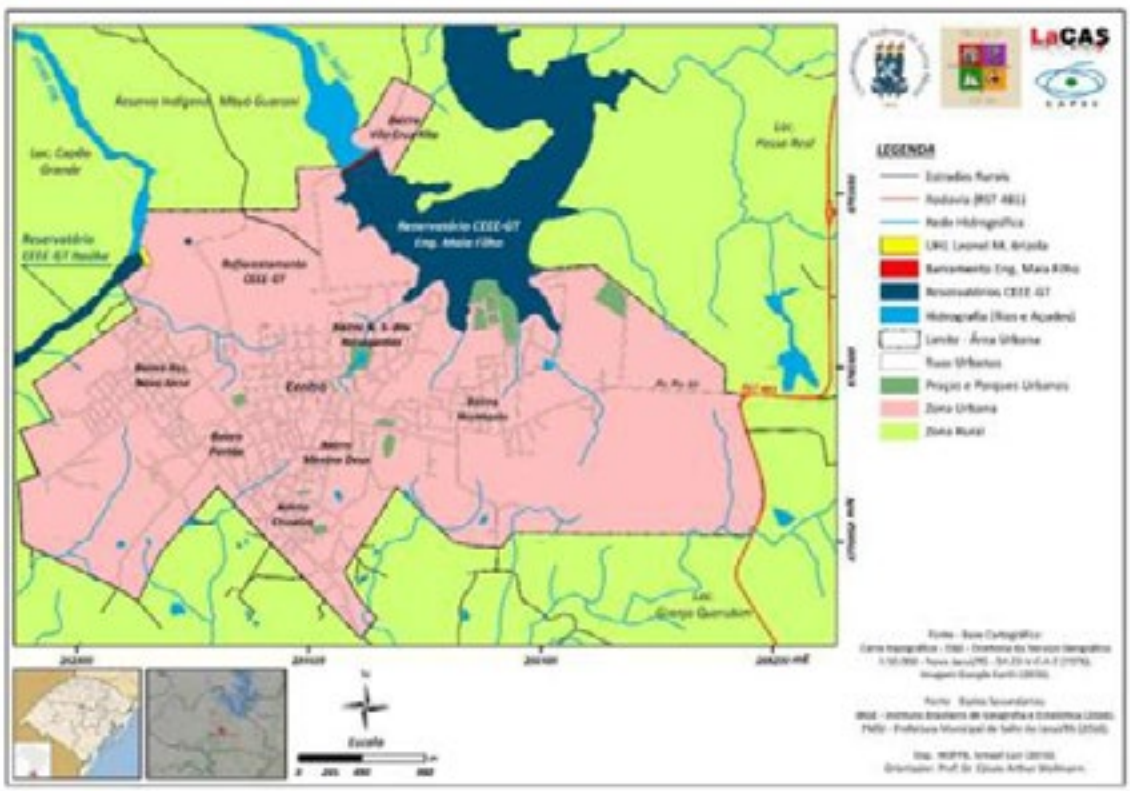


Figura 01: Mapa base da área urbana do Salto do Jacuí/RS e seu entorno próximo

Atualmente, têm uma população total de 12.460 habitantes, sendo 10.208 residentes na área urbana e 1.672 na área rural, com uma densidade demográfica de 23,4 habitantes/km² e um Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de 0,749 (IBGE, 2018).

O município está assentado no Planalto da Bacia do Paraná, e sua área urbana não apresenta grande amplitude altimétrica, que varia entre 160 e 360 m acima do nível do mar, as menores altitudes estão localizadas nas proximidades do leito do rio Jacuí que passa ao norte e a oeste da cidade. Ao sul da área urbana são encontrados terrenos mais baixos, associados às redes de drenagem, enquanto que as áreas de maior altitude localizam-se no centro da cidade, cuja altimetria varia de 280 a 320 m. A área mais alta está localizada onde se dá o acesso rodoviário da cidade com altimetria que varia de 320 a 360 m.

Em relação à declividade, essa varia de 0° à12°, sendo que os maiores declives estão a oeste, às margens do rio Jacuí e às margens do lago da represa de Itaúba, onde o terreno apresenta uma declividade que vai de 12 a 45 graus. Próximo à represa Engenheiro Maia Filho e ao bairro Cruz Alta, setor norte da cidade, a declividade varia entre 12 e 20 graus. As demais áreas urbanas do município apresentam pouco declives, cujos valores não ultrapassam os 12 graus.

Com relação a orientação das vertentes, a maioria delas estão voltadas para o norte e oeste, as vertentes voltadas ao norte recebem maior insolação durante todo o dia e as vertentes voltada à oeste recebem maior insolação pela parte da tarde. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2018), o clima da região é classificado como subtropical super úmido, sem seca e com temperaturas médias entre 10 °C e 15 °C.

2. Metodologia

Para a aquisição dos dados de temperatura e umidade relativa do ar na zona intra-urbana e áreas adjacentes foi empregado à metodologia dos transectos móveis (AMORIM, 2000,

2010), que se baseia na obtenção simultânea dos dados climáticos ao longo de trajetos preestabelecidos. Foram estabelecidos dois transectos que cruzaram a cidade do Salto do Jacuí nos sentidos Norte-Sul e Leste-Oeste conforme o mapa da Figura 02.

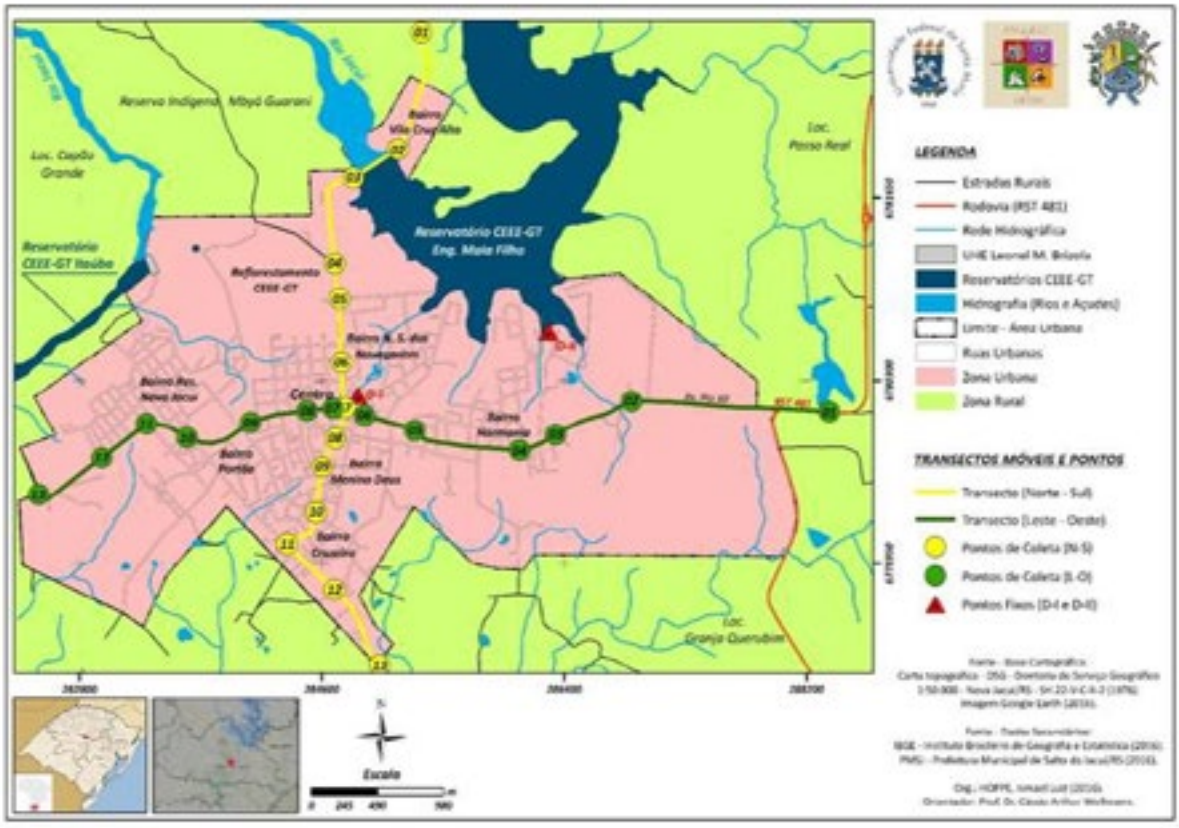


Figura 02: Sentido dos transectos móveis.

A coleta dos dados ocorreu no dia 28 de julho de 2016, pois conforme Sartori (2003), este mês representa ao balanço de participação dos sistemas atmosféricos e a inclinação dos raios solares respeitando o solstício de inverno.

Para percorrer os transectos foram utilizados dois carros, que saíram simultaneamente, um deles percorreu o sentido Norte-Sul e o outro Leste-Oeste, cada transecto teve em média 5 km de distância, que foram percorridos em 45 minutos. A coleta dos dados ocorreu em três

horários, às 06, 15 e 21 horas com condições de tempo estável, céu limpo e pouco vento (calmaria).

Os trajetos/transectos foram previamente determinados por meio de trabalhos de campo e auxílio do *software Google Earth*, levando em consideração a altitude, o nível de urbanização, o tamanho da cidade e o uso do solo. A partir desses critérios foram estabelecidos 13 pontos de coletas para cada sentido, Norte-Sul e Leste-Oeste, conforme representados na figura 02. As medições da umidade relativa do ar e temperatura do ar foram realizadas de forma simultânea, por meio da utilização do Termômetro eletrônico *MATSUTEK HTM120* (Figura 03). Para cada ponto de coleta foi necessário uma parada de 3 a 4 minutos para o registro dos elementos climáticos de temperatura e umidade.

Figura 03: Termômetro eletrônico MATSUTEK HTM120

Durante o percurso dos transectos móveis, além dos dados climatológicos de temperatura e umidade relativa do ar, também foram coletados as coordenadas UTM de cada ponto amostral. Após a coleta destes dados, os mesmos foram tabulados em planilhas do *Microsoft Excel* 2013 e posteriormente exportados para o Sistema de Informação Geográfica *Surfer* 8.0 para elaboração dos cartogramas do campo termo-higrométrico da zona urbana do Salto do Jacuí. O método de interpolação utilizado para os cartogramas foi a *krigagem* ordinária do *Surfer*, conforme orienta Wollmann (2011) e Wollmann; Galvani (2014).

Na elaboração dos cartogramas do campo termo-higrométrico da zona urbana do Salto do Jacuí, utilizou-se de escalas de cores que variam do verde claro para as temperaturas mais baixas até o vermelho escuro usado para representar as temperaturas mais elevadas. Para a umidade foi utilizado uma escala de cores que vai do azul claro para as umidades mais baixas aos tons de azul mais forte para representar os registros mais altos de umidade.

Os mapas elaborados retratam os dados térmicos e higrométricos dos transectos percorridos na área de estudo e em cada ponto de coleta. Ao final, estabeleceu-se uma relação entre os dados obtidos em campo e características geográficas locais como hipsometria/altitude; declividades; orientação de vertentes; uso e cobertura da terra e dois perfis geourbanos do Salto do Jacuí correspondentes à área percorrida pelos transectos móveis.

3. Resultados

A partir da análise da figura 04 serão apresentadas algumas considerações acerca da variabilidade da temperatura e umidade relativa do ar em cada horário de coleta nos dois transectos realizados.

ISBN: 978-85-7282-778-2

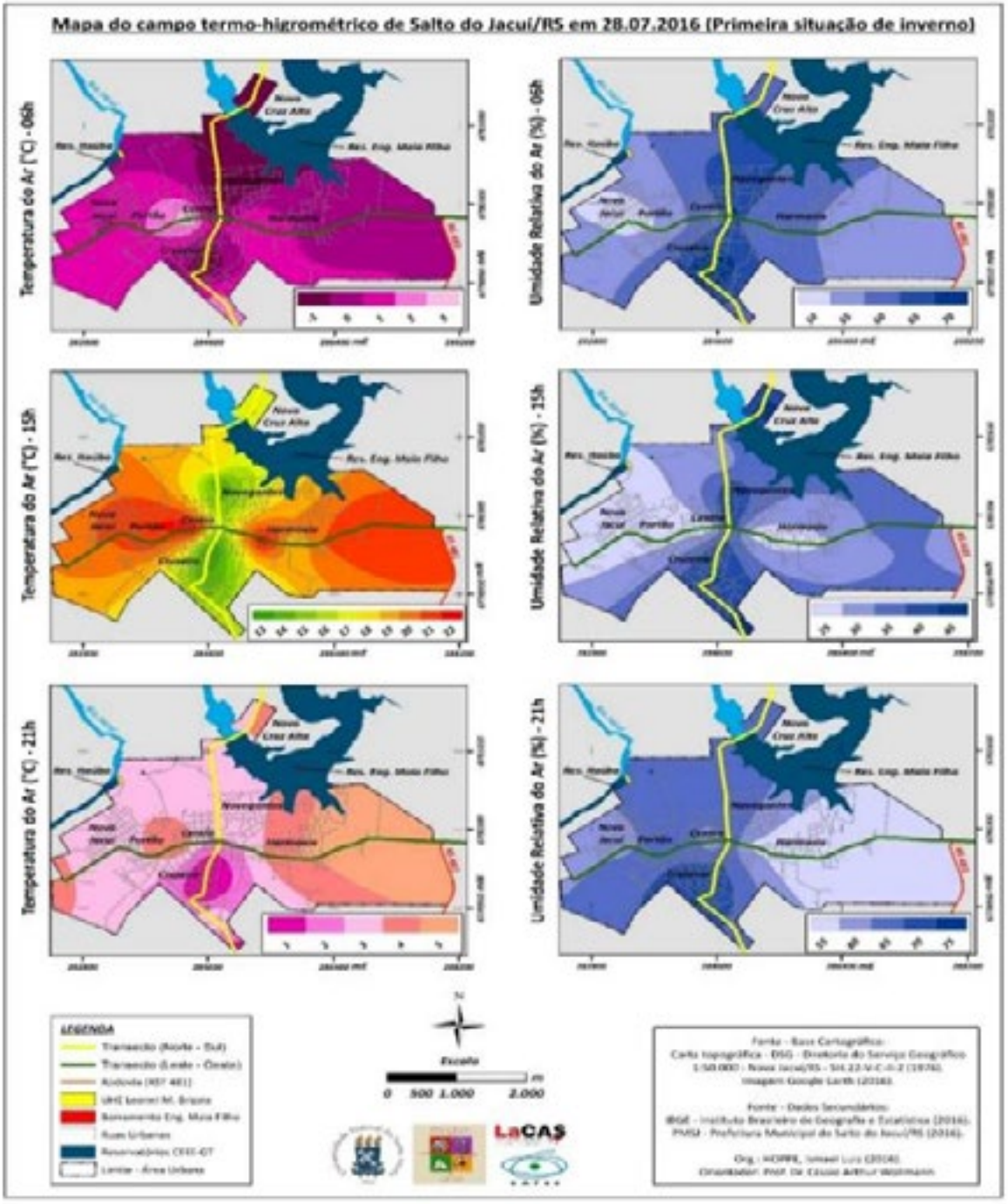


Figura 04: Mapas do campo termo-higrométrico de Salto do Jacuí/RS no dia 28/07/2016.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Analisando a variabilidade da temperatura do ar verifica-se que no horário das 06h (Figura 04) seguindo o perfil Norte-Sul há um nítido resfriamento da temperatura nas porções norte e sul da área urbana do Salto do Jacuí, sobretudo nos bairros Navegantes, Cruzeiro e áreas adjacentes. Isso ocorre em função do balanço negativo de radiação, que faz com que a temperatura diminua até antes do nascer do sol quando se registra a mínima do dia e pelas peculiaridades geográficas de cada bairro. O primeiro por estar localizado próximo ao Reservatório Engenheiro Maia Filho e o segundo por estar situado em terreno mais baixo do que as áreas circunvizinhas.

Quanto a umidade relativa do ar têm-se para o mesmo horário e sentido, o inverso do que acontece com a temperatura, isto é, enquanto que no horário das 06h são registrados os menores valores de temperaturas, a umidade relativa do ar registra os maiores valores. A ocorrência de uma maior umidade na área deve-se a presença de vegetação arbórea, campos e gramíneas, assim como pela proximidade do lago artificial Reservatório Engenheiro Maia Filho. Já os menores valores de umidade foram encontrados no transecto leste-oeste, numa área mais urbanizada e com menor cobertura vegetal.

Na coleta das 15h (Figura 04) as maiores temperaturas registradas ocorreram nos setores leste e oeste da cidade, especialmente nos pontos em que estão situados os bairros Centro, Harmonia, Portão e Nova Jacuí. No setor leste esses valores acontecem em virtude da presença de áreas destinadas a agricultura e que nesse período encontram-se com o solo exposto. Enquanto que nos bairros supracitados ela ocorre em função de uma menor cobertura vegetal e maior aglomeração urbana, fatores locais, que contribuem para o aquecimento da temperatura nessas áreas.

As maiores temperaturas registradas no transecto leste-oeste nesse horário foi de 22 °C nos Bairros Harmonia, Centro e Portão. Locais de áreas residenciais, comerciais, e com grande impermeabilização do solo, fluxo de carros e pessoas.

Enquanto que as menores temperaturas registradas no horário ocorreram ao longo do transecto norte-sul. Sendo a menor de 13 °C registrada em pontos de menor altimetria do

terreno, em áreas de maior arborização, menor fluxo de pessoas, carros e com vertentes voltadas para sul e oeste.

Tais constatações vão ao encontro das afirmações de Amorim (2010) sobre o assunto ao dizer que as ações causadas pelo homem como o tráfego de veículos e uso de ar condicionado são enormes consumidores de energia e que acabam gerando um aumento de calor nas cidades principalmente nos *Central Business District* onde essas atividades se tornam mais intensas.

No mesmo sentido, as áreas verdes em escassez nos centros urbanos e a impermeabilização do solo corroboram para a intensificação de ilhas de calor em função de um menor processo de evapotranspiração, fato que auxiliaria no resfriamento da temperatura por evaporação nas cidades (PINHO; ORGAZ, 2000).

No que se refere aos registros de umidade relativa do ar na coleta das 15h tem-se novamente a mesma situação registrada às 06h. Tendo os menores registros da umidade do ar no transecto leste-oeste e os maiores registros no transecto norte-sul. Evidenciando novamente uma situação inversa, ou seja, nos locais de menor temperatura têm-se os maiores registros de umidade e vice-versa.

Ao analisar o perfil das 21h (Figura 04), nota-se que os pontos localizados a leste da área urbana do Salto do Jacuí, apresentaram as maiores temperaturas. Isso se deve a localização da área em terreno mais elevado e as orientações de vertentes voltadas para o quadrante norte.

Em contrapartida, as menores temperaturas desse horário foram registradas no transecto norte-sul, ocorrendo no bairro Cruzeiro o menor registro de temperatura para as 21h. Esse menor registro de temperatura se dá devido a localização do bairro ser em terreno mais baixo do que às áreas circunvizinhas. Isso confirma o evidenciado por Dacanal et al. (2008), que os fundos de vales em áreas urbanas interferem no clima e quando vegetados proporcionam a formação de microclima mais úmido e com menor temperatura.

Ainda segundo a literatura que versa sobre o clima urbano no horário das 21h ocorrem as manifestações de núcleo de calor do período da noite. Sobre isso, foi observado que na área

urbana de Salto do Jacuí entre os bairros Portão e Centro, houve a configuração de um núcleo de calor de baixa magnitude onde se registrou 1°C mais quente que nas áreas adjacentes.

Isso ocorre porque a área mais urbanizada conserva mais calor em sua superfície durante o dia e com o chegar da noite começa liberar lentamente esse calor, deixando a temperatura do ar local mais quente, que a de áreas do seu entorno.

Esse núcleo de calor observado no transecto leste-oeste no horário das 21h, reafirma as considerações de OKE (1973) sobre as cidades subtropicais e de latitudes médias onde a maior intensidade das ilhas de calor ocorre entre 2 e 3 horas após o pôr-do-sol.

Quanto a umidade relativa do ar nesse mesmo horário e transecto observa-se que os maiores valores ocorrem no bairro Cruzeiro que se localiza em um vale, seguido pelos bairros Centro, Portão e Novo Jacuí, que se localizam na porção oeste da cidade. Destaca-se que nessa porção da área urbana de Salto do Jacuí há maior presença de vegetação, e atualmente em reflorestamento pela Companhia Estadual de Energia Elétrica/CEEE, o que contribuí para uma maior umidade nessas áreas.

5. Considerações finais

Os resultados analisados indicam que o aquecimento do ar ao longo do dia acompanha o movimento aparente do sol, assim como a orientação das vertentes dependendo da hora e período do dia. Enquanto que à noite as temperaturas recebem maior influência do tipo de cobertura do solo e das vertentes que tiveram maior insolação ao longo do dia. Observou-se também, que as maiores temperaturas registradas nos dois transectos ocorreram em áreas mais urbanizadas, com maior aglomeração de construções, circulação de carros, pessoas e de menor cobertura vegetal, como as que foram registradas nos bairros Centro, Harmonia e Portão.

Em relação à umidade relativa do ar pode-se verificar que elas ocorrem de forma inversa às temperaturas, ou seja, os maiores valores de umidade ocorrem justamente nos locais onde as menores temperaturas são registradas, isto é, em áreas arborizadas, de pouca urbanização e próximas ao reservatório Engenheiro Maia Filho.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Entre os quadrantes da área urbana de Salto do Jacuí, a porção leste da cidade por ser uma área com maior presença de lavouras e solos expostos apresentaram as maiores temperaturas para o período das 15h e 21h e os menores valores de umidade para o mesmo período.

Nesta pesquisa ficou evidente que as principais influências no clima urbano de Salto do Jacuí provêm do entorno rural próximo à cidade. Estando ligados ao tipo de uso e cobertura da terra, bem como pelas características geográficas de cada área que compõe o espaço urbano do município e que foram contempladas pelos transectos Norte-Sul e Leste-Oeste que cruzaram a área de estudo no dia 28 de julho de 2016.

6. Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio do Programa Nacional de Cooperação Acadêmica (PROCAD) da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES/Brasil – Edital Capes 071/2013 – Processo número 88881.068465/2014-01.

7. Referências Bibliográficas

AMORIM, M.C.C.T. **O clima urbano de Presidente Prudente/SP**. 2000, 374 f. Tese (Doutorado em Geografia) –Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

AMORIM, M.C.C.T. Climatologia e gestão do espaço urbano. **Revista Mercator** edição especial, Fortaleza, 2010.

COSTA, T. O. **Eventos de precipitação extrema associados às inundações na área urbana de Bragança – PA.** 2014. 210f. Dissertação (Mestrado em Geografia) Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Santa Maria - RS, 2014.

DACANAL, Cristiane et al. Microclima em fundos de vale: análise de diferentes ocupações urbanas em Campinas, SP. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 12., 2008, Fortaleza. **Anais**... Fortaleza: ANTAC, 2008.

IBGE. **Mapa de clima do Brasil**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística,2002: color. 1: 5000000.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **IBGE Cidade**. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=430637&search=riogrande-do-sul|dilermando-de-aguiar|infograficos:-informacoes-completas>Acesso em abril 2018.

OKE, T.R. Evapotranspiration in urban areas and its inplications for urban climate planning. In: CONFERENCE TEACHING THE TEACHERS ON BUILDING CLIMATOLOGY, 1973, Stockholm, Proceedings… Stockholm: The National Swedish Institute for Building Research, 1973b. v. 2.

PINHO, O.S.; ORGAZ, M.D.M. The urban heat island in a small city in coastal Portugal. **International Journal of Biometeorology**, n.44, p.198-203, 2000.

ROSSATO, P. S. **O sistema termodinâmico do clima urbano de Nova Palma/RS**: contribuição ao clima urbano de pequenas cidades. 2010. 121f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Geografia e Geociências) - Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Santa Maria - RS, 2010.

SARTORI. M.G.B. A dinâmica do Clima do Rio Grande do Sul: indução empírica e conhecimento científico. 2003, **Terra Livre**, São Paulo, Ano 19 – Vol. I n.20, P 27-49, Jan/jul. 2003.

WOLLMANN, C. A. **Zoneamento agroclimático para a produção de roseiras (Rosaceae spp.) no Rio Grande do Sul**. (Tese de Doutorado) Universidade de São Paulo, 2011.

WOLLMANN, C. A.; GALVANI, E. **Zoneamento Agroclimático - Aportes teóricos, metodológicos e técnicas para o estudo das roseiras (Rosaceae spp.) no Rio Grande do Sul**. 1. ed. Porto Alegre: Buqui Livros digitais, 2014. v. 1. 149p.

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

CARACTERIZAÇÃO DOS SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS EM FUNÇÃO DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA INCIDENTE NA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO FUNDO-PARANÁ

Eduardo André Kaiser [(a)], Waterloo Pereira Filho [(b)], Cristiano Niderauer da Rosa [(c)], Lucas Mauricio Willecker dos Santos [(d)]

[(a)] Centro Estadual de Pesquisas em Sensoriamento Remoto e Meteorologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, kaiser-eduardo@hotmail.com

[(b)] Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Maria, waterloopf@gmail.com

[(c)] Centro Estadual de Pesquisas em Sensoriamento Remoto e Meteorologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, cristianondr@gmail.com

[(d)] Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Maria, lucasmauricio_sm@hotmail.com

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo/

O presente estudo tem como objetivo verificar a dependência dos Sólidos Suspensos Totais (SST) do Arroio Fundo –PR em função da precipitação pluviométrica incidente em sua bacia hidrográfica. *In situ* foram obtidos os dados de SST em uma estação automática de coleta no Arroio Fundo e em laboratório onde foram adquiridos os dados de precipitação pluviométrica referentes a estação Entre Rios situada no município de Entre Rios do Oeste, para sete dias antecedentes as datas de coleta dos SST. Posteriormente efetivou-se o cálculo do Coeficiente de Determinação e as respectivas medidas de SST. Os resultados permitiram identificar o tempo de resposta do Arroio Fundo frente os eventos de chuva em sua bacia hidrográfica igual a dois dias, sendo que posterior ao segundo dia, os coeficientes calculados desempenharam valores em ordem decrescente conforme o aumento do número de dias, cujos valores estiveram próximos a zero a partir do quarto dia antecedente.

Palavras chave: Bacia hidrográfica, recursos hídricos, canal fluvial, eventos climáticos.

1. Introdução

Diante o atual modelo de consumo capitalista e exploração extensiva dos recursos naturais, estruturou-se uma economia baseada na produção de bens primários em larga escala. Frente a crescente demanda de abastecimento populacional no que se refere à indústria alimentícia, a superfície terrestre tem sido destinada cada vez mais ao desempenho de monoculturas, que aliado a práticas inadequadas de manejo agrícola, acaba desencadeando a degradação na qualidade do solo e consequentemente do corpo hídrico.

A utilização do solo para o desempenho de atividades agrícolas intensifica os processos erosivos sobre a superfície que antes dessas ocorriam naturalmente. A apropriação intensiva do solo, a mecanização, a aplicação de fertilizantes e agrotóxicos, ou seja, atributos da agricultura moderna são os principais responsáveis por alterações nas características físicas, químicas e biológicas dos ambientes terrestre e aquático (HILDEBRANDT et al., 2008; ABREU e CUNHA, 2015).

Segundo Morgan (2005) a erosão é definida pelo processo de desagregação, remoção e transporte de partículas do solo desencadeada pela ação conjunta da precipitação pluviométrica e escoamento superficial. As consequências acarretam em problemas físicos, químicos e biológicos uma vez que a elevada presença de sedimentos nos corpos hídricos provoca o assoreamento de canais fluviais além do carreamento de poluentes e patógenos agregados aos sedimentos.

Conhecer o comportamento hidrológico de uma bacia hidrográfica é fundamental para a avaliação de seus recursos hídricos e de possíveis impactos ambientais. Conforme a Lei 9.433 de 08/01/1997 da Política Nacional dos Recursos Hídricos a bacia hidrográfica caracteriza o instrumento básico de gestão nos planos de recursos hídricos elaborados para bacias, estados e para o país, servindo como subsídio para o planejamento prévio e gestão das intervenções antrópicas.

Frente ao pressuposto introdutório do trabalho, o objetivo consiste em verificar a dependência dos Sólidos Suspensos Totais (SST) do Arroio Fundo –PR em função da precipitação pluviométrica incidente em sua bacia hidrográfica.

2. Materiais e métodos

A identificação da relação existente entre a precipitação pluviométrica e as concentrações de Sólidos Suspensos Totais (SST) foi alcançada por meio das etapas metodológicas principais: busca de referencial teórico, coleta de dados, processamento e interpretação de dados e posterior correlação dos resultados obtidos e apresentação no item Resultados e Discussão.

A área de estudo está localizada no extremo oeste do estado do Paraná, determinada pela microbacia hidrográfica do Arroio Fundo e situada sobre a bacia hidrográfica do Paraná III (integrada pela bacia hidrográfica do rio São Francisco Verdadeiro). A drenagem é formada pelos rios Arroio Curvado, Arroio Ajuricaba, Arroio Fundo, que a jusante da estação de coleta compõe a bacia hidrográfica do Arroio Fundo em sua totalidade. A área de captação (Figura 1) compreende aproximadamente 17.474,4 hectares e está localizada com maior área sobre o município de Marechal Cândido Rondon.

Na microbacia hidrográfica do Arroio fundo predominam áreas de agricultura assim como de atividade pecuária nas áreas de vale, onde a ocupação se dá em forma de pastagens. Em trabalho realizado na mesma área de estudo, Andrade (2011) verificou a predominância da agricultura familiar no formato de pequenas propriedades e áreas de pasto destinadas a alimentação bovina de corte e leiteira.

IBSN: 978-85-7282-778-2

Figura 1. Figura 2. Mapa de localização da área de captação da estação amostral E16A5-00.

O clima verificado caracteriza-se como temperado, consistido por eventos de geada no inverno e verões com temperaturas elevadas. Conforme a classificação climática elaborada por Köeppen (1948) o município de Marechal Cândido Rondon (onde está localizada a área de estudo) está localizado na região de clima subtropical úmido mesotérmico do tipo climático Cfa (clima subtropical úmido), caracterizado por verões chuvosos e sem uma estação seca definida. A temperatura média dos meses quentes alcança medidas superiores a 22°C e inferiores a 18°C nos meses mais frios. A precipitação anual apresenta um acumulado aproximado de 1500 mm, com verão mais chuvoso (em torno de 450 mm) quando com comparado ao inverno (em torno de 250 mm) (IAPAR, 2000).

A metodologia desenvolvida para coleta e análise da precipitação pluviométrica e SST consistiu na aquisição de dados em laboratório e *in situ*.

Em laboratório foram adquiridos os dados de precipitação pluviométrica referentes a estação Entre Rios (02454003) situada no município de Entre Rios do Oeste,

Paraná. Visto que a estação está localizada fora do limite da bacia hidrográfica (Figura 1) pressupõe-se que as condições meteorológicas por ela medida assemelham-se àquelas verificadas na bacia hidrográfica, devido a proximidade em que se encontra. Os dados foram obtidos por meio de acesso a plataforma *online* de dados da Agência Nacional de Águas (ANA), portal "*Hidroweb*" cujas coletas são realizadas de forma convencional e com frequência diária. Findado o processo de aquisição, o procedimento seguinte consistiu na organização dos dados e construção de tabelas e gráficos que representassem as variações da precipitação pluviométrica durante período de fevereiro 2010 a novembro de 2013.

In situ foram obtidos os dados de SST correspondentes a estação E16A05 localizada na foz da bacia hidrográfica do Arroio Fundo (Figura 1). Esta aquisição consistiu na instalação de uma estação sedimentométrica de coleta automática desenvolvida pela ITAIPU Binacional, cuja amostragem ocorreu diariamente no mesmo período àquele mencionado na coleta dos dados de precipitação pluviométrica. O equipamento constitui-se de um turbidímetro caracterizado pelo fornecimento da quantidade de SST associada à vazão do canal em função da turbidez da água. Assim, a partir da medida de turbidez em foi aplicada a equação 1 no intuito de calcular os valores de TSS para cada coleta.

$$y = b\, e^{ax} \qquad \text{Equação 1}$$

Onde: *y* é o TSS (mg/l); *x* é a turbidez em voltagem (mV) e; *a* e *b* são os coeficientes da equação.

No intuito de observar a relação existente entre a precipitação pluviométrica e os SST do Arroio Fundo foram calculados os acumulados pluviométricos referentes a até sete dias antecedentes a data de coleta do material suspenso. Cabe ressaltar que foram desconsiderados os intervalos quando não houve o registro de precipitação pluviométrica em até pelo menos um dia anterior, visto que a ausência de chuva pressupõe alterações

menores ou até inexistentes na turbidez da água, já que a entrada de sedimentos no canal fluvial praticamente não ocorre. Portanto, o volume de precipitação pluviométrica observado no sétimo dia caracterizou a soma dos volumes medidos pela estação nos seis dias antecedentes a data de coleta do SST, assim sucessivamente para o sexto, quinto, quarto, terceiro, segundo e primeiro dia.

Posterior a definição das amostragens de SST que caracterizaram eventos de precipitação pluviométrica sobre a bacia hidrográfica, em plataforma Excel efetivou-se o cálculo do Coeficiente de Determinação (R^2) sobre os acumulados para cada um dos sete dias e as respectivas quantidades de SST medidos durante os quatro anos de análise (2010 -2013). Finalmente a partir das planilhas desempenhou-se a construção dos gráficos correspondentes aos valores de R^2 diários e da variação dos SST durante o período estudado em função da precipitação pluviométrica.

3. Resultados e discussões

A influência da precipitação pluviométrica sobre a quantidade de material suspenso no Arroio Fundo, na perspectiva dos volumes acumulados em até 7 dias anteriores as respectivas datas de coleta de SST, pode ser observada na Figura 2. Segundo o cálculo do Coeficiente de Determinação entre as variáveis, o maior valor de R^2 compreendeu o segundo dia anterior, ou seja, dentre os 7 dias quando foram calculados os acumulados pluviométricos incidentes na bacia hidrográfica, as medidas de SST obtiveram determinação em aproximadamente 67% (R^2= 0,67) da precipitação pluviométrica acumulada em dois dias anteriores a data de coleta.

IBSN: 978-85-7282-778-2

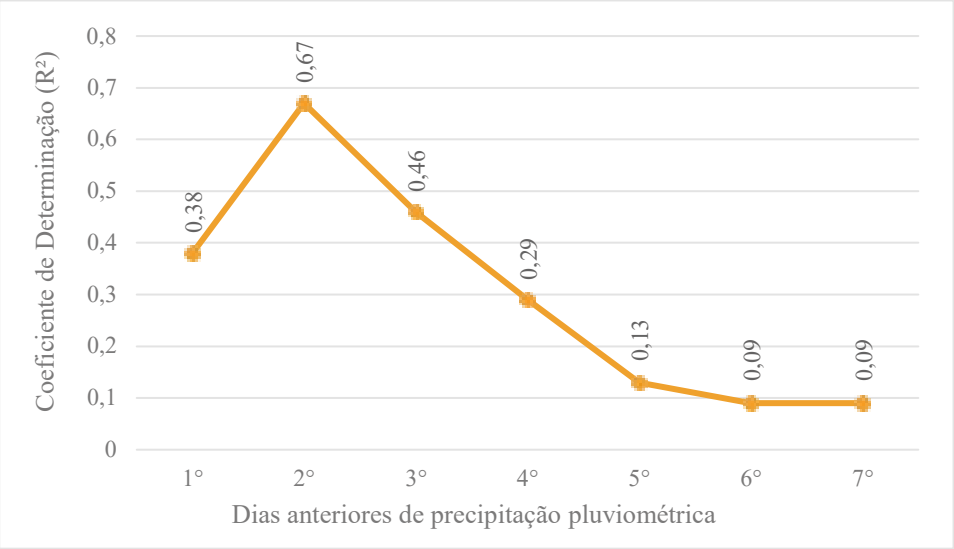


Figura 3. Coeficiente de Determinação (R^2) para dados de precipitação pluviométrica referentes há até sete dias consecutivos antecedentes a data de coleta dos TSS no período de fevereiro de 2010 a outubro de 2013.

Ademais, a distribuição dos valores de R^2 para os 7 dias permite identificar a tendência de a determinação ser inexistente conforme o número de dias, que antecedem a data de coleta, aumenta. Ou seja, a partir do volume acumulado obtido no quarto dia até o sétimo dia antecedente, os coeficientes não desempenharam determinação devido a proximidade de seus valores a zero. Assim como o primeiro dia anterior que também obteve R^2 baixo, igual a 0,38 provavelmente associado ao tempo de resposta do canal fluvial em relação aos eventos de chuva ser maior, no caso de 2 dias.

Em trabalho realizado na bacia hidrográfica do Paquequer (26.900 hectares), no município de Teresópolis, RJ, Silveira e Ramos (2007) verificaram o tempo de resposta do canal principal entre dez e trinta e quatro horas, ou seja, entre um e dois dias. Visto que os dados de precipitação pluviométrica obtidos no presente estudo apresentaram frequência diária, cabe ressaltar a relativa semelhança dos resultados obtidos àqueles encontrados pelos autores apontados, uma vez que o melhor coeficiente compreendeu o segundo dia.

Noutra abordagem temporal foram observadas as variações da precipitação pluviométrica e a consequente resposta dos SST do Arroio Fundo no período de 2010 a 2013, conforme exposto na Figura 3. Como previamente determinado, os volumes acumulados de chuva registrados em dois dias antecedentes a data de coleta dos SST obtiveram alterações coincidentes na quantidade de material suspenso no canal fluvial, cujas oscilações estiveram dependentes de períodos secos e chuvosos.

A observação da oscilação da precipitação pluviométrica e dos SST (figura 3) possibilita identificar o longo período de menores volumes acumulados de chuva (de dezembro de 2010 a setembro de 2012) que antecedem os maiores acumulados (de setembro de 2011 a novembro de 2012) verificados durante o período. Segundo os dados disponibilizados pela *Golden Gate Weather Services* (http://ggweather.com/enso/oni.htm) no início de 2011 predominava o evento La Niña sobre o Brasil cuja intensidade caracterizava-se moderada, assim ocasionando os baixos acumulados pluviométricos observados na Figura 3. Frente a perda dessa intensidade, observa-se o aumento da precipitação pluviométrica e assim o aumento na quantidade de SST do Arroio fundo.

Calderon e Da Assunssão Borsato (2017) em estudo da disponibilidade hídrica no município de Campo Mourão-PR frente a influência do fenômeno La Niña, constataram deficiência dos eventos de precipitação pluviométrica, caracterizadas como irregulares e abaixo do esperado. Além disso, os autores verificaram a maior intensidade do fenômeno nessa região (oeste do estado do Paraná) para longos períodos de duração.

IBSN: 978-85-7282-778-2

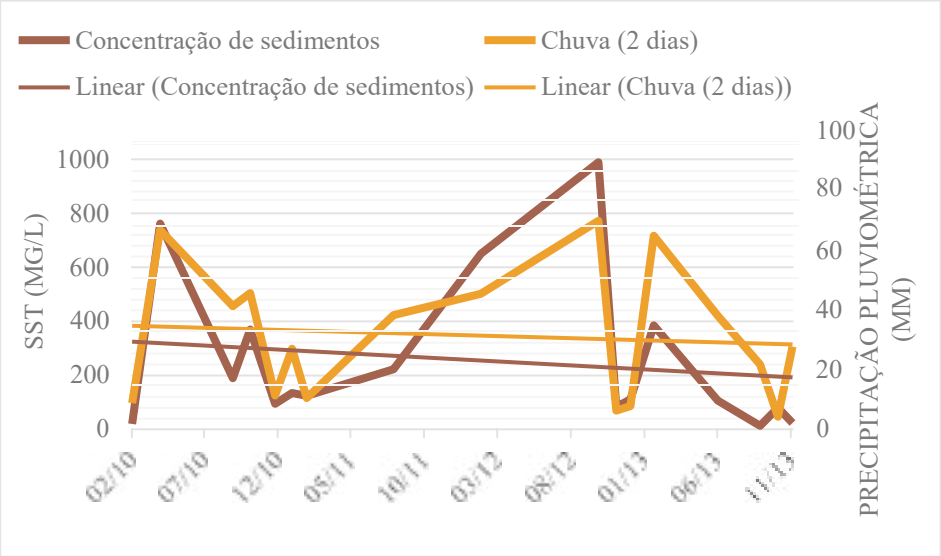


Figura 4. Variação dos SST e da precipitação pluviométrica durante o período de fevereiro de 2010 a novembro ode 2013 na microbacia hidrográfica do Arroio fundo Paraná.

Segundo as linhas de tendência obtidas a partir da distribuição dos volumes de chuva ocorrentes em dois dias ocorrentes as respectivas datas de coleta dos SST observa-se a pequena diminuição das variáveis abordadas durante o período estudado. Desta forma, frente a condições de baixa alteração no uso e cobertura da terra da bacia hidrográfica, pressupõe-se que a perda de sedimentos apresentou tendência de diminuição influenciada pela precipitação pluviométrica.

4. Considerações finais

De modo geral a concentração dos SST do Arroio Fundo respondeu ao efeito da precipitação pluviométrica sobre a superfície de sua bacia hidrográfica. A metodologia utilizada permitiu identificar o tempo de resposta do Arroio Fundo frente os eventos de chuva e o efeito de fenômenos climáticos ocorrentes durante o período de 2010 a 2013.

Dentre o intervalo de sete dias quando foram correlacionados volumes acumulados de precipitação pluviométrica para cada um dos dias, verificou-se o maior Coeficiente de Determinação para os dados obtidos no segundo dia anterior a data de

coleta dos SST. Além disso, posterior ao segundo dia, os coeficientes calculados desempenharam valores em ordem decrescente conforme o aumento do número de dias cujos valores estiveram próximos a zero a partir do quarto dia antecedente.

A interferência do fenômeno La Niña ocasionou menores volumes de precipitação pluviométrica durante o período estudado. Deste modo a influência do fenômeno obteve como consequência menores concentrações de SST na água do Arroio Fundo, uma vez que a ação da precipitação pluviométrica sobre as encostas da bacia hidrográfica esteve reduzida. Visto que que o fenômeno perdeu força, foram observados volumes elevados de chuva e SST na água do canal fluvial.

Durante o período de 2010 a 2013 observou-se a redução nas quantidades tanto de precipitação pluviométrica incidentes na bacia hidrográfica como de SST no Arroio Fundo. Tal resultado pode estar atribuído ao evento de seca registrado entre 2011 e 2012 determinado pelo fenômeno La Niña, ocasionando assim menores volumes de chuva e consequentemente menores concentrações de material suspenso no canal fluvial.

Intervalos de sete dias quando não foram registrados eventos de precipitação pluviométrica restringiram em parte o número de amostras obtidas no presente estudo. Para obtenção de um maior número de amostras quando se registrou evento de chuva entre os sete dias, recomenda-se que sejam coletadas amostras de SST em datas que sucedem a incidência de precipitação pluviométrica assim como em distintas intensidades desta.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de mestrado concedida durante o desenvolvimento deste trabalho e a ITAIPU Binacional pela concessão dos dados limnológicos do Arroio Fundo- PR.

Referências Bibliográficas

ABREU, C. H. M; CUNHA, A. C. Qualidade da água em ecossistemas aquáticos tropicais sob impactos ambientais no baixo Rio Jari – AP: Revisão descritiva. **Revista Biota Amazônica**. v. 5. n. 2. p. 119-131. 2015.

CALDERON, G.; DA ASSUNÇÃO BORSATO, V. O fenômeno La Niña e sua influência na disponibilidade hídrica no município de Campo Mourão-PR. **GEOUSP: Espaço e Tempo (Online)**, v. 21, n. 1, p. 177-197, 2017.

HILDEBRANDT, A. et al. **Impact of pesticides used in agriculture and vineyards to surface and groundwater quality (North Spain).** Water Res., 42 (2008), p. 3315–3326, 2008.

MORGAN, R. P. C. **Soil erosion and conservation**. Oxford: Blackwell Publishing, 2005. 198p.

SILVEIRA, C.S.; RAMOS, J. A. S. Análise Espacial com SIG de Parâmetros Ambientais e Comportamento Hidrológico (Chuva-Vazão) de uma Bacia de drenagem Montanhosa na Serra Dos Órgãos: Bacia Do Paquequer, Município De Teresópolis, RJ. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 8, n. 1, 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

CARACTERIZAÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DO BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO NA REGIÃO DE UNAÍ-MG

Aion Angelu Ferraz Silva [(a)], Carlos Henrique Jardim [(b)]

[(a)] Dep. de Geografia/Instituto de Geociências, Univ. Federal de Minas Gerais, aion.silva@ifmg.edu.br
[(b)] Dep. de Geografia/Instituto de Geociências, Univ. Federal de Minas Gerais, dxhenrique@gmail.com

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

Este trabalho possui o objetivo de caracterizar a distribuição espacial e o comportamento temporal do balanço hídrico climatológico da região de Unaí-MG. Foram empregados os dados brutos ou estimados de temperatura compensada e/ou pluviosidade de 22 estações do INMET e 100 estações da ANA (1995/1996 a 2014/2015). A espacialização das médias pluviotérmicas indica a influência dos fatores estáticos (relevo) e dinâmicos (massas de ar) do clima, através da maior pluviosidade e menores temperaturas na porção ocidental (maior altitude) e menor precipitação e altas temperaturas na porção oriental (depressão do Rio São Francisco), os quais são influenciados por sistemas de origem equatorial, tropical e extratropical. As características têmporo-espaciais dos atributos climáticos impactaram de modo heterogêneo as condições médias do período de estiagem (déficit e excedente hídricos) de estações representativas (transecto), através da duração e intensidade da estiagem que apresentaram padrão gradual de oeste (ameno) para leste (rigoroso).

Palavras chave: Balanço hídrico, Mapeamento; Transecto, Unaí.

1. Introdução

A caracterização quantitativa e qualitativa do clima perpassa pela compreensão hierárquica das suas diferentes escalas espaciais (zonal ao micro) e temporais (milênios, séculos, décadas, anos, dias etc.). Nessa perspectiva, o entendimento da variabilidade dos elementos climáticos (temperatura, pressão, velocidade e direção do vento, umidade, pluviosidade etc.) está condicionada pela atuação conjunta dos fatores estáticos (latitude, maritimidade/continentalidade, altitude, o gradiente topográfico, a orientação e as formas das

vertentes etc.) e dinâmicos (radiação solar, aquecimento/resfriamento dos oceanos, circulação geral da atmosfera etc.), que propiciam diferentes características a partir das suas variadas combinações e, consequentemente, modulam e diferenciam os climas (RIBEIRO, 1993).

O longo período de observação e aferição das condições do tempo atmosférico em diversas regiões do mundo permitiu compreender parte dos componentes e variáveis envolvidas nas características médias do clima. A construção desse arcabouço teórico propiciou a humanidade o poder de usufruir e melhor se adequar aos insumos atmosféricos, além de possibilitar o planejamento e desenvolvimento de diversas atividades, como a construção de reservatórios para o abastecimento hídrico (humano e animais), a geração de energias por fontes renováveis (hidrelétrica, solar, eólica, biomassa etc.), aperfeiçoamento dos meios de transporte (fluvial, marítimo, terrestre e aéreo), avanço das atividades agrossilvopastoris etc.

Grande parte das atividades agrícolas desenvolvidas no Brasil ainda necessitam de condições climáticas favoráveis para obtenção de alta produtividade. Mesmo com todo o avanço técnico no meio rural, o método de plantio de sequeiro ainda é amplamente utilizado, estando sujeito às oscilações de produtividade nas entressafras devido ao pouco ou nenhum aporte tecnológico para enfrentar as adversidades proporcionadas pelo clima.

Diversos estudos relacionaram o uso do BH na agricultura, por exemplo, os trabalhos de Cruz et al (1998) na caracterização da cultura de soja no Estado do Maranhão e os estudos desenvolvidos por Wrege et al. (1999a; 1999b; 2005) que definiram riscos de deficiência hídrica do arroz de sequeiro, do milho safrinha e da cana-de-açúcar para o Estado do Paraná.

O BH também foi utilizado nas caracterizações climáticas da mesorregião sul do Estado da Bahia e dos Estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul (D'ANGIOLELLA et al, 2003; 2007), na região de Cerrado do Estado de Mato Grosso (SANTOS; ZAMPARONI, 2005) e na influência dos mecanismos sinóticos no BH do Estado do Pará (SANTOS; SOARES, 2011).

Este trabalho possui como objetivo analisar e mapear as características médias do Balanço Hídrico Climatológico de seis microrregiões no entorno de Unaí-MG (Figura 1). Essa

área possui importante relevância regional na produção agrícola de larga escala, em especial da soja (IBGE, 2019), sendo continuamente subordinada a variabilidade dos atributos do clima.

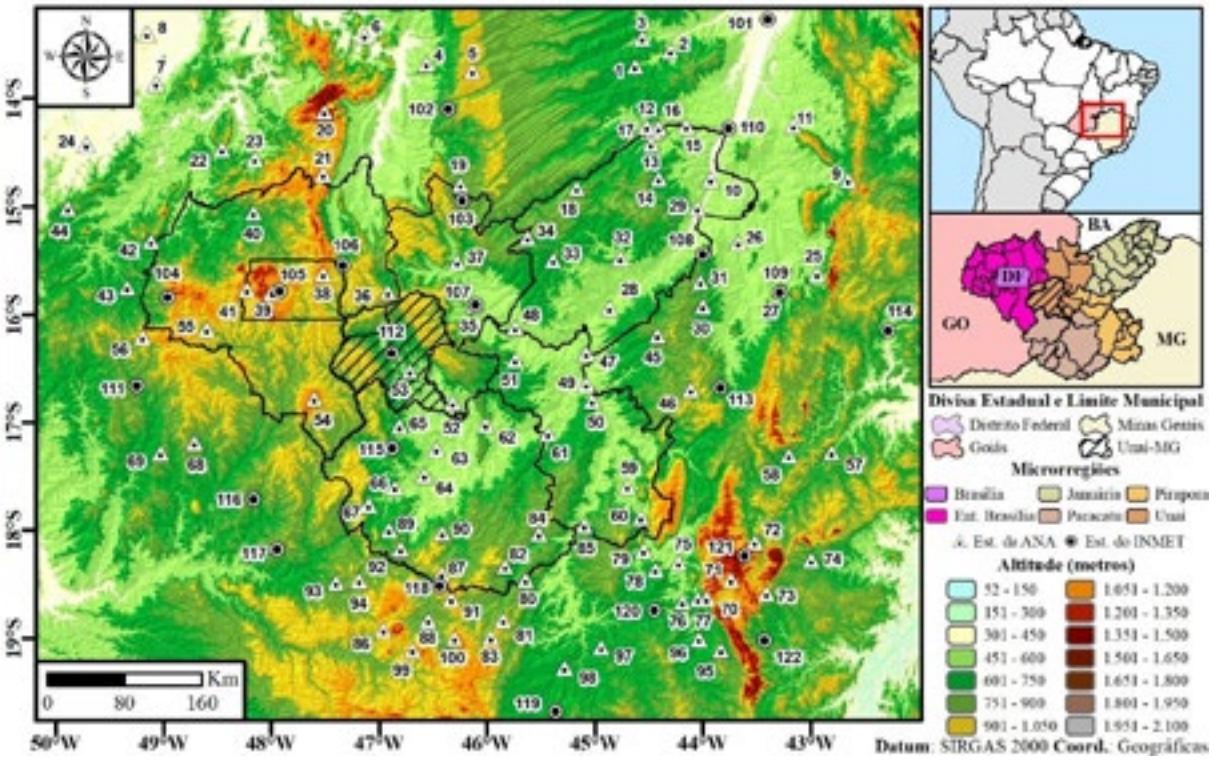


Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo e das estações selecionadas. Fonte: Elaborado pelos autores.

A área ocupada pelas microrregiões é de 162.526 km², abrigando condições que Ab'Saber (2003) resume através: (a) das litologias cristalina e sedimentar que comportam elementos geomorfológicos com gradiente altimétrico que ultrapassa os 1.000 metros, com as maiores altitudes à oeste (planaltos, serras e chapadas) e as áreas deprimidas de menor altitude à leste (depressão da bacia do Rio São Francisco); (b) da presença do alto curso das bacias hidrográficas do São Francisco, Paraná e Araguaia-Tocantins; (c) da vegetação preponderante do bioma Cerrado e com ocorrência de formações de Caatinga na porção nordeste, devido, sobretudo, pelas condições de transição climática para região do semiárido. O clima regional é definido como Tropical do Brasil Central, dos tipos Subquente e Semiúmido à oeste, Quente e Semiúmido ao norte, centro e leste e Quente e Semiárido à nordeste (IBGE, 2002).

2. Materiais e Métodos

Utilizou-se dados de temperatura média compensada e/ou pluviosidade na escala diária de 22 estações meteorológicas do INMET (2018b) e 100 estações pluviométricas da ANA (2018), entre os anos agrícolas 1995/1996 e 2014/2015. Como as estações pluviométricas não possuem dados de temperatura, optou-se por estimá-las a partir da utilização dos coeficientes de Regressão Linear Múltipla obtidos pelas estações do INMET (AOUAD, 1983). A ocorrência de falhas nos dados pluviotérmicos mensais (WMO, 1989) foi solucionada pela técnica da Regressão Linear Múltipla (SEDIYAMA; MELO JUNIOR, 1998; TUCCI, 2002;)

As médias mensais de pluviosidade e de temperatura média compensada do ar de cada uma das 122 estações foram utilizadas nos cálculos dos Balanço Hídricos Climatológicos (THORNTHWAITE; MATHER, 1955; ROLIM et al, 1998), atribuindo o valor de 100mm para capacidade de água disponível no solo (INMET, 2018a). Foram espacializadas pela técnica de Krigagem Linear (PERIN et al, 2015) a média das médias anuais de Temperatura Média Compensada e a média dos acumulados anuais de Pluviosidade, de Evapotranspiração Potencial (ETP), de Deficiência (DEF) e Excedente (EXC) Hídricos, e a diferença entre EXC e DEF (EXC-DEF). A definição dos intervalos de classe de Pluviosidade, ETP, DEF e EXC foi estabelecida através da fórmula de Sturges (1926, apud GERARDI, 1981).

Os cálculos de todas as variáveis analisadas e a confecção dos climogramas e gráficos de BH na escala mensal foram realizados no *software* Microsoft Excel 2016.

3. Resultados e discussões

Ao analisar a distribuição das médias de temperatura (Figura 2A), verifica-se que o seu comportamento espacial é fortemente modulado pelo relevo (fator estático) através das menores temperaturas estarem situadas nas áreas mais elevados da porção oeste (taxa teórica de resfriamento de 0,65ºC/100m de desnível vertical), em oposição às maiores temperaturas localizadas nas áreas de menor altitude (escoamento descendente do ar rumo as áreas deprimidas da bacia do São Francisco que aquecem por compressão a vertente sotavento).

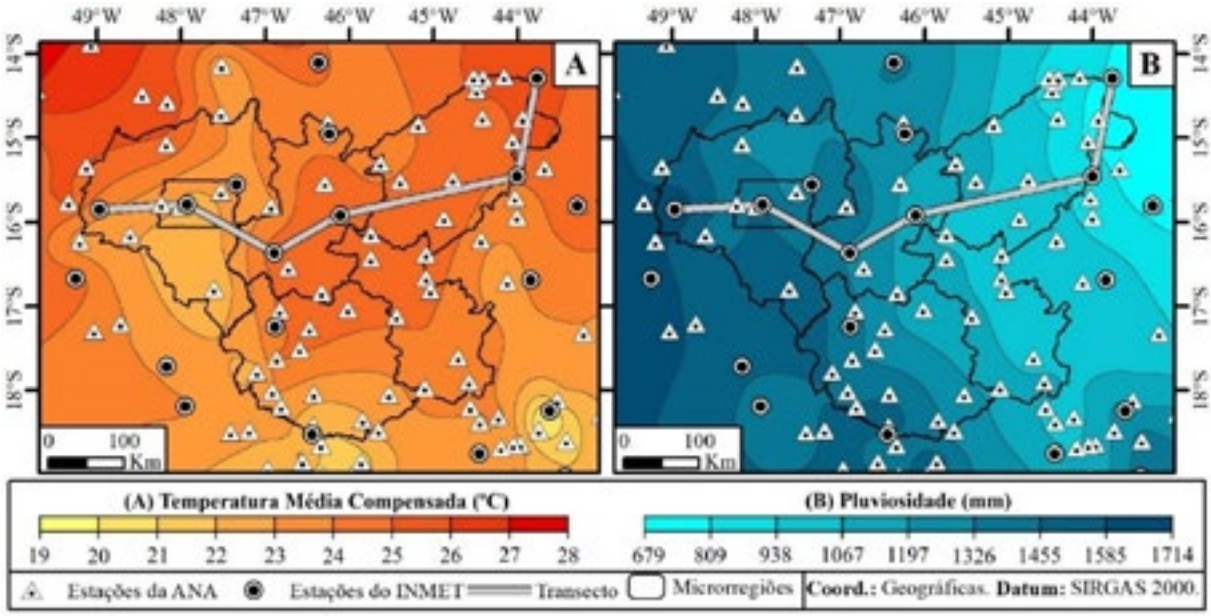


Figura 2 – Mapa das médias anuais de (A) Temperatura Compensada e (B) Pluviosidade da região de Unaí-MG.
Fonte: Elaborado pelos autores.

A espacialização dos volumes pluviométricos (Figura 2B) apresenta um nítido gradiente decrescente de oeste para leste. Esse fato pode ser explicado pela influência do relevo em forçar a ascendência (expansão mecânica) ou subsidência (compressão mecânica) da parcela de ar, proporcionando, respectivamente, a potencialização (resfriamento adiabático) ou limitação (aquecimento adiabático) da formação de nebulosidade. Além disso, os fatores dinâmicos exercem importante contribuição na gênese pluvial na região, possivelmente atrelada a maior participação na porção ocidental da Massa Equatorial Continental (mEc), que transporta umidade das baixas latitudes, e da maior recorrência de Sistemas Frontais (SF), que atuam na vanguarda da Massa Polar Atlântica (mPa) e forçam a ascensão do ar. A porção oriental possivelmente apresenta maior atuação do braço continentalizado da Massa Tropical Atlântica (mTa), que dificulta a formação de nebulosidade por convecção em virtude do movimento anticiclônico do ar dos estratos superiores da atmosfera rumo à superfície (BORSATO, 2016).

A mesma configuração espacial presente nos atributos pluviotérmicos entre as porções oeste e leste é evidenciada na regionalização das médias acumuladas anualmente de ETP, DEF

e EXC (Figuras 3A, 3B e 3C, respectivamente). Como o cálculo da ETP é diretamente relacionado a temperatura média compensada e a latitude, a correlação entre as maiores e menores temperaturas (Figura 2A) com a altimetria (Figura 1) influenciam no comportamento dessa variável. Já o cálculo do BH utiliza os dados de ETP e pluviosidade (Figura 2B), os quais acabam condicionando os padrões espaciais de distribuição das médias de DEF e EXC hídricos.

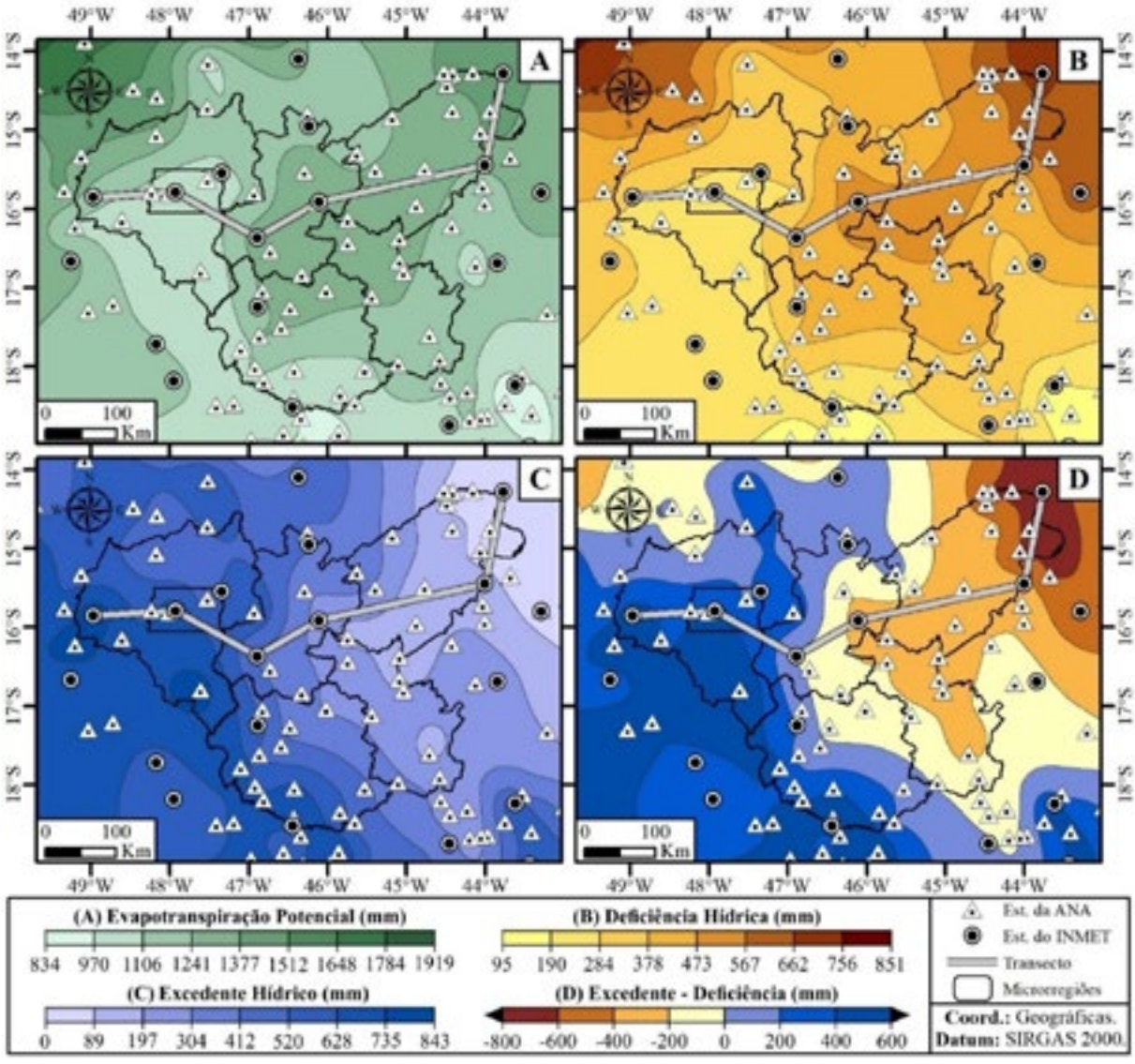
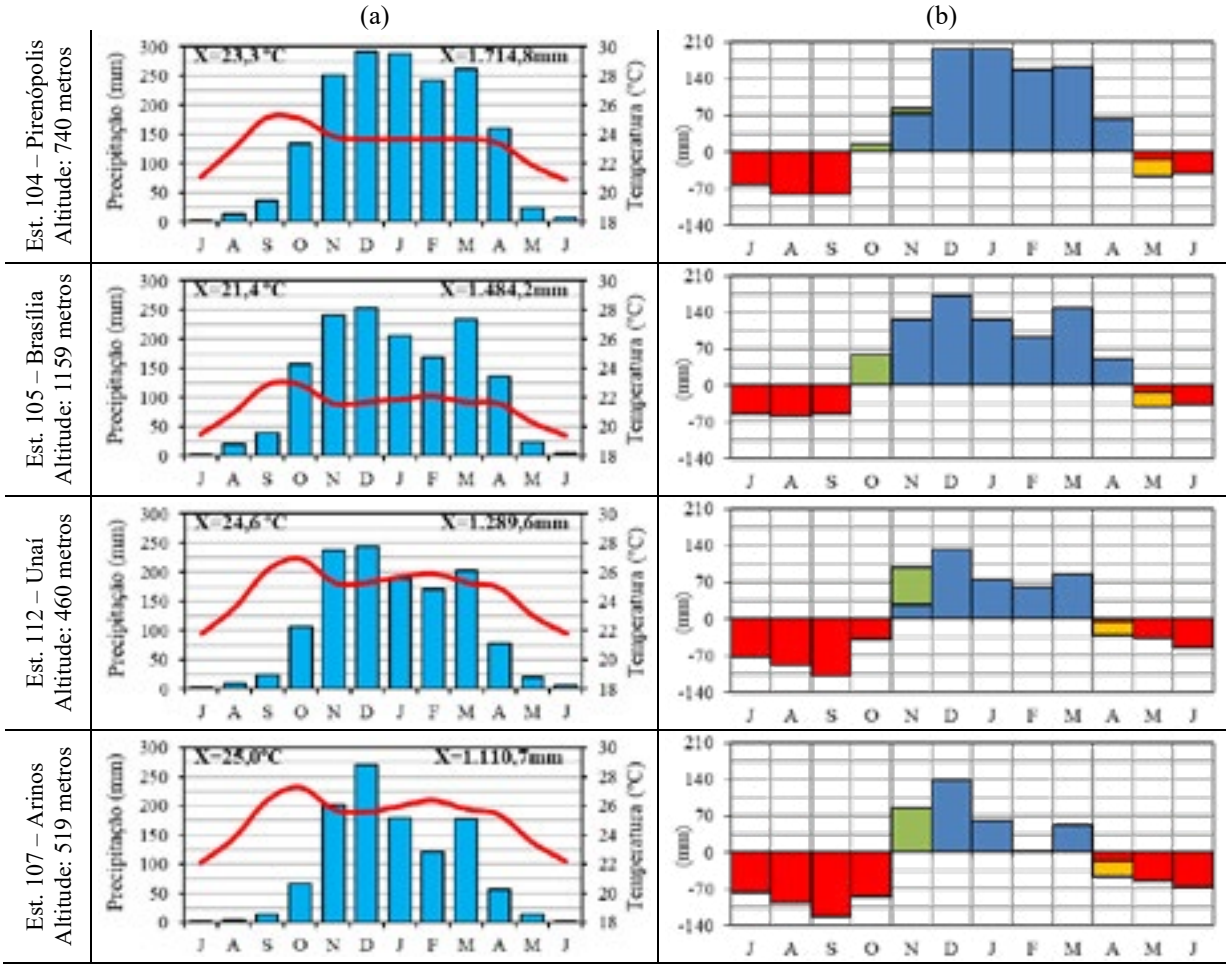


Figura 3 – Mapas das médias acumuladas anualmente de (A) Evapotranspiração Potencial, (B) Deficiência e (C) Excedente Hídricos e da (D) diferença entre Excedente e Deficiência Hídrica. Fonte: Elaborado pelos autores.

A diferença aritmética das médias acumuladas de EXC-DEF (Figura 3D) demonstra que a área de estudo apresenta uma nítida transição entre as regiões que possuem predominância anual de EXC ou DEF hídrica. A variação espacial de intensidade positiva ou negativa possibilita distinguir espacialmente essa divisão, com os EXC nas áreas de maior altitude à oeste e a predominância de DEF na depressão da bacia do rio São Francisco rumo à leste.

Foi definido um transecto de oeste para leste (Figuras 2 e 3) que incluísse as seis estações meteorológicas mais representativas para região analisada, buscando representar a distribuição temporal das características médias mensais de pluviosidade, temperatura e BH (Figura 4).



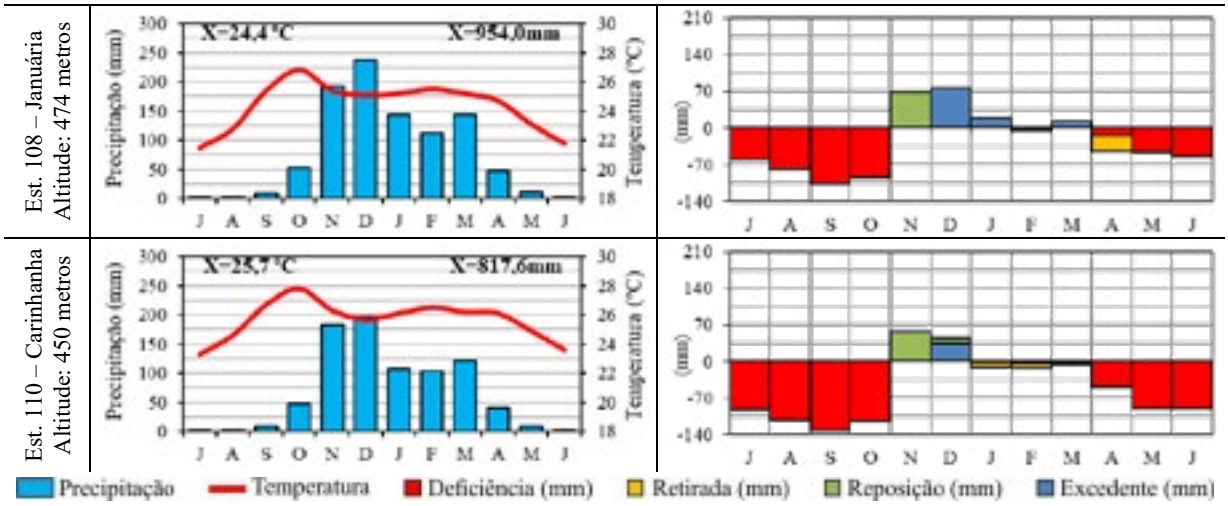


Figura 4 – (a) Climograma e (b) Balanço Hídrico das estações do transecto. Fonte: Elaborado pelos autores.

A amplitude térmica e pluviométrica anual entre as estações do transecto foi, respectivamente, de 897,2mm e 4,3ºC. Em todas as estações o mês de dezembro foi o mais chuvoso (196,3mm a 291,3mm) e julho o mais seco (0,1mm a 2mm). Os meses mais quentes são setembro/outubro em Brasília (22,9ºC) e Pirenópolis (25,2ºC) e em outubro nas demais estações (entre 26,8ºC e 27,8ºC), se opondo aos meses mais frios de junho à oeste (Brasília com 19,4ºC e Pirenópolis com 20,9ºC) e julho à leste (21,8ºC a 23,3ºC). Ao comparar de forma linear uma estação situada à oeste em relação a sua vizinha localizada à leste, é possível constatar a redução gradativa da pluviosidade em 87,5% das médias mensais e em todas as médias anuais, permitindo inferir que o gradiente espacial formado pelas médias mensais das 122 estações é muito próximo ao encontrado na escala anual (Figura 2B).

Os dados do BH (acumulados mensais e total anual de meses com DEF e EXC hídricos) indicam que o período de estiagem é mais atenuado à oeste e gradualmente mais severo rumo à leste. As informações constantes nos gráficos da Figura 4b demonstram que o período de estiagem na estação de Pirenópolis começa em maio e se estende até setembro (cinco meses), aumentando progressivamente a duração e intensidade no sentido da estação de Carinhanha (dez meses de DEF, de janeiro a outubro).

As altas temperaturas de setembro coincidem com o mês de máxima intensidade do período de estiagem em todas as localidades, favorecendo que a ETP desses meses acentue a DEF acumulada mesmo com a baixa pluviosidade (9,2mm a 36,5mm). Nesse período a mTa e a Massa Tropical Continental (mTc) aumentam seu poder de atuação nas áreas do interior do Brasil (NIMER, 1989; BORSATO, 2016), imprimindo de modo irregular no espaço e no tempo a intensidade e duração de suas características térmicas (quente), hígricas (seca) e pluviais (baixos volumes), que impactam diretamente nas condições do BH regional.

A intensidade da estiagem atua diretamente e de modo diferenciado no início do período de EXC nas diferentes estações analisadas. O primeiro mês com volume pluviométrico mais expressivo, entre outubro e novembro, serve somente para repor parte da água do solo que sofreu evapotranspiração após o longo período de DEF sem, contudo, gerar EXC hídrico.

A reposição de água no solo possibilita que o mês subsequente apresente EXC, ocorrendo em média nos meses de novembro (Pirenópolis, Brasília e Unaí) ou dezembro (Arinos, Januária e Carinhanha). Porém, a distribuição quantitativa da pluviosidade é irregular ao longo do tempo nos diferentes locais, propiciando que a intensidade média dos volumes acumulados mensalmente e a quantidade total de meses de EXC no ano seja heterogênea, com redução progressiva de oeste (6 meses) para leste (1 mês). Essas diferenças quantitativas e qualitativas encontradas para as médias de EXC hídrico podem ser explicadas por índices de participação e ritmos de sucessão das massas de ar que ocorrem de modo desigual no decorrer da sazonalidade climática entre as diferentes estações, tendo em vista que essa variável do BH é diretamente regulada pelos mecanismos atmosféricos que propiciam a gênese pluvial em toda região.

4. Considerações finais

A influência dos fatores estáticos e dinâmicos condicionaram espacialmente a manifestação média dos elementos pluviotérmicos, tendo as áreas mais elevadas à oeste os maiores valores de pluviosidade e menor temperatura, em contraposição ao gradiente formado

pela menor pluviometria e maior temperatura rumo às baixas altitudes da porção leste. Essas características resultaram numa configuração espacial muito semelhante ao encontrado nas médias das variáveis de excedente e deficiência do Balanço Hídrico, tanto nas escalas anual (todas as estações analisadas) como também na mensal (estações situadas no transecto).

As condições médias de duração e intensidade do período de estiagem foram mais amenas à oeste e gradualmente mais severas à leste, ao apresentarem, respectivamente, cinco a dez meses com deficiência hídrica. As diferenças encontradas para o período de estiagem estão atreladas, principalmente, a irregularidade espacial do acumulado pluviométrico anual e a sua distribuição entre os meses que, por sua vez, são fortemente vinculados a maior ou menor atuação sazonal de sistemas atmosféricos de origem equatorial, tropical e/ou extratropical.

Referências Bibliográficas

AB'SABER, A. **Os domínios de natureza no Brasil**: potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Hidroweb**: sistema de informações hidrológicas. Disponível em: <www.snirh.gov.br/hidroweb/>. Acesso em: 18 nov. 2018.

AOUAD, M. S. **Tentativa de classificação climática para o Estado da Bahia: uma análise quantitativa dos atributos locais associada a análise qualitativa do processo genético**. Rio de Janeiro: IBGE; SUPREN, 1983. Disponível em: <https://servicodados.ibge.gov.br/Download/Download.ashx?http=1&u=biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv82355.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2017.

BORSATO, V. **A dinâmica climática do Brasil e massas de ares**. Curitiba: Ed. CRV, 2016.

CRUZ, B, C; BRAGA, V. L.; RÊGO, C. A. R. M.; CARVALHO, A. O.; COSTA, B. P.; MENEZES, R. H. N.; ANDRADE, J. B. Caracterização do balanço hídrico da região homogênea r3 no estado do Maranhão para a cultura da soja (Glycine max). In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 18, 2013. **Anais...** Belém, PA: SBAgro, 2013. Disponível em:<www.sbagro.org.br/bibliotecavirtual/arquivos/2989.pdf> Acesso em: 18 nov. 2018.

D'ANGIOLELLA, G.; VASCONCELLOS, V. L. D.; RODRIGUEZ, A. F. Balanço hídrico climático do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 15, 2007. **Anais...** Aracajú, SE: SBAgro, 2007. Disponível em:<www.sbagro.org.br/bibliotecavirtual/arquivos/2641.pdf> Acesso em: 18 nov. 2018.

_____; _____; ROSA, J. W. C. Estimativa e espacialização do balanço hídrico na mesorregião sul da Bahia. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 13, 2003. **Anais...** Santa Maria, RS: SBA, 2003. Disponível em:<www.sbagro.org.br/bibliotecavirtual/arquivos/1150.pdf> Acesso em: 18 nov. 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de climas do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE; 2002. Escala 1:5.000.000.

____. **Produção Agrícola Municipal**: soja. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1612>. Acesso em: 10 jan. 2019.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia **Balanço hídrico climático**. Disponível em: <www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=agrometeorologia/balancoHidricoClimatico> Acesso em: 18 nov. 2018a.

_____. **Banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa**. Disponível em:<www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa> Acesso em: 18 nov. 2018b.

GERARDI, L. H. O.; SILVA, B. C. M. N. **Quantificação em geografia**. São Paulo:Difel, 1981.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro, IBGE, 1989. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/biblioteca-catalogo?id=281099&view=detalhes> Acesso em: 18 nov. 2018.

PERIN, E. B.; VIANNA, L. F. N.; RICCE, W. S.; MASSIGNAM, A. M.; PANDOLFO, C. Interpolação das variáveis climáticas temperatura do ar e precipitação: revisão dos métodos eficientes. **Revista Geografia**, Rio Claro, v. 40, n. 2, p. 269-289, 2015. Disponível em: <www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/ageteo/article/download/11139/7844>. Acesso em: 23 dez. 2018.

RIBEIRO, A. G. As escalas do clima. **Boletim de Geografia Teorética**, n.45-46, p.288-294, 1993.

ROLIM, G.S.; SENTELHAS, P.C.; BARBIERI, V. Planilhas no ambiente EXCEL para os cálculos de balanços hídricos: normal, sequencial, de cultura e de produtividade real e potencial. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.6, p.133-137, 1998. Disponível em: <www.sbagro.org.br/bibliotecavirtual/arquivos/171.pdf>. Acesso em: 23 dez. 2018.

SANTOS, A. P. P.; SOARES, F. M. Influência dos mecanismos de grande escala no balanço hídrico no estado do Pará. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 17, 2011. **Anais...** Guarapari, ES: SBA, 2011. Disponível em: <http://www.sbagro.org.br/bibliotecavirtual/arquivos/2589.pdf> Acesso em: 18 nov. 2018.

SANTOS, V. S.; ZAMPARONI, C. A. G. P. Análise e espacialização das variáveis do balanço hídrico (Thornthwaite & Mather 1955) na região do cerrado de Mato Grosso. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 14, 2005. **Anais...** Campinas, SP: SBA, 2005. Disponível em: <http://www.sbagro.org.br/bibliotecavirtual/arquivos/1800.pdf> Acesso em: 18 nov. 2018.

SEDIYAMA, G. C.; MELO JUNIOR, J. C. F. Modelos para estimativa das temperaturas normais mensais médias, máximas, mínimas e anual no estado de Minas Gerais. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 6, n. 1, p. 57-61, jan./dez. 1998.

SILVA, A. A. F.; JARDIM, C. H. Proposta preliminar de compartimentação do clima em Unaí, noroeste do Estado de Minas Gerais. In: Simpósio Nacional de Geografia e Gestão Territorial, 1, 2018; Semana de Geografia da UEL, 34, 2018, Londrina. **Anais**... Londrina: UEL, 2018. Disponível em: <www.anais.uel.br/portal/index.php/sinagget/article/view/416/335> Acesso em: 18 dez. 2018.

THORNTHWAITE; MATHER, J. R. **The water balance**. Publications in Climatology. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 1955. 104p. Disponível em: <https://oregondigital.org/catalog/oregondigital:df70pr001#page/6/mode/1up>. Acesso em: 23 nov. 2018.

TUCCI, C. 2000. (Org.) **Hidrologia – ciência e aplicação**. Editora da Universidade, ABRH, Porto Alegre.

WMO, World Meteorological Organization. Calculation of monthly and annual 30-year standard normals. Genebra, 1989. (WMO. Technical document, n. 341; WCDP, n.10). Disponível em: <www.posmet.ufv.br/wp-content/uploads/2016/09/MET-481-WMO-341.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2018.

WREGE, M. S.; CARAMORI, P. H.; GONÇALVES, S. L.; GOMES, J.; GERAGE, A. C.; SHIOGA, P. Épocas com menores riscos para semeadura do milho safrinha no estado do Paraná. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 11, 1999. **Anais...** Florianópolis, SC: SBA, 1999a. Disponível em: <http://www.sbagro.org.br/bibliotecavirtual/arquivos/280.pdf> Acesso em: 18 nov. 2018.

_____; GONÇALVES, S. L.; CARAMORI, P. H.; COLASANTE, L. O. FUKOSHIMA, M. T.; GIACOMINI, C. C. Risco de deficiência hídrica para a cultura do arroz de sequeiro no estado do Paraná. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 11, 1999. **Anais...** Florianópolis, SC: SBA, 1999b. Disponível em: <http://www.sbagro.org.br/bibliotecavirtual/arquivos/269.pdf> Acesso em: 18 nov. 2018.

_____; CARAMORI, P. H.; GONÇALVES, A. C. A.; FERREIRA, R. C. Mapeamento do risco de déficit hídrico para a cana-de-açúcar no estado do Paraná. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 14, 2005. **Anais...** Campinas, SP: SBA, 2005. Disponível em: <http://www.sbagro.org.br/bibliotecavirtual/arquivos/1911.pdf> Acesso em: 18 nov. 2018.

Agradecimentos

Ao Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG), *campus* Sabará, pela concessão do afastamento para conclusão do curso de doutorado em Geografia pela UFMG.

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

CLIMA URBANO EM CUIABÁ-MT, BRASIL: EPISÓDIOS SAZONAIS DE ANÁLISE DA TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE DOS ALVOS E NDVI

Luis Flávio de Araújo [(a)], Verbena Florencia de Sousa [(b)] Camila Riboli Rampazzo [(c)]

[(a)] Departamento de Geografia/Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, lfaraujo21@hotmail.com.

[(b)] Departamento de Geografia/Instituto de Geografia, História e Documentação, Universidade Federal de Mato Grosso, verbena.4@gmail.com.

[(c)] Curso de Geografia/Faculdade de Ciências Humanas, Universidade Federal da Grande Dourados, camilarampazzo@ufgd.edu.br.

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

Este artigo tem por objetivo identificar e analisar a distribuição da temperatura de superfície e sua intensidade na cidade de Cuiabá, capital do Estado de Mato Grosso, nos episódios de verão e inverno do ano de 2015, com o auxílio do NDVI e considerando a distribuição do uso e ocupação da terra. Para isso, foram utilizadas cartas termais geradas a partir do satélite Landsat 8 (banda 10), que se basearam em imagens obtidas no dia 11/01 e 23/08 do respectivo ano. Foi possível observar áreas que se configuram como ilhas de calor de superfície urbana, com diferenças térmicas de até 12ºC entre a menor temperatura registrada. Além disso, constatou-se que as porções da cidade onde se concentram os maiores contingentes populacionais se caracterizam pela alta densidade de construção, impermeabilização e baixa disponibilidade de vegetação, o que acaba por favorecer o aumento da temperatura de superfície nessas localidades.

Palavras chave: Clima urbano, Sensoriamento Remoto, NDVI, Ilhas de Calor de Superfície Urbana.

1. Introdução

As alterações ocorridas no meio natural para a produção do espaço urbano, mediante os processos de supressão da vegetação, impermeabilização do solo, adensamento construtivo e lançamentos de poluentes, acarretam em problemas que afetam não só a qualidade ambiental, mas também, interferem na vida da população que nela reside.

O clima urbano é o resultado desta alteração no ambiente, que pode ser entendido como a alteração no clima local em função da intervenção social no espaço, ou, como define Monteiro (p.19, 1976), é um sistema "que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização".

A ilha de calor se configura como um produto do clima urbano que afeta de maneira sensorial na qualidade de vida da população e se caracteriza, de acordo com Gardtland (2010, p.9), como um "oásis ao inverso, onde o ar e as temperaturas da superfície são mais quentes do que em áreas rurais circundantes".

Desta forma, o sensoriamento remoto se apresenta como uma importante ferramenta nas pesquisas de clima urbano e da avaliação da qualidade ambiental, permitindo a mensuração e a estimativa da temperatura dos alvos e do índice de vegetação, que possibilitam averiguar áreas que venham a se configurar como ilhas de calor de superfície urbana (VOOGT e OKE, 2003) e a influência da vegetação na distribuição da energia e, consequentemente, na temperatura de superfície (TST-Temperatura de superfície terrestre) do ambiente urbano.

Partindo dos pressupostos anteriores, o presente trabalho objetiva identificar e analisar a distribuição da temperatura da superfície e sua intensidade, com o auxílio do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (*Normalized Difference Vegetation Index*-NDVI), do espaço urbano e intraurbano de Cuiabá-MT, por meio de cartas termais geradas a partir do satélite Landsat 8 (banda 10), para os meses de janeiro e agosto de 2015, considerando também, a distribuição do uso e ocupação da terra.

1.1. Área de Estudo

A cidade de Cuiabá, no estado de Mato Grosso, encontra-se situada na subunidade geomorfológica da Depressão Cuiabana, com altimetria rebaixada por volta de 200m a 450m (ROSS e SANTOS, 1982), apresentando características climáticas da zona de Clima Tropical Megatérmico Subúmido das Depressões e Pantanais de Mato Grosso, típicos de áreas baixas cercadas por relevos de grande elevação, que forçam a descida do ar, permitindo um maior

aquecimento do mesmo, bem como, apresenta período de deficiência hídrica de aproximadamente 7-8 meses (abril a novembro) (TARIFA, 2011, p.8).

Contando com um total populacional urbano de 540.814.00 habitantes (98% da população municipal) e taxa demográfica de 157,66 hab/km² segundo dados do censo IBGE (2010), a cidade apresenta uma estrutura urbana heterogênea, conforme pode-se observar na figura 1, marcada por evidentes contrastes temporais e também financeiros dos agentes que participaram e participam da produção e consolidação do espaço urbano.

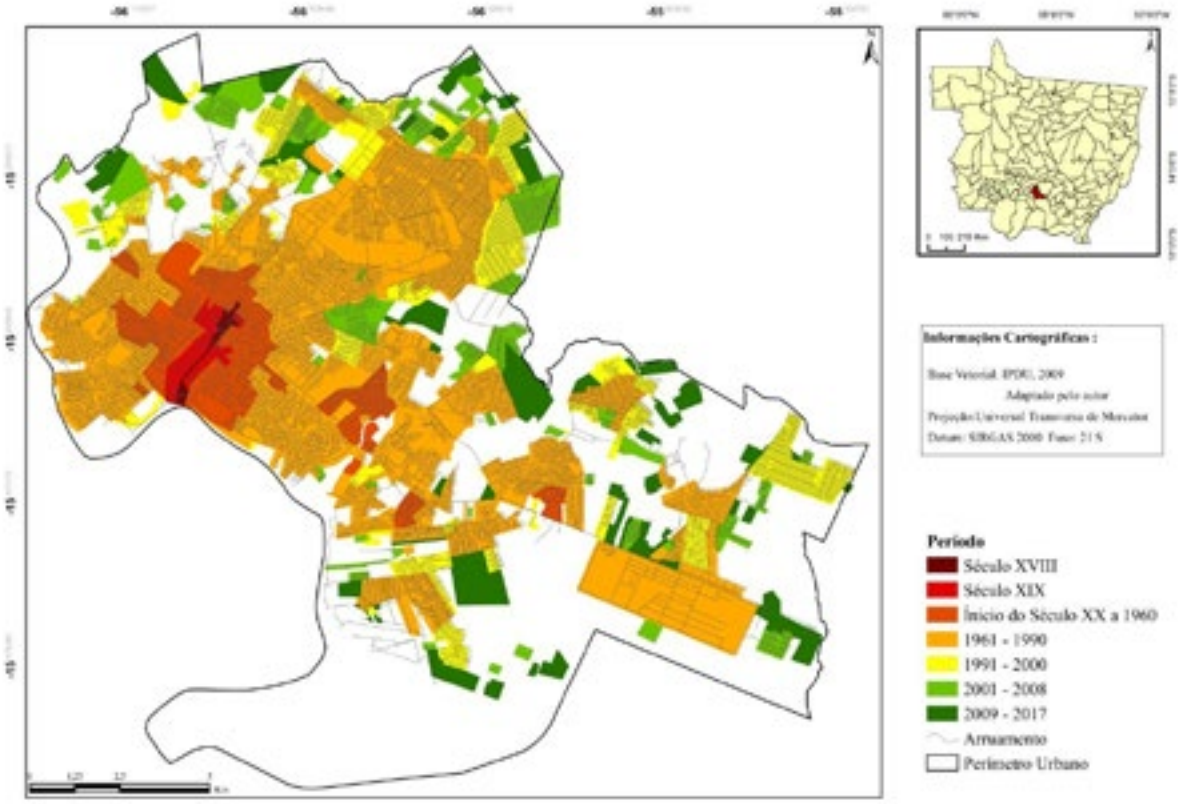


Figura 1: Expansão urbana de Cuiabá, do século XVIII até 2017.

A origem da ocupação e organização do território em que se consolidou a cidade remonta ao período da mineração brasileira do século XVIII, quando, nas proximidades do córrego da Prainha (atual área central e histórica – figura 1), encontrou-se ouro, sendo a base para a ocupação portuguesa, visando exploração de tal metal. Ao longo deste século, diversos momentos acabaram por alterar a composição e a função urbana de Cuiabá, sendo o principal deles a transferência da capital para a localidade (FREIRE, 1997).

Porém, a consolidação e características predominantes da cidade se fortaleceram a partir da década de 1970 com a implantação da BR 163 (Cuiabá-Santarém), construção da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) e do Centro Político Administrativo (CPA), que geraram um intenso fluxo migratório, fazendo com que a antiga estrutura urbana saturasse, sendo necessária a expansão do perímetro urbano e a construção de equipamentos públicos para acolhimento dessas pessoas. Neste contexto, surgem os núcleos habitacionais estaduais desenvolvidos pela Companhia de Habitação Popular (COHAB) (FREIRE, 1997).

Freire (1997) ainda coloca que, durante a década de 1990, tem-se a construção do bairro Pedra 90, para a população dos segmentos sociais menos abastados, sobretudo, para os trabalhadores que auxiliaram na construção do CPA, fazendo com que ocorresse a expansão para a porção sul da cidade. A partir dos anos 2000, tem-se a explosão de condomínios horizontais e verticais de alto e baixo padrão, que passam a organizar o novo momento do espaço urbano.

1.2. Revisão bibliográfica

O uso do sensoriamento remoto para o estudo da influência da produção do espaço urbano no ambiente e na esfera climática, é empregado em diversos estudos e tem se mostrado como uma boa alternativa para a investigação destes processos, como demonstrado em trabalhos de Ortiz e Amorim (2013), que analisaram a temperatura da superfície, o NDVI e a temperatura do ar de Tarumã/SP. As autoras constataram que as áreas com maior índice de

vegetação apresentaram os menores valores de temperatura do ar e de superfície, bem como, encontraram uma diferença de 11°C na temperatura de superfície urbana.

Callejas et al (2011), analisaram a temperatura de superfície do município de Várzea Grande (MT) em relação ao uso do solo entre 1986 e 2007. Para isso, utilizaram-se da imagem de satélite na banda 6 do Landsat 5, detectando a presença de uma ilha de calor de calor urbana superficial (ICUS) na área central da cidade.

Paula et al. (2016), analisaram a correlação da temperatura de superfície e o NDVI para o perímetro urbano de Juiz de Fora (MG), identificando uma relação inversamente proporcional entre os valores, onde os maiores índices de vegetação apresentaram menores valores de temperatura de superfície.

2. Procedimentos metodológicos e materiais

Para a realização da proposta do presente trabalhado, foram divididas as ações em quatro etapas, sendo a primeira, consulta de referências sobre clima urbano e sensoriamento remoto, NDVI, ilha de calor urbana de superfície, bem como, de métodos e técnicas para a obtenção dos resultados necessários.

A segunda e terceira etapa, consistiu na aquisição das imagens utilizadas para as análises, que são produtos do satélite Landsat 8, sensor OLI-TIRS (*Operatinal Land Imager – Thermal Infrared Sensor*), com as respectivas datas representantes de verão e inverno, sendo 11/01/2015 e 23/08/2015, adquiridas pela plataforma da USGS (*United States Geological Survey).* Em seguida foram processadas utilizando a banda 10 para a obtenção da temperatura de superfície e as bandas 4 e 5, para o cálculo de NDVI.

Por fim, na última etapa, deu-se a análise e comparação dos dados obtidos, visando apontar os padrões de temperatura de superfície para o verão e o inverno, e as diferenças de NDVI que se apresentam nesses períodos, espacializados em cartas para melhor interpretação dos resultados.

2.1 – Processamento de imagens na banda termal

Para a confecção das cartas de temperatura dos alvos nos meses de janeiro e agosto, foi necessária a aplicação de parâmetros para a conversão dos *pixels* em valores de temperatura, de acordo com as normas de processamento disponibilizadas pelo USGS.

Em ambiente SIG, no software ArcGIS (*Esri),* se utilizando da Banda 10, por meio dos passos *ArcToolbox>> Spatial Annalyst Tools>> Map Algebra>>Raster Calculator*, aplicou-se as fórmulas necessárias para a conversão dos DN (*Digital Number)* em radiância (Equação 1), de radiância para °K (Equação 2) e de °K para °C (Equação 3). As especificações das equações estão dispostas abaixo:

Equação 1: $L\lambda = \mathrm{MLQcal} + \mathrm{AL}$

Sendo:
Lλ= Radiância Espectral Abertura de Sensor em Watts/(m²srμm)
ML= Fator multiplicativo de redimensionamento da banda 10= 0.00033420
Qcal= Valor quantizado calibrado pelo *pixel* em DN= Imagem Banda 10
AL= Fator de redimensionamento aditivo especifico da banda 10= 0.10000

Equação 2: $T = \frac{K2}{In\left(\frac{K1}{L\lambda}+1\right)}$

Sendo:
T= Temperatura efetiva no satélite em Kelvin(°K)
K1= Constante de calibração 1= 1321.08
K2= Constante de calibração 2=774.89
Lλ= Radiância em Watts/(m²srμm)

Equação 3: $T = Qcal - 273{,}15$

Sendo:
T= Temperatura em Celsius (°C)
Qcal= Banda 10 resultante das etapas anteriores

Após as etapas elencadas acima, agregou-se os valores obtidos em intervalos de 2°C, que foram categorizados de acordo com a sua diferença entre a menor temperatura identificada,

sendo o menor valor associado à 0°C. Logo, os intervalos representam o resultado da diferença entre a T_{local} (temperatura do local) e a $T_{mín}$ (menor temperatura). As categorizações receberam uma escala de cores de acordo com seus indicadores, conforme esquematizado na tabela a seguir (Tabela I):

Tabela I: Escala de cores representantes das categorias e diferenças encontradas.

Categoria	Quantidade acrescida em relação ao menor valor registrado
1	0° ($T_{mín}$)
2	Até +2°C
3	Até +4°C
4	Até +6°C
5	Até +8°C
6	Até +10°C
7	Até +12°C

2.2 – Cálculo do NDVI

Para a obtenção dos valores do NDVI no software ArcGIS (*Esri*), na ferramenta *Raster Calculator*, aplicou-se a Equação 4, para ambos os meses, sendo esses valores alocados em classes que melhor representassem o resultado encontrado, elencadas em uma escala de cores em tons de verde (Tabela II), a fim de auxiliar na interpretação do índice.

Equação 4: $$NDVI = \frac{NIR-R}{NIR+R}$$

Sendo:
NDVI= Índice de Vegetação da Diferença Normalizada
NIR= Reflectância da faixa do infravermelho próximo (Banda 5)
R= Reflectância da faixa do visível (Banda 4)

O cálculo do NDVI resulta em valores que variam de -1 a 1, indicando a densidade, o vigor e a atividade fotossintética da vegetação (SANTOS & NEGRINI, 1997). Assim, quanto mais próximo de 1 o índice for, maior será a quantidade dos parâmetros elencados.

Para a elaboração da escala de cores e categorização dos valores (Tabela II), analisou-se os resultados obtidos nos dois períodos, detectando a proximidade entre o maior e o menor

valor. Dessa forma, foram elaboradas classes que agrupassem esses coeficientes com intervalo de 0,9, a fim de permitir uma melhor distribuição e visualização dos dados entre as classes.

Tabela II: Escala de cores e valores de NDVI.

Tons	NDVI
	≤ - 0,01
	0 - 0,1
	0,11 - 0,2
	0,21 - 0,3
	0,31 - 0,4
	0,41 - 0,5
	≥ 0,51

3 – Resultados e discussões

Analisando os valores espacializados (Figura 2), para o mês de janeiro (11/01), observa-se a predominância da Categoria 4 (até 6°C acima do menor valor registado), sobretudo em áreas com baixa presença de vegetação e/ou alta densidade construtiva, concentrando-se na parte Norte da carta. Nesta porção está representada a maior parte do espaço urbano da cidade, em virtude do processo de expansão urbana que ocorreu de forma intensa nesta área.

Observa-se também que as localidades que concentram boa parte da população da cidade são densamente construídas e impermeabilizadas, possuindo pouca vegetação em seu interior. Destacando-se os bairros Grande Terceiro, Novo Terceiro, Centro Histórico, Cidade Verde, Tijucal, Pedra 90 e Grande CPA, que apresentaram diferenças térmicas de Categoria 5 (até 8°C).

Nas localidades com vegetação, que concentram-se sobretudo na porção Sul da carta, que se encontra em processo de expansão do espaço urbano, verificou-se que os valores estavam dentro da categoria 2 (até 2°C a mais), enquanto, nos arredores de pontos urbanizados em contato com vegetação ou até mesmo na parte interna de bairros com baixa densidade de construções, como os pertencentes a segmentos sociais mais abastados, foi possível encontrar temperaturas na Categoria 3 (diferenças de até 4ºC).

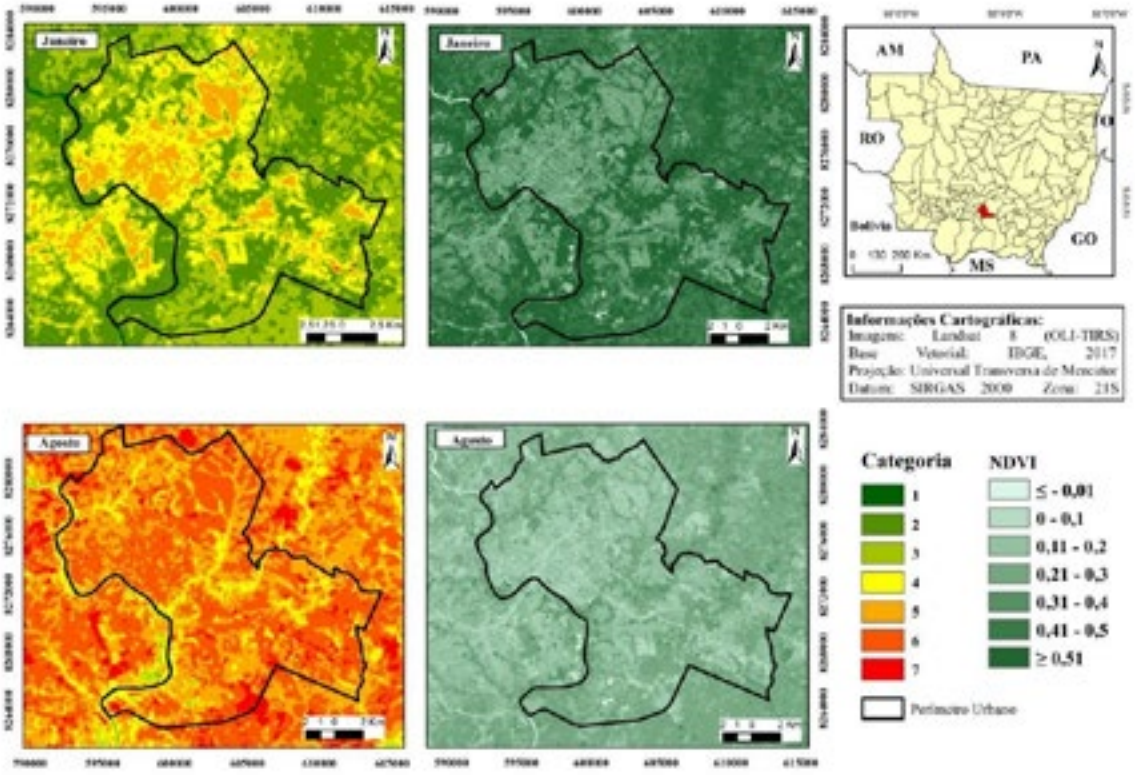


Figura 2: Carta de temperatura de superfície e NDVI, para os meses de janeiro e agosto de 2015.

A Categoria 6 (até 10ºC), figurou em pontos específicos da carta, como o Shopping Pantanal e Distrito Industrial, sendo representados como pequenas manchas na poção Norte e Sudeste da carta, respectivamente, devido ao padrão e elementos construtivos destes dois lugares, geralmente galpões com telhado de zinco.

No mês de agosto (23/08/2015), embora pouco perceptíveis devido sua baixa ocorrência, os menores valores de temperatura foram observados ao longo do trajeto do rio Cuiabá, lagoa do futuro Parque das Águas, e alguns corpos hídricos (localizados no setor SO da carta).

As margens do rio Cuiabá, alguns pontos do rio Coxipó, corpos hídricos de menor porte e suas matas ciliares, apresentaram valores de temperaturas pertencentes à Categoria 2 (até

2°C), enquanto, as demais áreas de matas galerias registraram valores característicos da Categoria 3 (até 4°C), evidenciando as principais redes de drenagens presentes no perímetro urbano como a do rio Coxipó (Centro da carta) e do Ribeirão do Lipa (NE).

Nas áreas construídas em contato com vegetação (mais distantes de curso d'água ou esparsas), ou ainda, com baixa densidade construtiva, como o residencial Alphaville e bairros com padrões semelhantes, e proximidades do Morro da Luz, apresentaram diferenças de temperaturas inseridas na Categoria 5 (superior a 8°C), sendo a predominante na espacialização da carta.

Enquanto nas áreas interiores dos bairros, sobretudo com alta densidade de construção e solo exposto, fez-se presente indicadores componentes da Categoria 6 (diferenças térmicas de até 10°C), destacando-se os bairros Grande Terceiro, Cidade Alta, Novo Terceiro, Pedregal, Tijucal, Jardim Industriário, Pedra 90, Grande CPA e Distrito Industrial.

Para este mês, houveram localidades que apresentaram índices da Categoria 7 (diferenças térmicas de até 12°C). Foram pontos específicos onde ocorriam queimadas e concentração de materiais construtivos que acumulam grande quantidade de energia, como Shopping Pantanal e Distrito Industrial.

Comparando os índices de temperatura de superfície e os de NDVI, percebe-se que em janeiro, a categoria 1 estava condizente com as áreas que obtiveram NDVI ≥0,51, justificando tal colocação por apresentar vegetação mais desenvolvida, que contribui para evitar maior absorção de energia pela superfície.

As categorias 5 e 6 (respectivamente, até 8°C e 10°C), estavam na classe de 0,001-0,1 e 0,101-0,2, corroborando com a informação de baixo índice de vegetação na área, e densidade de construção densa a mediana, como visto no Grande CPA.

Em agosto, percebe-se que os valores de NDVI, em sua maioria, estão abaixo dos encontrados em janeiro, mesmo as áreas próximas a cursos hídricos, permitindo inferir que com

o período de estiagem, a vegetação sofre alteração, que acaba por interferir também na temperatura da superfície. Um exemplo disso é que foram constatados valores entre 0,31-0,4 que estavam vinculados a uma pequena faixa no entorno dos cursos hídricos, enquanto outras áreas vegetadas como o parque Mãe Bonifácia apresentaram NDVI entre 0,21 e 0,3 (sendo categoria 5 na TST, ou seja, até 8°C acrescido da $T_{mín}$).

Essa alteração drástica no NDVI de um mês para o outro acaba por justificar o comportamento da temperatura e as diferenças entre os meses, uma vez que indica que a vegetação passa para um estágio de baixo de desenvolvimento, e/ou até mesmo estresse hídrico, típico do período, que acaba por interferir também no balanço energético do ambiente e consequentemente na temperatura.

4 – Considerações Finais

Partindo das informações e análises realizadas aponta-se que a cidade de Cuiabá apresenta períodos bem demarcados não só no que diz respeito às condições atmosféricas, mas também no comportamento da vegetação, que acabam por influenciar nos índices de temperatura de superfície e consequentemente na qualidade ambiental no cotidiano da população.

Elenca-se também a importância dos parques, que não funcionam apenas como áreas de lazer, mas também, como localidades de alívio térmico quando comparadas com os pontos de alta densidade construtiva, como verificado na comparação entre o parque Mãe Bonifácia e o Grande CPA.

Assim, assinala-se a importância da sensibilização do poder público e da sociedade civil a respeito das questões elencadas no trabalho, visando a melhoria não só da qualidade ambiental, mas também, da qualidade de vida da população que constitui o urbano, sobretudo os segmentos sociais menos abastados.

ISBN: 978-85-7282-778-2

5 – Referências Bibliográficas

CALLEJAS, I. J. A.; DURANTE, L. C.; OLIVEIRA, A. S.; NOGEURA, M. C. J. A. Uso do solo e temperatura superficial em área urbana. **Revista Mercator**, v.10, n.23, p. 207-223, 2011.

FREIRE, J. L. **Por uma poética popular da arquitetura.** EdUFMT. Cuiabá, 1997.

GARTLAND, L. **Ilhas de Calor.** Como mitigar zonas de calor em áreas urbanas. 1ªed, Oficina de textos. São Paulo, 2011.

VOOGT, J.A. e OKE, T. R. Thermal sensing of urban climates. **Remote Sensing of Environment**. 2003.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo 2010: Universo característico da população e dos domicílios.** Disponível em< https://cidades.ibge.gov.br/v4/brasil/mt/cuiaba/pesquisa/23/24304?detalhes=true&localidade1=0>. Acessado em: 15 de setembro de 2017.

MONTEIRO, C. A. de F. **Teoria e Clima Urbano**. IGEOG, USP, Série Teses e Monografias nº 25, São Paulo, 1976.

ORTIZ, G. F.; AMORIM, M. C. C. T. Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), Temperatura da Superfície e do ar na cidade de Tarumã/SP. In: Encuentro de Geógrafos de América Latina: reencuentro de saberes territoriales latinoamericanos, 2013, Lima/Peru. Encuentro de Geógrafos de América Latina: reencuentro de saberes territoriales latinoamericanos. Lima/Peru:Unión Geográfica Internacional. v. 1. p. 1-20, 2013.

PAULA, I. F. M., PIMENTEL, F. O., FERREIRA, C. C M. Correlação entre a temperatura de superfície e o índice vegetativo no perímetro urbano de Juiz de Fora-MG. **Revista de Geografia** – PPGEO - UFJF. Juiz de Fora, v.6, n.4, p.339-351, 2016

ROSS, J. L. S. e SANTOS, L. M. dos. Geomorfologia. Folha SD.21/Cuiabá. BRASIL/Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral, Projeto RADAMBRASIL (Levantamento dos Recursos Naturais, 26), p. 156 – 193, Rio de Janeiro. 1982.

SANTOS, P.; NEGRINI, A. A comparision of the normalized difference vegetation index and rain fall for the Amazon and Northeastern Brazil. **Journal of applied meteorology.**1997.

TARIFA, J. R. **Mato Grosso: clima: análise e representação cartográfica.** Entrelinhas. Cuiabá, 2011.

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

CONDICÕES ATMOSFÉRICAS ASSOCIADAS A UM EPISÓDIO INTENSO DE ZCAS EM DEZEMBRO DE 2008 NO MUNICÍPIO DE ITUIUTABA-MG

Laiane Cristina de Freitas ([a]), Emmeline Aparecida Silva Severino ([b]), Maria Estela Aparecida Gomes ([c]), Rildo Aparecido Costa ([d])

[(a)] Pós-Graduanda do Programa de Pós-Graduação em Geografia, UFU, E-mail: laianecf@gmail.com
[(b)] Pós-Graduanda do Programa de Pós-Graduação em Geografia, UFU, E-mail: emmelineseverino@yahoo.com.br
[(c)] Graduanda em Geografia pelo ICH, UFU, E-mail: mariaestela845@gmail.com
[(d)] Professor Doutor do Curso de Geografia do ICH, UFU, E-mail: rildocosta@pontal.ufu.br

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais.

Resumo:

A variabilidade é um dos elementos mais conhecidos da dinâmica climática, o impacto produzido por essa variabilidade, mesmo dentro do esperado pode ter reflexos significativos nas atividades humanas. O presente trabalho teve como objetivo estudar a Zona de Convergencia do Atlantico Sul (ZCAS) do mês de dezembro de 2008, utilizando-se para isso, dados do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). Para o desenvolvimento da pesquisa utilizou-se a Análise Ritimica proposta por Monteiro (1971). O dia 16/12 foi o apice do desenvolvimento das ZCAS, onde tivemos uma precipitação de 144,2 mm, causando vários transtornos na cidade, tais como alagamento, enxurradas dentre outros. Há a necessidade de se conhecer estes fenomenos no intuito de se programar politicas publicas no sentido de miimizar os impactos da vida cotidiana da população.

Palavras chave: ZCAS; Climatologia Geográfica; Análise Ritimica

1. Introdução

A Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), considerada uma interação entre sistemas atmosféricos tropicais e extratropicais, é um dos importantes sistemas atuantes

durante os meses de primavera e verão sobre as regiões de clima tropical na América do Sul (TALJAARD, 1972; KODAMA, 1992, 1993; QUADRO, 1994).

Caracterizada por uma faixa densa de nebulosidade responsável por uma elevada atividade convectiva, age como importante fonte de transporte de calor e umidade no sentido noroeste-sudeste (NW-SE) do Brasil. Sua configuração inicia-se a leste da Cordilheira dos Andes com o transporte de umidade realizado pelos sistemas de Jatos de Baixos Níveis (JBN), associado ao ar quente e umidade da região Amazônica, prolongando-se pelas regiões Centro-Oeste e Sudeste, e atingindo o sul da Bahia, norte do Paraná até o sudoeste do Oceano Atlântico (TALJAARD, 1972; KRISHNAMURTY et al. 1973; STRETEN, 1973).

Segundo Quadro (1994), a atuação do sistema ZCAS estende-se entre os meses de novembro a março, o que marca a estação chuvosa da região Sudeste devido aos períodos associados a altos índices pluviométricos, com duração superior a quatro dias. No entanto, embora suas atividades ocorram entre a primavera o e verão, decorrem diferenciações em sua intensidade, forma e persistência, ocasionando episódios distintos na região que se configura.

Ainda segundo o autor (1994) e Carvalho et al (2002), estudos dos padrões e fatores que à influenciam, como os regionais (circulação atmosférica) e locais (orientação e declividade), são de suma importância pois visam compreender melhor sua dinâmica, principalmente por auxiliar na compreensão dos processos que à ocasiona e devido sua manutenção contínua por mais de quatro dias, causando variação quanto a espacialização de seus episódios.

Tais aspectos de análise são importantes dentro da Climatologia Geográfica, pois propiciaram no decorrer de diversas pesquisas, ferramentas que sistematizaram os estudos sobre a dinâmica dos sistemas atmosféricos combinados a circulação zonal e possibilitaram avançar por novas perpectivas de conhecimento (BORSATO, 2016). Contribuindo assim, com a compreenção da combinação dos diversos fatores que englobam os sistemas atmosféricos e suas resultantes.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Diante disso, o presente trabalho objetivou-se analisar a dinâmica de um episódio intenso de ZCAS ocorrido entre os dias 12 a 20 de dezembro de 2008 no município de Ituiutaba-MG (Figura 1), decorrente ao elevado acúmulo de precipitação durante a corrência do episódio. E, com base no método de Análise Rítmica (MONTEIRO, 1971), partindo de dados climáticos e observacionais, identificar a evolução do sistema ZCAS e compreender a dinâmica de eventos intensos de precipitação no município.

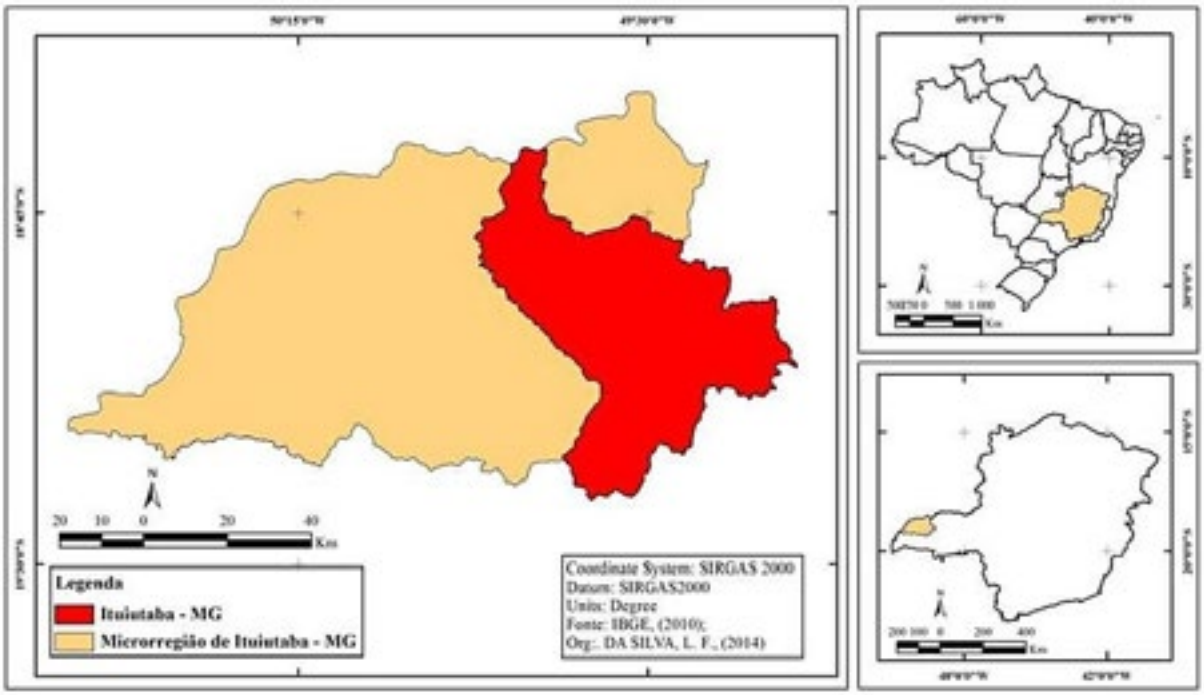


Figura 1: Localização do Município de Ituiutaba-MG
Fonte: Organização MARTINS; COSTA (2014)

O município de Ituiutaba-MG localiza-se na porção sudoeste do estado de Minas Gerais e está inserido nos Chapadões do Triângulo Mineiro (AB'SÁBER, 1971; DEL GROSSI, 1991), situado no domínio morfoclimático Cerrado. Sua principal característica climática é a alternância de duas estações bem definidas: i) estação chuvosa - com temperatura e umidade elevadas, que persiste nos meses de outubro a abril correspondendo

cerca de 85% das chuvas anuais; e ii) estação seca - com temperatura e umidade baixas entre os meses de maio a setembro, correspondem cerca de 15% das chuvas anuais, período de mais ocorrências de casos de estiagem (QUEIROZ; COSTA, 2012).

1.1. Materiais e Métodos

A partir de estudos dos episódios climáticos intensos típicos e/ou atípicos entre os anos de 1960 a 1970, Monteiro (1971), propôs o método denominado "Análise Rítmica" que auxilia na compreensão desde a gênese e desenvolvimento dos principais elementos meteorológicos (precipitação, temperatura do ar, pressão atmosférica, umidade relativa do ar, pressão atmosférica, velocidade e direção dos ventos) no espaço, através de diagnóstico do comportamento climático e observacional.

Nessa perpectiva, para a análise do comportamento climático do município de Ituiutaba-MG, foram coletados dados climáticos diários (precipitação, temperatura do ar, pressão atmosférica, umidade relativa do ar, pressão atmosférica, velocidade e direção dos ventos) da estação meteorológica local (Latitude: 18°95´29´´; Longitude: 49º52´50´´ e Altitude: 540 metros) pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), no período do dia 01 a 31 de dezembro de 2008.

Os dados foram tratados e organizados em um gráfico de Análise Rítmica baseado na proposta metodológica de Monteiro (1971), em escala diária, possibilitando melhor visualização do comportamento dos elementos atmosféricos (responsáveis pelos tipos de tempo) no mês de dezembro, enfatizando o período entre 12 a 20 de dezembro que ocorreu um episódio intenso da atuação do sistema ZCAS. Período escolhido devido ao acúmulo de precipitação durante a atuação desse sistema ter atingindo 257,4 mm, quase atingindo o valor total de dezembro em 2008 de 342,6 mm.

Ao final, associado a interpretação dos dados observacionais representados pelas cartas sinóticas diárias, obtidas na página de "Boletim Técnico" do Instituto Nacional de

ISBN: 978-85-7282-778-2

Pesquisas Espaciais (INPE) e Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), e imagens de satélite, fornecidas gentilmente pelo Prof. Dr. Victor da Assunção Borsato, foi realizado a identificação dos sistemas climáticos atuantes que influenciaram a dinâmica da ZCAS e contribuíram no seu comportamento intenso durante o episódio analisado.

3. Resultados e discussões

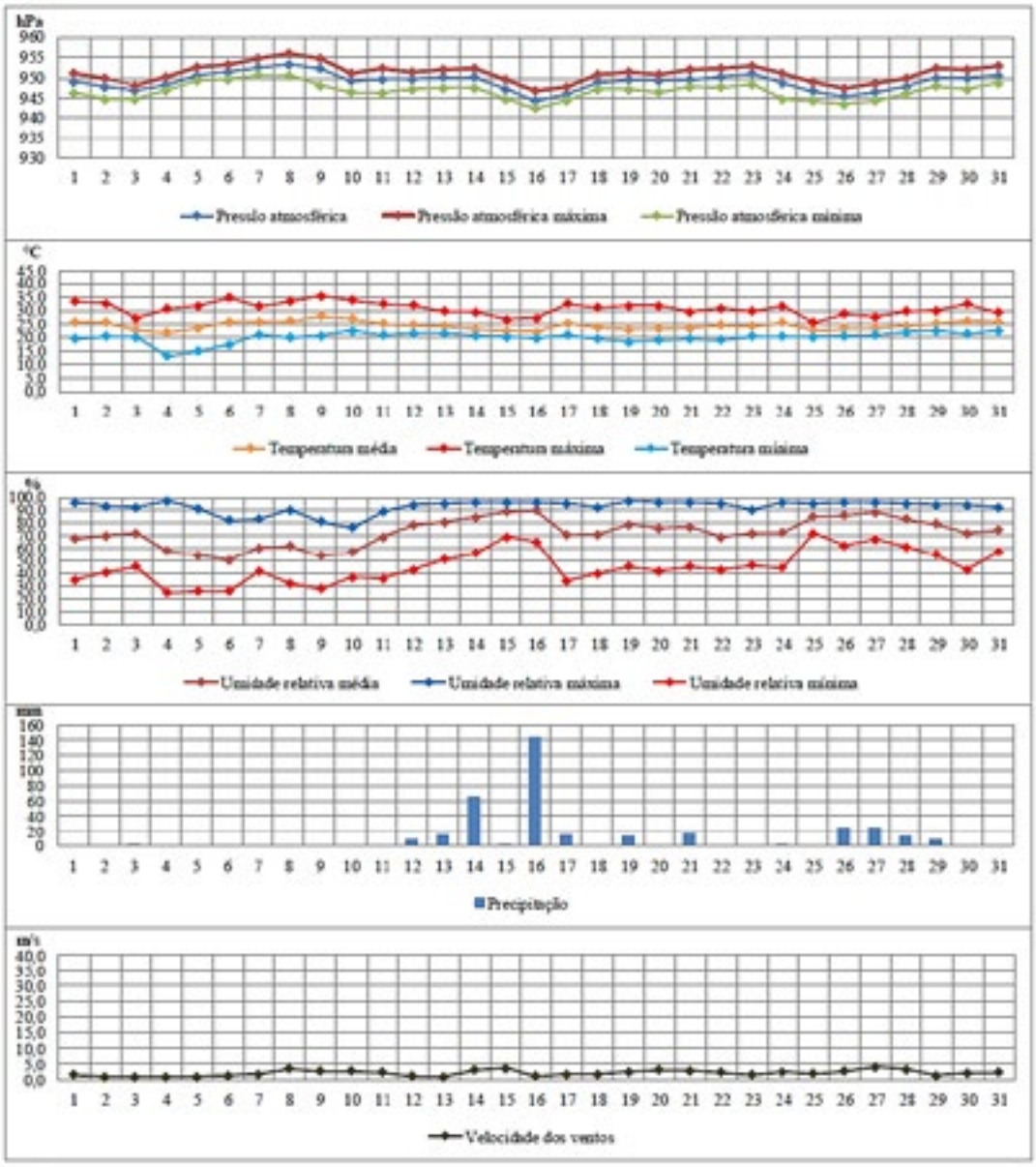
O estudo e compreensão dos sistemas atmosféricos atuantes durante o mês, são de suma importância para tentar explicar a influência dos tipos de tempo e sua relação com os impactos meteóricos nas áreas urbanas. Assim, cada sistema corresponde a um ciclo (VASCONCELOS e ZAMPARONI, 2010). Deste modo, buscou-se, determinar as características de cada ciclo tendo como base os elementos climáticos, que fazem parte do ritmo climático de Ituiutaba.

Segundo Ribeiro (1975, p.29)

> "os sistemas atmosféricos mostram, no decorrer dos dias variações subordinadas a fatores que regem a circulação geral da atmosfera. Portanto, a duração e a intensidade dos centros de ação e frentes correlacionam-se, principalmente, ao mecanismo gerador das estações do ano conferindo-lhes um determinado regime de força e duração de acordo com a sazonalidade".

A partir da análise rítmica elaborada para o mês de dezembro de 2008, foi possível observar ciclos dos tipos de tempo atmosféricos conforme mostra a figura 2. Vale ressaltar que destacaremos aqui somente o ciclo que se formou entre os dias 12 a 20 de dezembro de 2008, onde foi possível observar o fenômeno das ZCAS (Zona de Convergência do Atlântico Sul) onde o acúmulo de precipitação durante a atuação desse sistema ter atingindo 257,4 mm, quase atingindo o valor total de dezembro em 2008 de 342,6 mm.

ISBN: 978-85-7282-778-2



Sistema atmosférico	Direção dos ventos
1 SF	SO
2 mTc	W
3 mTc	SO
4 mTc	S
5 mTc	S
6 mTc	S
7 mTc	SE
8 mTc	E
9 mTc	SE
10 mTc	S
11 mTc	SE
12 SF	S
13 SF	SO
14 ZCAS	W
15 ZCAS	SO
16 ZCAS	W
17 ZCAS	SO
18 ZCAS	S
19 ZCAS	S
20 ZCAS	S
21 mTc	SE
22 mTc	SE
23 mTc	SE
24 mTc	SO
25 mTc	W
26 ZCIT	SE
27 mTc	W
28 mTc	SO
29 ZCIT	SO
30 mTc	SE
31 mTc	S

Figura 2: Análise Rítmica do mês de dezembro de 2008 do município de Ituiutaba/MG
Fonte: Organizado por FREITAS; COSTA (2019)

ISBN: 978-85-7282-778-2

Observa-se que, neste período, tivemos a entrada de um Sistema Frontal, onde se desencadeou o início da formação de um corredor de umidade (dia 12), que tinha seu direcionamento SW – SE, saindo da região amazônica e seguindo pelo centro do pais. A pressão atmosférica se destacou, sendo que seu comportamento médio ficou em 949,7, fazendo com que a temperatura oscilasse entre 21ºC a 32ºC, mínima e máxima respectivamente. Neste dia 12 tivemos uma precipitação 9,6 mm, com a umidade relativa do ar atingindo 94% de máxima.

No dia 13, o comportamento da pressão atmosférica e temperatura mínima e máxima não teve aumento significativo, porém a precipitação aumentou para 16,2 mm. No dia 14 tivemos um aumento significativo de precipitação, atingindo os 66 mm. Destaque deve ser feito pelo aumento da umidade relativa do ar que chegou em seu máximo 98%.

O ápice deste fenômeno ocorreu no dia 16, como pode ser observado na Figura 3, com uma precipitação de 144,2 mm em 24h. Porém tivemos 86,2 mm ocorrendo em apenas 4h. A temperatura mínima teve uma queda (19,9ºC). Neste dia a cidade de Ituiutaba sofreu vários danos por causa da intensa precipitação, alagamentos na Avenida João Dib (um córrego canalizado) e Avenida 17. Alguns bairros como o Canaã tiveram a enxurrada causando transtornos para a população. Enfim, os impactos que ocorram têm a ver também com o mal planejamento da área urbana da cidade, onde existem poucos bueiros e, na maioria das vezes estão entupidos por entulhos lançados pela própria população.

Outro aspecto importante a se destacar é a falta da Defesa Civil na cidade, onde não se tem uma preocupação voltada para a relação urbanização e precipitações intensas. A cidade, por enquanto possui apenas alagamentos, porém com o passar do tempo, se não for observado o planejamento adequado, as enchentes e inundações podem se iminentes na cidade de Ituiutaba.

ISBN: 978-85-7282-778-2

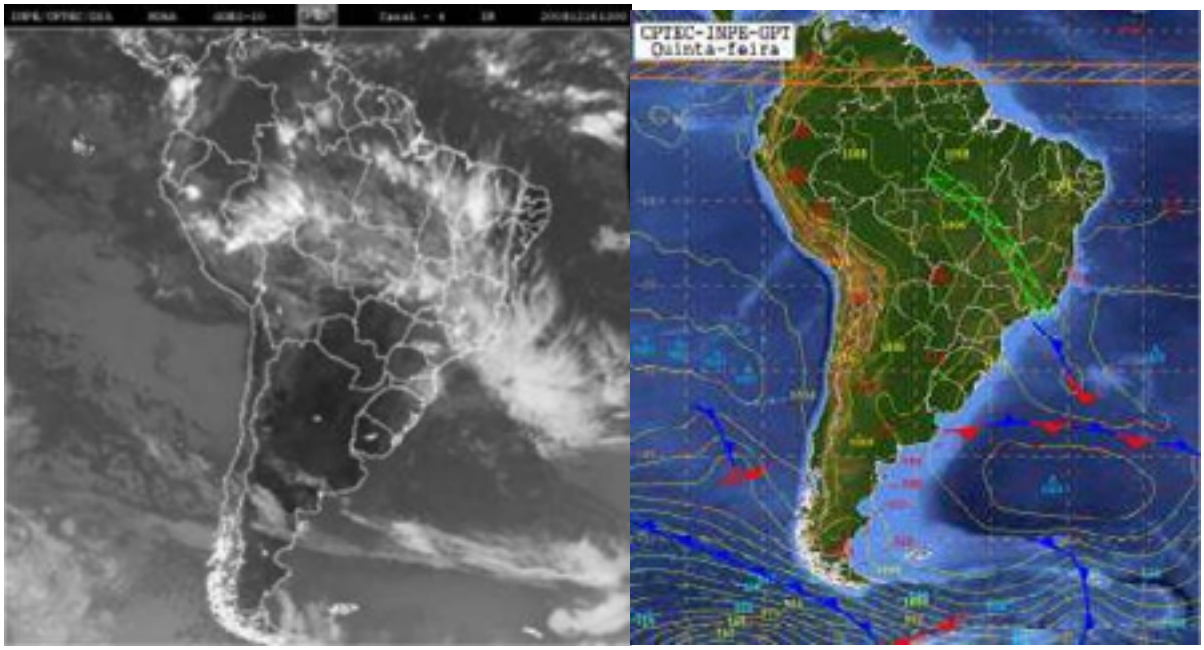


Figura 3: Imagem de Satélite e Carta Sinótica (dia 16/12/2008)
Fonte: INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais)

4. Considerações Finais

A análise dos resultados obtidos, na presente pesquisa, permitiu verificar o ritmo das variáveis climáticas. Observou-se na análise do mês de dezembro de 2008, que as analises das precipitações intensas tem que ser mais estudadas para a cidade de Ituiutaba, pois se conhecendo estes fenomenos fica mais facil projetar politicas publica para o município.

Observou-se também, que o problema em relação aos impactos negativos causados pelas chuvas é também devido a problemas estruturais, tais como boeiros entupidos, falta de rede de drenagem em alguns bairros e falta de um planejamento mais eficaz para a cidade de Ituutaba.

Enfim, a abordagem rítmica e dinâmica do clima, introduzida pela Climatologia Geográfica Brasileira, é de suma importância para o entendimento da relação dos fenômenos atmosféricos o espaço urbano, tornando-se o maior desafio da Climatologia nos dias atuais.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Por isso, a necessidade de cada vez mais trabalhos serem desenvolvidos nesta área, para que seja possível desenvolver políticas públicas cada vez mais eficazes, no intuito de minimizar os impactos do clima na vida cotidiana da população.

Referências Bibliográficas

AB'SABER, A. N.; COSTA J. M. Contribuição ao estudo do Sudoeste Goiano. In: **Boletim Paulista de Geografia.** São Paulo: V.4, n.2. p 3-26. Disponível em: < http://www.agb.org.br/publicacoes/index.php/boletim-paulista/article/view/1402/1260>. Acesso em: 06 dez. 2018.

BORSATO, V. da A. **A dinâmica climática do Brasil e massas de ares.** 1 ed. p. 184. Curitiba, PR: CRV, 2016.

CARVALHO, L. M. V.; et al. **Extreme Precipitation Events in Southeastern South America and Large-Scale Convective Patterns in the South Atlantic Convergence Zone.** Journal of Climate 15: 2377-2394. 2002. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/e09a/6bb6db55ac5b1d9f5938e53fb08a29dcf210.pdf>. Acesso em: 06 dez. 2018.

INMET. **Estações Automáticas**. Disponível em: <www.inmet.gov.br>. Acesso em: 25 nov. 2018.

INPE/CPTEC. **Boletim Técnico**. Disponível em: <http://tempo.cptec.inpe.br/boletimtecnico/pt>. Acesso em: 08 dez. 2018.

KODAMA, Y. Large-scale common features of subtropical precipitation zones, (the Baiu frontal zone, the SPCZ, and SACZ) Part I: Characteristics of subtropical frontal zones. **Journal Meteorological of the Society Japan**, v. 70, n. 4, p. 813-836, 1992. Disponível em: < https://www.jstage.jst.go.jp/article/jmsj1965/70/4/70_4_813/_article>. Acesso em: 05 dez. 2018.

KRISHNAMURTI, T. N.; KANAMITSU, M.; KOSS, W. J.; LEE, J. D. Tropical east-west circulation during the Northern Winter. **Journal of the Atmospheric Sciences**, v. 30, p. 780787, July 1973. Disponível em: < http://journals.ametsoc.org/doi/abs/10.1175/15200469%281973%29030%3C0780%3ATECDTN%3E2.0.CO%3B2>. Acesso em: 05 dez. 2018.

MONTEIRO, C. A. F. **Análise Rítmica em Climatologia:** Problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de Trabalho, USP – IG – Climatologia 01 – São Paulo – SP. 1971.

QUADRO, M. F. L. de. **Estudo de episódios de Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) sobre a América do Sul**. 1994. 124 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Meteorologia, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1993.

QUEIROZ, A. T.; COSTA, R. A. Caracterização e variabilidade climática em séries de temperatura, umidade relativa do ar e precipitação em Ituiutaba – MG. **Caminhos de Geografia**, v. 13, n. 43, p. 346-357, 2012. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/viewFile/19555/10537>. Acesso em: 06 dez. 2018.

STRETEN, N. A. Some Characteristics of Satellite-Observed Bands Of Persistent Cloudiness Over the Southern Hemisphere. **Mon. Wea. Rev**., 101, 486–495. 1973. Dispnível em: < http://journals.ametsoc.org/doi/abs/10.1175/15200493%281973%29101%3C0486%3ASCOSBO%3E2.3.CO%3B2>. Acesso em: 05 dez. 2018.

TALJAARD, J. J. The clouds bands of the South Pacific and Atlantic Oceans. **Meteorological Monographs**, v. 13, p. 189-192, Nov. 1972.

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

CONDIÇÕES CLIMÁTICAS E A FREQUÊNCIA DOS CASOS DE DENGUE EM MANAUS-AM

Marcela Beleza de Castro [(a)], Rayane Brito de Almeida[(a)], Rebeca Teixeira Dantas

[(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 Geografia, Universiade Federal do Amazonas (PPGEOG-UFAM), rtd.geo@uea.edu.br

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais.

Resumo/

Este estudo objetivou analisar as condições climáticas e as situações de risco e vulnerabilidade no desenvolvimento da dengue em Manaus durante a epidêmia de 2011. Foi realizado um levantamento bibliográfico, coleta das notificações diárias e mensais de dengue e dos dados climáticos e, por fim, a identificação de áreas em situação de risco e vulnerabilidade. A análise foi realizada conforme o Sistema Clima Urbano, com ênfase ao canal termodinâmico e hidrometeórico e na abordagem socioambiental urbana de Mendonça (2001, 2004, 2010). Este estudo constatou que as maiores ocorrências de dengue culminaram a tipos de tempos específicos (27 e 32 °C a máxima, 25 e 28 °C a média, mínima de 22 e 25 °C, umidade acima de 70%, chuvas diárias distribuídas de até 10mm). Soma-se a isso, outro fator crítico que diferencia as estruturas socioespaciais, como a deficiência e precarização dos serviços de sanamento ambiental e de saúde.

Palavras chave: Manaus, Dengue, Risco, Vulnerabilidade.

1. Introdução

O impacto da variabilidade climática na saúde humana varia no tempo e no espaço, sendo maiores na população com menor poder aquisitivo e acesso a serviços públicos de sáude. Segundo Silva (2014, p.3), "a variabilidade climática modifica a dinâmica das doenças, principalmente no caso de regiões como a Amazônia, sujeita a variações sazonais do volume de chuvas e alagamentos, agravados pelas condições de saneamento inadequadas."

Sorre (1984) em seus estudos sobre a interação entre o meio e a saúde humana destacou a influência de determinados tipos de tempo e elementos climáticos no desenvolvimento de várias doenças, além de introduzir o conceito de complexo patogênico. Haines (2006) discorre sobre os mecanismos no qual o clima pode afetar a saúde humana, este cita as mudanças na temperatura e precipitação na distribuição dos vetores de doenças, como a malária, dengue e doenças diarreicas. Tong (2010) afirma que há relações entre a saúde do ecossistema e a saúde humana. Os ecossistemas são complexos e estão suscetíveis as atividades humanas.

Barcellos *et al* (2015, p.13) acrescenta que "a vulnerabilidade dos grupos sociais às mudanças climáticas é alterada por contextos ambientais, demográficos e tecnológicos. As políticas e as medidas de intervenção precisam considerar essas peculiaridades locais e sua inconstância". Nesse modo, a vulnerabilidade de um grupo social dar-se-á em função do grau de exposição, sensibilidade e capacidade adaptativa frente a um evento climático. O mesmo diz respeito em uma epidemia, onde a capacidade de resposta dos infectados variam mediante ao perfil de saúde, estado imunológico, condições sociais, econômicas, ambientais e políticas de monitoramento.

A caracterização de um evento epidêmico apresenta limites de duração, graus de intensidade e intervalos de acontecimento em uma determinada temporalidade. À exemplo do panorama da dengue no Brasil entre 1990 a 2016, que conforme o Ministério da Saúde (2017), podemos agrupar em dois períodos de sucessivas epidemias. A priori os anos de 1998 (507.715 notificações) e 2002 (696.472 notificações) com registros de mais de quinhentos mil casos de dengue. Posteriormente, os anos de 2010 (1.011.548 notificações), 2013 (1.452.489 notificações), 2016 (1.500.535 notificações) e 2015 (1.688.688 notificações) com registros de mais de um milhão de casos de dengue.

Em relação ao Estado do Amazonas, as maiores epidemias de dengue entre 1990 a 2016, foram registradas nos anos de 1998 (13.894 notificações) e 2001 (19.249 notificações), e nos anos de 2011 (61.986 notificações) e 2013 (17.832 notificações). Das 61.986 notificações para o estado do Amazonas no ano de 2011, 56.196 notificações foram registradas na cidade de Manaus sendo considerada como a maior epidemia já registrada. Conforme a Secretaria de Estado de Saúde do Amazonas (2002) foi registrada a circulação dos três sorotipos do vírus da dengue em Manaus. A reintrodução de sorotipos em áreas anteriormente indenes infere diante a um evento epidêmico. Teixeira, Barreto e Guerra (1999, p.8) destaca a importância de estudos que envolvam fatores sobre a dinamicidade viral, que segundo o autor são "determinantes e condicionantes da produção das infecções no que diz

ISBN: 978-85-7282-778-2

respeito a sua frequência, distribuição e gravidade que se expressam em distintas apresentações epidemiológicas [...].” E, acrescenta que a inter-relação dos fatores envolvidos nesta dinamicidade ocasiona incertezas em diversas áreas científicas no que concerne aos seus condicionantes na configuração do quadro epidemiológico da doença. A epidêmia de dengue em 2011 na cidade de Manaus, conforme o estudo de Portela (2012, p.7), afirma que no primeiro trimestre de 1998 os primeiros casos de dengue foram devido ao sorotipo DEN-1, no ano de 2001 temos o DEN-1 e DEN-2 como sorotipos circulantes “adquirindo caráter endêmico com aumento da incidência nos períodos chuvosos”. No ano de 2002 temos o isolamento do sorotipo DEN-3 em Manaus, onde:

> O DENV-4 foi isolado pela primeira vez em Manaus em três casos autóctones no ano de 2008, não ocasionando epidemia, indicando que o DENV-4 tem circulado em Manaus desde então. Em 2011 foram identificados 137 infecção, sendo 121 monoinfecções, sendo 51 com DENV-2, 31 com DENV-4, 22 com DENV-3 e 17 com DENV-1. Dos 16 coinfectados, 6 tinham DENV-4 e DENV-3, 5 tinham DENV-4 e DENV-1, 3 tinham DENV-1 e DENV-2 e 2 tinham DENV-2 e DENV-3.

Nesse sentido, este estudo objetivou analisar as condições climáticas e as situações de risco e vulnerabilidade no desenvolvimento da dengue em Manaus durante a epidemia de 2011.

2. Materiais e métodos

2.1 Unidade Espacial de Análise

Este estudo teve como unidade espacial de análise a cidade de Manaus, composta por 63 bairros e dividida em seis zonas administrativas. A evolução da paisagem urbana de Manaus foi radicalmente transformada, Schweickardt (2015, p.143) cita que as “intervenções radicais tiveram como grande desafio as características geográficas da cidade e as consequências para a saúde pública”. Beleza (2015) acrescenta que essa expansão urbana esteva aliada a uma infraestrutura precária, no qual, desencadeou problemas de ordem social e ambiental. No ano de 1984 (Figura 1A), aglomerado urbano se concentrava no arco oeste e sul. Em 2011 (Figura 1B), o adensamento urbano foi se intensificando em direção a áreas verdes florestadas ao norte e nordeste.

Figura 1: Mosaico referente à evolução da expansão urbana entre 1984 a 2011.
Fonte: Catálogo de imagens do INPE, 2017. Org. Autores, 2018.

ISBN: 978-85-7282-778-2

2.2 Dados e Procedimentos

Para compreender a variabilidade das condições climáticas no desenvolvimento da dengue e sua socioespacialidade no contexto urbano de Manaus, foi realizado um levantamento bibliográfico acerca dos condicionantes socioambientais, processo saúde-doença, risco climático e vulnerabilidade. Posteriormente, houve a coleta e agregação das notificações diárias e mensais de dengue, obtidos na Secretária Municipal de Saúde (SEMSA), coleta e agregação dos dados climáticos diários de chuvas, temperaturas do ar e umidade, obtidos no Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e, por fim, a identificação de áreas vulneráveis nos bairros com maiores registros de dengue em Manaus no ano de 2011, utilizando o Software Google Earth Pro. Com uso de técnicas de pesquisa utilizadas, foram construídos gráficos, mapas e diagramas.

2.3 Plano de análise

Os resultados obtidos foram analisados conforme o Sistema Clima Urbano (MONTEIRO, 1976), com ênfase ao canal termodinâmico e hidrometeórico. Segundo Fialho (2011, p.189), o canal termodinâmico possui o tratamento do clima de forma integrada, onde "este canal se desenvolve a partir da co-participação natureza-homem e perpassa por toda a estrutura do S.C.U., sendo por isso de fundamental relevância." E, acrescenta que o canal hidrometeórico "são abordados fenômenos como tempestades, furacões, aguaceiros e outros, que, ao atingirem intensidades elevadas, são capazes de comprometer a integridade física e social da cidade." A análise do fato urbano de Manaus se fundamentou nos estudos de Mendonça (2001, 2004, 2010) quando aborda o risco e vulnerabilidade socioambientais urbanas, de natureza climática nos centros urbanos.

3. Resultados e discussões

3.1 Condições climáticas e os casos de dengue

A Figura 2 corresponde à relação das condições climáticas (chuva, temperaturas do e umidade) em escala diária com as notificações de dengue no ano de 2011, o intervalo de tempo estabelecido entre os elementos climáticos e as notificações foi baseado no ciclo de desenvolvimento do *Aedes aegypti* (sete dias).

No que se refere à relação das condições climáticas e casos de dengue no primeiro semestre do ano de 2011, foi identificado que a temperatura média foi de 26 °C, a média da temperatura máxima foi 31 °C e a mínima 24 °C entre janeiro e junho. A amplitude térmica alcançou 10 °C, sendo mais evidenciada em janeiro a abril, a partir de maio as temperaturas apresentaram pouca variabilidade e elevação em maio e junho. A umidade relativa apresentou variações entre 70 e 97% e média de 82%, sendo mais baixas (60 e 90%) nos meses de maio e junho.

ISBN: 978-85-7282-778-2

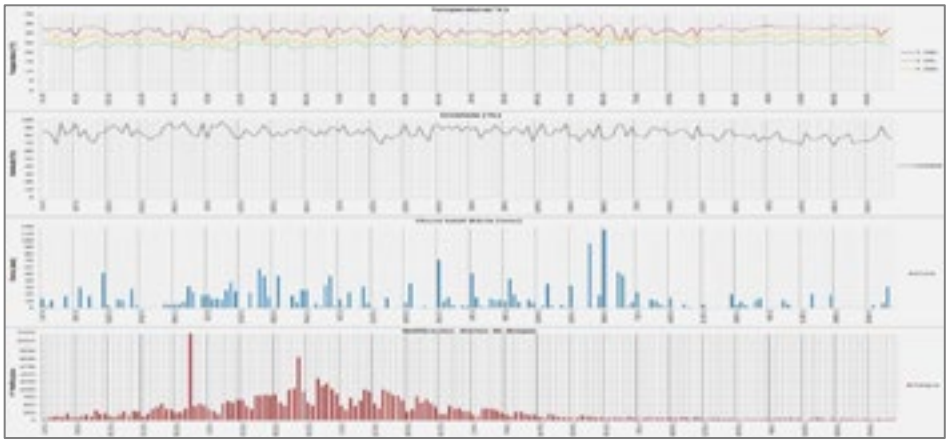


Figura 2: Relação das condições climáticas (chuva, temperatura do ar e umidade) com as notificações de dengue no primeiro semestre (janeiro a junho) do ano de 2011. Fonte: Inmet, 2017; Semsa, 2017. Org. Autores, 2018.

As chuvas ocorreram de forma distribuída a cada dois dias de intervalos com picos de 10 a 50 mm no mês de janeiro, todavia, as chuvas de fevereiro apresentaram concentrações de 5 e 40 mm nas duas primeiras semanas, nas semanas posteriores do mês ocorreram picos de 20 e 60 mm e apenas dois dias sem nenhum mm de chuva. Nas semanas de março e abril, ocorreram mais picos acima de 100 mm, com intervalo até de três dias até a ocorrência de outro pico chuvoso, o que pode ser identificado na terceira e quarta semana de março e abril. As chuvas em maio e junho alcançaram no máximo 30 mm, as chuvas ocorreram de forma mais distribuídas e com intervalo de uma semana até o próximo registro de chuva.

Em relação às notificações de dengue, estas apresentaram um comportamento crescente até a concretização de picos, por exemplo, na primeira semana de fevereiro, ocorreram mais de 7.000 notificações em um dia, posteriormente os casos de dengue voltaram a ser registrados de forma crescente entre 500 e 1000 notificações. Novamente na quarta semana de fevereiro ocorreu um pico de mais de 2000 notificações em apenas um dia, e na primeira semana de março, as notificações ainda ocorreram de forma crescente e a partir da última semana de março a junho, os casos de dengue apresentaram um decréscimo no quantitativo de notificações.

Em relação às condições climáticas e casos de dengue no segundo semestre do ano de 2011 (Figura 3), o comportamento da temperatura neste período, a variabilidade foi pouca nos meses entre julho a outubro. Somente nos meses novembro e dezembro as temperaturas voltam a apresentar maior variabilidade, isso devido ao período de transição para o inverno amazônico (período chuvoso).

ISBN: 978-85-7282-778-2

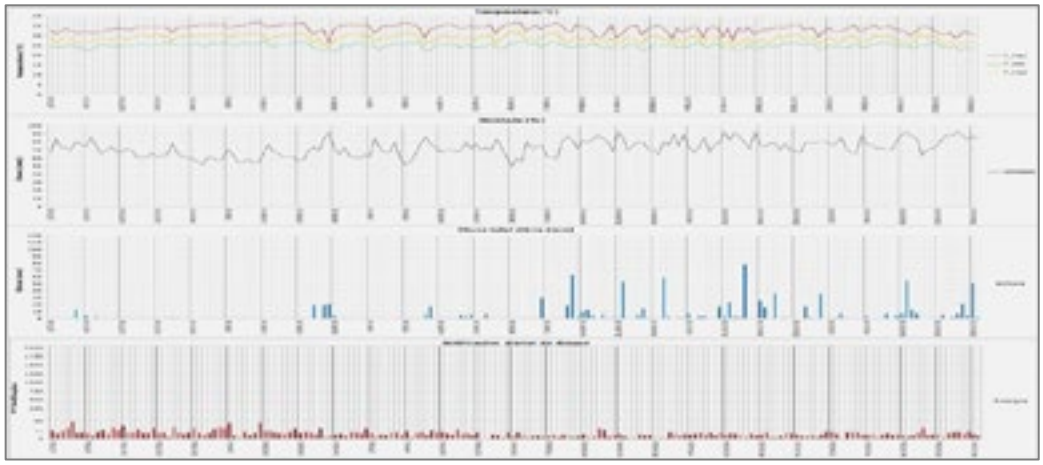


Figura 3: Relação das condições climáticas (chuva, temperatura do ar e umidade) com as notificações de dengue no segundo semestre (julho a dezembro) do ano de 2011. Fonte: Inmet, 2017; Semsa, 2017. Org. Autores, 2018.

O comportamento dos valores da umidade também apresentou uma ritmicidade acompanhada pelas temperaturas, entre os meses julho a outubro a variação ocorreu entre 50 e 90% de umidade, sendo mais intenso na terceira e quarta semana de julho e primeira e segunda semana de outubro, sendo 50 e 78% os valores mais baixos registrados. A umidade aumenta novamente nos meses novembro e dezembro. O total em milímetros apresentou poucos registros, sendo chuvas de até 20 mm na primeira semana de julho, posteriormente na última semana de agosto e novamente na segunda semana de setembro, com intervalo de até cinco semanas. As chuvas voltam a aumentar a partir da segunda semana de outubro, com picos de 63 mm nos meses novembro e dezembro e concomitantemente a apresentar sucessivos picos e pouco intervalo de dias sem chuva.

Os casos de dengue neste período foram inferiores se comparados ao período chuvoso evidenciado na Figura 3. As notificações de dengue foram abaixo de 50 casos, sendo os maiores quantitativos na primeira semana de julho e segunda semana de agosto. Com base nas figuras 3 e 4, foi identificada uma relação na periodicidade das notificações de dengue com as chuvas concentradas de 10 mm a 60 mm, mas distribuídas temporalmente, por exemplo, ao longo do mês de fevereiro se concentraram chuvas de 10 e 60 mm bem como as maiores notificações de dengue. Todavia, a ocorrência de sucessivos picos de chuva ou vários dias sem mm de chuva não foram benéficos para o desenvolvimento e reprodução do vetor, e o número de notificações decresceram posteriormente a este tipo de comportamento pluviométrico, por exemplo, as duas últimas semanas de abril ocorreram sucessivos picos e posteriormente a diminuição das notificações. No mês de maio e junho o intervalo de ocorrência de chuvas eram 4 a 7 dias sem chuva, o que também não foi benéfico para o vetor, tendo em seguida poucos registros de dengue.

Em relação ao comportamento da temperatura com a dengue, estas não podem ser tão elevadas, pois infere no ciclo de desenvolvimento do vetor, mais especificamente, no aceleramento ou retardamento deste. Assim corrobora Tauil (2015, p.1) quando diz que a

intensificação do combate ao *Aedes aegypti* deve ser em "períodos de baixa temperatura e pouca umidade já que abaixo de 25 ºC, as larvas do mosquito se desenvolvem mais lentamente, e consequentemente sua população diminui e o número de casos de doenças também".

Nesse contexto, foi identificado que se estiverem entre 27 e 32 °C a máxima, 25 e 28 °C a média, mínima de 22 e 25 °C e umidade acima de 70%, estas são benéficas ao vetor. Esses contextos climáticos que segundo Gomes (2011, p.46), em seu estudo sobre a análise espacial e temporal da relação entre dengue e variáveis meteorológicas na cidade do Rio de Janeiro constatou que "a incidência de casos de dengue flutua com as condições climáticas, estando associada ao aumento da temperatura e da pluviosidade. Estas condições favorecem o aumento do número de criadouros disponíveis, assim como o desenvolvimento do vetor."

3.2 Distribuição espaço-temporal da dengue

A construção do mosaico sobre a distribuição mensal dos casos de dengue se subdividiu em dois momentos distintos, diante os maiores registros de dengue nos períodos configurados como inverno amazônico (novembro a maio) e de estiagem (julho a outubro). O mapeamento dos casos de dengue foi realizado por bairro, no entanto, não foi possível a identificação de todas as ocorrências da doença, devido à ausência e/ou registro incorreto das informações do paciente/infectado no banco de dados local (SEMSA/MANAUS).

O primeiro semestre do ano foi o que teve mais registro de casos de dengue, especialmente, entre os meses de janeiro a abril (Figura 4). Quanto às áreas com maior ocorrência, podemos citar um arco de risco da doença, principalmente, nas zonas norte e leste da cidade, abrangendo os bairros Cidade Nova, Jorge Teixeira. Cidade de Deus, Nova Cidade, Zumbi, São José do Operário e Tancredo Neves (Figura 4 e 5).

ISBN: 978-85-7282-778-2

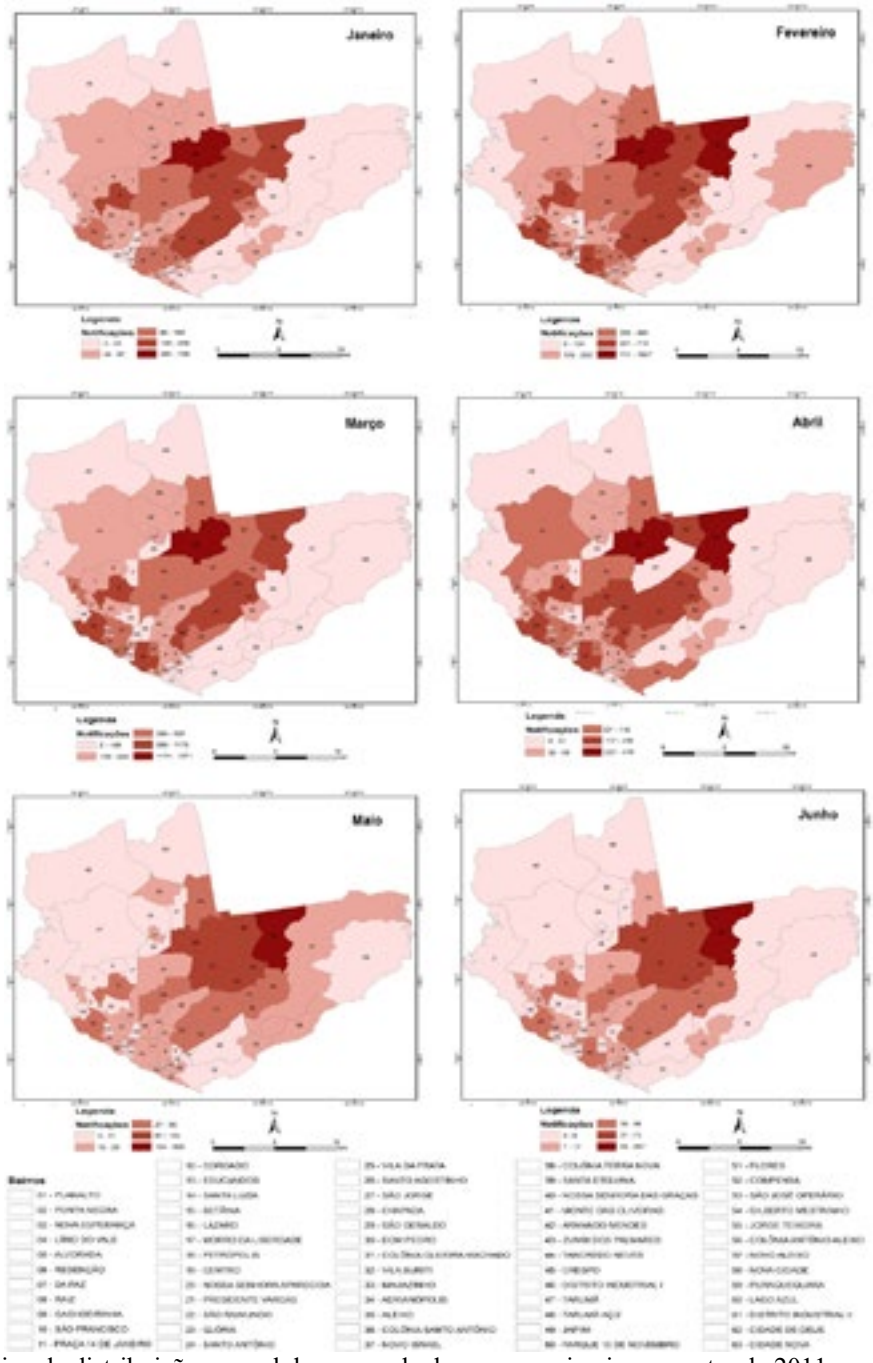


Figura 4: Mosaico da distribuição mensal dos casos de dengue no primeiro semestre de 2011 em Manaus. Fonte: Semsa, 2017. Org. Autores, 2018.

ISBN: 978-85-7282-778-2

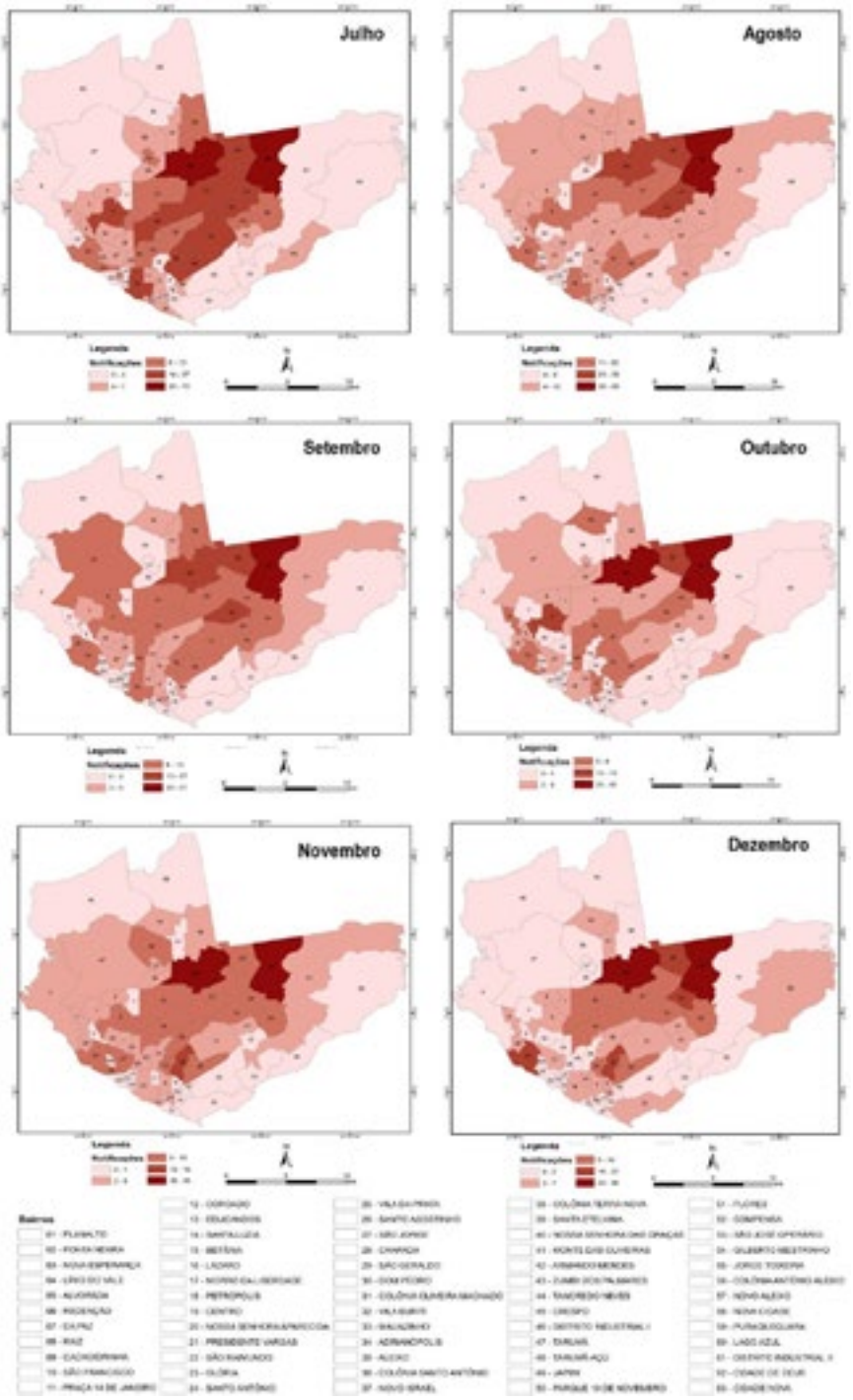


Figura 5: Mosaico da distribuição mensal dos casos de dengue no segundo semestre de 2011 em Manaus. Fonte: Semsa, 2017. Org. Autores, 2018.

ISBN: 978-85-7282-778-2

3.3 Áreas vulneráveis ao risco de dengue

A Figuras 6 explicita os ambientes vulneráveis e com alta potencialidade de criadouros do *Aedes aegypti* em Manaus. Este estudo selecionou quatro bairros com os maiores registros e frequências dos casos de dengue, entre eles Cidade Nova, Cidade de Deus, Jorge Teixeira e São José do Operário. A caracterização das suas socioespacialidades é primordial, pois infere no processo de planejamento e gestão de riscos, neste caso, o epidemiológico. A identificação da vulnerabilidade socioambiental nesses bairros revelaram algumas semelhanças entre si, entre os quais, a maioria do acúmulo de resíduos sólidos foi identificada nos finais de rua e/ou esquinas, concretizados na forma de "lixeiras viciadas", a presença de estoque e armazenamento de materiais de construção e água de modo irregular, utilização de "lonas" na cobertura de casas e materiais servindo como criadouro, despejo de águas servidas na parte frontal das casas e, principalmente o uso de "pallet" de plástico na demarcação de moradia, especialmente, em ocupações informais.

Nesse sentido, observou-se uma interação entre território e risco, especificamente, no desenvolvimento de doenças em sua totalidade. As áreas vulneráveis ao risco de dengue explicitaram alguns conflitos e contradições da sociedade, no que se referem as suas infraestruturas, relações de poder e do modo da produção dos seus espaços.

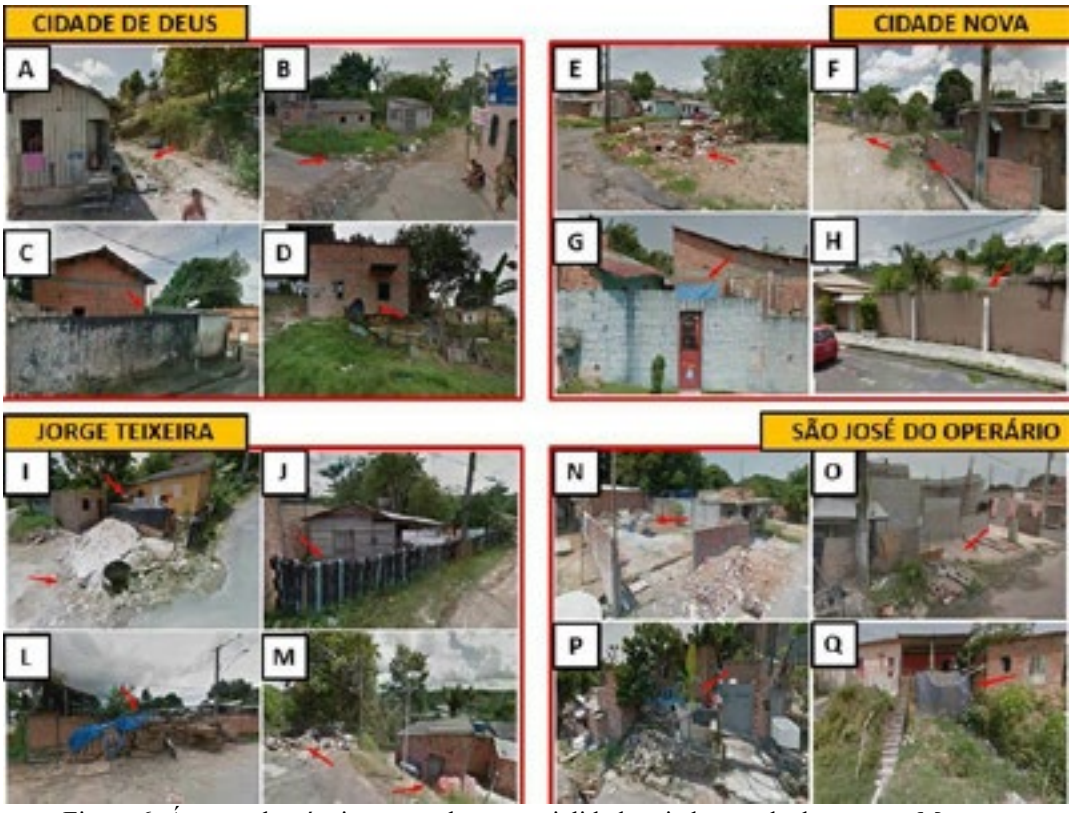


Figura 6: Áreas vulneráveis e com alta potencialidade criadouros da dengue em Manaus.
Fonte: Google Earth Pro, 2017. Org. Autores, 2018.

ISBN: 978-85-7282-778-2

4. Conclusão

Diante dos contextos socioespaciais, climáticos e epidemiológicos, este estudo identificou que as maiores ocorrências de dengue culminaram a tipos de tempos específicos (27 e 32 °C a máxima, 25 e 28 °C a média, mínima de 22 e 25 °C, umidade acima de 70%, chuvas diárias distribuídas de até 10mm). O fato de muitas decisões não considerarem a pluralidade do processo-saúde doença em sua totalidade, culminam na reprodução de áreas de risco a saúde e, concomitante em seu planejamento e gestão do risco epidemiológico.

Agradecimentos

À Secretaria Municipal de Saúde (SEMSA), por ter cedido os dados das ocorrências de dengue e à Universidade Federal do Amazonas (UFAM), por ceder-nos toda estrutura necessária.

Referências bibliográficas

BELEZA, M.C. Clima urbano e a dengue em Manaus-AM. In: IV Congresso de Iniciação Científica do Inpa- CONIC. Editora INPA. 2015. Resumos Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. 2015. p.1-4.

FIALHO, E.D. Clima urbano. Geografares., [S.I.], dez. p. 1-7, 2011.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Dados diários da estação automática. Manaus. 2017.

HAINES *et al* (2006). Climate change and human health: Impacts, vulnerability and public health. Public Health. v.120, p.585–596, 2006.

MENDONÇA. Abordagem interdisciplinar da problemática ambiental urbano-metropolitana: esboço metodológico da experiência do doutorado em MA&D* da UFPR sobre a RMC – Região Metropolitana de Curitiba. Revista de Meio Ambiente e Desenvolvimento – Cidade e Ambiente Urbano, Curitiba, n.3, p.79-95, 2001.

MENDONÇA, F. Riscos e vulnerabilidade e abordagem socioambiental urbana: uma reflexão a partir da RMM de Curitiba. Desenvolvimento e Meio Ambiente, Editora UFPR, n.10, p. 139-148, 2004.

MENDONÇA, F. M. Riscos e vulnerabilidades socioambientais urbanos: a contingência climática. Revista Mercator, América do Norte, v.9, número especial (1), p.153-163, 2010.

MONTEIRO, C.A.F. Teoria e Clima Urbano. São Paulo: IGEOC-USP, 1976. 181 p.

PREFEITURA DE MANAUS, 2010. Lei nº 1.401, de 14 de janeiro de 2010.

PIGNATTI, M. G. Saúde e Ambiente: as doenças emergentes no Brasil. Ambiente. Soc. Campinas, v. 7, n. 1, p. 133-147, 2004.

PORTELA, C. S. Aspectos clínicos da infecção pelo vírus dengue sorotipo 4 durante a epidemia de 2011 em Manaus, Amazonas. 2013. 44 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado do Amazonas. Manaus, 2013.

SILVA, D. R. X. Variabilidade climática, vulnerabilidade ambiental e saúde: os níveis do rio Negro e as doenças relacionadas à água em Manaus. 2014. 135 f. Dissertação de mestrado – Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca. Rio de Janeiro, 2014.

MEGALE, J. F. Max Sorre. São Paulo: Ática (Coleção Grandes Cientistas Sociais, n. 46), 1984. 192 p.

SEMSA. Secretaria Municipal de Saúde. Notificações de dengue por endereçamento. Manaus. 2017.

SUSAM. Secretaria de Estado da Saúde do Amazonas. Informe epidemiológico de dengue. Manaus: Departamento de Vigilância em Saúde. Ano II nº 2. 2002.

SCHWEICKARDT, J.C. O Urbano e a Saúde Pública em Manaus, 1890-1930. In: Sustentabilidade, ambiente e saúde na cidade de Manaus. Organização de Carlos Machado de Freitas Luiz Giatti. Manaus:Edua, Editora Fiocruz, 2015. p.29-48.

TEIXEIRA, M. G.; BARRETO, M. L.;GUERRA, Z. Epidemiologia e Medidas de Prevenção do Dengue. Informe Epidemiológico do SUS 1999, v.8(4), p.5-33,1999.

TONG *et al* . Assessing the Vulnerability of Eco-Environmental Health to Climate Change. Int. J. Environ. Res. Public Health . v.7, p.546-564, 2010.

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

CONTAGEM DE PARTÍCULAS EM PRAÇA PÚBLICA DE ABREU E LIMA-PE

Tamires Gabryele de Lima Mendes [(a)], Nivaldo Lemos de Souza [(b)] Lillian Souza dos Anjos [(c)] Ranyére Silva Nóbrega [(d)]

[(a)]Departamento de Ciências Geográficas-DCG Mestranda, UFPE, tamires25lima@hotmail.com

[(b)]Departamento de Ciências Geográficas-DCG Mestrando, UFPE,nivaldolemosgeo@gmail.com

[(c)] Departamento de Ciências Geográficas- DCG Graduanda, UFPE,lilinsajs4004@gmail.com

[(d)] Departamento de Ciências Geográficas Docente, UFPE, ranyere.nobrega@yahoo.com.br

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo/

A poluição do ar tem levado a uma série de consequências para a saúde do homem. A preocupação com o crescente aumento nas emissões de poluentes na atmosfera, pelo aumento da frota de veículos, tem contribuído para com a concentração de poluentes como o material particulado em suspensão na atmosfera, ocasionando impactos a qualidade do ar e colocando em risco a saúde da população. O objetivo desta pesquisa é detectar partículas em uma Praça pública na cidade de Abreu e Lima-PE. Foram captadas através de um contator de partículas, no qual o paramêtro foi à própria escala do equipamento. Os resultados obtidos revelam que no turno da manhã e noite apresentam diminuição nas partículas, enquanto a tarde existe um aumento. A identificação de locais propícios a poluição do ar é necessária para reforçar a consciência ambiental e para uma melhor qualidade de vida.

Palavras chave: Clima urbano, poluição do ar, material particulado.

1. Introdução

O processo de urbanização e industrialização se intensificaram em muitas regiões do país, trazendo efeitos em diversos setores, com destaque para a poluição do ar que tem colocado em risco a qualidade de vida da população em áreas urbanas. A poluição atmosférica ocorre com mais intensidade nos grandes centros urbanos, que afeta diretamente a qualidade do ar, transformando-se numa das mais graves ameaças à qualidade de vida para população (Teixeira, 2008).

A poluição atmosférica vem crescendo e se tornando um problema no centro urbano, causando impacto na qualidade de vida das populações. A intensificação da urbanização e a industrialização acabam aumentando as concentrações de poluentes na atmosfera. Em algumas áreas ocorrem níveis de tráfego intenso, aumento crescente de poluição com grande concentração de pessoas e causando maior dano à saúde da população.

A ampliação da frota de veículos, integrados a fatores meteorológicos como: a temperatura do ar, pressão e umidade, têm cooperado para a concentração de poluentes em suspensão na atmosfera, gerando um clima urbano poluído, que pode causar diversos tipos de doenças aos habitantes. A dinâmica de vida nas cidades brasileiras, principalmente nos núcleos urbanos mais adensados, pouco mais de 84% da população brasileira é urbana (IBGE, 2010). Assim exigindo maior utilização de veículos automotores como meio de transporte.

O setor de transportes é o que mais consome combustíveis fósseis, e o maior emissor de gases de poluentes como óxidos de nitrogênio, óxidos de enxofre, ozônio e compostos fotoquímicos, compostos orgânicos voláteis e semivoláteis e o material particulado em forma sedimentável, em suspensão, inalável e respirável (VASCONCELLOS, 2006). A poluição atmosférica pode ser causada por fontes fixas ou fontes estacionárias, dependendo dos processos que liberam os poluentes no ar.

ISBN: 978-85-7282-778-2

A qualidade do ar aponta descobertas dos efeitos causados pelos poluentes da atmosfera sobre a saúde humana. A poluição atmosférica é apontada como causa de morte por doenças cardiorrespiratórias e câncer de pulmão (POPE et al, 2002). A proximidade das emissões veiculares com a população dos centros urbanos agrava seus efeitos patológicos. A contaminação atmosférica é um problema urbano relacionado à questão de saúde pública.

Altos níveis de poluição do ar são responsáveis por doenças respiratórias e cardíacas na população, assim como colaboram para a deterioração da vegetação e das construções nas cidades (SANTOS, 2015). A qualidade do ar em uma metrópole vai ter grande impacto na saúde no viés de climatologia e saúde pública. Qualquer fator diretamente relacionado à saúde da população é um bem-estar social e econômico.

Desta forma esse artigo tem como objetivo a aplicação de uma metodologia para a poluição do ar através do material particulado na Praça de São José e com isso analisar os efeitos desse poluente na qualidade de vida dos usuários da praça.

2. Materiais e Métodos

A metodologia desse trabalho consistiu em uma revisão bibliográfica sobre a temática, obtenção de dados de material particulado, temperatura do ar e umidade. A partir do uso do equipamento medidor de partículas na Praça de São João. Para o presente estudo foi selecionado o município de Abreu e Lima (figura 01) que está localizado na mesorregião Metropolitana e na Microrregião Recife do Estado de Pernambuco (CPRM,2005). O acesso é feito pela BR-101 norte que passa no centro da Cidade. Considerando o clima, a RMR está situada na faixa intertropical (CORRÊA, 2006), no qual essa cidade tem o clima do tipo Tropical chuvoso com verão seco.

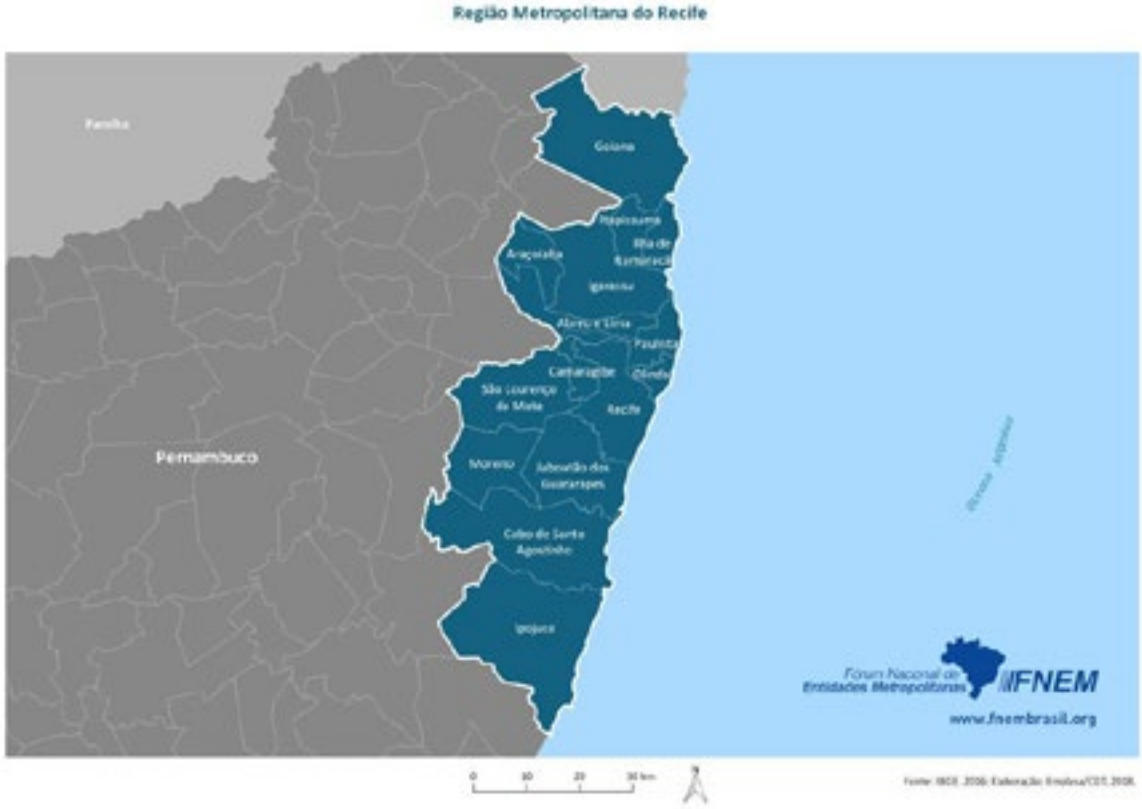


Figura 01 – Localização da área de estudo, destacando a Região Metropolitana do Recife-PE com ênfase a cidade de Abreu e Lima **Fonte:** FNEM(2018).

Para a elaboração do índice de temperatura e umidade, foram utilizados dados de material particulado, temperatura do ar e umidade do equipamento contador de partículas marca DT-9880 de Poluição do Ar. Utilizado para verificações de partículas suspensas no ar (figura 02). Os dados foram coletados no dia 14/11/2018 no turno da manhã, tarde e noite no período correspondente a estação seca de setembro a fevereiro primavera-verão (atlas ambiental da Cidade do Recife, 2000). O equipamento ficou instalado a 1,5 m (figura 02) em relação ao solo considerada ideal por não sofrer forte influência do solo fazendo com que a captação dos dados seja fiel ao ambiente circundante.

Figura 02 – Equipamento e Escala para parâmetro de contagem de partículas.
Fonte: Tamires (2018).

A Praça fica entre a BR - 101 Norte que corta a cidade de Abreu e Lima. Ao seu redor existem imóveis residenciais e de comercio, de pequeno e médio porte.

Tabela 01. Caracterização da Praça São José

Local	Caracterização
Praça São José	-Área com alto fluxo de pessoas e veículos; -Pouca vegetação; -Área residencial e comercial;

Fonte. Tamires Mendes, 2018.

A falta de ampla vegetação reflete no curto tempo que algumas pessoas estão dispostas a ficar na Praça, já que com altas temperaturas e pouco verde, os locais cobertos ou ditos 'agradáveis' ficam praticamente escassos. O turno que os usuários preferem ir é pelo horário da noite, no qual se nota uma quantidade maior de pessoas. Em alguns dias da semana ocorrem atividades aeróbicas no horário da manhã na parte totalmente descoberta da praça e com seu entorno circulando veículos carros, caminhões, ônibus e motos.

Figura 03 – Praça São José **Fonte:** Tamires (2018).

Para a aplicação da quantificação de material em suspensão no ar, foi utilizada a tabela do próprio equipamento, que faz a detecção de partículas, no qual (verde – baixo/ amarelo- moderado/ vermelho- alto). A utilização dessa contagem visa uma possibilidade de parâmetro para informar as concentrações no local, que podem afetar a saúde e o bem-estar da população na utilização da praça ou em seus arredores. Quanto menor for a partícula é mais prejudicial à saúde. O Material particulado (MP) de espessura mais grossa 10 μm e a mais fina 2,5 μm, é o poluente com mais frequência a causar danos à saúde.

3. Resultados e discussões

Na Praça São José durante o turno da manhã no horário das 09:00 hs a temperatura estava elevada com 33° C e a umidade baixa com 59%. Esse horário é grande a

movimentação de veículos pesados como caminhões e ônibus, que geram mais partículas finas (<2,5 µm) do que os leves, o diâmetro de 0,3 µm (tabela 02) foi o mais elevado de partículas com 1348, no qual são mais danosas à saúde, pois penetram mais profundamente no sistema respiratório, chegando até o pulmão, enquanto que as grossas se depositam mais no sistema respiratório superior. A escala do medidor indicou a cor verde, sendo assim baixa contagem de partículas na praça, mesmo com grande movimentação de veículos.

Tabela 02. Descrição dos dados do turno da manhã.

Diâmetro Das Partículas	0,3	0,5	1,0	2,5	5.0	10	°C 33°C	RH% 59%
Contagem	1348	36	8	10	9	6	-	-

No turno da tarde às 15:30 houve uma mudança tanto na temperatura com 31,2°C que diminuiu e na umidade que aumentou 64,1% (tabela 03). O aumento das partículas em todos os diâmetros nesse horário pode ser explicado na relação de quanto menor a partícula (fumaça de caminhões, ônibus e carros) mais tempo suspensa na atmosfera, menores do que 1 µm podem ficar suspensas por várias semanas (YNOUE et al., 2017).

Tabela 03. Descrição dos dados do turno da tarde.

Diâmetro Das Partículas	0,3	0,5	1,0	2,5	5.0	10	°C 31,2°C	RH% 64,1%
Contagem	5530	358	66	7	2	2	-	-

A escala do medidor indicou a cor amarela, sendo assim mediana a contagem de partículas na praça. Esse horário a frequência de usuários idosos é maior, para a utilização de jogos como domino e dama (figura 04).

Figura 04 – Turno da tarde aglomeração de adultos e idosos para jogos.

Fonte: Tamires (2018).

Os impactos dessa exposição têm sido acentuados e abrangentes, sendo os mais expostos às crianças e os idosos. O uso frequente da praça pode futuramente causar danos a saúde dos idosos, com o acúmulo de poluentes do ar pode provocar afecções agudas e crônicas no trato respiratório como asmas e bronquite.

A praça no turno da noite às 18:00 indica uma diminuição nas variáveis. A temperatura fica entorno de 28,5 °C e a umidade 69,6% (tabela 04). A quantidade de partículas diminui, uma das causas seria a velocidade do vento, que aumenta a dispersão dos poluentes do local. Nesse horário a utilização da praça é movimentada por adultos e crianças (parque infantil).

Tabela 04. Descrição dos dados.

Diâmetro Das Partículas	0,3	0,5	1,0	2,5	5.0	10	°C 28,5°C	RH% 69,6%
Contagem	1578	30	23	4	6	6	-	-

A escala do medidor indicou a cor verde, sendo assim baixa contagem de partículas na praça. Esse horário a frequência de crianças é maior, para a utilização do parque infantil. Como a vulnerabilidade a doenças respiratórias ocorrem mais em crianças e idosos, nesse turno não tem tanto risco a saúde em curto prazo.

4. Considerações finais

O meio urbano acarreta problemas na qualidade de vida do homem em seus diversos aspectos. As variáveis do clima influenciam a dinâmica dos poluentes na atmosfera, então é preciso um foco nos parâmetros meteorológicos, para analisar uma determinada área que sofre com a poluição do ar. O presente artigo tem a pretensão de revisão bibliográfica e a contagem de partículas analisando a detecção de material particulado na Praça. A escala indicou baixa contagem no turno da manhã e noite, sendo assim um horário propício para atividades físicas e recreativas, mas não recomendável, pois quanto mais esforço realizado mais inalação de material particulado.

O horário da tarde é preferível que não se faça atividades físicas e nem recrativas com muita frequência na praça, pois a longo prazo pode causar danos a saúde. Nesse estudo de caso se pode enaltecer como é importante iniciar estudos sobre a poluição do ar, a fim de reconhecer a qualidade do ar, identificar pontos vulneráveis aos poluentes a fim de diminuir danos à saúde, quais problemas está acarretando à saúde da população e a divulgação necessária desses estudos reforçando a consciência ambiental.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Grupo de Estudos em Climatologia Tropical e Eventos Extremos, TROPOCLIMA, e à Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE), pelo apoio financeiro.

Referências Bibliográficas

Atlas Ambiental da Cidade do Recife. Ronald Fernando Albuquerque vasconcelos, onilda gomes bezerra(org). 2000. Recife: Prefeitura da Cidade do Recife/Secretária de planejamento, urbanismo e meio ambiente, 151.: Il.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. **Diagnóstico do município de Abreu e Lima, estado de Pernambuco /** Organizado [por] João de Castro Mascarenhas, Breno Augusto Beltrão, Luiz Carlos de Souza Junior, Manoel Julio da Trindade G. Galvão, Simeones Neri Pereira, Jorge Luiz Fortunato de Miranda. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

CORRÊA, A.C.B. **Contribuição À Análise Do Recife Como Um Geossistema Urbano**. Revista de Geografia. Recife: UFPE DCG/NAPA, v. 23, n0 3, jul/dez. 2006.

TEIXEIRA, E.C. et al., 2008. **Estudo das Emissões de Fontes Móveis na Região Metropolitana de Porto Alegre, Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, RS, Brasil. Quim. Nova 31, 244-248.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Sistema IBGE de Recuperação Eletrônica (SIDRA). 2010. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 06 out. 2017 >. Acesso em: 25 set. 2017

POPE, C. A.; DOCKERY, D. W.; SCHWARTZ, J. Review of Epidemiological Evidence of Health Effects of Particulate Air Pollution. **Inhalation Toxicology**, v. 7, n. 1, p. 1-18, 2002.

SANTOS, A.S. **A poluição atmosférica e o clima urbano: um olhar sobre a inspeção veicular no município de São Paulo**/ André Souza Santo; 2015. Dissertação (Mestrado em geografia) – Pontifícia Universidade Católica- PUC, São Paulo, 2015.

VASCONCELLOS, Eduardo Alcântara de. **Transporte e meio ambiente: conceitos e informações para análise de impactos**. São Paulo: Ed do autor, 2006.

YNOUE, R.Y.; REBOITA M.S, AMBRIZZI, T., SILVA. **Meteorologia: noções básicas**. São Paulo: Oficina de textos, 184p. 2017. ISBN: 978-85-7975-263-6

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

CONTRASTES MICROCLIMÁTICOS ENTRE OS ESPAÇOS URBANOS CENTRAIS DA CIDADE DE SOBRAL: confrontando os dados oficiais e primários

Francisco Gerson Lima Muniz [(a)], Isorlanda Caracristi [(b)]

[(a)] Doutorando em Geografia, Universidade Estadual do Ceará, gersongeo@hotmail.coml
[(b)] Docente curso de Geografia,Universidade Estadual Vale do Acaraú, [icaracristi@hotmail.com]

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

A presente pesquisa tem como objetivo analisar os contrastes de temperatura e umidade relativa do ar, em escala microclimática, confrontando os resultados oficiais (INMET) com dados colhidos em campo em dois pontos no centro urbano da cidade de Sobral (CE), ponderando a interferência de elementos socais urbanos para constituição de um clima local. As transformações urbanas nas últimas décadas implicaram em diversas modificações nos aspectos socioambientais da cidade, umas das mais sentidas, certamente foi o clima, com foco no conforto térmico, desta forma, através das análises dos resultados da coleta em campo e dados oficiais, constatamos que os PCD's registraram resultados acima dos dados oficiais, a intensa dinâmica urbana e alta densidade de construções apresentaram os atributos climáticos mais adversos, ou seja, houve a produção de um clima urbano, com diversos microclimas.

Palavras chave: Clima Urbano, Microclima e Contrastes Térmicos

1. Introdução

As transformações ocorridas à medida que a urbanização avança nas cidades geram uma série de impactos ambientais, perceptíveis principalmente pelos citadinos, "que começam a sentir os efeitos do ambiente construído, sob a forma de acúmulo de calor, dificuldade de dispersão da poluição, ocorrências de inundações" (FREITAS, 2005 p. 17). O processo de transição entre uma paisagem natural para uma paisagem humanizada representa numa reconfiguração do ecossistema natural, e um dos elementos chaves nesta reconfiguração é o clima, e uma vez alterado seu padrão há resultados significantes dentro desse ecossistema, principalmente quando se trata de urbanização.

É na cidade que as transformações no ambiente são mais significativas, pois a urbanização evidencia com maior clareza as modificações atmosféricas, tanto que Monteiro (1990) indica a necessidade de um maior número de estudos sobre o clima urbano.

O município de Sobral (figura 01), onde se situa a área específica da presente pesquisa, vivenciou/vivencia desde a década de 1990 um avanço na urbanização, onde nesse modelo de expansão, privilegiam os aspectos paisagísticos em relação as questões ambientais locais. O município está inserido na Região Noroeste do Estado do Ceará, distante aproximadamente 230 km da capital Fortaleza por via rodoviária. Está localizado em torno das coordenadas de 3º 41’ 10” de latitude (S) e 40º 20’ 59” de longitude (WGr) e possui altimetria média de 70m, inserida dentro das condições ambientais do semiárido.

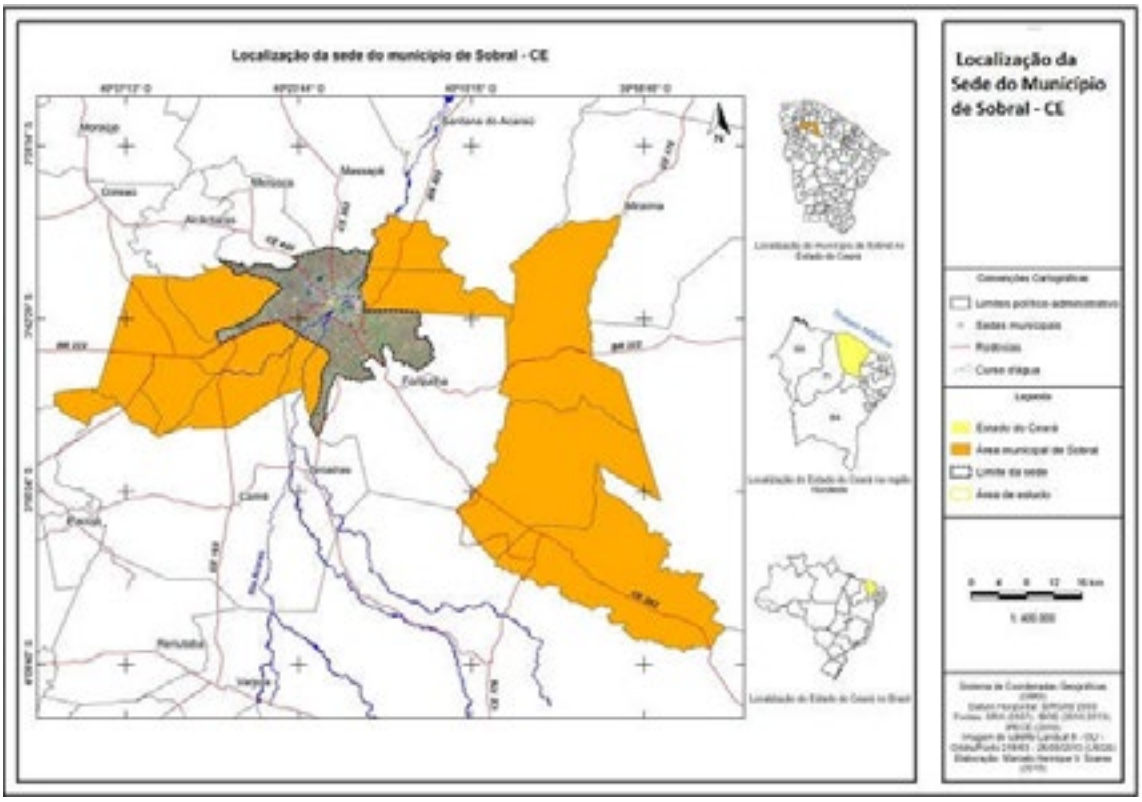


Figura 01: Localização Município de Sobral

Fonte: MUNIZ, F.G.L, 2016

O rápido processo de urbanização que ocorreu no Brasil, o grande êxodo rural a partir da década de 1960 com auge no final da década de 1990 modificaram as características dos fluxos políticos e econômicos, que se dinamizam e houve redirecionamento e reconfiguração das dinâmicas urbanas também para cidades de médio porte, inclusive nas regiões norte e nordeste. Esse redirecionamento/reconfiguração da rede urbana provocou profundas mudanças nas cidades, como a chegada de novos empreendimentos e a atração de grande contingente populacional, porém o desenvolvimento estrutural não acompanhou o ritmo de crescimento socioeconômico, assim, surgem inúmeros problemas socioambientais.

As características acima podem ser atribuídas à cidade de Sobral, e que pode ser completada pelas palavras de MENDONÇA (2003, p.179) que o processo de urbanização brasileiro, "onde uma rede de cidades pequenas, médias, grandes e gigantescas foi rapidamente estabelecida, tendo o papel das cidades de porte médio se realçado muitíssimo na última década, engendrando, inclusive, o conceito de desmetropolização".

As cidades médias passaram a programar o mesmo modelo de desenvolvimento das metrópoles, porém num ritmo mais acelerado de crescimento econômico e populacional, alterando em curto prazo elementos e fatores locais do clima, criando diferentes níveis de fluxo de energia intraurbanos do SCU (MENDONÇA, 2003), expressos nos diversos ambientes (e nas mais variadas paisagens) que constituem a cidade: diferenças microclimáticas observadas entre os bairros, entre as áreas com maior adensamento de construções e as mais arborizadas ou as de expansão urbana ou próximas a rios e lagoas.

Todo esse debate de cidade média é introduzido para realidade do município de Sobral, principalmente, a partir de meados da década de 1990 com a chegada de uma indústria de grande porte, as gestões municipais de Cid Gomes (1997-2000/ 2001-2004), adotando modelo de "modernização" no intuito de crescimento econômico, através da venda de uma

"paisagem moderna" para agregar novos investimentos externos, dentro de uma perspectiva do citymarketing (Holanda, 2005).

Neste contexto, nosso objetivo foi analisar os contrastes de temperatura e umidade relativa do ar, em escala microclimática, confrontando os resultados oficiais (INMET) com dados colhidos em campo em dois pontos no centro urbano da cidade de Sobral, ponderando a interferência de elementos socais urbanos para constituição de um clima local.

Como podemos observar na figura 01, a cidade de Sobral se localiza na Região do Semiárido do Nordeste Brasileiro, onde as altas temperaturas e os baixos índices pluviométricos anuais, condicionam a dinâmica social e ambiental. Tal aspecto aliado aos processos históricos de uso e ocupação, onde o desmatamento sempre prevaleceu, faz com que desenvolver estudos climáticos na escala da vivência cotidiana humana, assuma caráter de grande relevância para recuperação e manutenção da melhoria da qualidade socioambiental. Fato que vem motivando os pesquisadores do Curso de Geografia da Universidade Estadual Vale do Acaraú (UEVA), mas precisamente do Laboratório de Estudos Ambientais (LEA), a se dedicarem na produção de banco de dados sobre o clima da Região do Médio Curso do Rio Acaraú.

Para abranger esta discussão o artigo foi organizado em 4 tópicos. O primeiro, a introdução, diz respeito ao presente tópico composto pelos questionamentos, objetivos da pesquisa, além da localização geográfica da área em estudo. O segundo tópico, traz os procedimentos metodológico, o terceiro, os resultados e discussões e, quarto e último as considerações finais.

2. Materiais e Métodos.

Alicerçada no Sistema de Clima Urbano (S.C.U) proposto por Monteiro (2003), a pesquisa consistiu na coleta de dados climáticos em 2 postos de coletas de dados (PCD) no centro da cidade de Sobral. Os atributos do clima colhidos foram os de temperatura (momentânea, máxima e mínima) e umidade. A coleta foi realizada no dia 06/11/2014,

corresponde à primavera austral e ao período seco do semiárido setentrional do Nordeste Brasileiro (NEB). Para análise dos parâmetros climáticos, trabalhamos as coletas nos horários de 6, 9, 12, 15 e 18 horas, assim "às 6h, há o final da madrugada e o início do aquecimento diurno. Às 9h inicia-se o período de maior aquecimento diurno, que atinge a magnitude entre as 15h e 16h, por conta da máxima emissão de radiação terrestre para a atmosfera" (FREITAS, 2012, p.44). Desta forma, em toda a observação ficam registradas as características climáticas de cada período, necessárias para a compreensão de como o uso e ocupação do solo interferem na distribuição espacial térmica e higrométrica, produzindo assim um sistema de clima urbano.

Aliados a essas coletas em campo, fizemos o acompanhamento dos dados oficiais, disponibilizados nos site do Instituo Nacional de Meteorologia (INMET) para fazermos as correlações dos dados e a geração dos gráficos através de programas de computadores, até chegarmos aos resultados que estão postos a seguir.

A estação automática do INMET em Sobral tem a seguinte nomenclatura: Estação Automática Sobral A306 (Latitude - 03°43'/Longitude - 40°20', Altitude – 110m). Código na OMM (Organização Meteorológica Mundial) é 81754. Esta estação que disponibiliza os dados oficiais para a cidade de Sobral, está situada na zona rural da cidade Sobral, ficando a mais de 6 quilômetros do centro urbano da cidade, e menos de 4 quilômetros do perímetro urbano de Sobral, assim, é preciso considerar que as condições ambientais são bastante diferenciadas das encontradas nos PCD´s da presente pesquisa.

Diante de nosso objetivo, selecionamos 2 pontos estratégicos no centro urbano da cidade de Sobral para confrontarmos com os dados oficias do INMET e compreendermos a atuação dos elementos urbanos na caracterização do clima local. Os dos Postos de coletas de dados foram:

Posto de Coleta Dados (PCD) 01 – De coordenadas 03°41'22'' N e 40°21'02" S, está localizado no Largo da Igreja do Rosário, é a área mais urbanizada da cidade Sobral,

constituindo-se no "*core*" comercial; as vias públicas totalmente pavimentadas, sem vegetação, a paisagem é marcada principalmente pela presença de várias lojas, comércios ambulantes e bancos, impulsionando o fluxo local de pedestres e veículos.

Posto de Coleta Dados (PCD) 02 – De coordenadas, 3°41'31''N e 40°21'21'' S, é um terreno baldio próximo à Universidade Federal do Ceará (UFC), um dos poucos espaços não totalmente construído, com solos expostos não impermeabilizados, localizado na transição centro-periferia, construções em volta, além de via de acesso para hospital de grande porte na região (Santa Casa de Misericórdia de Sobral).

3. Resultados e Discussões

A coleta de dados foi realizada em 06/11/2014, ou seja, na primavera austral, correspondente ao período seco no semiárido nordestino brasileiro, ficando atrás somente do mês de outubro, como mês mais quente no ano. Em média, o mês de novembro, é considerado pela sociedade sobralense como uns dos mais quentes, fazendo parte do popularmente chamado de "BROS", em menção à sílaba final dos últimos quatros meses do ano, os quais possuem as mais altas temperaturas e baixa umidade anuais da Região.

As altas temperaturas e baixas umidades são sentidas pela população em relação ao conforto térmico, sobretudo, quando se trata de um ano anômalo, com a atuação do El Niño-Oscilação Sul (ENOS), onde os elementos climáticos se apresentam desfavoráveis ao conforto térmico humano.

As condições sinóticas do experimento confirmam o que foi revelado pelo comportamento dos elementos climáticos obtidos em campo. As condições de céu limpo foram predominantes no experimento, expressando as características mais dominantes do clima semiárido nordestino. Vamos iniciar acompanhando os dados oficiais do INMET, na figura (2) a seguir.

Dentro das temperaturas registradas apenas no horário das 6 horas a temperatura mínima registrou abaixo de 24°C, quando marcou apenas 22,2°C, bastante distinto inclusive nos demais horários da Tmín (Temperatura Mínima), sobretudo quando atingiu 35,6 °C às 15 horas, que por sinal foi o horário onde se registrou as maiores temperaturas, atingindo 36,8 de Tmáx (Temperatura máxima), e 36,1°C de temperatura momentânea.

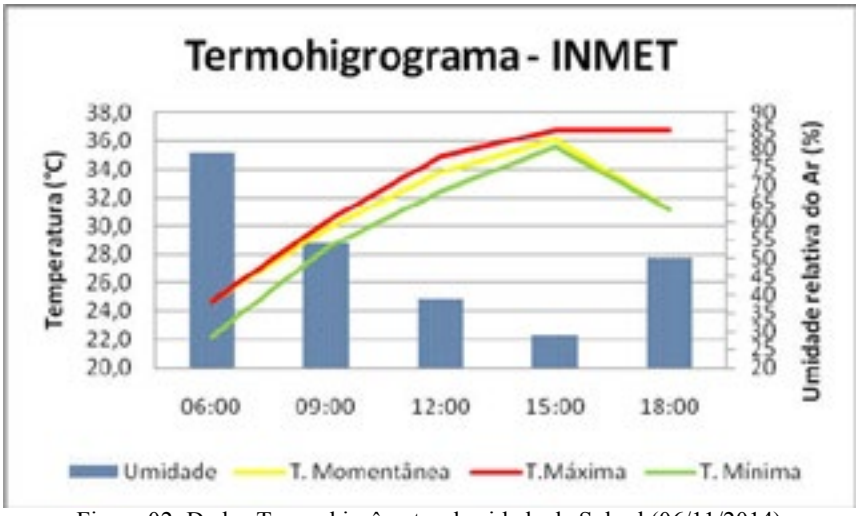


Figura 02: Dados Termo higrômetro da cidade de Sobral (06/11/2014)

Fonte: MUNIZ, F.G.L, 2016

A partir do meio dia todas as temperaturas excederam os 32°C, já excedendo os valores da faixa do confortável no diagrama do conforto térmico do INMET, e mesmo com a redução dos valores de temperatura às 18 horas, os valores ainda assim foram acima dos 31°C, ressaltando-se que a estação meteorológica não apresenta componentes que absorvam a energia nas proximidades, e mesmo com a rápida dissipação do calor por está situado em uma área aberta, o valor ainda foi elevado.

O mês em questão é crítico principalmente para a vegetação, pela ausência hídrica e consequentemente baixa umidade acaba se utilizando do artifício que as caracterizam como caducifólias, além é claro das xerófilas. O certo que aliados às altas temperaturas as baixas umidades representam um grande transtorno para grande parte da população semiárida. A

umidade relativa do ar na estação do INMET foi com exceção das 6 horas, sempre abaixo de 55%, às 9 horas marcou 54%, às 12 horas com 39% e às 15 horas com apenas 29%, ficando praticamente impossível a realização de qualquer atividade física no local, principalmente porque neste horário foram registradas as maiores temperaturas, acima de 36 °C.

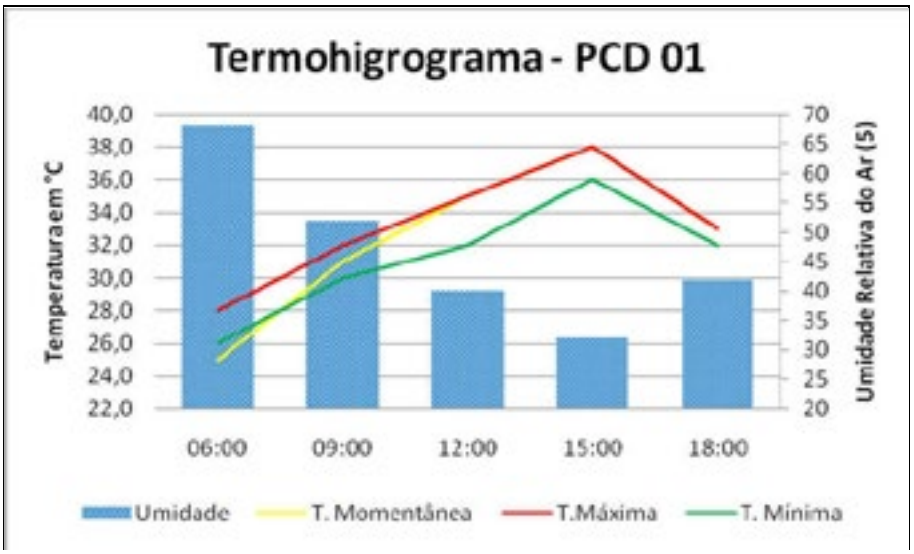


Figura 03: Dados Termo higrômetro da cidade de Sobral (06/11/2014)

Fonte: MUNIZ, F.G.L, 2016

O *input* de energia no S.C.U. ocasionado pela adição de elementos que compõem a paisagem é notável mais ainda em microescala, é o caso do PCD 01 (figura 03), já debatido pelas sua função social. Os altos valores se destacam, inclusive na Tmín às 6 horas que registrou 26°C no PCD 01 e no INMET 22,2°C, um acréscimo de quase 4°C. As coletas seguintes 9, 12, 15 e 18 horas registram respectivamente 30°C, 32°C, 36°C e 32°C.

Esse comportamento crescente até chegar ao ápice às 15 horas, também foi identificado na estação do INMET, contudo, os valores se aproximaram a cada coleta e, às 18 horas a amplitude era de apenas 1,8°C em comparação aos dados oficiais, essa aproximação deve-se ao fato da estação do INMET sofrer os efeitos da continentalidade com maior consistência, e por está localizada em área rural e longe de corpos hídricos onde, nesta época

seca do ano, a vegetação perde completamente as folhas, o solo fica exposto e completamente sem umidade, além de ocorrem diversos pontos de queimadas. Daí se explicar também a maior amplitude térmica, enquanto no PCD 01 com a estrutura urbana dos pavimentos, que atua pela absorção de energia, além da amenização da temperatura por meio do sombreamento.

A umidade relativa do ar altera-se neste período, geralmente os valores são baixos, aumentando ainda mais a sensação de "secura" para a população, sintomas inclusive perceptíveis na respiração, que se refletem no aumento dos casos de doenças respiratórias, principalmente em crianças e idosos. No PCD 01, apesar da interferência da jardinagem no local, registramos valores muitos baixos, podendo, inclusive, representar riscos à saúde. Apesar das primeiras coletas de 6 e 9 horas os valores serem considerados aceitáveis aos parâmetros de conforto térmico, 68% e 52% respectivamente, do meio dia em diante os valores ficam críticos, com 40% e às 15 horas somente 32%,

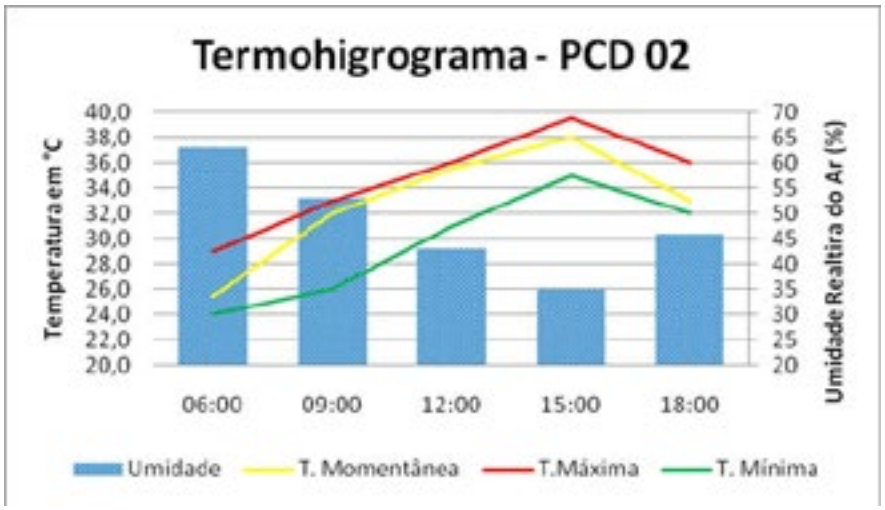


Figura 04: Dados Termo higrômetro da cidade de Sobral (06/11/2014)

Fonte: MUNIZ, F.G.L, 2016

À medida que o PCD 02 (figura 04) registrou a menor temperatura do segundo experimento (24°C) também assinalou a maior temperatura para o dia, chegando aos 39,5°C

de temperatura máxima (Tmáx) às 15 horas, uma diferença de 2,7°C maior em relação à Tmáx oficial registrada. Para este mesmo posto, a amplitude térmica foi de 15,5°C, durante o experimento, sendo um valor alto se considerarmos que trabalhamos com dados durante o período solar do dia, ou seja, não há comparação com os horários de resfriamento da superfície terrestre (período noturno). A Tmáx que iniciou com 29°C para as 6 horas, a maior para o horário, às 9 horas assinalou 33°C, ao meio dia, a Tmáx foi de 36°C, novamente a maior Tmáx para o horário. Após o extremo das 15 horas, a Tmáx diminui e assinala 36°C às 18 horas.

A média de umidade relativa do ar do PCD 02 foi de apenas 48 %, porém às 6 horas registrou 63%, esse foi o menor valor para o horário observado na pesquisa, mas isso não se repetiu e os resultados do PCD 02 ficaram sempre à frente dos resultados do PCD 01, inclusive valores de umidade maiores que os obtidos pelos INMET no horário das 12 e 15 horas.

4. Considerações Finais

Por meio da análise dos atributos (micro)climáticos do centro da cidade de Sobral (CE), observou-se que as altas temperaturas é uma constante no contexto urbano da cidade, expressando uma das principais características do semiárido nordestino. Contudo, essa característica regional tem se acentuado pelas variáveis climáticas locais associadas à conjuntura de espaço urbano (morfologia, sítio e função urbana), algo que é evidente quando confrontamos os dados de campo com os registros oficiais do INMET, sempre salientando a influência da atuação do El Niño no comportamento dos parâmetros climáticos no período considerado.

Indiscutivelmente, as transformações urbanas na cidade de Sobral foram responsáveis pela produção de um clima urbano. Clima este, que em se altera em escala microclimática de forma diferenciada e perceptiva às sensações humanas, no entanto, quase sempre, essas percepções são em torno do desconforto térmico, sobretudo devido às altas temperaturas.

O modelo de gestão pública adotado nas últimas décadas, de privilégios ao paisagismo, marketing visual, frente à qualidade socioambiental, não é a única ação que deve ser responsabilizada, mas, sem dúvida, teve o papel principal junto aos agentes sociais da especulação imobiliária, por tudo que foi discutido nesta pesquisa e ressaltado pelos dados obtidos em campo que confirmaram a produção de condições microclimáticas oriundas das alterações ocorridas em toda a cidade de Sobral.

Referências Bibliográficas

CARACRISTI, Isorlanda - **Estudo Integrado do Clima da Região do Médio Curso do Rio Acaraú: uma análise geográfica do clima local** - Revista Essentia. Ano 1. nº 01- UVA – Sobral/CE, 2000.

FREITAS, L. C. L. de. O **clima no espaço intra-urbano do distrito sede de Aquiraz - CE na perspectiva termodinâmica: episódios sazonais contrastantes.** Dissertação (Mestrado Acadêmico em Geografia), UFC, Fortaleza, 2012. 145p

MONTEIRO, C.A. F; MENDONÇA, F (Orgs). **Clima Urbano**. São Paulo: Contexto, 2003.

MONTEIRO, C.A. F. **A cidade como processo derivador ambiental e a geração de um clima urbano: estratégias na abordagem geográfica.** Revista Geosul, v. 9, Florianópolis, 1990. Disponível em: < https://periodicos.ufsc.br/index.php/geosul/issue/view/1222> Acesso em 22 Out de 2014.

MENDONÇA, F. **Clima e Planejamento Urbano em Londrina: proposição metodológica e de intervenção urbana a partir do estudo do campotermo-higrométrico**. In: MONTEIRO, C. A. F; MENDONÇA, F (Orgs). Clima urbano. São Paulo: Contexto, 2003.

MUNIZ, Francisco Gerson Lima. **Urbanização e Conforto Térmico: Análise Climática do Centro da Cidade de Sobral – CE.** Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual do Vale do Acaraú - UVA, Centro de Ciências e Humana. Sobral, 2016. 228 f.

MUNIZ, Francisco Gerson Lima; CARACRISTI, Isorlanda**. As Transformações Urbanas e a Sazonalidade: Produtores do Conforto Térmico do Centro da Cidade de Sobral – CE.** Revista GEOGRAFIA ENSINO & PESQUISA, v. 22, , p. 1-12, 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

CORRELAÇÃO ENTRE MASSA CONSTRUÍDA, ALTURA DAS EDIFICAÇÕES E TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE NA CIDADE DE JUIZ DE FORA –MG

Franciele de Oliveira Pimentel [(a)], Débora Couto de Assis [(b)], Daiane Evangelista de Oliveira [(c)],Cássia de Castro Martins Ferreira[(d)]

[(a)]Docente do Centro de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Email: franpimentel@cefetmg.br

[(b)]Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Minas Gerais, Email: cassis.debora@gmail.com

[(c)]Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual de Londrina, Email: daiane.evangelista.oliveira@gmail.com

[(d)] Docente do Departamento de Geociência/Universidade Federal de Juiz de Fora, Email: cassia.castro@ufjf.edu.br

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

O aumento da superfície construída condiciona maior aquecimento devido a uma maior absorção de radiação solar. As construções quando pouco espaçadas diminuem o fator de visão do céu e reduzem a perda de calor radiativo principalmente durante à noite. Nesse perspectiva as cidades vão desenvolver um clima particular, diferentemente do clima regional das áreas não urbanizadas. A massa construída juntamente com altura das edificações são variáveis indispensáveis nos estudos de investigação do clima urbano, pois serão protagonistas no desequilíbrio do balanço de energia, uma vez que serão responsáveis pelo armazenamento de grande parte da radiação solar incidente, isso em função dos tipos materiais que compõem as construções. Contudo, essas variáveis ainda são poucos exploradas em pesquisas desenvolvidas por geógrafos sobre o clima urbano. Nessa pesquisa adotaremos essas variáveis de forma quantitativa, baseando-se na proposta desenvolvida por Tso (1989).

Palavras chave: Clima Urbano, Massa Construída, Altura das Edificações, Temperatura de Superfície

1. Introdução

Monteiro (1970) afirma que a cidade é cada vez mais a morada do homem. Esse fenômeno, chamado por muitos estudiosos de metropolização, foi bastante recorrente em cidades localizadas em países em vias de desenvolvimento. Onde o processo foi bastante similar, ou seja, a industrialização se deu de maneira tardia e muito rápida, se concentrando em regiões privilegiadas, seja por fatores históricos, físicos e socioeconômicos. O resultado desse rápido e intenso crescimento desordenado que não foi acompanhado de infraestrutura básica ocasionou os atuais e graves problemas socioambientais urbanos, de difícil solução, que impacta a qualidade de vida nos meios urbanos. Condições essas que tendem a piorar à medida que as cidades vão se expandindo cada dia mais.

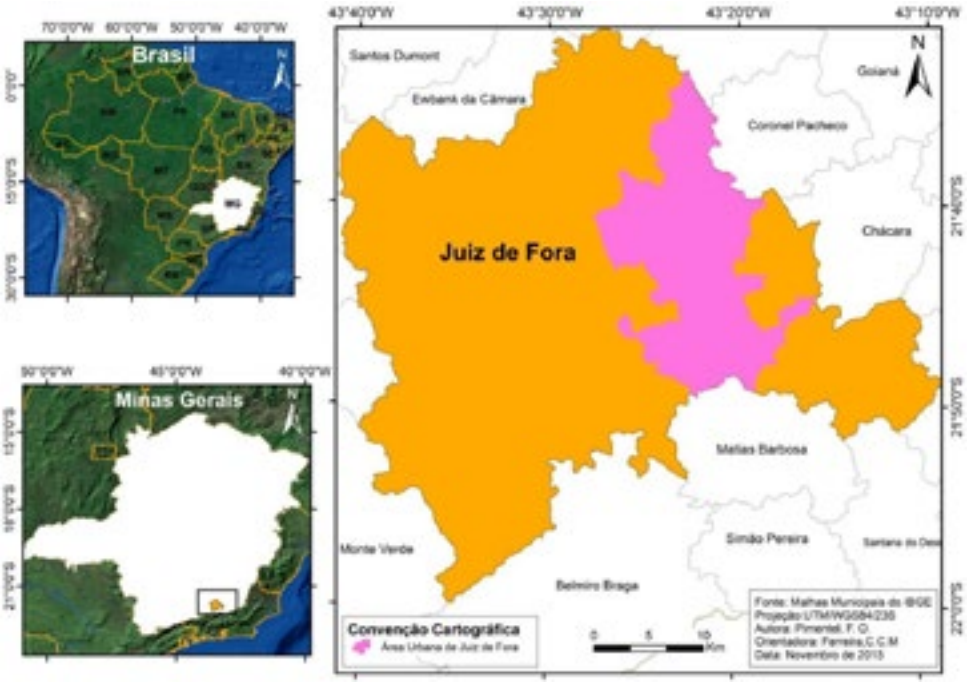
Assim, claramente, as cidades irão demonstrar os sinais das modificações climáticas locais, ocorridas em função das transformações das suas características iniciais. È nesse sentido que as discussões relativas a transformação do clima das cidades e da qualidade ambiental das mesmas vem se intensificando nos últimos anos.

O presente artigo é um recorte de uma dissertação de mestrado cujo objetivo foi a investigação do clima urbano em 35 regiões urbanas da cidade de Juiz de Fora. Algumas das variáveis utilizadas no modelo matemático proposto na dissertação foi a massa construída relativa/absoluta e altura das edificações. Dessa forma o objetivo desse artigo é correlacionar a quantidade de massa construída e altura das edificações com o mapa de temperatura de superfície extraído do satélite Landsat-8 (OLI e TIRS), datada em 12 de Janeiro de 2015, da Órbita/Ponto 217/75 obtida por meio do site do Serviço Geológico dos Estados Unidos (United States Geological Survey - USGS). O horário de obtenção da mesma é de aproximadamente 10 horas da manhã do horário local.

1.1Área de Estudo

ISBN: 978-85-7282-778-2

O município de Juiz de Fora (Mapa 1), está situado na Zona da Mata do estado de Minas Gerais. De acordo com o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (PDDU, 2004), regido pela Lei Municipal nº 9.811 de Junho de 2000; possui uma área total de 1.429,875 km², dos quais 444,551 km² estão na área urbana e 983,324 km² na área rural. A área urbana possui uma população de 516.247 habitantes (IBGE, 2010), sendo que 98,9% deste total é população urbana, e apenas 1,1 % de rural. O tipo climático da região onde se localiza Juiz de Fora é o Tropical de Altitude, apresentando duas estações bem definidas, de outubro a abril, com temperaturas mais elevadas e maiores precipitações pluviométricas, maio a setembro, mais fria e com menor incidência de chuvas.



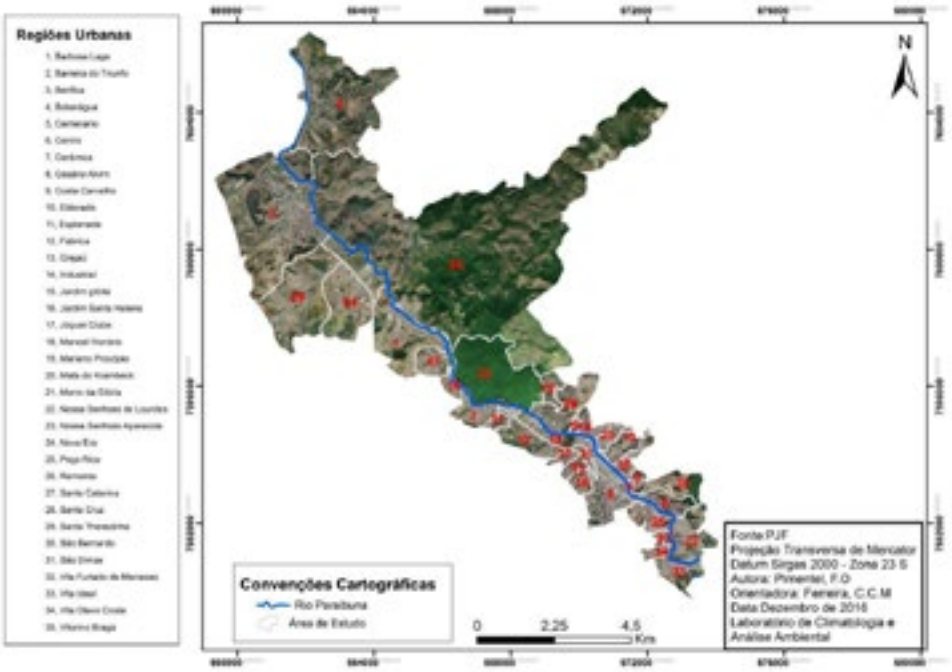
Mapa 1 : Localização do Município de Juiz de Fora.

A definição de Regiões Urbanas em Juiz de Fora se deu pela implementação da Lei 6910/86, Cap. III, Art. 5º que divide a Área Urbana do Distrito-sede em Unidades Territoriais (UT´s), além disso, o desdobramento dessa lei instituiu a criação

ISBN: 978-85-7282-778-2

das 81 Regiões Urbanas (RU's), caracterizadas por unidades menores e mais coesas, quanto às suas características, do que as unidades territoriais (UT's).

A área a qual foi escolhida para o desenvolvimento da pesquisa, compreende 35 regiões urbanas (Mapa 2), que estão localizadas ao longo do percurso do Rio Paraibuna, no sentindo noroeste-sudeste. Essa escolha se deu em função da menor amplitude altimétrica encontrada nessas regiões, pois o fator altimetria poderia vir a contribuir para aumentar as diferenças térmicas.



Mapa 2 : Localização das 35 regiões escolhidas para a área de estudo.

2. Materiais e Métodos

A organização para o desenvolvimento metodológico desse artigo se constituiu em um levantamento bibliográfico acerca do tema, procurando esclarecer conceitos e teorias sobre o clima urbano, enfocando o subsistema termodinâmico. A segunda parte se consistiu na organização de um banco de dados geocodificados (disponibilizado em partes pela Prefeitura Municipal de Juiz de Fora) sobre as 35 regiões urbanas escolhidas para a investigação, além da elaboração do material cartográfico-temático. Todo o

ISBN: 978-85-7282-778-2

processo de mapeamento das variáveis para confecção dos mapas básicos, que deram origem aos mapas temáticos as demais etapas cartográficas que foi desenvolvido ao longo do trabalho utilizou o software ArcGis 10.2. Para o levantamento da variável massa construída foram utilizadas as seguintes equações proposta Tso (1989):

$$(1) \qquad MC = Vct \times c / Af$$

Em que:

Vct: Volume do concreto (m^3)

c: Densidade do concreto = 2400 Kg/m^3

Af: Área total da fração urbana

O volume do concreto deve ser calculado pela seguinte equação:

$$(2) \qquad Vct = (Per \times H \times Ec1) + (Apr \times NL \times Ec2)$$

Em que:

Per: perímetro da edificação (m)

H: altura da edificação (m)

Ec1: Espessura média do concreto nas construções, adotado como 0,20 m. para as paredes externas.

Apr: projeção da edificação (m^2)

NL: Número de lajes +1

Ec2: Espessura média do concreto nas construções, adotado como 0,10 m. para as lajes.

Para fins de simplificação Tso (1989) admitiu que a massa construída se constituía unicamente de concreto para homogeneizar e facilitar os cálculos. Para a confecção do mapa de massa construída total, foi criado um campo na tabela de atributos no software Arc Gis, para ser adicionado o valor da área edificada, que foi calculada através da ferramenta "calcular geometria". Foi criado mais um campo para que fosse adicionado o valor do perímetro das edificações e, dessa forma mais dois campos foram criados para utilizar as equações 1 e 2. Em seguida foi somada a massa construída de cada edificação contida dentro de cada região urbana. Para a confecção do mapa de Massa Construída Relativa, utilizou-se os

dados de massa construída total e esta foi dividida pela área (m²) de cada região urbana.Em seguida foi criado mais um campo na tabela de atributos, para ser gerado o mapa de altura das edificações através da variável número de pavimentos, para tal adotou-se como altura média de cada pavimento 3,0 metros.

Para o mapa de temperatura de superfície, foi utilizada a imagem do satélite Landsat-8, especificamente as bandas 10 e 11 da faixa do infravermelho termal, com resolução espacial de 100 metros, mas que foram reajustadas para 30 metros. Dessa forma, Novo (2008) explica que uma imagem que detêm uma resolução de 30 metros, como é o caso do Landsat 8, não vai distinguir alvos em distâncias entre si menores que 30 metros. Isso deixa claro que haverá um grau de generalização no processo de mapeamento de temperatura de superfície. Ou seja, quanto menor a resolução espacial maior a capacidade de distinção de alvos muito próximos.Após o registro no site do serviço geológico americano, foi feito o download da imagem em formato GEOTIFF disponível para a área de estudo levando em consideração a inexistência de nuvens na mesma. A imagem foi adicionada no ambiente Arcmap, sendo reprojetada para o Hemisfério Sul utilizando a Projeção\ Datum WGS1984\ UTM \ zona 23S, utilizando o Projetor de Raster inserido no ArcToolbox.

Os fundamentos do sensoriamento remoto termal são embasados na termodinâmica clássica que apresenta equações que permitem estabelecer uma relação entre a radiância espectral presentes em imagens do satélite Landsat 8 com valores temperaturas, permitido assim o monitoramento termal de alguma região através da medida indireta de radiação.

Utilizando a ferramenta raster calculator, presente no software ArcGis, foram implementadas as equações (3) e (4) disponibilizadas por Santos et al (2014).

Em seguida foi feita a conversão de números digitais para radiância espectral no topo da atmosfera, utilizando a equação 3:

$$L\lambda = M_L * Q_{cal} + A_L \quad (3)$$

Em que:

$L\lambda$ = Radiância expectral no topo da atmosfera (unidade: Watts/(m² srd μm));

M_L= Fator multiplicativo de redimensionamento da banda;

Q_{cal}= Número Digital (ND) do pixel;

A_L= Fator aditivo reescalonado de radiância para a banda específica(Banda 10 e 11 = 0.10000.

A equação 4 mostra a relação entre a radiância espectral e temperatura:

$$(4) \qquad Trad = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L\lambda}+1\right)}$$

Em que:

$Trad$ = Representa a temperatura de brilho no sensor ou temperatura radiante que não leva em consideração os aspectos da atmosfera terrestre em Kelvin, ou seja, a temperatura vista do satélite e não a que realmente está na superfície da terra;

K_2= Constante de calibração 2 = 1321,08 (K)

K_1= Constante de calibração 1 = 774,89 (K).

$L\lambda$ = a radiância espectral no topo da atmosfera em $Watts/m^2srd\ \mu m$ que foi obtida através da equação 3.

Depois de gerado o mapa de temperatura de superfície, foi recortada a área de interesse, utilizando a ferramenta Extract by Mask presente no ArcToolbox, em seguida o mesmo foi reclassificado em 6 classes de distribuição de temperatura de superfície.

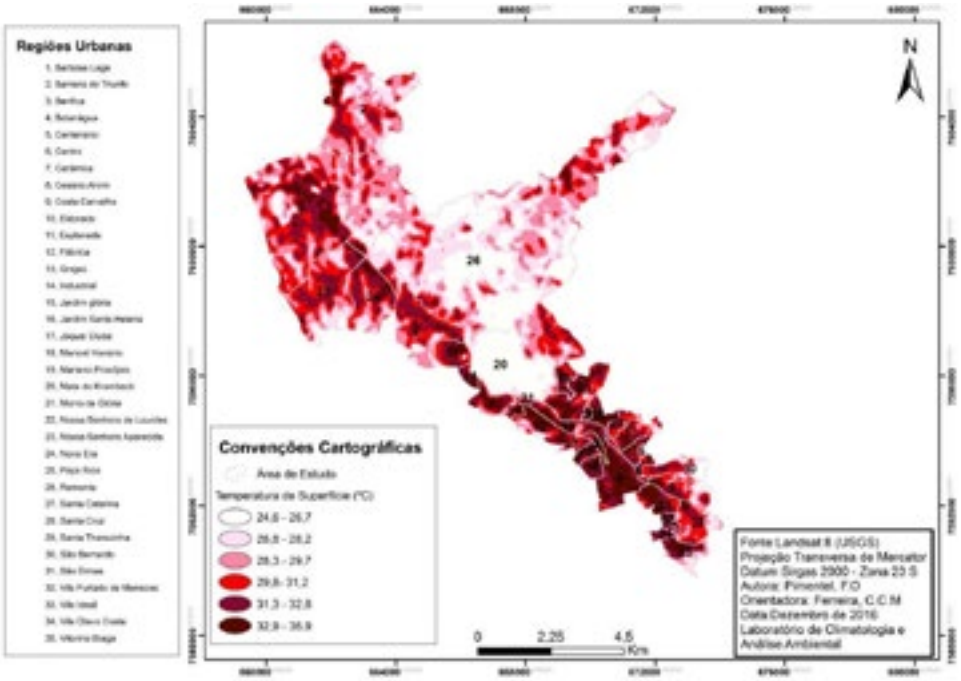
4. Resultados e Discussão

Em relação à concentração das maiores temperaturas (mapa 3), a região central ficou em destaque, evidenciando os efeitos da urbanização, desencadeada pelos diferentes usos e ocupação da terra no meio urbano sob o clima local. A tendência dos grandes e médios centros é a diminuição da cobertura vegetal à medida que as áreas urbanas vão se expandindo. É sabido que a vegetação tem capacidade de atenuação das características do clima urbano, criando microclimas diferenciados elas geram as chamadas ilhas de frescor. Apesar da

ISBN: 978-85-7282-778-2

intensidade das maiores temperaturas terem sido encontradas na região central, houve temperaturas elevadas distribuídas por toda a área de estudo.

A existência dos fragmentos de áreas verdes no meio urbano explicitou a influência na amenização das temperaturas, fato que deveria ser levado em conta pelos gestores do planejamento urbano do município, não somente como mero efeito paisagístico, mas no condicionamento do conforto térmico, o que permite promover qualidade de vida e uma maior eficiência energética.



3 – Mapa da Temperatura de Superfície das 35 regiões urbanas.

O mapa 4 traz a altura das edificações e o mapa 5 traz em kg a massa construída total por cada região urbana utilizada na área de estudo. A intensificação da massa construída, como já foi apontada por Tso (1990), é responsável pela redução das perdas de calor por convecção gerando aumento acentuado de temperatura, contribuindo para um maior aquecimento nas áreas centrais.

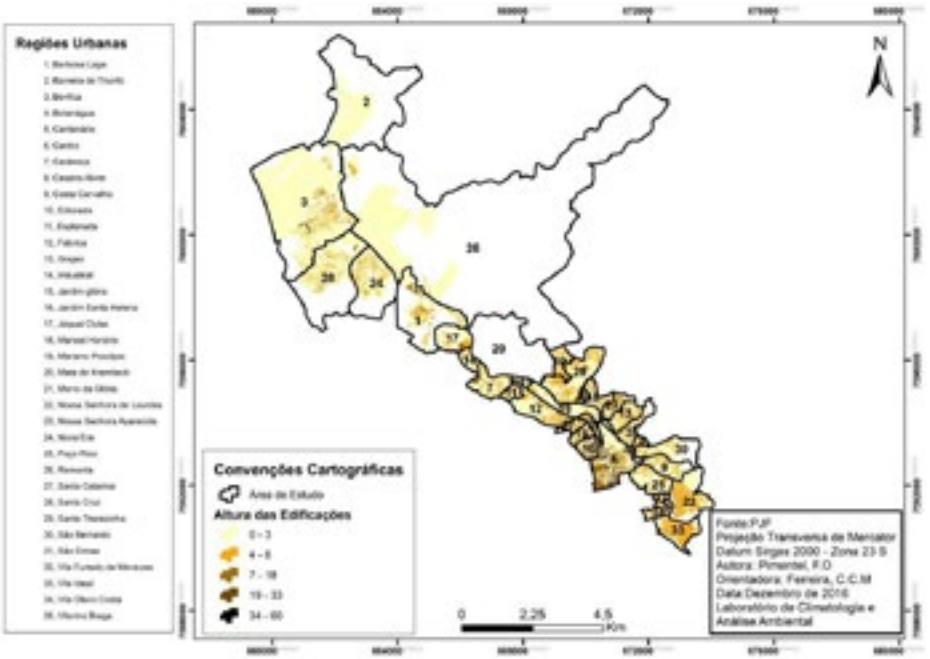
Dessa forma é nítida que a região Central de Juiz de Fora é a região mais verticalizada e também a de maior valor total de massa construída. É comum nas regiões centrais para

ISBN: 978-85-7282-778-2

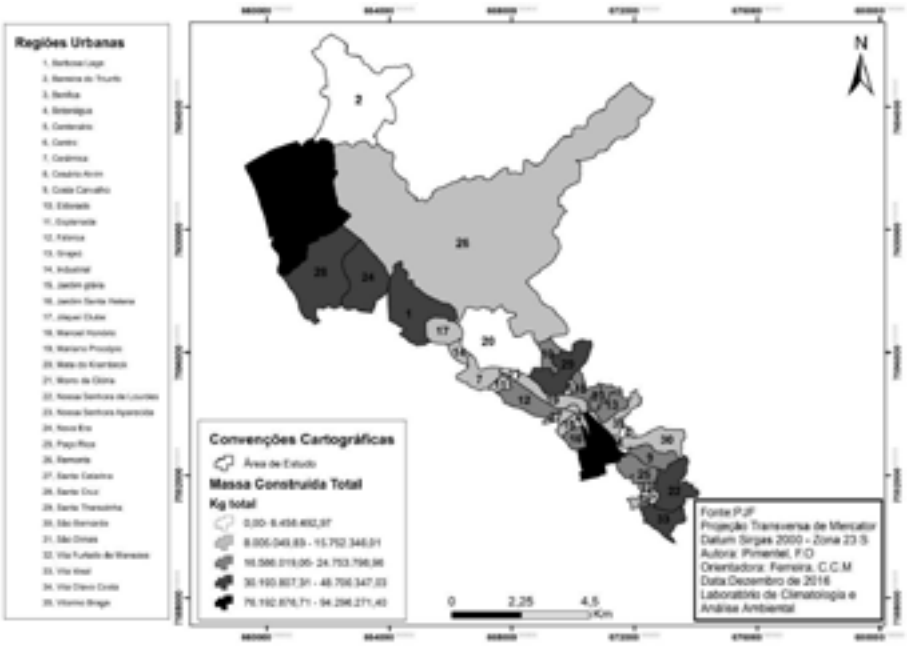
maior aproveitamento do solo urbano utilizar toda a área do lote para a edificação. Refletindo o intenso adensamento de construção o que irá contribuir para a formação dos cânions urbanos, fenômeno que diminui a velocidade dos ventos, condicionando aumento do calor armazenado. Porém no caso da cidade de Juiz de Fora podemos visualizar que algumas regiões urbanas periféricas também apresentaram elevada verticalização e consequentemente taxas elevadas de massa construída, como é o casa da região urbana Benfica. O que acarretou valores de temperaturas de superfície semelhantes aos da região Central da cidade.

Ou seja, á medida em que se vai aproximando da periferia a temperatura não diminui, ao contrário, ela se mantém elevada em algumas áreas. A possível explicação está na organização da periferia urbana brasileira, que também vai ser adensada e verticalizada se configurando como subcentros como é o caso da região urbana Benfica. A especulação imobiliária em termos de aproveitamento de cada m² faz com que toda a área do lote seja utilizada, não sobrando espaço para nenhum tipo de cobertura verde, aumentando a área impermeável, a taxa de massa construída, consequentemente alterando o albedo e a emissividade, isto é as características da superfície e consequentemente o comportamento da radição solar.

ISBN: 978-85-7282-778-2



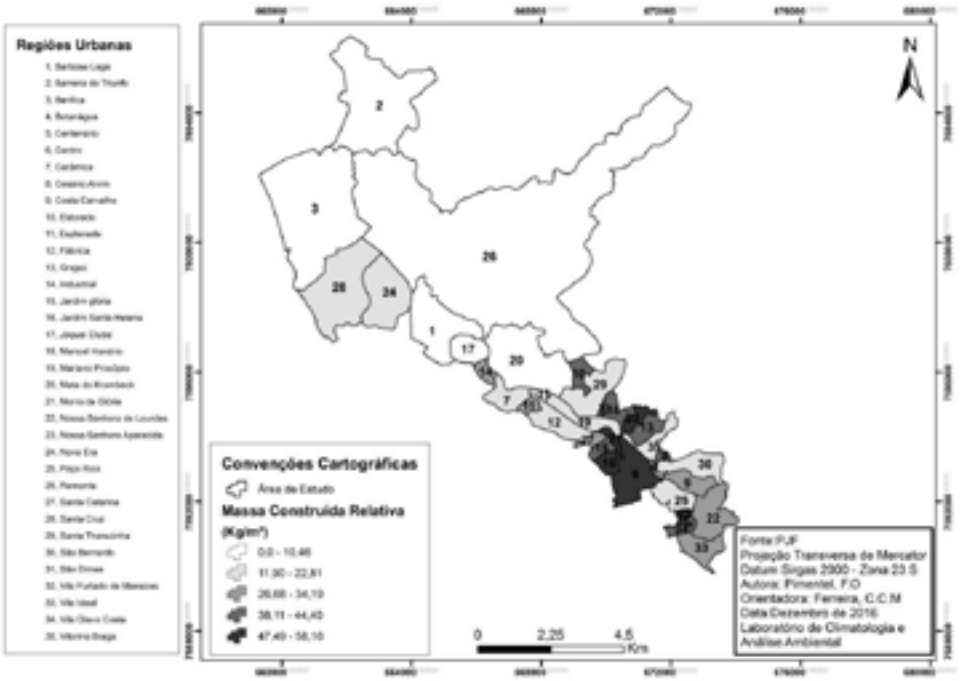
Mapa 4 – Altura das edificações nas 35 regiões urbanas.



Mapa 5 – Massa Construída Total das 35 regiões urbanas.

ISBN: 978-85-7282-778-2

O mapa de massa construída relativa (mapa 6) leva em consideração a relação massa construída total por região urbana dividida pela área em m² da região urbana, evidenciando as regiões de menores áreas e maior quantidade de kg de massa construída. Sendo assim a Região Urbana Benfica, mesmo apresentando massa construída total elevada não ficou em evidência por apresentar também área territorial extensa. Sendo assim as regiões de grande área territorial como Barreira do Triunfo e Remonta apresentaram os menores índices de massa construída. Em contrapartida a região urbana Centro por apresentar elevada quantidade de massa construída e área territorial menor mostrou os maiores índices, acompanhada da Região Urbana Jardim Santa Helena, Morro da Glória, Nossa Senhora Aparecida e Vila Furtado de Menezes.



Mapa 6– Massa Construída Relativa das 35 regiões urbanas.

5. Considerações Finais

O sensoriamento remoto através da utilização de imagens de satélites para o mapeamento termal de superfície intraurbano se mostrou mais um aliado para as

investigações do fenômeno ilhas de calor. Pois vai permitir a realização de levantamentos de dados em áreas extensas, proporcionando análises temporais em um recorte espacial. E ainda almeja suprir a falta de dados em determinadas localidades, ou que até existem, mas não estão disponíveis para o uso da comunidade científica.

Porém a dificuldade em trabalhar com dados orbitais é que a escolha da data de obtenção dos produtos vai depender da ausência de nuvens na área de estudo. Exemplo ocorrido na realização dessa pesquisa, o mapeamento é de 2015, pois não foi encontradas imagens de boa qualidade para datas mais recentes. Além disso, existe a questão da escala, a qual se constitui em um obstáculo para uma análise mais detalhada, uma vez que, as imagens disponibilizadas gratuitamente ainda são de pequeno detalhamento, na escala de 1: 25.000.

6. Referências Bibliográficas

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em http://www.ibge.gov.br/home/

MONTEIRO, C. A. F.; MENDONÇA, F. **Clima Urbano**. São Paulo: Editora Contexto, 1970.

MONTEIRO, C. A. F. Da necessidade de um caráter genético à classificação climática. **Revista Geográfica**,Rio de Janeiro, v. 31, n. 57, p. 29-44, 1962.

MONTEIRO, C. A. F. Da necessidade de um caráter genético à classificação climática. **Revista Geográfica**, Rio de Janeiro, v. 31, n. 57, p. 29-44, 1962.

NOVO E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações.** 2ª ed., São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda., 2008.

Prefeitura Municipal de Juiz de Fora. **Plano Diretor de desenvolvimento Urbano de Juiz de Fora**. Juiz de Fora: FUNALFA, 2004.

SANTOS, A. R. et al. **Sensoriamento Remoto no ArcGis 10.2.2 Passo a Passo: Processamento de Imagens Orbitais** – Volume 1.Alegre: Caufes, 2014.

TSO, C. P. et al. An improvement to Energy Balance Model for Urban Thermal Environment Analysis. **Energy and Buildings**, n. 14, p. 143-152, 1990.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO 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 ESPAÇO-TEMPORAL DA PRECIPITAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ACARÁ/PA

Filipe Gomes Dias [(a)]; Aline Maria Meiguins de Lima [(b)]

[(a)] Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, dias.filipe@live.com
[(b)] Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, ameiguins@ufpa.br

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

A compreensão da distribuição e variabilidade espaço-temporal da precipitação se faz necessário em função da influência desse elemento meteorológico nas diferentes atividades humanas. Nesse sentido, esse trabalho teve como objetivo caracterizar a distribuição espaço-temporal da precipitação da bacia hidrográfica do rio Acará/PA. Para isso, utilizou-se dados de chuva da série histórica de 30 anos (1988-2017) oriundos do GPCC (*Global Precipitation Climatology Centre*), que foram processados para a confecção cartográfica da espacialização anual e mensal da precipitação. Os resultados mostram que a precipitação concentram-se no médio e, principamente, baixo curso da bacia com médias anuais acima de 2000 mm, resultantes de sistemas de grande e meso escala, que variaram com a atuação de El Niño e La Niña.

Palavras chave: Precipitação. Distribuição. Variabilidade. Bacia Hidrográfica. Rio Acará.

1. Introdução

A caracterização da distribuição espaço-temporal da precipitação é de suma importância devido a inter-relação entre esse elemento meteorológico e as diferentes atividades humanas, onde aquela influencia diretamente na organização paisagística e na gestão e planejamento de um determinado território, o que a torna como a principal variável climática da região tropical (HOFFMANN et al., 2018).

O comportamento e a variabilidade da precipitação, muitas vezes, estão relacionados com a quantidade e qualidade da água, os quais podem potencializar a ocorrência de problemas socioambientais (OLIVEIRA; CUNHA, 2014), além de influenciar as práticas agrícolas, o uso e ocupação da terra (PIRES, 2018) e a produção extrativista (JESUS, et al., 2017).

A bacia hidrográfica é definida como uma área delimitada topograficamente drenada por um conjunto de escoamento hídrico, onde se expressam as relações e interações entre os elementos físico-naturais e os aspectos socioeconômicos (SILVA; RODRIGUEZ, 2014). É a responsável pela captação natural da água da chuva, sendo a principal forma terrestre que integra o ciclo hidrológico, o que caracteriza a inter-relação e interdependência entre os usos e usuários na bacia (COSTA, 2017).

Os estudos hidrológicos em bacia hidrográfica, nesse contexto, tornam-se também necessário para a compreensão dos componentes do balanço hídrico, uma vez que a disponibilidade hídrica de uma bacia está diretamente relacionada com sua resposta hidrológica, onde a intensidade pluviométrica influenciará na manutenção de água no sistema hídrico, além de analisar o impacto das mudanças da cobertura da terra no seu funcionamento (ALENCAR et al., 2006; NOBREGA, 2014).

Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo caracterizar a distribuição espaço-temporal da precipitação da bacia hidrográfica do rio Acará/PA, a fim de subsidiar informações que propiciem o planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos.

2. Materiais e Métodos

2.1 Área de estudo

A bacia hidrográfica do rio Acará está localizada na mesorregião do Nordeste paraense, Amazônia Oriental (Figura 1), possui uma área de drenagem de 13.357, 24 Km², a qual abrange nove municípios (Acará, Aurora do Pará, Bujaru, Concórdia do Pará, Ipixuna do Pará, Moju, São Domingos do Capim, Tailândia e Tomé-Açu), sendo que cerca de 98% de sua área compreende os municípios de Acará, Tailândia e Tomé-Açu. Seu rio principal tem

extensão longitudinal de 398,7 Km, nascendo no sul do município de Tailândia e desaguando no rio Guamá, que juntamente com os rios Capim e Moju formam o complexo hidrológico Baía de Guajará.

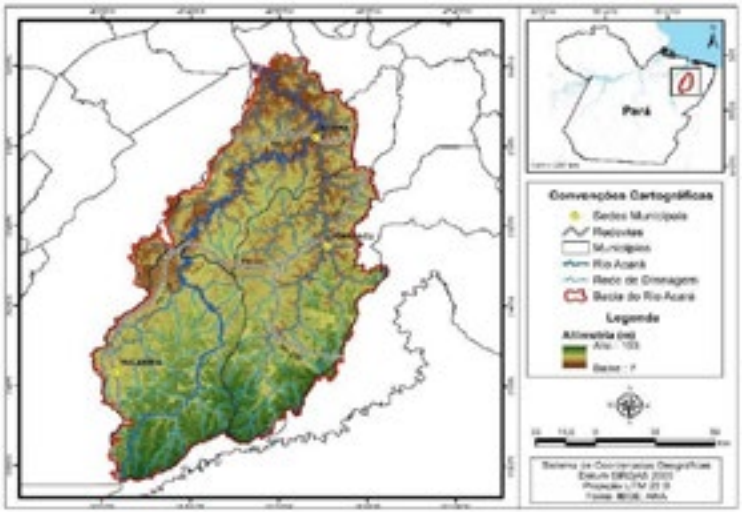


Figura 1 – Localização da bacia hidrográfica do rio Acará.

2.2 Dados e procedimentos metodológicos

A análise temporal da precipitação foi realizada a partir dos dados do GPCC (*Global Precipitation Climatology Centre*). Esses são um conjunto de dados de precipitação em grades, com a maior série contínua (SANTOS et al., 2017), os quais estão disponíveis em diferentes resoluções espaciais. O presente trabalho utilizou dados em resolução espacial de 0,5ºx 0,5º do período de 1988-2017, onde tais foram espacializados por meio do método matemático interpolador IDW (*Inverse Distance Weighted*) para a área da bacia em *software* específico de geoprocessamento. Segundo Viola et al. (2003) o interpolador que utiliza o inverso do quadrado da distância realiza uma estimativa ao longo do espaço, ponderando pesos a cada um das *n* variáveis mais próximas, que traduz o inverso de uma potência da distância (neste caso a potência 2), assim quanto mais próximo for uma variável da outra, maior será o peso estimado atribuído.

A estatística descritiva das médias mensais e anuais foi realizada no programa Excel 2010. Já os arquivos vetoriais foram obtidos da base cartográfica da Agência Nacional de Águas (ANA) e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A média climatológica foi utilizada para analisar a variabilidade pluviométrica.

3. Resultados e Discussão

3.1 Distribuição da precipitação: anual e mensal

Os dados analisados da série histórica de 1988-2017 demonstram que na bacia hidrográfica do rio Acará a pluviosidade anual varia de 1.990, 39 a 2.668,52 mm, apresentando média anual de 2.990,15 mm. A distribuição da precipitação varia no sentido S-N, onde os menores valores estão no alto curso, aumentando progressivamente ao longo do médio e baixo curso da bacia, conforme a Figura 2.

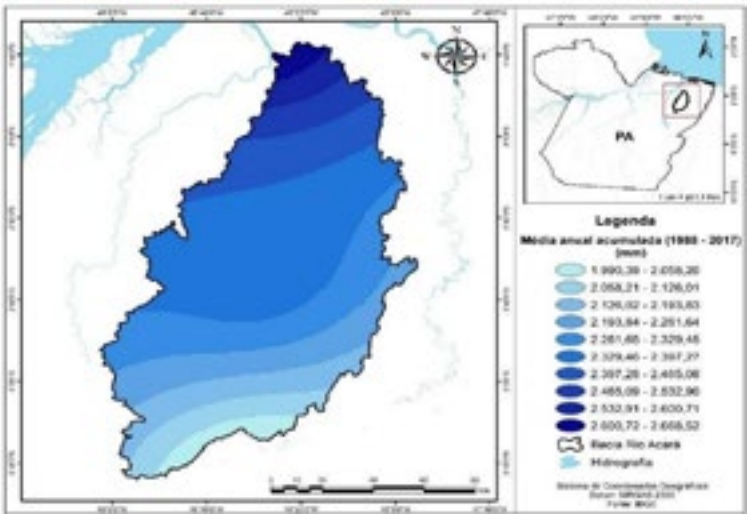


Figura 2 – Média anual acumulada da precipitação, 1988-2017.

Na escala mensal, as chuvas estão concentradas entre os meses de dezembro e maio (1.823,61 mm) e entre os meses de junho e novembro as chuvas apresentam menor intensidade (465,36 mm) (Figura 3). A análise mensal da série histórica mostra que o mês de março

apresenta a maior média (420,29 mm), entretanto o mês de abril exibe a máxima registrada (663,68 mm) e entre os meses de junho a novembro a mínima (0 mm), conforme demostra a Tabela 1.

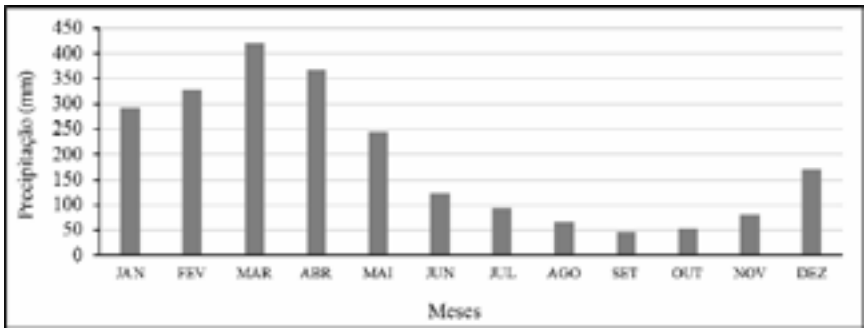


Figura 3 – Média mensal acumulada da precipitação.

Tabela 1 – Estatística descritiva das médias mensais de 1988 – 2017.

Mês	Média	Máxima	Mínima	Desvio Padrão
Janeiro	292,56	585,09	86,47	38,55
Fevereiro	327,93	624,11	94,83	50,88
Março	420,49	642,22	145,82	29,65
Abril	366,99	663,68	170,38	38,45
Maio	244,11	651,35	35,47	51,08
Junho	122,74	358,33	0	53,88
Julho	94,44	303,62	0	52,13
Agosto	66,04	223,19	0	40,27
Setembro	46,46	164,07	0	21,42
Outubro	53,77	164,5	0	14,27
Novembro	81,91	270,28	0	15,64
Dezembro	171,53	465,57	4,74	23,33

A Figura 4 demonstra que no primeiro trimestre do ano ocorre a maior intensidade pluviométrica média (346,99 mm), estando concentrada, principalmente, no baixo curso, onde a partir de fevereiro até maio gradualmente se intensifica também no médio curso da bacia. De junho até setembro, as chuvas voltam a se concentrar no baixo curso, sendo o terceiro trimestre do ano o de menor intensidade pluviométrica média (55,42 mm) da bacia do rio Acará. No último trimestre do ano, o comportamento da precipitação apresentou um padrão diferenciado. No mês de outubro, assim como entre os meses de março e maio, as chuvas concentram-se no

baixo e médio curso, o que se altera no mês de novembro, onde a precipitação concentra-se, principalmente, no médio curso, entretanto, também se intensifica no alto curso, sendo o baixo curso da bacia a área com menor nível de chuva, padrão observado apenas nesse mês.

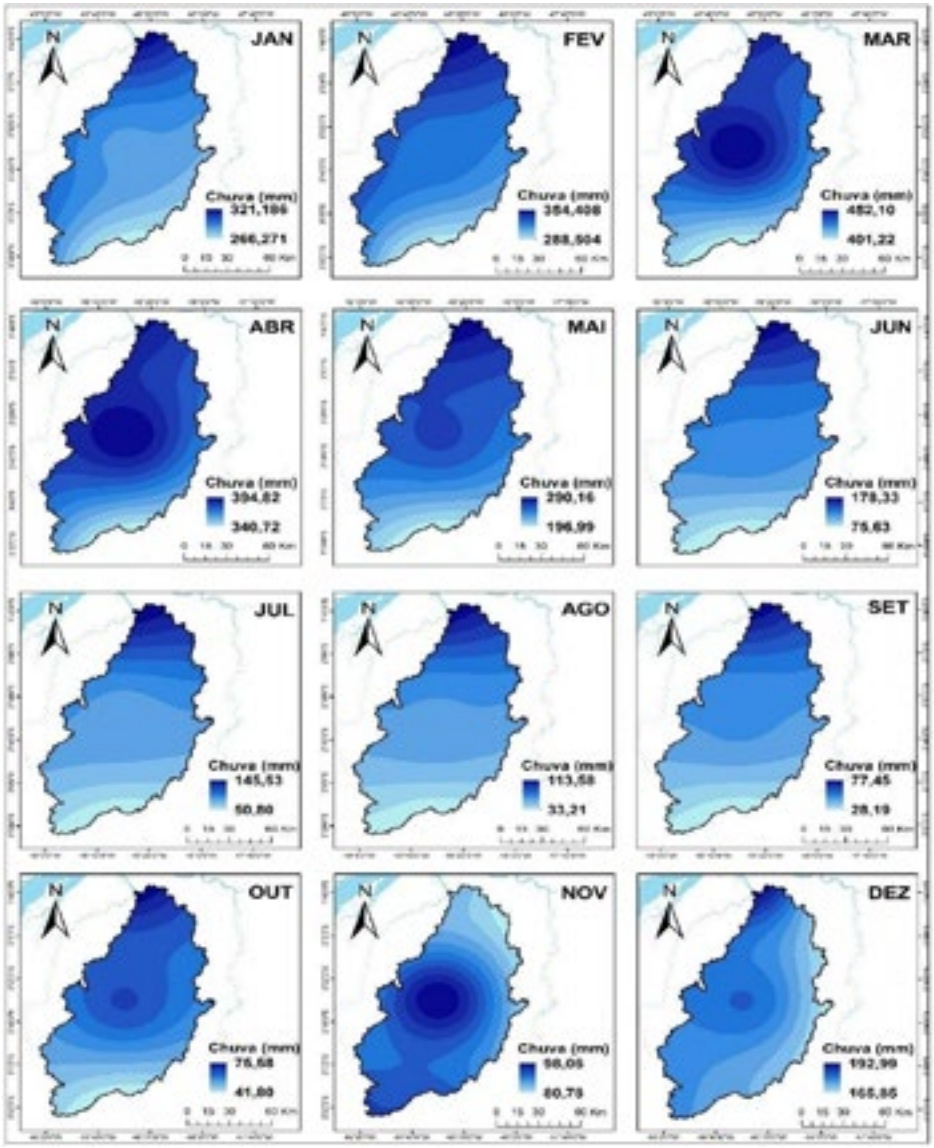


Figura 4 – Distribuição espacial da média mensal acumulada da precipitação da bacia do rio Acará.

A climatologia da região da bacia hidrográfica do rio Acará está relacionada ao conjunto de sistemas atmosféricos que atuam em diferentes escalas como a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e a forte convecção local relacionada às linhas de instabilidade advindas da proximidade com a área litorânea, responsáveis pelo elevado índice pluviométrico (NOBRE et al., 2009; ALBUQUERQUE et al., 2010).

A ZCIT é um sistema meteorológico de atuação global que desempenha papel primordial no regime pluviométrico da região equatorial, a qual movimenta-se do hemisfério norte, latitude 14º N, em direção hemisfério sul, latitude 4º S, durante o verão e outono austral, influenciando diretamente no regime chuvoso do Estado do Pará (LOPES et al., 2013). A faixa de umidade a ela associada é transportada pelos ventos alísios de nordeste, onde relacionada aos aspectos do relevo, modulam o período chuvoso da região (AMANAJÁS; BRAGA, 2012). Tal dinâmica pôde ser observada na distribuição espacial das chuvas na bacia do rio Acará, onde no período mencionado as chuvas aumentam no sentido costa-interior.

Amanajás e Braga (2012) explanam que as precipitações anuais na Amazônia Oriental tendem a diminuir no sentido costa-interior devido a maneira como se formam os sistemas de circulação ao adentrar a região. O posicionamento da ZCIT aliada com os movimentos ascendentes mais ao norte do equador, contribui para intensificar a subsidência na região mais ao sul da Amazônia, diminuindo assim os níveis de chuva. Isso esclarece a menor intensidade pluviométrica no alto curso da bacia do rio Acará.

As linhas de instabilidade e aglomerados convectivos, que são sistemas meteorológicos de meso escala, modulam o período menos chuvoso da região da bacia, sendo responsáveis pela precipitação isolada na região (DE SOUZA et al., 2017). Cohen et al. (1995) explicam que esses mecanismos correspondem por 45% das chuvas no leste da Amazônia.

3.3 Variabilidade interanual da precipitação

A Figura 5 apresenta a variação interanual da precipitação durante a série histórica de 1988-2017. Nos anos de 1990, 1991, 1992, 1997, 1998 e 2010 ocorreram chuvas

expressivamente abaixo da média; e em 2000, 2006, 2009 e 2014 estas foram substancialmente acima da média da série analisada.

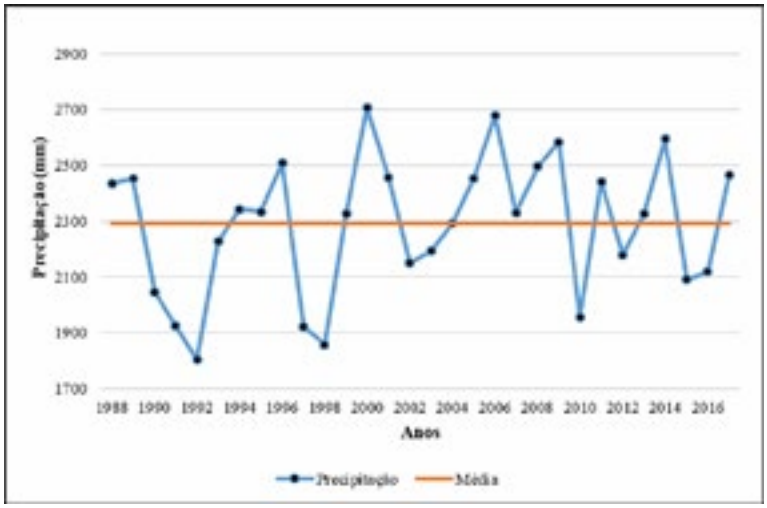


Figura 5 – Variabilidade interanual da precipitação, 1988-2017.

Admitindo as condições de El Niño e La Niña, que na região Amazônica são os principais responsáveis por eventos anômalos de precipitação negativa e positiva, respectivamente (GRIMM; AMBRIZZI, 2009; PEREIRA et al., 2017); pode-se estabelecer alguns paralelos de comportamento. A Tabela 2 categoriza os anos da série histórica analisada de acordo com a intensidade dos fenômenos.

Tabela 2 – Anos de ocorrência de eventos El Niño e La Niña entre 1988-2017.

El Niño			La Niña		
Fraco	Moderado	Forte	Fraco	Moderado	Forte
1992-1993	2002-2003 2006-2007 2009-2010	1991-1992 1997-1998 2015-2016	1998-1999	1988-1989 1999-2000 2007-2008 2010-2011	

Fonte: Elaborado pelo autor com base em CPTEC (2019).

Conforme a figura 5 e a tabela 2, a anomalia positiva entre 1988-1989 coincide com os efeitos da La Niña de intensidade moderada, onde as chuvas ficaram cerca de 150 mm acima

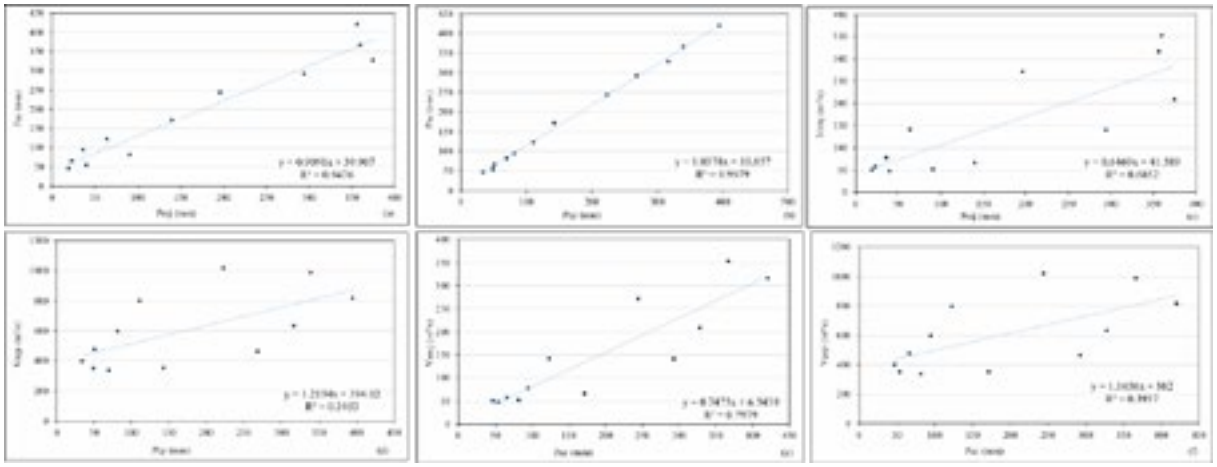
da média. Em seguida, é observado a redução da média anual entre 1989-1990, porém sem observação dos fenômenos analisados, o que muda entre 1991-1992 e 1997-1998, períodos caracterizados por dois eventos anômalos de precipitação negativa, cuja intensidade do El Niño resultou nas menores médias anuais da série histórica, com cerca de 440 mm abaixo da média climatológica. Entre esses eventos, é observado a ocorrência de um El Niño de intensidade fraca entre 1992-1993, havendo o aumento da precipitação média anual, porém cerca de 60 mm abaixo da média climatológica.

Após o período de eventos de anomalia negativa, observa-se a anomalia positiva fraca e moderada entre 1998-1999 e 1999-2000, respectivamente, ocasionando o aumento expressivo da precipitação, sendo a média anual de 2000 (2.705,73 mm) a maior da série histórica. A categorização da intensidade desses fenômenos realizada por Coutinho et al. (2018) com base nos dados da NOAA coloca esse período marcado por eventos La Niña de intensidade moderada e forte, respectivamente, consistindo mais com a magnitude de tais médias anuais.

Entre 2002-2003, 2006-2007 e 2009-2010 foi registrado a ocorrência de El Niño de intensidade moderada. Entre 2002-2003, as chuvas ficaram em média cerca de 118 mm abaixo da média climatológica, entretanto houve o aumento da média anual de precipitação entre os anos. Já em 2006-2007, o evento marcou a diminuição da média anual acumulada, porém tal anotou pouco mais de 40 mm acima da média climatológica. Diferente de 2009-2010, onde a redução da média anual acumulada entre os anos apontou aproximadamente 330 mm abaixo da média climatológica.

O aumento da precipitação média anual acumulada entre 2010-2011 foi modulado pela ocorrência de um La Niña de intensidade moderada, resultando em chuvas acima da média climatológica, cerca de 150 mm. Dentre a série histórica observada, o último fenômeno registrado, de acordo com os dados do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), de regulação das chuvas na região da bacia hidrográfica do rio Acará ocorreu entre 2015-2016, onde a anomalia negativa foi considerada de intensidade forte, com média de aproximadamente 185 mm abaixo da média climatológica.

Considerando os trabalhos de Ferreira et al. (2016) e Gomes et al. (2018) para as bacias dos rios Moju e Capim, respectivamente, observa-se pela correlação linear, que o comportamento esperado da vazão para a bacia do rio Acará (que não apresenta dados fluviométricos) pode ser semelhante ao verificado para a bacia do rio Moju, com quem ela obteve melhor correlação ($R^2 = 0,79$). A dimensão da bacia e a maior diversidade de uso e cobertura da terra na bacia do rio Capim, discutidas por Gomes et al. (2018), pode explicar a menor correlação obtida com as demais para o comportamento da vazão, que sofre de forma mais direta tais variações, em função das mudanças do comportamento do escoamento.



Dados e período	Dados	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
GPCC (1988-2017)	Pac (mm)	293	328	420	367	244	123	94	66	46	54	82
GPCC (1981-2010)	Pcp (mm)	268	317	395	339	223	111	82	50	34	49	70
ANA (1983 - 2014)	Pmj (mm)	294	375	356	359	196	64	36	23	19	40	91
ANA (1972-2014)	Vzcp (m³/s)	465	634	819	989	1021	801	598	478	401	353	338
ANA (1985 - 2006)	Vzmj (m³/s)	141	209	317	353	272	142	78	58	50	48	52

Figura 6 – Relação (média mensal do período) da precipitação (P) x vazão (Vz), para as bacias dos rios Moju (mj), Capim (cp) e Acará (ac).

4. Considerações finais

A região da bacia hidrográfica do rio Acará é caracterizada pelo elevado nível pluviométrico advindo, principalmente, da atuação de sistemas meteorológicos de grande escala, como a ZCIT, e de meso escala, como as linhas de instabilidade, resultando em um alto

potencial hídrico. A precipitação pluviométrica na bacia do rio Acará é marcada pela maior intensidade em seu baixo e médio curso, onde as médias anuais acumuladas estão acima de 2.000 mm. O comportamento mensal da precipitação mostra que março é o mês mais chuvoso, com média acima de 400 mm, e setembro o mês menos chuvoso, com média abaixo de 50 mm.

A análise da variabilidade interanual da precipitação na série histórica observada, mostrou que os anos de fenômenos El Niño e La Niña estavam relacionados com os eventos anômalos negativo e positivo de precipitação, respectivamente, exercendo diferentes magnitudes; logo os impactos de eventos extremos na bacia do rio Acará precisam do suporte de estações fluviométricas que possibilitem a melhor avalição da relação chuva x vazão x uso da terra.

Referências

ALBUQUERQUE, M. F. et al. Precipitação nas mesorregiões do estado do Pará: climatologia, variabilidade e tendências nas últimas décadas (1978-2008). **Rev. Bras. de Climatologia**, v. 6, p. 151-168, 2010.

AMANAJÁS, J. C.; BRAGA, C. C. Padrões espaço-temporal pluviométricos na Amazônia Oriental utilizando análise multivariada. **Rev. Bras. de Meteorologia**, v. 27, n. 4, p. 423-434, 2012.

ALENCAR, D. B. S.; SILVA, C. L.; OLIVEIRA, C. A. Influência da precipitação no escoamento superficial em uma microbacia hidrográfica do Distrito Federal. **Eng. Agrícola**, v. 26, n. 1, p. 103-112, 2006.

COHEN, J. C. P.; SILVA DIAS, P. L.; NOBRE, C. A. Environmental conditions associated with Amazonian squall lines: a case study. **Monthly Weather Review**, v. 123, p. 3163 - 3174, 1995.

COSTA, F. E. V. **Gestão dos Recursos Hídricos do Rio Caeté/Pará – Brasil**. 2017. 313 f. Tese (Doutorado), Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2017.

COUTINHO E. C. et al. Variabilidade climática da precipitação na bacia Amazônica Brasileira entre 1982 e 2012. **Rev. Bras. de Climatologia**, v. 22, p. 476 – 500, 2018.

FERREIRA, S. C. G. et al. A sustentabilidade hídrica da bacia hidrográfica do rio Moju a partir de indicadores de disponibilidade e demanda. In: BORDALO, C. A. L.; SILVA, C. N.; SILVA, E. V. S. (Org.). **Planejamento, conflitos e desenvolvimento sustentável em bacias hidrográficas**: experiências e ações. Belém: GAPTA/UFPA, 2016, p. 601-630.

GOMES, D. J. C. et al. O. Impactos das mudanças de uso da terra e eventos climáticos extremos em sistemas hidrológicos da Amazônia oriental - bacia do rio Capim (PA-MA). **Rev. Geográfica Acadêmica**, v. 12, p. 153-172, 2018.

GRIMM, A. M.; AMBRIZZI, T. Teleconnections into South America from the tropics and extratropics on interanual and intraseasonal timescales. In: **Past Climate Variability in South America and Surrounding Regions**. Springer, Dordrecht, 2009, p. 159-191.

HOFFMANN, E. L. et al. Variabilidade das Chuvas no Sudeste da Amazônia paraense, Brasil. **Rev. Bras. de Geografia Física**, v. 11, n. 4, p. 1251-1263, 2018.

JESUS, L. G.; VITORINO, M. I.; SANTOS, M. R. S. Modulação climática da precipitação na produção de caranguejo do estuário paraense. **Rev. Bras. de Geografia Física**, v. 10, n. 4, p. 993-1001, 2017.

LOPES, M. N. G.; DE SOUZA, E. B.; FERREIRA, D. B. S. Climatologia regional da precipitação do estado do Pará. **Rev. Bras. de Climatologia**, v. 12, p. 84-102, 2013.

NOBRE, C. A. et al. Características do Clima Amazônico: Aspectos Principais. **American Geophysical Union**, p. 49-162, 2009.

NOBREGA, R. S. Impactos do desmatamento e de mudanças climáticas nos recursos hídricos na Amazônia ocidental utilizando o modelo SLURP. **Rev. Bras. de Meteorologia**, v. 29, p. 111-120, 2014.

OLIVEIRA, B. S. S.; CUNHA, A. L. Correlação entre qualidade da água e variabilidade da precipitação no sul do Estado do Amapá. **Ambiente e Água**, v. 9, n. 2, p. 261-275, 2014.

PEREIRA, H. P.; REBOITA, M. S.; AMBRIZZI, T. Características da atmosfera na primavera austral durante o El Niño de 2015/2016. **Rev. Bras. de Meteorologia**, v. 32, p. 293 – 310, 2017.

PIRES, R. A. S. Caracterização pluviométrica da bacia do rio Piquiri (PR) – 1979 a 2002. **Rev. Bras. de Climatologia**, v. 23, p. 327-342, 2018.

SANTOS, S. R. Q. et al. Variabilidade sazonal da precipitação na Amazônia: Validação da série de precipitação mensal do GPCC. **Rev. Bras. de Geografia Física**, v. 10, n. 6, p. 1721-1729, 2017.

SILVA, E. V.; RODRIGUEZ, J. M. Planejamento e zoneamento de bacias hidrográficas: a Geoecologia da Paisagens como subsídio para uma gestão integrada. **Caderno Prudentino de Geografia**, v. Especial, p. 4-17, 2014.

SOUZA, E. B. et al. Padrões climatológicos e tendências da precipitação nos regimes chuvoso e seco na Amazônia Oriental. **Rev. Bras. de Climatologia**, v. 21, p. 81-93, 2017.

VIOLA, M. R. et al. Métodos de interpolação espacial para o mapeamento da precipitação pluvial. **Rev. Bras. de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 9, p. 970-978, 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

CARACTERÍSTICAS DO REGIME DE VENTOS EM CURITIBA E PARANAGUÁ, PARANÁ

Paulo Miguel de Bodas Terassi [(a)], José Francisco de Oliveira-Júnior [(b)], Emerson Galvani [(c)], Givanildo Góis [(d)], Washington Luiz Félix Correia Filho [(e)], Bruno Serafini Sobral [(f)], Vitor Hugo Rosa Biffi [(g)]

[(a)] Programa de Pós-Graduação em Geografia Física, Universidade de São Paulo, pmbterassi@usp.br

[(b)] Instituto de Ciências Atmosféricas, Universidade Federal de Alagoas, jose.junior@icat.ufal.br

[(c)] Dep. de Geografia e Programa de Pós-Graduação em Geografia Física, Univ. de São Paulo, egalvani@usp.br

[(d)] Esc. de Eng. Industrial Metalúrgica de Volta Redonda, Univ. Federal Fluminense, givanildogois@gmail.com

[(e)] Instituto de Ciências Atmosféricas, Universidade Federal de Alagoas, wlfcfm@gmail.com

[(f)] Instituto de Terras e Cartografia do Estado do Rio de Janeiro, brunossobral@gmail.com

[(g)] Programa de Pós-Graduação em Geografia, Univ. Estadual do Oeste do Paraná, vhugorosabiffi@gmail.com

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

Este trabalho objetiva avaliar o regime dos ventos nos municípios de Curitiba e Paranaguá (PR). Utilizaram-se os dados diários das estações meteorológicas convencionais de Curitiba e Paranaguá, pertencentes ao Instituto Nacional de Meteorologia para o período de 1976 a 2010. Em Curitiba verificou-se o predomínio de ventos de nordeste e leste associados à atuação da Alta Subtropical do Atlântico Sul, enquanto que em Paranaguá a interação entre o relevo adjacente (Serra do Mar) e a circulação da brisa marítima (Oceano Atlântico) condicionam a maior frequência de ventos de sul.

Palavras chave: escoamento atmosférico, sistemas meteorológicos, brisa marítima e terrestre.

1. Introdução

Os estudos sobre as características da velocidade e direção dos ventos são relevantes para diversos setores da sociedade. Munhoz e Garcia (2008) destacam que o conhecimento da direção dos ventos em áreas urbanas possibilita a instalação de indústrias para que a dispersão de poluentes não afetem os setores residenciais e a qualidade do ar da região. Em áreas rurais, por exemplo, a localização dos protetores vegetais (quebraventos) utilizados nas atividades agropecuárias se dá a partir da determinação da direção predominante do vento.

Galvani et al. (1999) ressaltam que as informações sobre as características dos ventos são fundamentais em projetos de construções na Arquitetura e na Engenharia Civil, com isso há melhor ventilação e o conforto térmico humano. Os autores destacam o subsídio deste conhecimento para a instalação de parques eólicos e, destacadamente para a agricultura, ressaltam a importância dos ventos como agente no processo de polinização e nos aspectos ligados à economia de água, dada a sua influência na transferência de calor e vapor d'água mediante processos advectivos.

Essencialmente, a área em estudo caracteriza-se pela diversidade climática atrelada à maritimidade, a orografia da Serra do Mar e aos diversos mecanismos atmosféricos atuantes. Portanto, dada à relevância da investigação sobre os ventos, este trabalho objetiva avaliar as características de velocidade e direção dos ventos nas escalas anual e mensal para os municípios de Curitiba e Paranaguá, Paraná.

2. Procedimentos Metodológicos

Os municípios de Curitiba e Paranaguá estão situados no leste paranaense (Figura 1). Foram utilizados dados diários das estações meteorológicas convencionais (EMC), pertencentes ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), do período de 1976 a 2010 (INMET, 2019). As estações de Curitiba (Código OMM - 83842) e Paranaguá (Código OMM - 83844) apresentaram 1,9% e 10,5% de falhas de registros, respectivamente.

ISBN: 978-85-7282-778-2

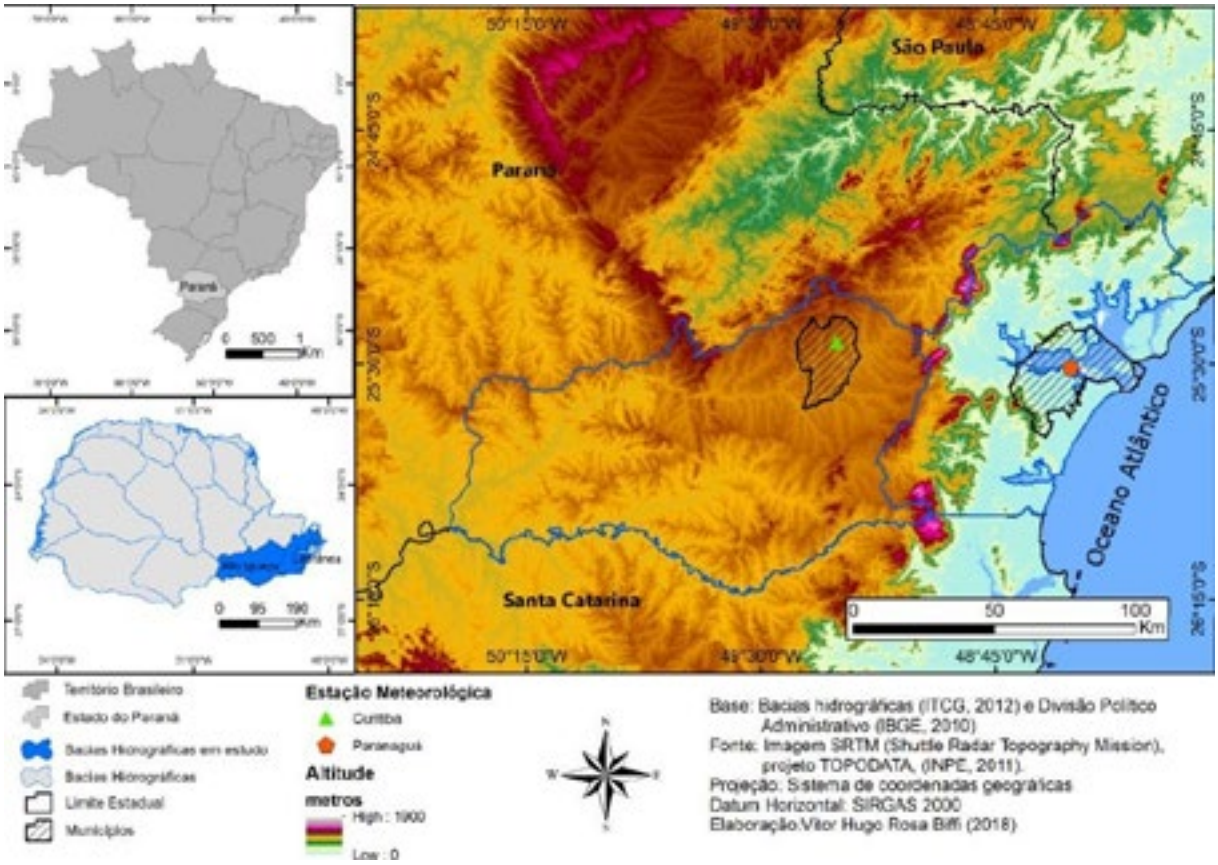


Figura 1 - Localização da área de estudo.

As informações das direções (°) e velocidades dos ventos (m.s^{-1}) foram usadas para a elaboração das rosas de vento e histogramas por meio do programa WRPLOT versão 8.0.0 (LAKES, 2017). Para a elaboração do gráfico *boxplot* da velocidade do vento (análise exploratória) foi utilizado o software ambiente R versão 3.3.2 (RCORE TEAM, 2016).

3. Resultados e discussões

Os dados registrados em Curitiba e Paranaguá indicaram calmaria para 30,6% e 32,6% das observações durante o período de estudo, nesta ordem, para a escala anual. Observa-se que a classe de ventos de 1-2 m.s^{-1} foi predominante em Curitiba (54,5%) e Paranaguá (47,4%) e os registros superiores a 2 m.s^{-1} se deram em 14,9% e 16,3%. As velocidades médias anuais dos ventos foram de 1,04 e 0,98 m.s^{-1} em Paranaguá e Curitiba, respectivamente (Figura 2a). Quanto

à direção anual dos ventos, observa-se a predominância dos ventos nas direções NE (18,5%) e E (15,2%) em Curitiba, ao passo que Paranaguá caracteriza-se pelas direções S e E, ambas as direções com 15,2% na frequência anual (Figura 2b).

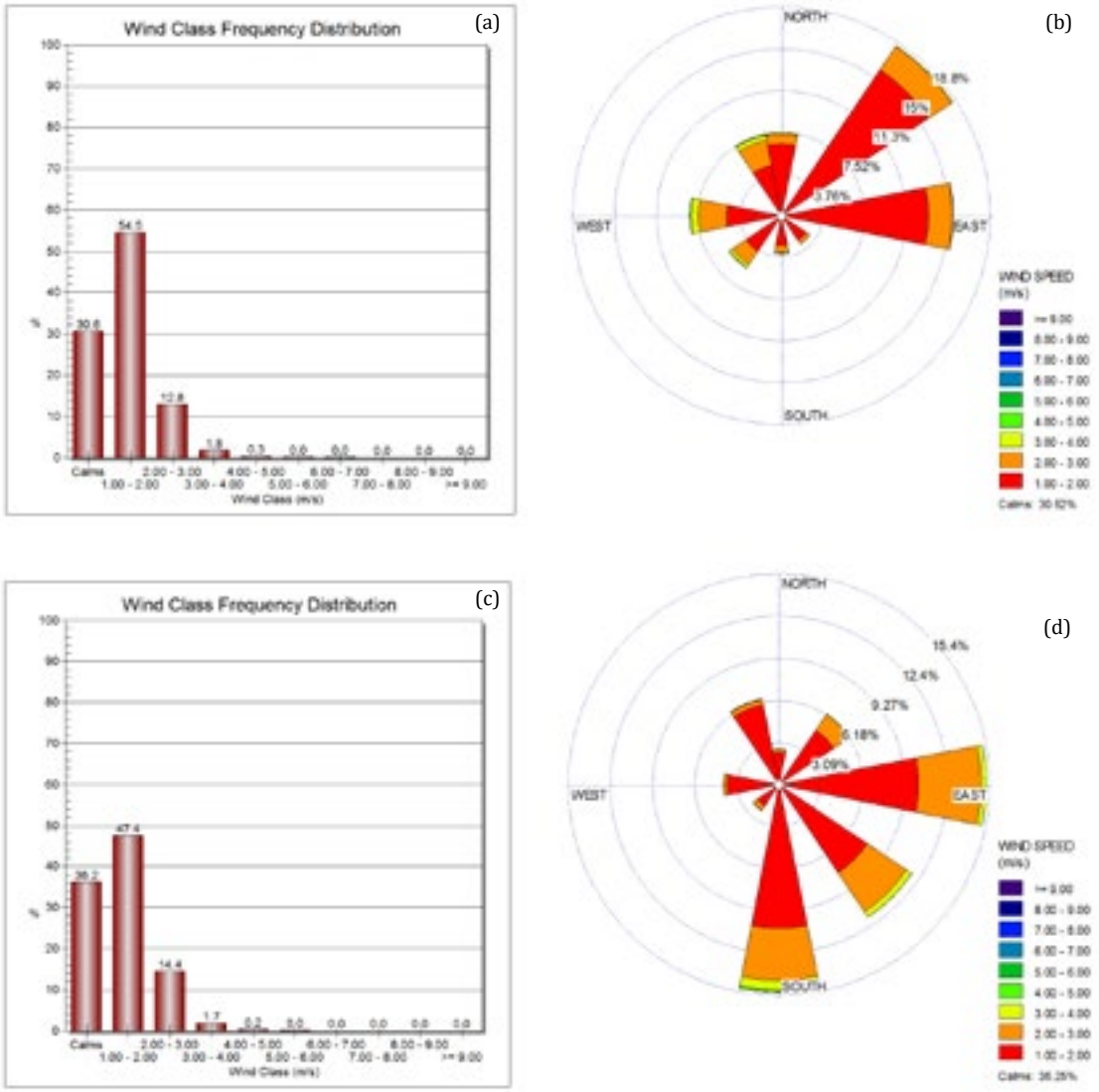


Figura 2 - Histograma da velocidade dos ventos (m.s^{-1}) em Curitiba (a) e Paranaguá (c) e rosa dos ventos para Curitiba (b) e Paranaguá (d) na escala anual.

Em Curitiba, as direções de NE a E são prevalecentes devido à atuação da Alta Subtropical do Atlântico Sul - ASAS (REBOITA et al., 2010) e se assemelha aos resultados obtidos por Galvani et al. (1999) para Maringá (PR) e Beruski et al. (2009) para Lapa (PR). Em Paranaguá, a direção predominante dos ventos de S se dá pela interação entre o relevo da Serra do Mar e a circulação da brisa marítima, condição similar ao observado em Navegantes (SC) - (TRUCCOLO, 2011) e no Rio de Janeiro (RJ) - (OLIVEIRA-JÚNIOR et al., 2017).

O período de maiores velocidades dos ventos na área em estudo ocorreu entre os meses de setembro e dezembro, com médias mensais entre 2,37 e 2,71 $m.s^{-1}$ em Curitiba (Figura 3a) e entre 2,24 e 2,56 $m.s^{-1}$ em Paranaguá (Figura 3b). Situação contrária observou-se entre os meses de abril e junho com as menores velocidades médias mensais, de 1,89 a 2,02 $m.s^{-1}$ em Curitiba e de 1,50 a 1,59 $m.s^{-1}$ para Paranaguá. Embora seja frequente ao longo de todo ano, os registros de *outliers* de maiores magnitudes se deram entre setembro e dezembro, sobretudo em Paranaguá.

Identificou-se que em Curitiba a frequência superior a 35% das calmarias ocorreu entre abril e agosto, com maior registro em maio (42,8%), ao passo que este limiar de ventos calmos se supera a 35% entre março a setembro em Paranaguá, tendo nesta localidade o maior valor em junho (45,2%). Em novembro observa-se a menor frequência de calmaria tanto para Curitiba (17,7%) quanto para Paranaguá (28,0%), inclusive sendo este o mês dos ventos de maiores intensidades, em 2,71 e 2,56 $m.s^{-1}$, nesta ordem (Figuras 4, 5, 6 e 7).

Os ventos de direção NE e E predominam em Curitiba de setembro a abril, com frequências superiores a 17% neste período para os ventos de NE. No entanto, entre maio e agosto verifica-se em Curitiba o aumento dos ventos oriundos de NW, W e SW, tendo em junho o único mês do ano em que a direção predominante é de W (12,5%), haja vista que ao longo de todo ano o vento de NE é predominante (Figuras 4 e 5).

Em Paranaguá, observa-se que o vento de direção S é o mais frequente de março a outubro e, entretanto, entre novembro e fevereiro verifica-se o predomínio dos ventos de E

(>18%). Nota-se um aumento substancial dos ventos de NW em Paranaguá de março a julho, tendo a maior frequência relativa observada no mês de junho (9,5%), sendo este aumento de ventos do quadrante NW um padrão similar ao observado em Curitiba (Figuras 6 e 7). Estes resultados se assemelham aos obtidos por Zeri et al. (2011) e Oliveira Júnior et al. (2013) em localidades do estado do Rio de Janeiro, que indicaram a maior frequência de ventos entre os quadrantes NW a SW durante o inverno devido à atuação mais consistente da frente polar atlântica.

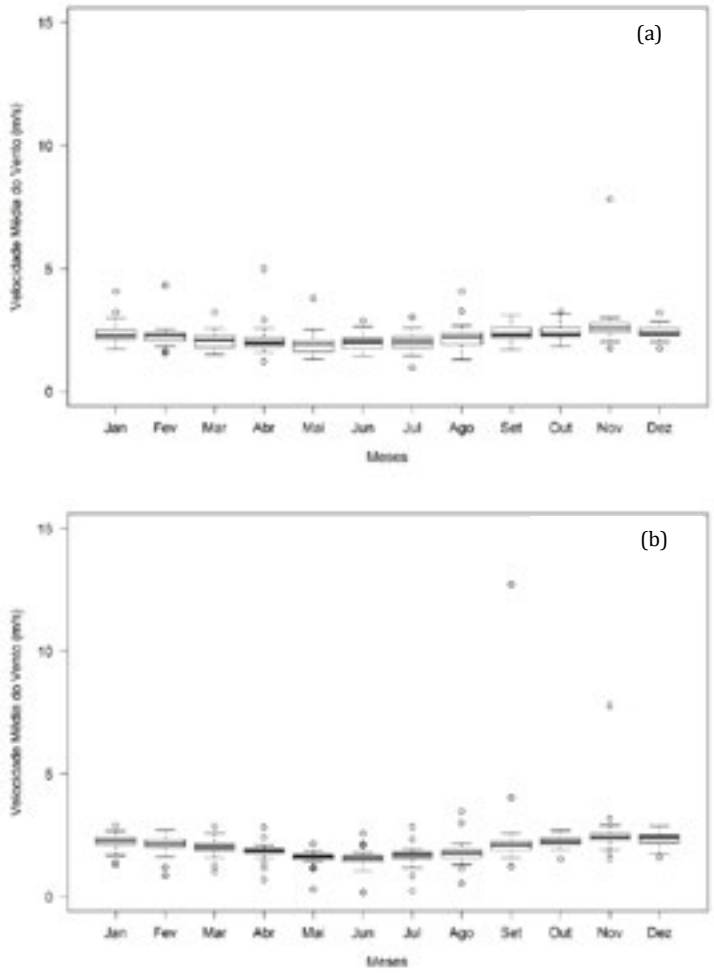


Figura 3 - Boxplot da velocidade mensal dos ventos ($m.s^{-1}$) em Curitiba (a) e Paranaguá (b), Paraná.

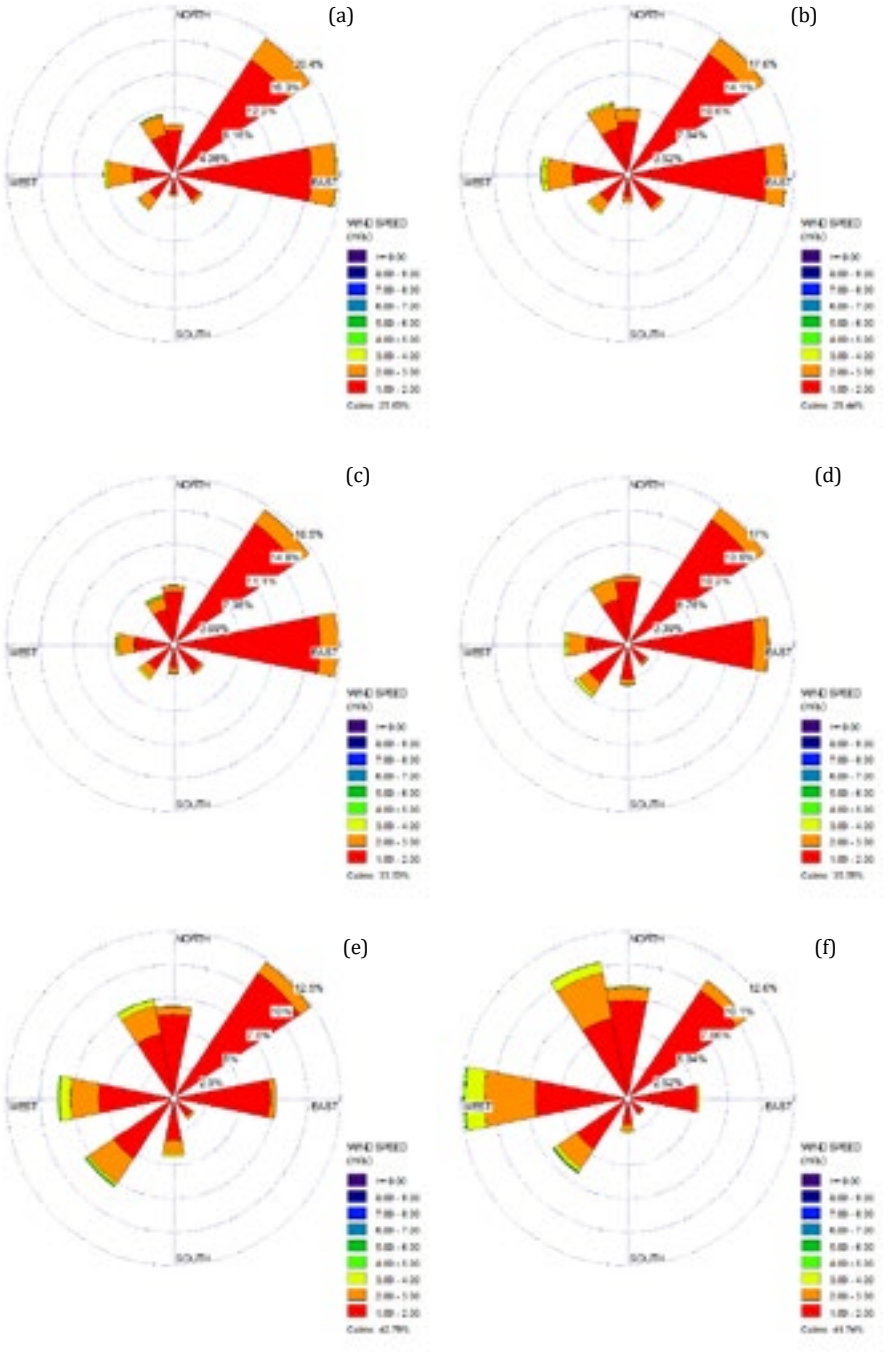


Figura 4 - Rosa dos ventos para Curitiba nos meses de janeiro (a), fevereiro (b), março (c), abril (d), maio (e) e junho (f).

ISBN: 978-85-7282-778-2

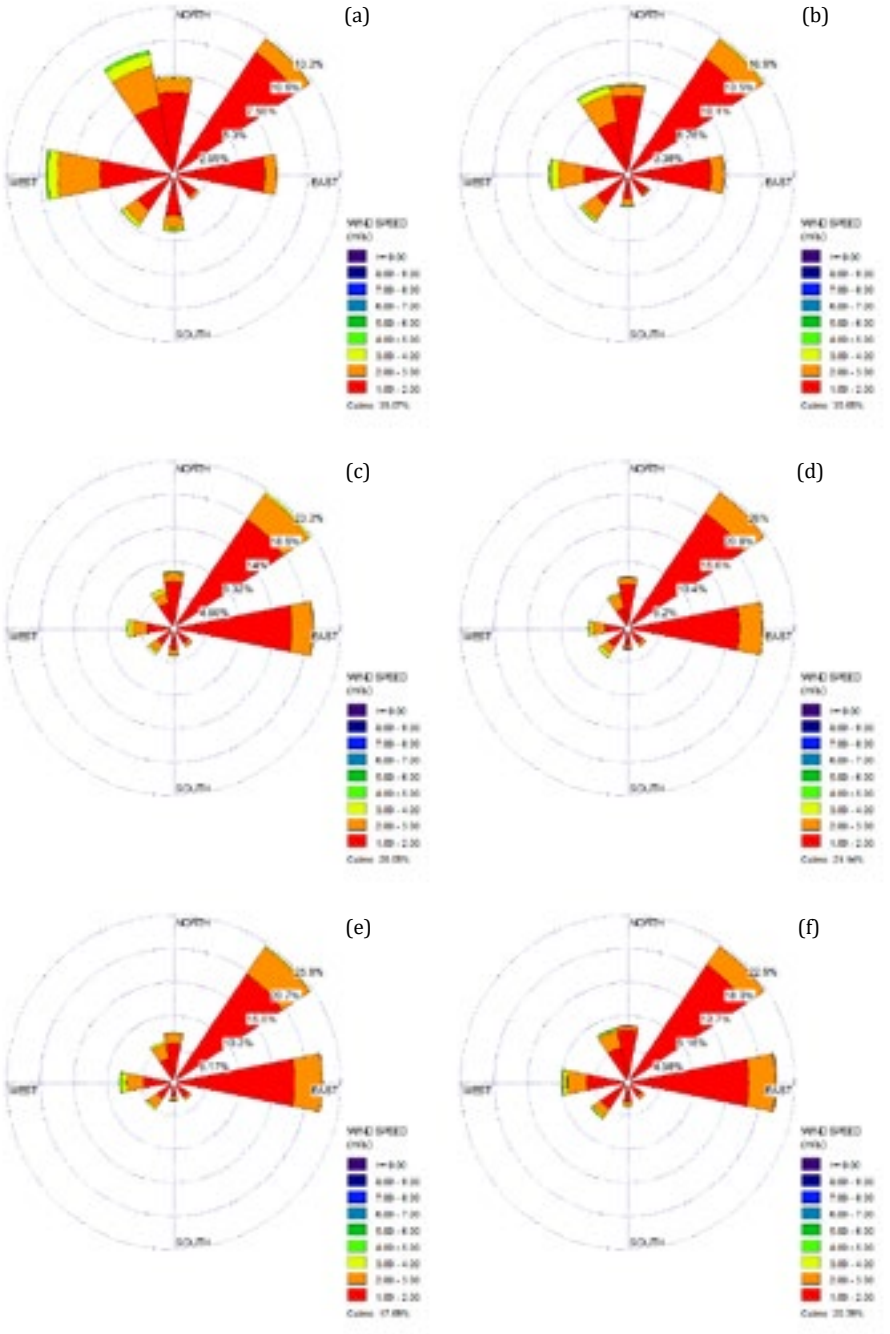


Figura 5 - Rosa dos ventos para Curitiba nos meses de julho (a), agosto (b), setembro (c), outubro (d), novembro (e) e dezembro (f).

ISBN: 978-85-7282-778-2

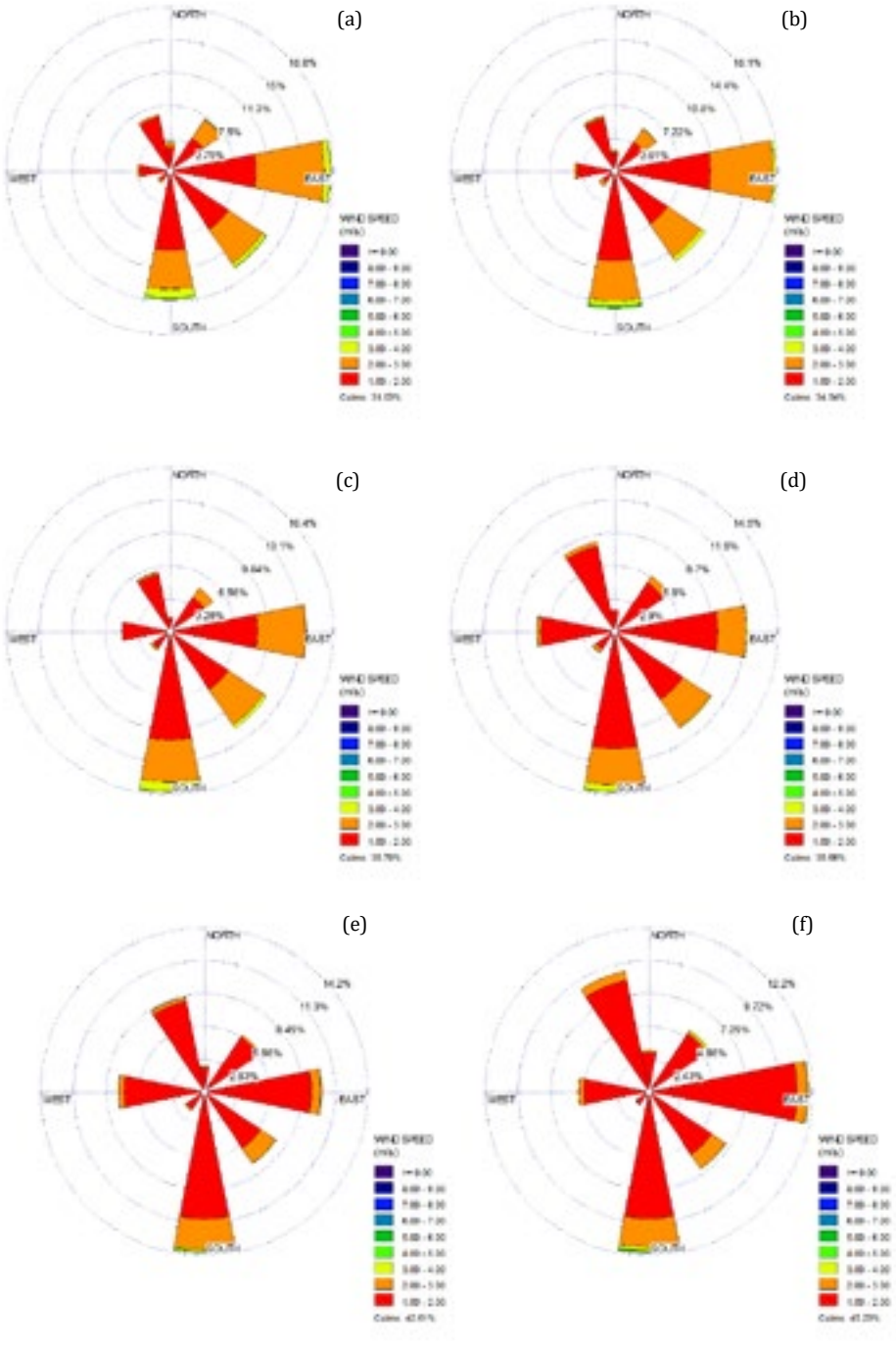


Figura 6 - Rosa dos ventos para Paranaguá nos meses de janeiro (a), fevereiro (b), março (c), abril (d), maio (e) e junho (f).

ISBN: 978-85-7282-778-2

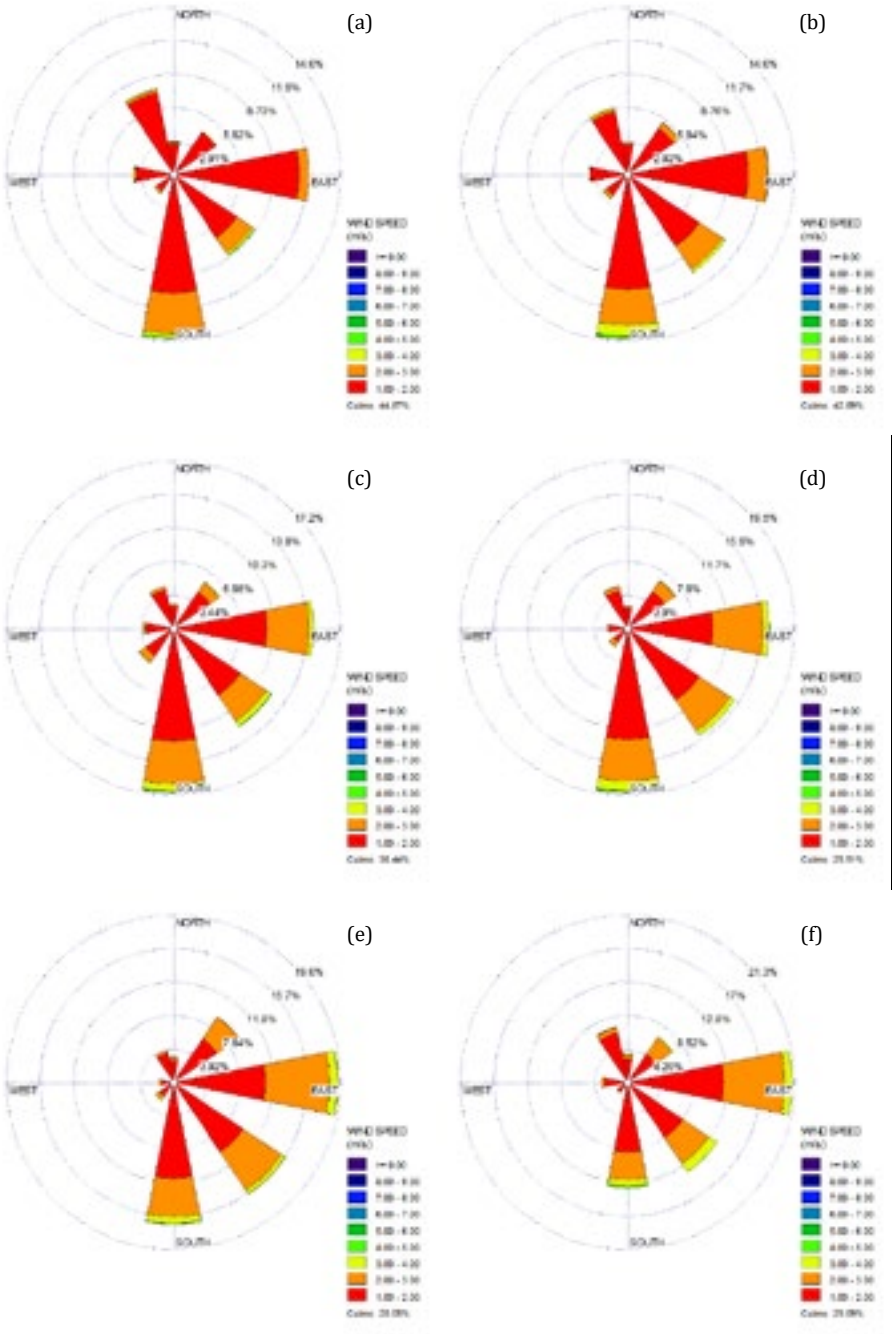


Figura 7 - Rosa dos ventos para Paranaguá nos meses de julho (a), agosto (b), setembro (c), outubro (d), novembro (e) e dezembro (f).

4. Considerações finais

As observações deste estudo mostram que o período de maior intensidade dos ventos em Curitiba e Paranaguá ocorre entre setembro e outubro, sendo que em novembro ocorrem as maiores médias mensais de velocidade dos ventos e, inversamente, as maiores frequências de calmaria são entre os meses de abril e junho. Em Curitiba há o predomínio dos ventos dos quadrantes de NE a E relacionado à atuação do sistema sinótico (Alta Subtropical do Atlântico Sul). Por sua vez, em Paranaguá a interação entre o relevo da Serra do Mar e o sistema de mesoescala (circulação da brisa marítima) condiciona a maior frequência de ventos oriundos de S. O aumento substancial de ventos entre os quadrantes de NW a W em Curitiba (maio a agosto) e Paranaguá (março a julho) são associadas a maior frequência de penetração da frente polar atlântica.

5. Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio do Programa Nacional de Cooperação Acadêmica da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Edital CAPES 071/2013 (88881.068465/2014-01). O primeiro autor agradece à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de Doutorado.

6. Referências

BERUSKI, G.C.; LEITE, M.L.; VIRGENS FILHO, J.S.; ADACHESKI, P.A.; OLIVEIRA, A.V. Análise probabilística da velocidade média e caracterização da direção do vento predominante no município de Lapa/PR. **RA'E GA: o Espaço Geográfico em Análise**, Curitiba, v.17, n.1, p.65-75, 2009.

GALVANI, E.; KLOSOWSKI, E.S.; CUNHA, A.R.; MARTINS, D. Caracterização da direção predominante do vento em Maringá-PR. **Revista Brasileira de Agrometeorologia,** Santa Maria, v.7, n.1, p.81-90, 1999.

LAKES (Lakes environmental software). **Wind Rose Plots For Meteorological Data - WRPLOT View**. 2017. Disponível em: <http://www.weblakes.com/produts/wrplot/index.html.>. Acesso em 20 de março 2018.

MUNHOZ, F.C.; GARCIA, A. Caracterização da velocidade e direção predominante dos ventos para a localidade de Ituverava-SP. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São Paulo, v.23, n.1, p. 30-34, 2008.

OLIVEIRA JÚNIOR, J.F.; SOUZA, J.C.S.; DIAS, F.O.; GOIS, G.; GONÇALVES, I.F.S.; SILVA, M.S. Caracterização do regime de vento no município de Seropédica, Rio de Janeiro (2001-2010). **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v.20, n.4, p.447-459, 2013.

OLIVEIRA JÚNIOR, J.F.; TERASSI, P.M.B.; GOIS, G. Estudo da circulação dos ventos na Baía de Guanabara/RJ, entre 2003 e 2013. **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba, v.21, n.2, p. 59-80, 2017.

R CORE TEAM. 2016. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: https://www.R-project.org/. Acesso em 14 de maio de 2017.

REBOITA, M.S.; GAN, M.A.; ROCHA, R.P.; AMBRIZZI, T. Regimes de precipitação na América do Sul. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São Paulo, v.25, n.2, p.185-204, 2010.

TRUCCOLO, E.C. Assessment of the wind behavior in the northern coast of Santa Catarina. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.26, n.3, p.451-460, 2011.

ZERI M.; OLIVEIRA-JÚNIOR, J.F.; LYRA, G.B. Spatiotemporal analysis of particulate matter, sulfur dioxide and carbon monoxide concentrations over the city of Rio de Janeiro, Brazil. **Meteorology and Atmospheric Physics (Print),** Berlim, v.113, n.3, p.1-14, 2011.

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

CLIMA URBANO E DENGUE EM MANAUS – AM: DINÂMICAS SOCIOAMBIENTAIS

Letícia Barbosa de Souza [(a)], Reinaldo Corrêa Costa [(b).]

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

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

Eixo: 1. A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

RESUMO

As condições climáticas do sítio urbano de Manaus e principalmente as estruturas locais urbanas favorecem o desenvolvimento do Mosquito vetor *Aedes aegypti.* Os dados desta pesquisa foram analisados com base no Sistema Ambiental Urbano (2004) e Sistema Clima Urbano (1976), proposto por Mendonça e Monteiro que apresentam uma metodologia para os estudos da interação entre a sociedade e natureza. As temperaturas ideais demonstraram-se entre 22º e 30º para o desenvolvimento do vetor, os bairros classificados como alto risco na cidade de Manaus, são os mesmo que possui infraestrutura precária, o que vem sendo correlacionado com a problemática da dengue. A epidemiologia da doença é cultural, econômico e social que para o seu controle deve-se ser considerado o planejamento de gestão em conjunto com as políticas públicas de saúde, de infraestrutura e gestão ambiental.

Palavras chave: Vulnerabilidade; *Aedes aegypt*; Manaus

1. INTRODUÇÃO

As condições climáticas do sítio urbano de Manaus e principalmente as estruturas locais urbanas favorecem o desenvolvimento do Mosquito vetor *Aedes aegypti,* transmissor da dengue, no qual possui quatro sorotipos (DEN-1, DEN-2, DEN-3 e DEN-40) (IOC 2017). Estudos como de Beleza e Costa (2015-2016) identificaram que possui relações entre as condições climáticas locais e ciclo de desenvolvimento do mosquito, onde mostram que as condições ideais para o desenvolvimento do mosquito em Manaus é temperatura entre 22 e

30°C e precipitação de 10 mm por dia, todavia, as condições ideais variam conforme a área e suas condições socioeconômicas. (COSTA & SOUZA: 2017).

Conforme Beleza e Costa (2015-2016; 2016) foram identificadas que espacialização da dengue está diretamente ligada às condições ambientais, sociais e políticas na cidade de Manaus. Foi identificado que a doença atinge em maior proporção a população de baixa renda.

Nesse sentido, o estudo objetiva identificar e analisar a relação entre o clima urbano e a incidência de dengue em Manaus, e as dinâmicas socioambientais predominantes nos anos de 2014 a 2016, focando nos anos de maiores epidemias. Para alcançar o objetivo proposto, foi feito um diagnóstico das especificidades climáticas além de definir as condições sociais e econômicas propícias à formação de epidemia de dengue em Manaus.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A unidade espacial de análise do estudo foi à cidade de Manaus, constituída por 57 bairros oficiais até 2009, a partir de 2010 segundo a Lei Municipal n° 1.401/10, foram oficializados mais sete bairros, sendo estes: Lago Azul, Nova Cidade, Novo Aleixo, Cidade de Deus (Zona Norte), Gilberto Mestrinho, Distrito Industrial II (Zona Leste) e Tarumã-Açu (Zona Oeste).

A obtenção da base de dados nesta pesquisa consistiu respectivamente dos anos de 2014 a 2016 por ordem: Epidemiológicos - Casos notificados e confirmados pela Secretária Municipal de Saúde (SEMSA) e Secretária de Vigilância em Saúde (FVS), Entomológica - Com bases de dados do Levantamento Rápido de Infestação ao Aedes Aegypti (LIRAa) que funciona como um boletim informativo realizados nos bairros, permite identificar os locais com altos índices de infestação do mosquito, e consequentemente alertar sobre possíveis epidemias de doenças transmitidas por Aedes Aegypti. O objetivo é localizar a incidência de focos positivos para o desenvolvimento do mosquito através do Índice de Infestação Predial (IIP) e os tipos de criadouros predominantes pelo Índice Bretau (IB) e por meio do Trabalho

de campo – realizado nas seguintes instituições, Secretária Municipal de Saúde (SEMSA) e Fundação de Vigilância em Saúde (FVS) e nos bairros com maiores registros de dengue e seus principais potencializadores, sendo os bairros Jorge Teixeira, Gilberto Mestrinho e Cidade Nova, onde foram feitas perguntas abertas e fechadas para os moradores, analisando as condições ambientais do bairro, assim como, as condições sociais entre o bairro, moradores e os planos de politicas publicas.

2.1 ANÁLISES DOS DADOS

Os dados desta pesquisa foram analisados com base no Sistema Ambiental Urbano (2004) e Sistema Clima Urbano (1976), proposto por Mendonça e Monteiro que apresentam uma metodologia para os estudos da interação entre a sociedade e natureza, permitindo analisar os problemas sociais e ambientais resultantes dessa interação, em conjunto com os estudos das especificidades do clima urbanos, permite compreender a dinâmica do clima local e seus impactos, considerando o natural e o social. (COSTA & SOUZA: 2017).

3. RESULTADO E DISCUSSÕES

Nos anos de estudo, o maior ano de notificações de dengue foi em 2016 (8.751). Em 2013 houve uma grande epidemia na cidade onde houve grandes ações de combate e controle da doença, diminuindo o número de casos da doença para 4.400 casos notificados em 2014, com números mais baixos em 2015 (3.194). Os bairros Jorge Teixeira, Cidade de Deus, Nova Cidade e Gilberto Mestrinho apresentam as maiores notificações da doença durante os três anos.

Com uso da análise das variáveis climáticas de 2014, pode-se identificar que a temperatura ideal para o vetor era entre 26° e 30°. É possível compreender que a chuva não é o único fator do aumento do número registrado de casos de dengue. Os meses de janeiro a Junho notificou mais casos de dengue (2.465), com um total de 1.419,4 milímetros de precipitação durantes esses meses, com temperaturas entre 22° e 30° célsius.

No ano de 2015, em estratos por bairros, a zona leste apresentou um índice alto de

infestação, sendo classificado como alto risco, com incidência de 6,6%, em Jorge Teixeira, São José, Gilberto Mestrinho, Tancredo Neves, com predominância de focos em lixo (92,9 %), depósito de armazenamento de água (25,6 %) e pneus (13,5 %), fatores relacionados aos aspectos econômicos e a ausência de políticas publicas para a população residente no bairro.

No mesmo ano, o período de chuvas entre Janeiro e Maio foi mais intenso na cidade, o período de notificações foi intenso durante o ano, entretanto, o número total de 3.194 casos de notificações não ultrapassou o ano anterior de 4.400 casos registrado. A temperatura nesse período de notificações mais intensas intermediou entre 22° e 30° célsius, as mesmas condições ideais que apresentou em 2014 no período de Janeiro a Junho, onde registrou o maior pico de notificações do ano.

Em Março de 2016 houve 1.564 notificações, sendo o maior pico de notificações do ano, com altas notificações no Coroado (362), Japiim (331), Petrópolis (322), Alvorada (322), Compensa (296), Santa Etelvina (205), Cidade Nova (556), Novo Aleixo (232), Cidade de Deus (205), São José (237) e Jorge Teixeira (447), contabilizado até setembro de 2016. O período de janeiro a abril configuraram os meses que mais obteve casos de dengue nos anos de 2014 a 2016.

Com a grande demanda populacional, bairros não recebem coleta diária, procuram meios para o descarte, *lixeiras viciadas*, queimando, aterrando ou descartando em rios; igarapés mais próximos ou terrenos, os tornando focos de desenvolvimento de doenças, pois já foi evidenciado que a problemática da dengue está correlacionada com os fatores socioeconômicos, por exemplo, se a população não precisar armazenar água, se não existirem os reservatórios em lixos acumulados entre outros, a doença seria mais fácil de ser controlada.

3.1 TRABALHOS DE CAMPO

A grande problemática dos bairros estudados nos trabalhos de campos foi em relação a condições socioeconômicas e problemas de infraestruturas, causando o acúmulo de lixo,

sucatas e carros inutilizados e o armazenamento de água em maioria inadequado. Nos bairros Tarumã, Santa Etelvina, Jorge Teixeira, Cidade de Deus, Colônia Santo Aleixo, a maioria da população não recebem esses serviços, sendo os mesmos bairros com altas notificações de dengue. As áreas com maiores problemas de infraestruturas eram as partes dos bairros que ficavam abaixo do platô. Nessas áreas a coleta de lixo, abastecimentos básicos de água e energia elétrica não são distribuídos homogeneamente (Figura 1).

Figura 1. A – terreno baldio no bairro cidade novo com acúmulo de lixo, ambiente propício para o desenvolvimento do vetor; B – carros abandonados no bairro cidade nova causando o acúmulo de lixo e água; C – lixeira viciada no bairro cidade nova ao lado de um bueiro condicionando locais propícios para o desenvolvimento do ciclo de vida do mosquito; D, E, F – acumulo de lixo como garrafas, geladeiras, sacos com materiais e sucatas no bairro Jorge Teixeira; G, H, I – acumulo de sucatas e lixo orgânico pela falta de coleta no bairro Gilberto Mestrinho.
Foto: Barbosa. L. S.; Cabral, J. S. - 2017

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As temperaturas ideais demonstraram-se entre 22º e 30º para o desenvolvimento do vetor, e os bairros com maiores índices de dengue foram os mesmo que demonstraram uma deficiência na coleta de lixo e disposição de água da rede geral de abastecimento. Os bairros classificados como alto risco na cidade de Manaus, são os mesmo que possui infraestrutura precária, o que vem sendo correlacionado com a problemática da dengue. A epidemiologia da doença é cultural, econômico e social que para o seu controle deve-se ser considerado o planejamento de gestão em conjunto com as políticas públicas de saúde, de infraestrutura e gestão ambiental.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Beleza, M. C.; Costa, R. C. 2015-2016. Clima urbano e dengue em Manaus: correlações e contextos, 01-32. .

BELEZA, M. C.; COSTA, R. C. O clima urbano e a distribuição espaço-temporal da dengue no bairro Cidade de Deus – Manaus/AM, 2016. XII Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica - variabilidade e suscetibilidade climática: implicações ecossistêmicas e sociais, p. 593-604.

COSTA, Reinaldo C. Do lugar a totalidade: metabolismo urbano, previsão de impactos e planejamento. In: CARLOS MACHADO DE FREITAS E LEANDRO LUIZ GIATTI (Org.). Sustentabilidade, Ambiente e Saúde na Cidade de Manaus. Manaus, Editora Fiocruz e Edua, 2015.

COSTA, Reinaldo C., SOUZA, Leticia B. Clima urbano e dengue em Manaus - AM: Dinâmicas socioambientais. 2017.

CRUZ, Denise Rodrigues et al. Áreas de Risco em Manaus: Inventário preliminar. Observatorio de la Economía Latinoamericana, n. 123, 2009.

Instituto Oswaldo Cruz, 2017. Dengue vírus e vetor. Disponível em: <(http://www.ioc.fiocruz.br/dengue/textos/longatraje.html)>. Acesso em: 06/05/2017.

MENDONÇA, Francisco. Riscos, vulnerabilidade e abordagem socioambiental urbana: uma reflexão a partir da RMC e de Curitiba. **Desenvolvimento e Meio ambiente**, v. 10, 2004. Monteiro, C. A. F. 1976. Teoria e clima urbano. IGEOG/USP

MONTEIRO, C. A. F. 1976. Teoria e clima urbano. IGEOG/USP

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

COMPORTAMENTO CLIMATOLÓGICO DA PLUVIOSIDADE NO DISTRITO FEDERAL – PERÍODO 1979-2009

Alicia de Almeida Silva[(a)], Felippe Delangelo Martins Gatto[(b)], Julio Eduardo Mafra Ribeiro[(c)], Luís Felipe Pinheiro de Medeiros[(d)], Mateus Adriano de Oliveira Pinheiro [(e)], Rafael Rodrigues da Franca[(f)]

(a) Estudante de Graduação em Geografia, Universidade de Brasília, aliciialmeida6@gmail.com
(b) Estudante de Graduação em Geografia, Universidade de Brasília, delangelof@gmail.com
(c) Estudante de Graduação em Geografia, Universidade de Brasília, julioedumr@gmail.com
(d) Estudante de Graduação em Geografia, Universidade de Brasília, lufemed@gmail.com
(e) Estudante de Graduação em Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, mateus.opinheiro@gmail.com
(f) Professor Adjunto, Departamento de Geografia, Universidade de Brasília, rrfranca@unb.br

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

O objetivo geral dessa pesquisa é analisar o comportamento climatológico das chuvas no Distrito Federal e entorno numa perspectiva espaço-temporal. Foram selecionadas 41 estações pluviométricas de operadores diversos para análise do período 1979-2009. Foi realizada a análise estatístico-descritiva dos dados e classificação de anos-padrão em habituais e extremos, conforme método proposto por Monteiro (1973a; 1973b). Também foi investigada a existência de tendências no comportamento da série. Para tanto utilizou-se o Teste de Mann-Kendall, executado no *software* R. Já os mapas foram confeccionados no *software* QGIS versão 2.18. Os resultados indicam que a área apresenta, em média, volume anual de precipitação de 1420,7 mm. A maioria dos anos (51,6 %) foi classificada como habitual, apenas um (1992) pode ser classificado como chuvoso e nenhum chegou a ser definido como seco. O resultado da aplicação do Teste de Mann Kendall indica que não há tendência crescente ou decrescente no comportamento dos dados no período.

Palavras chave: pluviosidade, Distrito Federal, clima, variabilidade espaço-temporal

1. Introdução

O regime pluviométrico das zonas intertropicais se distingue por uma forte sazonalidade entre o verão (chuvoso) e o inverno (seco). Tal característica resulta em importantes impactos sobre as atividades econômicas e o cotidiano das populações dessas áreas. Dado que grande parte dos países localizados nessa faixa latitudinal tem sua economia

baseada em atividades do setor primário (agropecuária), variabilidades interanuais no comportamento da precipitação pluvial despertam grande preocupação.

No Brasil, grande parte do interior e região central apresenta tipos climáticos que exibem tal sazonalidade no regime das chuvas. No Distrito Federal (DF), o volume pluviométrico anual médio é de 1552,1 mm (INMET, 1992). No entanto, quase metade desse volume ocorre no trimestre novembro-dezembro-janeiro (NDJ), quando normalmente chove 728 mm (46,9 % do total). No trimestre junho-julho-agosto chove apenas cerca de 33,4 mm (2,1 % do total anual). Os dados fazem referência à Normal Climatológica 1961-1990 do Instituto Nacional de Meteorologia.

A forte sazonalidade pluvial dessa porção da América do Sul é atribuída à atuação do Sistema de Monção da América do Sul (SMAS) (GAN *et al*, 2009). O SMAS se organiza a partir de setembro (primavera) com o aumento da convecção sobre o noroeste da Amazônia e seu deslocamento em direção ao Centro-Oeste e Sudeste do Brasil.

O sistema é alimentado pela umidade marítima proveniente do Oceano Atlântico e transportada pelos ventos alísios até a Amazônia, onde é reciclada. O transporte de umidade do oceano para o continente até a porção oriental da Cordilheira dos Andes e seu posterior redirecionamento para a região central da América do Sul constitui o chamado Jato de Baixos Níveis (JBN), sistema que se organiza próximo ao nível de 850 hPa (1.500 metros de altitude).

Outros sistemas atmosféricos em superfície e em altos níveis da troposfera participam e se articulam na configuração do SMAS, tais como a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), a Alta da Bolívia (AB) e o Vórtice Ciclônico de Altos Níveis (VCAN). Portanto, a sazonalidade pluvial do DF e entorno é resultado da dinâmica atmosférica sobre a região, cujo protagonismo fica por conta da atuação do SMAS.

Recentemente o DF passou a enfrentar problemas relacionados ao abastecimento de água. O governo tem atribuído a origem da crise a uma suposta redução nos volumes de chuva na região, o que teria ocasionado queda drástica (e sem precedentes) nos níveis dos reservatórios do Descoberto e de Santa Maria. Tal fato tem suscitado incertezas sobre o comportamento climatológico das chuvas na região. Algumas das questões que se colocam diante dessa problemática são: 1) Houve redução do volume total de chuva no DF ao longo das últimas décadas? e 2) Como se configura a espacialidade das chuvas no DF e entorno?

Desse modo, o objetivo geral dessa pesquisa é analisar o comportamento climatológico das chuvas no DF e entorno numa perspectiva espaço-temporal. São objetivos específicos: 1) Analisar a variabilidade interanual da precipitação pluvial na área de estudo. 2) Classificar anos-padrão nas categorias habitual, seco ou chuvoso. 3) Verificar a existência de tendências na série de dados. 4) Representar em mapas os anos-padrão, a partir da interpolação dos dados pluviométricos das 41 estações.

2. Materiais e Métodos

A primeira etapa da pesquisa consistiu na composição de um banco de dados de pluviosidade do DF e entorno. Para tanto, foram consultados os bancos de dados virtuais do Instituto Nacional de Meteorologia – BDMEP, e da Agência Nacional de Águas – Hidroweb, ambos com acesso gratuito. Ao final foram selecionadas e validadas 41 estações pluviométricas localizadas no DF e em municípios do entorno de operadores diversos (figura 1). O recorte temporal utilizado nessa pesquisa compreende o período 1979-2009, por ser aquele no qual mais de 90% das estações apresenta dados consistentes e com poucas falhas.

Figura 01: Mapa das Estações Pluviométricas Selecionadas e Suas Operadoras – DF e entorno, elaborado pelo Laboratório de Climatologia Geográfica (LCGEA) - UnB

Em seguida, foi realizada a análise estatístico-descritiva dos dados, com utilização do *software* Microsoft Excel 2013, onde os mesmos foram tabulados em intervalos mensais e anuais para cálculo das médias climatológicas. Tal procedimento permitiu a construção de um pluviograma nos moldes daquele proposto por Schroder (1956).

Para classificação e seleção de anos-padrão habituais e extremos (secos e chuvosos) foi aplicado o método proposto por Monteiro (1973a; 1973b) que se baseia no cálculo do coeficiente de variação anual da pluviosidade (CVa). O CVa é calculado a partir do desvio (diferença) entre o total de precipitação anual (Pa) e o total anual médio (Pm). Esse resultado é transformado em percentual por meio da equação abaixo: CVa=(Pa-Pm)*100/Pm A tipologia proposta por Monteiro para definição de anos habituais (normais) e extremos – secos e chuvosos, é a seguinte: 1) Ano habitual – apresenta coeficiente de variação de pluviosidade entre -15% a +15%; 2) Ano habitual tendente a seco – apresenta CVa de -30% a -15%; 3) Ano habitual tendente a chuvoso – apresenta CVa entre +15% a +30%; 4) Ano seco –

apresenta CVa igual ou superior a -30%; e 5) Ano chuvoso - apresenta desvios iguais ou maiores a +30%. Os cálculos foram realizados no *Excel*.

Também foi investigada a existência de tendências no comportamento da série de dados de pluviosidade na área de estudo ao longo do período analisado. Para tanto utilizou-se o Teste de Mann-Kendall, executado no *software* R, considerando nível de significância de 0,05.

Finalmente, os mapas apresentados foram confeccionados no *software* QGIS versão 2.18, a partir de bases cartográficas disponíveis gratuitamente na *internet*. A interpolação dos dados pluviométricos foi feita a partir do método de Ponderação pelo Inverso da Distância (IDW), disponível no *software*.

3. Resultados e discussões

3.1 Climatologia das chuvas na área de estudo

A análise estatístico-descritiva dos dados das 41 estações no período 1979-2009 indica que o DF e entorno apresenta, em média, volume anual de precipitação pluvial igual a 1420,7 mm. No entanto, a maior parte desse volume – cerca de 78 % do total – ocorre no período de novembro a março (estação chuvosa). Já nos meses de maio a setembro chove apenas 6,4 % do total anual, o que configura a estação seca na região. Os meses de abril e outubro são de transição entre as duas estações. Os resultados são coerentes às Normais Climatológicas disponíveis para localidades da região. A figura 02, abaixo, ilustra o comportamento climatológico mensal das chuvas na área de estudo.

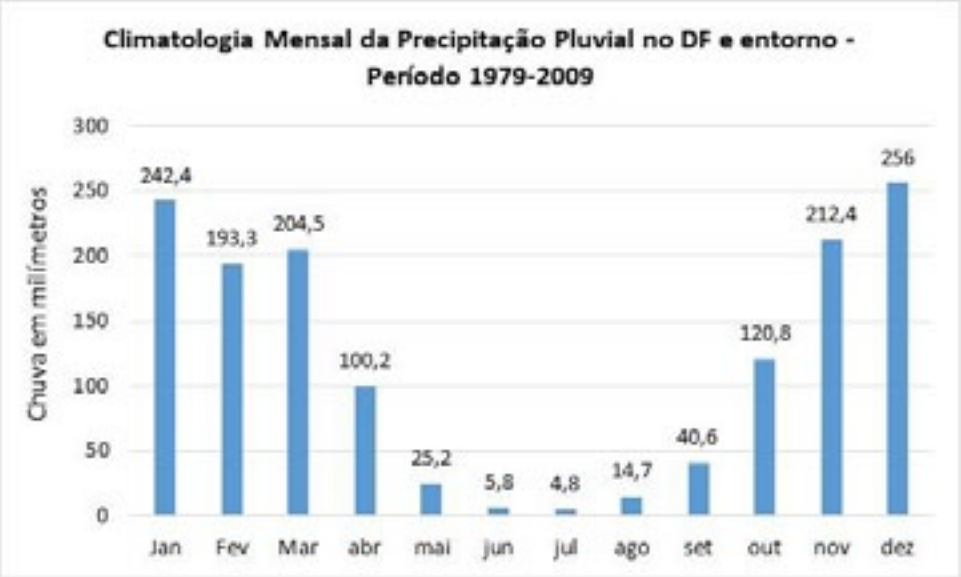


Figura 02: Gráfico da Climatologia Mensal da Precipitação Pluvial no DF e entorno – Período 1979-2009, elaborado pelo Laboratório de Climatologia Geográfica (LCGEA) - UnB
Fonte dos dados: INMET, ANA.

Quanto à distribuição espacial da pluviosidade na área, os maiores volumes de chuva do DF são encontrados em sua porção oeste-noroeste, próximo ao Lago do Descoberto, importante reservatório de água da capital federal, localizado nos limites com Goiás. Já a porção oriental do DF parece apresentar menores volumes anuais de chuva. Três hipóteses podem ser levantadas para explicar o fenômeno: 1) a própria influência do lago de amplas dimensões no aporte de umidade à troposfera no extermo noroeste do DF; 2) a influência da topografia da região, fato que poderá ser analisado em pesquisas futuras; e 3) a maior influência sobre a porção leste da área de estudo de sistemas atmosféricos associados à tempo estável e sem chuvas, a exemplo do Anticiclone ou Alta Subtropical do Atlântico Sul, que se manisfesta por ventos do quadrante leste e nordeste. O mapa abaixo (figura 03) permite observar a distribuição espacial das chuvas na área de estudo.

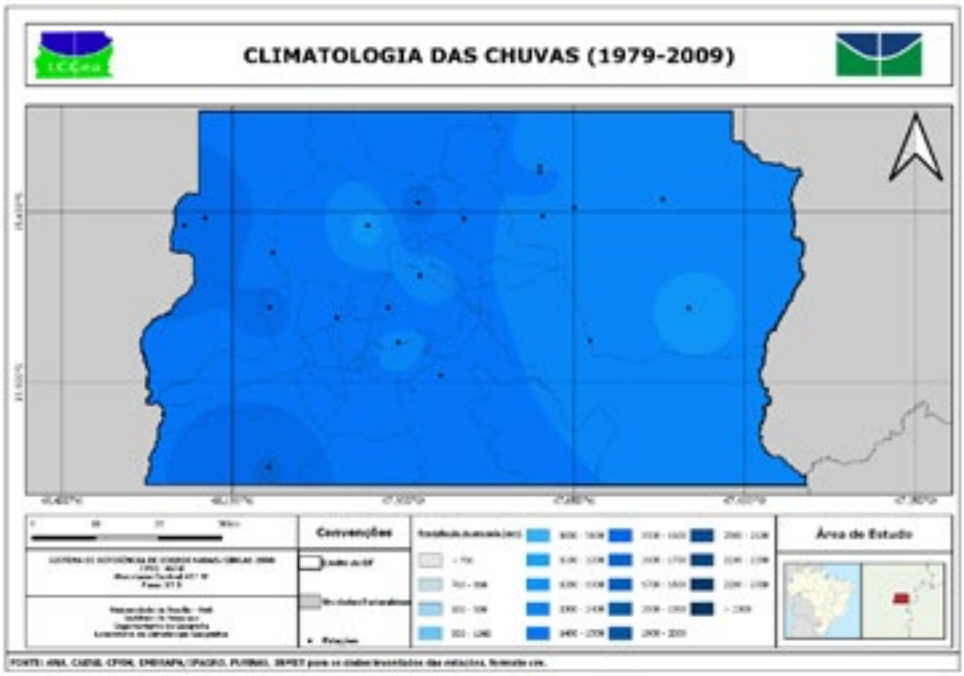


Figura 03: Mapa da Climatologia das chuvas no DF e entorno – Período 1979-2009, elaborado pelo Laboratório de Climatologia Geográfica (LCGEA) - UnB

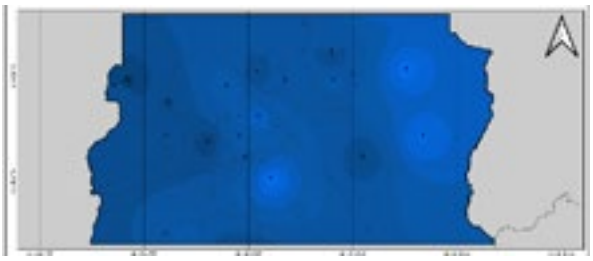
3.2 Classificação em anos-padrão habituais, secos e chuvosos

O cálculo do CVa para cada ano da série de dados permitiu a classificação dos mesmos nas categorias habitual, seco ou chuvoso, conforme metodologia proposta por Monteiro (1973a; 1973b) e descrita no item Materiais e Métodos. A maioria dos anos (51,6 %) foi classificada como habitual, apenas um (1992) pode ser classificado como chuvoso e nenhum chegou a ser definido como seco. No entanto, oito anos da série (25,8 %) se enquadram na categoria habitual tendente à seco, sendo 1990 aquele mais próximo da categoria seco. O ano mais próximo da habitualidade é 1997, cujo CVa foi de 0,2 %. A tabela 01 abaixo sintetiza esses resultados.

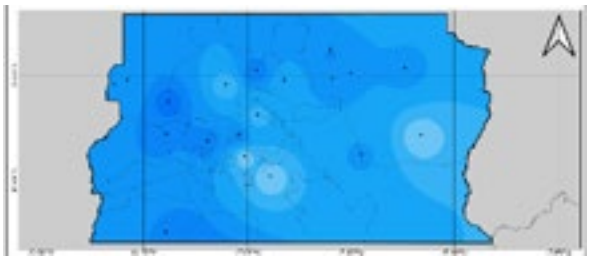
Tabela 01: Classificação em anos-padrão habituais, secos e chuvosos

Anos Secos (Cva: superior a -30%)	Anos Habituais Tendentes à Seco (Cva: -30% a -15%)		Anos Habituais (Cva: -15% a +15%)				Anos Habituais Tendentes à Chuvoso (Cva: +15% a +30%)		Anos Chuvosos (Cva: superior a +30%)	
Nenhum	**1990**	**-25,1**	2001	-14,8	1987	1,6				
	2007	-24,3	1999	-10,2	1988	1,9	1979	15,2		
	1996	-22,1	1998	-9,2	1982	3,0	2005	15,4		
	1986	-21,1	1995	-2,8	2006	7,1	1980	16,0	**1992**	**33,1**
	2002	-20,3	1994	-2,5	1991	10,2	2004	16,5		
	1984	-18,5	2000	-0,4	1985	10,3	1989	16,7		
	2003	-18,3	**1997**	**0,2**	2009	12,4	1983	29,1		
	1993	-16,2	2008	0,6	1981	13,8				
0 % da série	25,8 % da série		51,6 % da série				19,3 % da série		3,2 % da série	

Os dados acima foram utilizados para a seleção de anos-padrão a serem representados cartograficamente. Foram escolhidos os anos de 1997 como habitual, 1990 como habitual tendente à seco, e 1992 como chuvoso. A configuração da distribuição espacial das chuvas observada no mapa climatológico e discutida no item 3.1 (figura 03) é recorrente nos três anos-padrão selcionados. Os mapas são apresentados na figura 04 abaixo (a-d).



Ano Chuvoso 1992 (a)



Ano Seco 1990 (b)

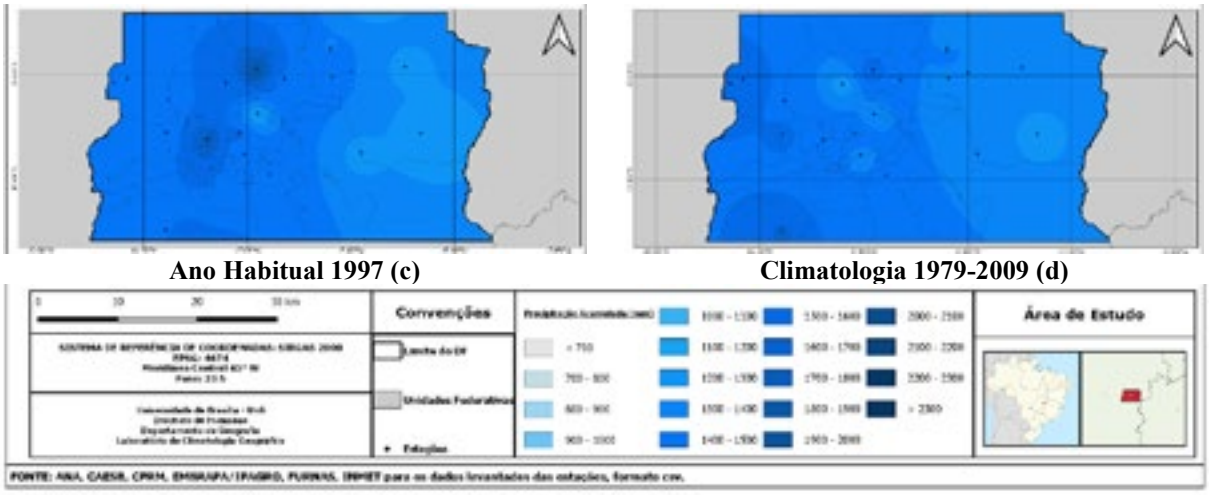


Figura 04: Mapas dos anos-padrão Chuvoso 1992 (4a), Seco 1990 (4b), Habitual 1997 (4c) e da Climatologia 1979-2009 (4d), elaborados pelo Laboratório de Climatologia Geográfica (LCGEA) – UnB.

3.3 Variabilidade interanual e tendências

A variabilidade interanual do comportamento da precipitação pluvial na área de estudo é ilustrada no gráfico abaixo (figura 05). Em termos regionais, o ano mais chuvoso da série foi 1992, com volume médio de 1896,9 mm. O mais seco foi 2007, com volume médio de 1066,9 mm. A média climatológica anual é de 1420,7 mm e 1997 foi o ano que mais se aproximou desse valor (total de 1432,4 mm). Tais resultados praticamente coincidem com aqueles relativos ao cálculo do CVa e apresentados no item 3.2.

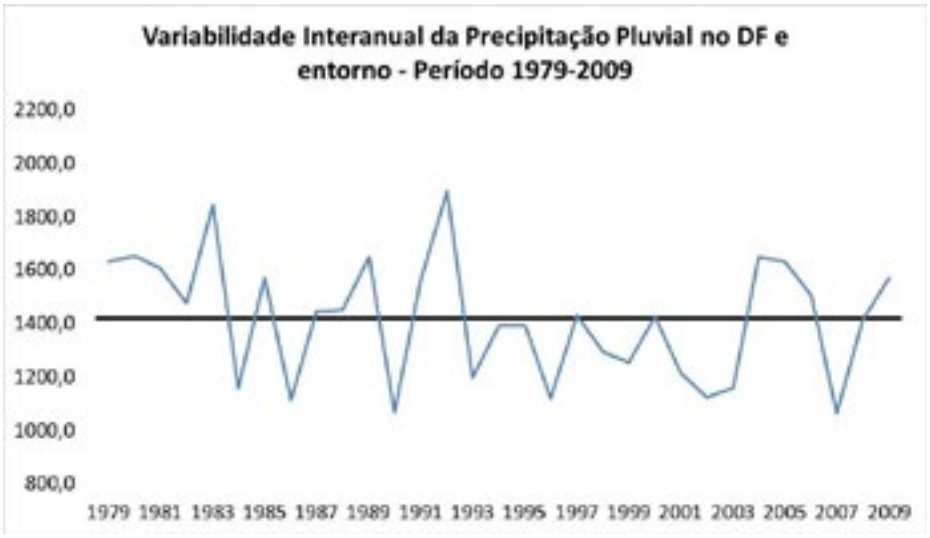


Figura 05: Variabilidade Interanual da Precipitação Pluvial no DF e entorno – Período 1979-2009, elaborado pelo Laboratório de Climatologia Geográfica (LCGEA) – UnB.
Fonte dos dados: INMET, ANA.

O resultado da aplicação do Teste de Mann Kendall indica que não há tendência crescente ou decrescente no comportamento da série de dados no período 1979-2009. O p-valor da amostra foi igual a 0,1261 (maior que 0,05), portanto, admite-se a Hipótese Nula (H_0) e rejeita-se a Hipótese Alternativa (H_1). Tal resultado provavelmente decorre da grande dispersão dos dados ao longo do período, assim como de uma série relativamente curta (31 anos).

4. Considerações finais

A presente pesquisa analisou o comportamento da pluviosidade no DF e entorno em uma perspectiva espaço-temporal. A área de estudo se dinstigue por apresentar nascentes de afluentes de três das maiores bacias do Brasil (Paraná, Tocantins-Araguaia e São Francisco). Recentemente, a região enfrentou problemas de abastecimento de água atribuídos à uma suposta redução nos volumes de chuva ao longo das últimas décadas.

Os resultados da pesquisa, no entanto, revelaram que ao longo do período 1979-2009 não houve tendências estatísticas significantes a esse respeito, o que indica que novos estudos, com bancos de dados mais robustos, precisam ser realizados. Apesar disso, os dados confirmam a forte sazonalidade do regime pluvial da região, com cerca de 78 % do volume anual concentrado em apenas cinco meses (novembro a março), o que impõe à população que ocupa essa região uma gestão inteligente e responsável dos recursos hídricos, já que praticamente não chove entre abril e outubro.

Por fim, a distribuição espacial da pluviosidade na área revela padrões e interações com a topografia local ainda inexplorados cientificamente e que precisam ser melhor compreendidos e investigados por pesquisas e metodologias mais sofisticadas.

5. Referências Bibliográficas

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Hidroweb – Sistema de informações hidrológicas.** Disponível em <http://hidroweb.ana.gov.br> Acesso em 20 ago. 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa - BDMEP**. Disponível em <http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/> Acesso em 20 ago. 2018.

GAN, M.; RODRIGUES, L. R.; RAO, V. B. Monção na America do Sul. **Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, p. 297-316, 2009.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Normais climatológicas (1961-1990).** Brasília: 1992. 84 p.

MONTEIRO, C. A. de F. **A dinâmica climática e as chuvas no Estado de São Paulo: estudo geográfico em forma de atlas.** São Paulo: USP/IGEOG, 1973a.

MONTEIRO, C. A. de F. **O clima e a organização do espaço no Estado de São Paulo: Problemas e perspectivas.** São Paulo: USP/IGEOG, 1973b.

SCHRODER, R. **Distribuição e curso anual das precipitações no Estado de São Paulo.** Bragantia. 1956, vol.15, n.unico, p.193-250

ZAVATTINI, J. A.; BOIN, M. N. **Climatologia Geográfica: teoria e prática de pesquisa.** Campinas: Alínea, 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

CONFIABILIDADE DE DADOS CLIMÁTICOS NÃO OFICIAIS PARA FRANCISCO BELTRÃO (PR)

Dejanir de Oliveira[a], Marina Sória Castellano [b]

[a] Discente do curso de Bacharelado em Geografia, Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), campus de Francisco Beltrão, email: dija234810614@gmail.com

[b] Docente dos Colegiados de Bacharelado e Licenciatura em Geografia, Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), campus de Francisco Beltrão, email: ninasoria@gmail.com

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

O objetivo do trabalho foi avaliar a confiabilidade de uma estação meteorológica amadora em comparação com a estação oficial do Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), tendo em vista a utilização de dados de temperatura e chuva coletados das duas estações nos anos de 2014, 2015 e 2016. Para tanto, foram utilizados cálculos de médias, máximas, mínimas, amplitude e desvio padrão, além da aplicação do método estatístico regressão linear. Em relação à confiabilidade da estação amadora, os dados de temperatura apresentaram resultados satisfatórios, já os valores de precipitação não se mostraram confiáveis para pesquisas e estudos futuros.

Palavras chave: Estação meteorológica amadora; confiabilidade; temperatura, precipitação.

1. Introdução e objetivo

O alto custo relacionado à implantação e manutenção de estações meteorológicas no Brasil dificulta, muitas vezes, a aquisição de séries consistentes de dados destinados à pesquisa. Por isso, instrumentos de medição de baixo custo tem se apresentado como alternativa, sendo, inclusive, alvo de algumas pesquisas que mostraram bons resultados (AZEVEDO e TARIFA, 2001; ARMANI e GALVANI, 2003; SERAFINI JUNIOR e ALVES, 2014; SOUZA et. al, 2015; HOPPE et al, 2015; VALIN JR et al, 2016).

Assim, o trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência de um equipamento de medição não oficial em comparação a dados da estação meteorológica do Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), localizada em Francisco Beltrão (PR), município com cerca de 90 mil habitantes (IBGE, 2017), situado no sudoeste do Paraná.

2. Materiais e métodos

Foram levantados dados de temperatura máxima e mínima em aparelho da marca *Thermometer* adquirido no *site* https://pt.aliexpress.com. As medições foram obtidas através de um sensor acoplado à ponta de um cabo colocado do lado de fora da casa do primeiro autor, assim como o instrumento de medição de chuva, com uma escala de 0 a 150 mm. As medições diárias de temperaturas máximas e mínimas e precipitação ocorreram entre 2014 e 2016.

Os dados amadores foram comparados com dados do IAPAR, por meio do cálculo de médias, máximas, mínimas, desvio padrão e amplitude, além da regressão linear, também utilizada por Armani e Galvani (2006), que teve como base o uso do R Quadrado, com um valor de 0 a 1: quanto mais próximo de 1, mais confiáveis são os dados.

3. Resultados e discussões

O Quadro 1 mostra, para as medições de temperatura e precipitação, quais foram as diferenças nos valores médios, mínimos, máximos, amplitude e desvio padrão entre a estação amadora e oficial, nos três anos analisados.

Quadro 1: Valores comparativos anuais de temperatura e precipitação entre estação amadora e oficial

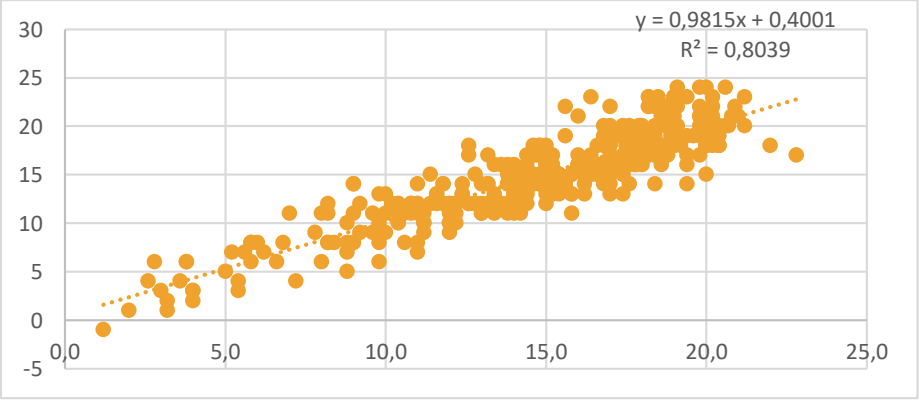
TEMPERATURA									
Anos	2014			2015			2016		
Parâmetros	Amadora	IAPAR	Diferença	Amadora	IAPAR	Diferença	Amadora	IAPAR	Diferença
Média	26,1	26,0	0,1	27,0	26,2	0,8	26,0	26,0	0
Máxima	37,6	36,0	1,6	35,0	34,2	0,8	34,0	35,0	0
Mínima	1,2	1,0	0,2	0,0	0,4	0,4	-3,0	-2,0	1,0
Desvio Padrão	5,14	4,85	0,29	4,44	4,53	0,09	5,2	5,21	0,01

Amplitude	36,4	35,0	0,6	35,0	33,8	1,2	37,0	37,0	0
PRECIPITAÇÃO									
Parâmetros	Amadora	IAPAR	Diferença	Amadora	IAPAR	Diferença	Amadora	IAPAR	Diferença
Média	8,0	7,0	1,0	7,0	7,0	0	6,0	6,0	0
Máxima	200	177,0	23,0	97,0	93,0	4,0	125,0	112,0	13,0
Desvio Padrão	21,30	18,40	2,90	15,10	14,36	0,74	16,28	13,86	2,42

Organização: Dejanir de Oliveira.

Em relação às temperaturas, é possível perceber poucas discrepâncias, com destaque para algumas diferenças iguais ou próximas a zero. A respeito das precipitações, houve maior variação, com diferenças chegando a 23,0, como no caso da chuva máxima de 2014.

A Figura 1 mostra o gráfico de dipersão e o R^2 da temperatura mínima e da precipitação em 2014. Gráficos semelhantes foram feitos para a temperatura máxima em 2014 e para os anos de 2015 e 2016, porém não serão mostrados nesse trabalho.



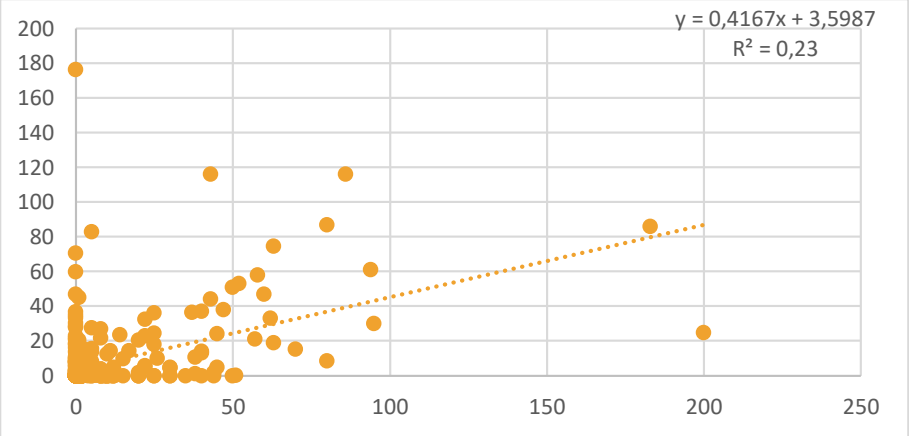


Figura 1: Distribuição dos valores do R^2 em 2014 para a) Temperatura mínima; b) Precipitação.

Fonte: Dados das estações oficial e não-oficial. Organização: Dejanir de Oliveira

Nos anos de 2015 e 2016, a mesma tendência se manteve, conforme o Quadro 2.

Quadro 2: Valores do R^2 para temperaturas máximas, mínimas e precipitação (2014 a 2016)

Anos	Temperatura máxima	Temperatura mínima	Precipitação
2014	0,864	0,803	0,230
2015	0,907	0,840	0,167
2016	0,948	0,948	0,317

Organização: Dejanir de Oliveira

Os dados de temperatura mínima e máxima da estação amadora se mostraram satisfatórios, pois, em todos os anos analisados, o R^2 ficou acima de 0,8, mostrando ser muito confiável em relação à estação convencional. Já os dados de precipitação apresentaram valores de R^2 muito baixos, o que mostra um baixo nível de confiança. Aventam-se duas hipóteses para tal discrepância: a primeira diz respeito ao tipo de precipitação, uma vez que chuvas convectivas podem ter ocorrido em alguns dias considerados. Para se ter certeza, seria preciso analisar os sistemas atuantes em todos os dias em que houve chuva, o que não foi proposto pela pesquisa. A segunda é o fato do instrumento de medição usado na estação amadora ser mais simples, feito com escala de números levemente diferente da utilizada em âmbito profissional.

4. Considerações finais

O trabalho apresentou resultados satisfatórios, com destaque à confiabilidade da estação meteorológica não convencional (amadora) comparada com uma profissional (oficial), em relação aos dados de temperatura máxima e mínima. Tal fato comprovou que aparelhos simples e de baixo custo também são seguros e confiáveis em suas medições, tratando-se de um investimento barato que pode auxiliar estudos climáticos, desde que sejam instalados, cuidados e monitorados regularmente com coletas diárias dos dados. Assim, a longo prazo, a estação amadora pode ser utilizada como fonte de dados para futuras pesquisas acadêmicas sobre o microclima de Francisco Beltrão, além de fornecer dados de apoio a órgãos públicos.

Referências Bibliográficas

ARMANI, G.; GALVANI, E. Avaliação do desempenho de um abrigo meteorológico de baixo custo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Piracicaba (SP), v. 14, n.1, p. 116-122, 2006

AZEVEDO, T. R.; TARIFA, J. R. Mini abrigo meteorológico aspirado do Laboratório de Climatologia e Biogeografia e seu uso no estudo geográfico do clima. **GEOUSP,** São Paulo (SP), n. 10, p. 165-174, 2001

HOPPE, I. L.; IENSSE. A.; SIMIONI, J. P. D.; WOLLMAN, C. A. Comparação entre um abrigo meteorológico de baixo custo e a estação meteorológica oficial no INMET, em Santa Maria (RS). **Ciência e Natura,** vol. 37, núm. 1, pp. 132-137, 2015.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades: Francisco Beltrão. 2010.** Disponível em: <http:// http://cod.ibge.gov.br/8l4 >. Acesso em: 18 Outubro 2018.

SERAFINI JUNIOR, S.; ALVES. R. Miniabrigos meteorológicos: comparação e análise estatística para avaliação de eficiência. **GEOUSP,** v. 18, p. 198-210-210, 2014**.**

SOUZA, R. R.; ANTUNES, J. P.; CABRAL, I. Estação meteorológica experimental de baixo custo. **Geo UERJ**, v. 27, p. 80-97, 2015.

VALIN JR, M de O.; SANTOS, F. M. De M.; RIBEIRO, K. F. A.; NOGUEIRA, M. C. De J. A.; NOGUEIRA, J. De S. Análise da relação entre abrigos meteorológicos alternativos para pontos fixos e o comportamento das variáveis termo higrométricas. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 18. p. 157- 179, 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

DIMENSÃO MULTIFRACTAL DA PRECIPITAÇÃO E A PARTICIPAÇÃO DOS SISTEMAS ATMOSFÉRICOS EM PEDRO AFONSO E PEIXE, TOCANTINS, BRASIL

Paulo Henrique Pereira Pinto [(a)], Anderson L. H. Christofoletti [(b)]

[(a)] Departamento de Geografia, Universidade Federal de Rondônia UNIR, pauloclimat@unir.br

[(b)] Departamento de Geografia, Universidade Estuadual Paulista, UNESP/RC, alhc@rc.unesp.br

Eixo 1: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo/

O presente estudo trata-se de uma análise comparativa entre a dimensão fractal pluviométrica e o índice de participação dos sistemas atmosféricos nas cidades de Pedro Afonso e Peixe, estado do Tocantins. Foram utilizados dados meteorológicos diários coletados pelas estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). O estudo do índice de participação dos sistemas atmosféricos serviu como base para a caracterização e para a busca de correlação entre a atuação das massas e a dimensão fractal. A partir dos resultados pode-se constatar que as características da dimensão fractal pluviométrica indica a freqüência temporal, e nesse caso também espacial, apresentou forte relação com a atuação dos sistemas atmosféricos nas localidades de Pedro Afonso e Peixe. Isso reforça o fato de que a análise da dimensão fractal é considerada como técnica de análise da precipitação aliada aos estudos dos sistemas atmosféricos e sua influência direta na precipitação.

Palavras chave: Dimensão Fractal; Ritmo Climático; Climatologia Dinâmica.

1. Introdução

Na realização de estudos climatológicos, principalmente aqueles relacionados à distribuição das precipitações, varias técnicas são empregadas, dentre elas as mais populares são os cálculos da tendência central e o da dispersão em diversas escalas temporais. Esses procedimentos de análise separam os elementos do clima dificultando a o entendimento da

integração afim de explicá-los. O estudo do comportamento dos elementos climáticos que abrangem de forma dinâmica é realizado tendo em vista o conhecimento do complexo climático a partir da influência das massas de are dos tipos de tempo – (MONTEIRO, 1962).

Além dos procedimentos comumente utilizados, nas últimas décadas outro tipo de procedimento, designada de Geometria Fractal, vem sendo utilizado nas ciências naturais e sociais. O desenvolvimento desta técnica se deu a partir da década de 60, porém após enfrentar forte resistência a comunidade cientifica Mandelbrot publicou somente em 1975, com o título: Les Objets Fractals: Forme, Hasard et Dimension. Contudo, seu trabalho adquiriu fama em 1982, com a publicação em inglês: The Fractal geometry of Nature. A utilização do termo fractal, da origem da palavra "fractus" em latim,foi concebida para representar a ideia de fratura, quebra. Uma vez que, as formas e fenômenos da natureza não se apresentam em formas geométricas perfeitas, necessitando assim uma nova forma de serem percebidos e analisados (GERRINI, 1996).

Além de se destacar como uma nova ciência, que permitiu observar e até quantificar as formas da natureza para além da geometria tradicional, essa nova forma de investigação também rompeu as fronteiras das ciências exatas, podendo ser aplicada em diversas áreas das ciências sociais. Um exemplo é a aplicação de aspectos fractais no campo social no que se refere à teoria do caos elaborado por Edward Lorenz na década de 60. O Efeito Borboleta nas pesquisas de opinião, uma vez que uma simples informação tendenciosa em uma eleição pode mudar de forma imprevisível os resultados da mesma.

Os estudos relacionados a fenômenos naturais imprescindíveis para a manutenção da vida na terra, tais como os climáticos, a abordagem fractal também é muito útil. No Brasil, a abordagem da geometria fractal para os estudos do sistema climático, responsável à manutenção da vida no planeta Terra, vem sendo aplicada na análise do comportamento espacial e temporal das precipitações Um exemplo dessa aplicação é o estudo que apresenta a análise das chuvas no estado de São Paulo, e tem como autores Alberto Pereira Junior e Anderson L. H. Christofoletti. Esta pesquisa objetivou realizar o mapeamento da dimensão

fractal pluviométrica na busca por possíveis relações com a classificação climática realizada por monteiro. Seus resultados revelaram alta de compatibilidade entre o índice de participação das massas de ar e a dimensão fractal pluviométrica (PEREIRA JUNIOR, A.; CHRSTOFOLETTI, A. L. H. 2003).

Tendo em vista o exposto, o presente trabalho tem como proposta a aplicação da abordagem fractal pluviométrica, para duas localidades no estado do Tocantins e a conseguinte comparação entre esses resultados e a dinâmica anual das massas de ar atuantes na área, verificada em anos de padrão seco, chuvoso e habitual.

2. Materiais e Métodos

Foram utilizados dados meteorológicos diários coletados pelas estações meteorológicas convencionais do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Os postos meteorológicos estão localizados nas coordenadas (Latitude: 8° 58' 17" Sul / Longitude: 48° 10' 31" Oeste) na cidade de Pedro Afonso e (Latitude: 12° 1' 34" Sul / Longitude: 48° 32' 23" Oeste).

A análise do índice de participação dos sistemas atmosféricos (PINTO, 2014), também serviu como base para a caracterização e para a investigação acerca da possível relação entre a atuação das massas e a dimensão fractal. Por fim, foi aplicada a técnica do uso da contagem da frequência dos dias chuvosos por tamanhos de segmentos, conforme diferentes magnitudes proposta por Olsson (1995) (apud CHRISTOFOLETTI, 1998). A partir disso, foi realizada a relação com os índices de participação das massas de ar. Para tal análise, foram selecionados os anos padrão (seco, habitual e chuvoso) do período de 1986 a 2005. A seleção desses anos padrão foi realizada a partir da aplicação da técnica de Sturges, que define a quantidade de classes a partir do número de dados a serem analisados. (GERARDI, 1981).

3. Resultados e discussão

As cidades nas quais se encontram as estações meteorológicas (Peixe e Pedro Afonso, estado do Tocantins) apresentam características semelhantes no que se refere aos

condicionantes climáticos e os fatores geográficos físicos, principalmente no que se refere ao relevo e altitude. Dentre esses fatores mais relevante estão a altimetria e a vegetação. Visto que, as duas cidades estão localizadas na depressão do Rio Tocantins, a uma altitude de aproximadamente 200 m e estão contidas no bioma cerrado. No que se refere aos sistemas atmosféricos mais atuantes Pinto (2013) estabeleceu uma classificação de anos padrão a partir da análise de dados pluviométricos no estado do Tocantins, que correspondem ao período de 1989 a 2005. Desse modo, foram selecionados os ano padrão 1989 – chuvoso; 1998 – seco; e 2001 – habitual e feitas as considerações sobre a atuação das massas de arem cada um deles. De modo geral o autor enfatiza que os principais sistemas atuantes no estado do Tocantins são o equatorial continental e equatoriais atlânticos e o tropical atlântico. Os sistemas de origem polar apresentam algumas incursões, mas sua influência e ínfima. Os valores de chuva apresentam-se mais elevados em Pedro Afonso, que possui maior influência e frequência da Massa Equatorial Atlântica (MEA) do que Peixe, mais ao sul (PINTO, 2013).

A cidade de Peixe está localizada em Planície Fluvial da Depressão do Alto Tocantins, a uma altitude de 240 metros. E a cidade de Pedro Afonso está localizada em Planície Fluvial da Depressão do Médio Tocantins, a uma altitude de 201 metros. Ambas estão contidas no Bioma Cerrado e apresentam declividade igual ou inferior a 5% com "predominância de áreas com declives suaves, nos quais, na maior parte dos solos, o escoamento superficial é lento ou médio.". (TOCANTINS, 2012, p. 28).

3.1 A atuação dos sistemas atmosféricos

Sobre o índice de participação dos sistemas atmosféricos na gênese das chuvas nas cidades de Pedro Afonso (TO) e Peixe (TO) o trabalho de Pinto (2013), apresenta as seguintes características. O ano de1989 revelou a atuação predominante dos sistemas tropicais, a Massa Tropical Atlântica (MTA) e Massa Equatorial Atlântica (MEA) e de sistemas equatoriais como a Massa Equatorial Continental (MEC). A MTA atua durante ano todo tem participação substancial nas chuvas de primavera e verão em ambas as localidades. No que se refere à

relação entre o posicionamento geográfico das localidades e a atuação das massas de ar, nota-se a participação mais expressiva da MEA na cidade de Pedro Afonso (centro norte) (Figura 1, 1A, 2 e 2A).

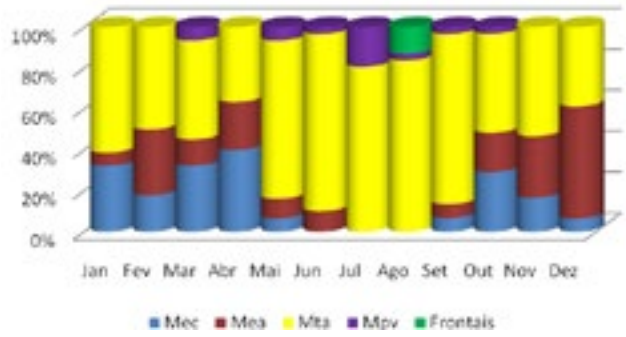


Figura 01: Atuação dos Sistemas Atmosféricos Pedro Afonso - TO (ano chuvoso - 1989)

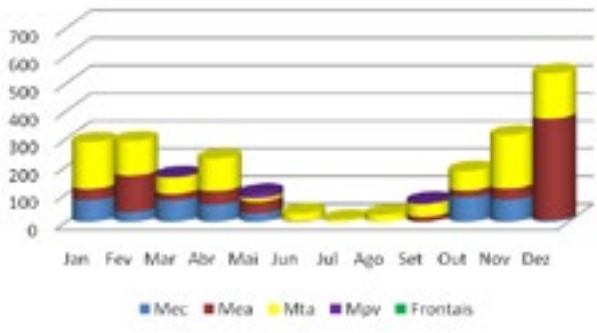


Figura 01-A: Gênese das Chuvas Pedro Afonso – TO (ano chuvoso 1989)

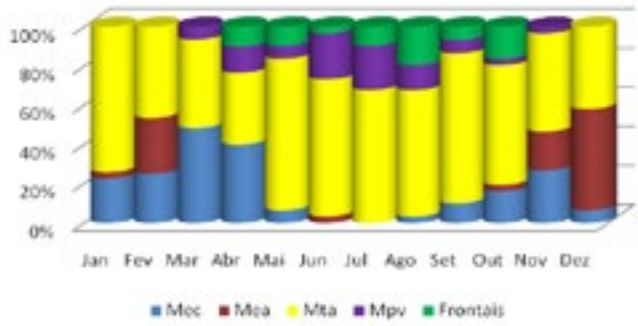


Figura 02: Atuação dos Sistemas Atmosféricos Peixe - TO (ano chuvoso - 1989)

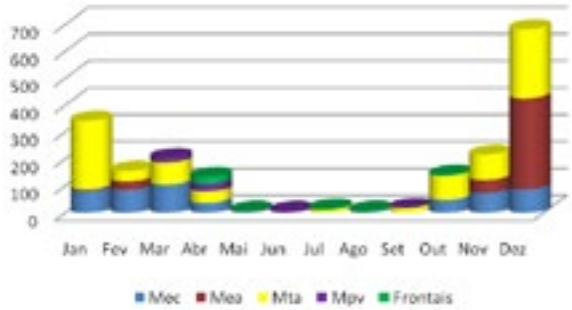


Figura 02-A: Gênese das Chuvas Peixe - TO (ano chuvoso 1989)

Fonte de dados: INMET/NOAA - Elaborado por PINTO (2014)

A figura apresenta os gráficos de atuação dos sistemas e atmosféricos: Massa Tropical Atlântica (MTA); Massa Equatorial Atlântica (MEA); Massa Equatorial Continental (MEC); Massa Polar Velha (MPV); dos sistemas Frontais (incursão, repercussão ou dissipação de Frentes Polares). Os sistemas frontais foram agregados em uma classificação devido à sua reduzida atuação, sendo desnecessária a classificação individual dos mesmos.

ISBN: 978-85-7282-778-2

No ano considerado seco (1990), o autor destaca novamente a forte atuação da MTA durante o ano todo, e sua participação na gênese das chuvas é muito intensa nas duas localidades, principalmente durante o verão. Em Pedro Afonso, grande parte das chuvas foi registrada durante a atuação da MTA e a outra quantidade considerável durante a atuação da MEA (Figuras: 03; 03-A). Em Peixe, grande parte das chuvas precipitou durante a atuação da MTA. A houve incursões da MPV no fim do inverno e dos sistemas frontais no final da primavera, essa atuação teve pouca influência na gênese das chuvas (Figuras: 04; 04-A).

Durante o ano de 2001, considerado habitual, notou-se que, durante os períodos chuvosos (verão e primavera), houve atuação principalmente a MTA, seguida da MEC, tanto para Peixe (Figuras 05 e 05-A), quanto para Pedro Afonso (Figuras 06 e 06-A). Contudo, em Pedro Afonso houve atuação significativa da MEA.

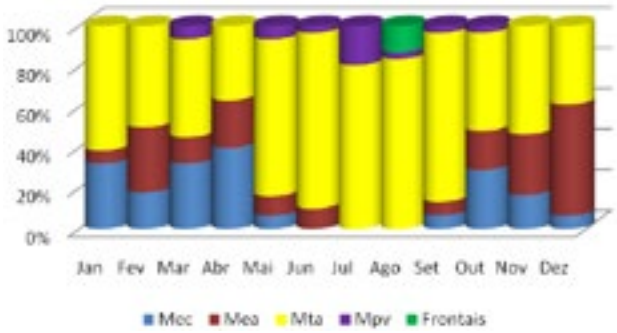


Figura 03: Atuação dos Sistemas Atmosféricos Pedro Afonso - TO (ano seco - 1990)

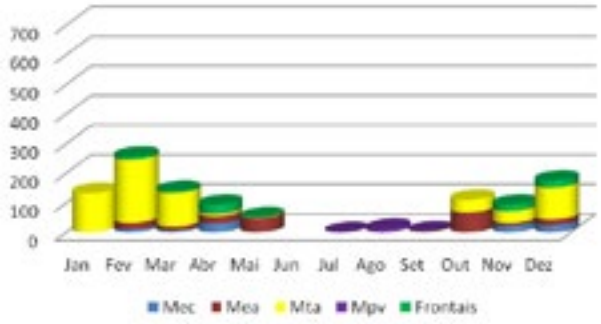


Figura 03-A: Gênese das Chuvas Pedro Afonso – TO (ano seco - 1990)

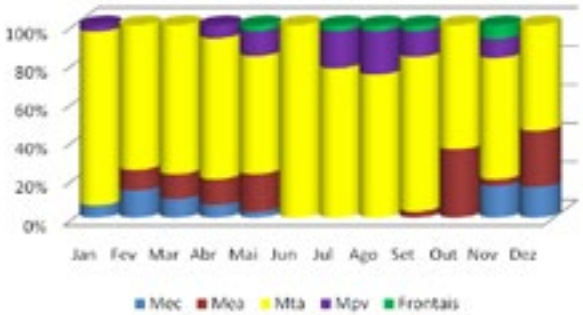


Figura 04: Atuação dos Sistemas Atmosféricos Peixe - TO (ano seco - 1990)

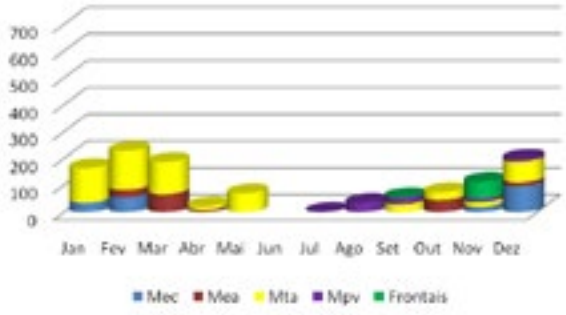


Figura 04-A: Gênese das Chuvas Peixe - TO (ano seco - 1990)

ISBN: 978-85-7282-778-2

A maior parte das chuvas neste período precipitaram durante a atuação da MTA. Em Peixe houve participação bem distribuída entre os sistemas equatoriais (Figuras 05 e 05-A). Já em Pedro Afonso, a MEA contribui com valores de chuva superiores àqueles gerados pela MTA, e a participação da MEC ficou em terceiro plano (Figuras 06 e 06-A).

Durante o outono-inverno de 2001, em Peixe a atuação principal foi da MTA, seguida da MEC, Mpv e a MEA, que teve pouca atuação; também foram registradas raras incursões dos sistemas Frontais (Figuras 05 e 05-A). Em Pedro Afonso a MTA também foi o sistema mais atuante, os sistemas equatoriais tiveram atuação bem parecida (Figuras 06 e 06-A).

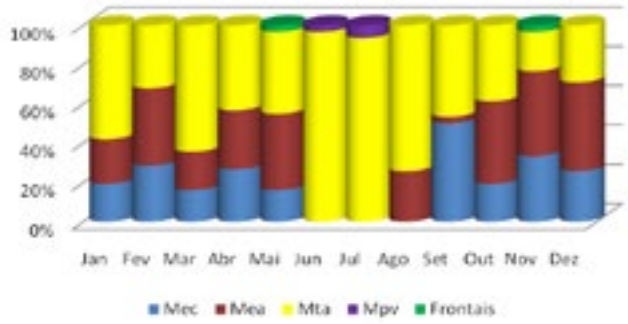


Figura 05: Atuação dos Sistemas Atmosféricos
Pedro Afonso - TO (ano habitual – 2001)

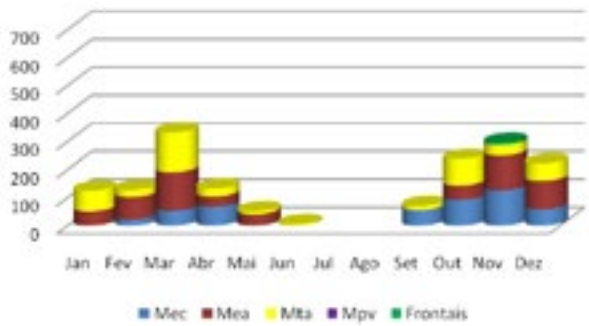


Figura 05-A: Gênese das Chuvas
Pedro Afonso – TO (ano habitual - 2001)

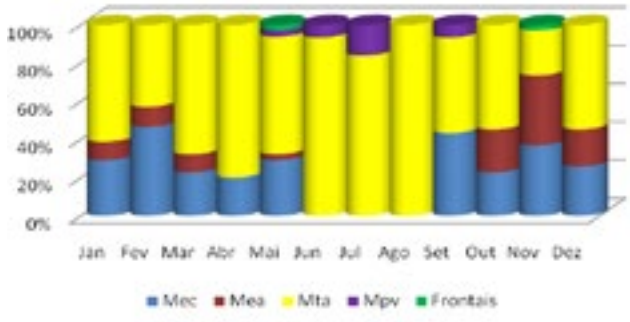


Figura 06: Atuação dos Sistemas Atmosféricos
Peixe - TO (ano habitual - 2001)

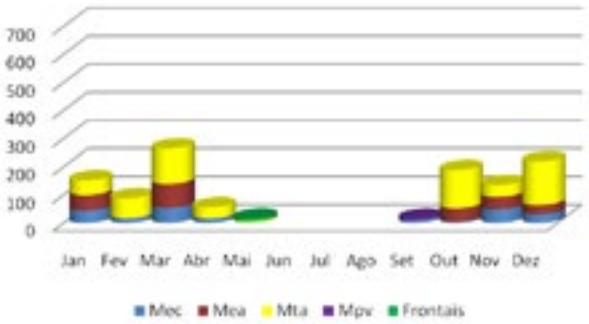


Figura 06-A: Gênese das Chuvas
Peixe - TO (ano habitual - 2001)

Fonte de dados: INMET/NOAA - Elaborado por PINTO (2014)

ISBN: 978-85-7282-778-2

Estes sistemas foram os principais geradores de chuva em Pedro Afonso, mas em Peixe a MEA não gerou chuva (Figuras 06 e 06-A). Os valores verificados nesta localidade, durante o outono-inverno foram registrados principalmente durante a atuação da MTA, da MEC e dos sistemas frontais (Figuras 05, 05-A, 06 e 06-A).

3.2 A análise da dimensão fractal conforme diferentes magnitudes.

A sequência de dias mais adequados para realizar os procedimentos de análise foram 182 dias (semestre chuvoso: primavera-verão; e semestre seco: outono-inverno) e 96 dias (verão, outono, inverno, primavera). Nos gráficos dos valores de dimensão fractal das chuvas registradas a partir de 0,1 mm (Figura 08), nota-se que em Pedro Afonso, para os episódios chuvosos (tons de azul claro), a dimensão fractal é superior em relação à Peixe (tons de azul escuro). Isso demonstra que em Pedro Afonso a ocorrência de chuvas é mais distribuída que em Peixe, porque ocorre maior freqüência de precipitação diária. Esta diferença entre as localidades e estudo mostra-se maior durante o período de inverno.

Evidenciada pela sazonalidade das chuvas, a dimensão fractal é mais elevada nos períodos de primavera-verão, mesmo quando estes são mais secos que o habitual. No caso inverso, o outono-inverno, em especial o inverno, apresenta as maiores diferenças entres as duas localidades. Durantes esses períodos secos é a localidade de Peixe que apresenta menor dimensão fractal (Figuras 07 e 07-A).

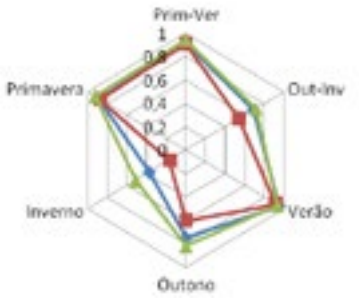


Figura 07: Dimensão fractal pluviométrica Pedro Afonso com o limiar de 0 mm

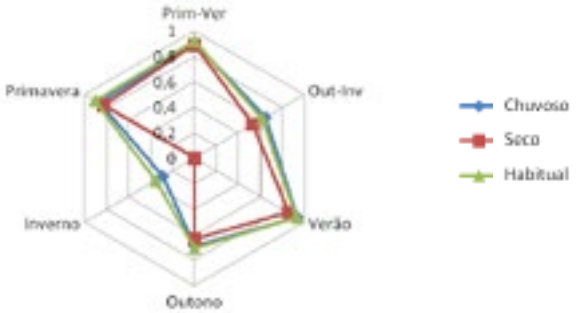


Figura 07-A: Dimensão fractal pluviométrica Pedro Afonso com o limiar de 0 mm

A análise dos gráficos que contém os valores das chuvas a partir de 5 mm, conduz à constatação de que, durante os períodos secos (semestral e inverno) quando ocorre atuação forte atuação da MTA, nas duas localidades, a precipitação é reduzidas devido à sazonalidade – a ocorrência de chuvas acima destes valores apresentam menores ocorrências. No geral a dimensão fractal verificada para Pedro Afonso apresenta-se maior nos períodos mais chuvosos quando ocorre a atuação de sistemas atmosféricos tropicais (MTA e MEA) e equatoriais (MEC). Tal situação se dá tanto no período semestral quanto estacional (Figuras 08 e 08-A).

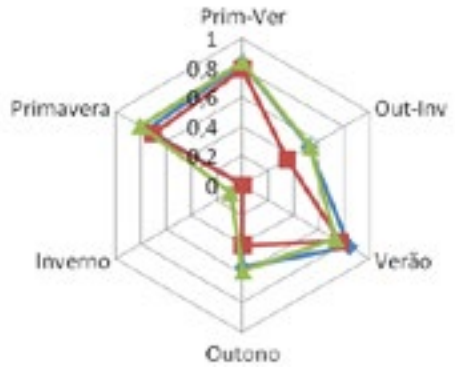


Figura 08: Dimensão fractal pluviométrica de Pedro Afonso com o limiar de 5 mm

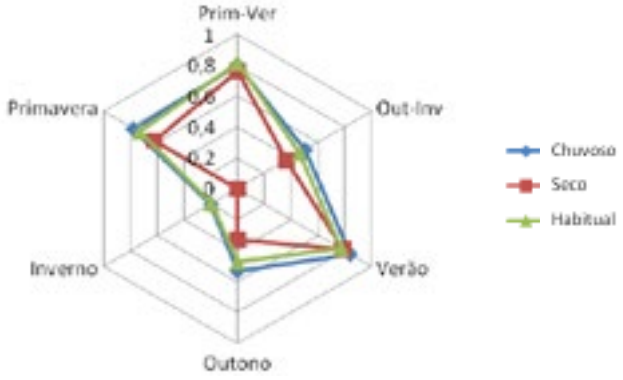


Figura 08-A: Dimensão fractal pluviométrica de Peixe com o limiar de 5 mm

Fonte de dados: INMET - Elaborado pelos autores

Os gráficos que apresentam as chuvas com limiar de 10 mm (figuras 09 e 09-A) verifica-se forte redução nas ocorrências de chuvas com tal valor. No verão, as diferenças entre as duas localidades são menores. No outono-inverno, sobretudo no inverno as diferenças são mais perceptíveis. Neste período, as poucas ocorrências foram verificadas no inverno chuvoso em Peixe, e no habitual em Pedro Afonso.

ISBN: 978-85-7282-778-2

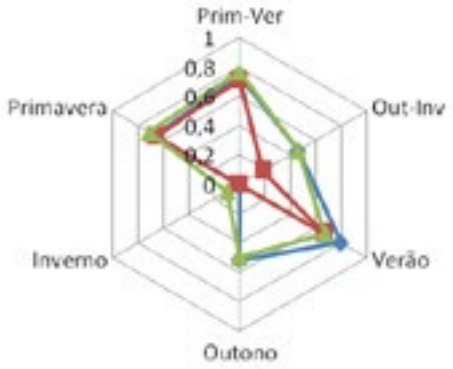


Figura 09: Dimensão fractal pluviométrica de Pedro Afonso com o limiar de 10 mm

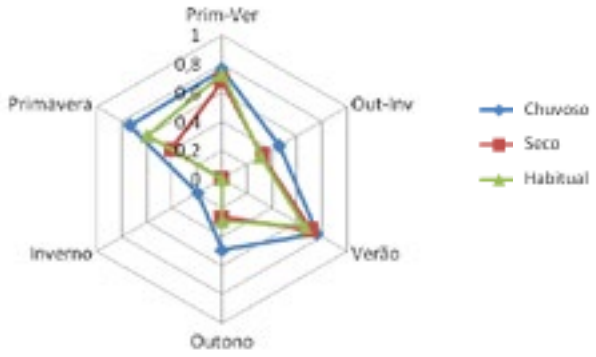


Figura 09-A: Dimensão fractal pluviométrica de Peixe com o limiar de 10 mm

Fonte de dados: INMET - Elaborado pelos autores

Apesar dos valores da dimensão fractal apresentarem redução nos períodos mais chuvosos em relação aos limiares de 10 mm é durante os período mais secos (outono-inverno) que ocorre a redução significativa destes valores, principalmente em Peixe.

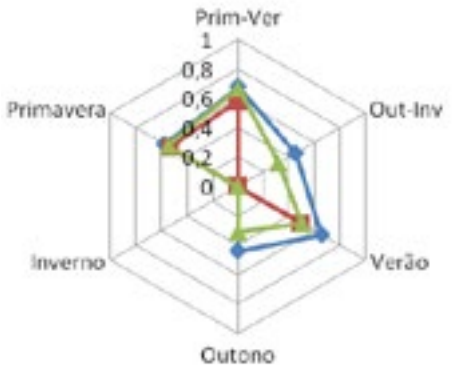


Figura 10: Dimensão fractal pluviométrica de Pedro Afonso com o limiar de 20 mm

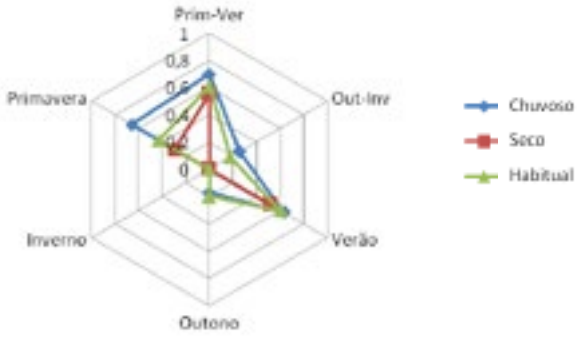


Figura 10-A: Dimensão fractal pluviométrica de Peixe com o limiar de 20 mm

Fonte de dados: INMET - Elaborado pelos autores

Os gráficos que apresentam valores da precipitação acima de 20 mm (Figuras 10 e 10-A), não apresentam nenhuma ocorrência de precipitação durante o inverno nos três anos padrão e nas duas localidades. Essas ocorrências são mais registradas, sobretudo no verão e no semestre chuvoso (primavera-verão) e os valores mais elevados são verificados na cidade de Pedro Afonso.

4. Considerações finais

Considerando o índice de participação dos sistemas atmosféricos é possível verificar uma relação espacial entre a dimensão fractal e a atuação dos mesmos. A análise dos gráficos revela que os valores da dimensão fractal apresentam-se mais elevada para a localidade de Pedro Afonso, área que sofre forte influência da Massa de Ar Equatorial Atlântica (MEA), que fornece maior umidade para a atmosfera repercutindo em elevada precipitação. A cidade Peixe, que tem menor participação da influência da MEA e como conseqüência apresenta menores valores da dimensão fractal, resultando em precipitações de menor magnitude e freqüência. No caso de períodos (outono-inverno), nos quais ambas as localidades estão sob forte atuação da Massa Tropical Atlântica (MTA) e as características de sazonalidade e pressão atmosférica desfavorecem a precipitação, a dimensão fractal é consideravelmente reduzida nas duas áreas analisadas, reduzindo-se a dimensão ao elevar o limiar.

Os resultados do trabalho permitiram a produção de descrições quanto ao comportamento temporal e espacial das chuvas, demonstrando que os valores da dimensão fractal no semestre chuvoso e no verão são mais elevados, sobretudo em Pedro Afonso, o que sugere as relações com a atuação das massas de ar Equatorial Continental e Equatorial Atlântica. Neste mesmo período a dimensão fractal em Peixe é mais reduzida, isso pode ser relacionado com atuação reduzida da MEA nesta localidade. Nos semestres secos e inverno, percebe-se a forte atuação da MTA, nas duas localidades, e o que se verifica a respeito da dimensão fractal e a sua redução à medida que se eleva o limiar. Isso ocorre em três anos

ISBN: 978-85-7282-778-2

padrão (seco, habitual e chuvoso). Dessa forma, os autores consideram a análise da dimensão fractal pluviométrica um importante parâmetro quantitativo.

5. Referências Bibliográficas

CHRISTOFOLETTI, A. L. H.; CHRISTOFOLETTI, A. O uso dos **fractais** na análise geográfica. The fractal approach in the geographical analysis. **Geografia** (Rio Claro), Rio Claro, SP , v.19,n.2 , p. 79-112, out. 1994.

CHRISTOFOLETTI, A. L. H, **Análise Fractal e Multifractal da Estrutura de estações Chuvosas em Localidades do Estado de São Paulo**. Rio Claro, Tese de doutorado, IGCE, 1998

GERARDI, L. H. **Quantificação em Geografia**. São Paulo: DIFEL, 1981

GUERRINI, Ivan Amaral. **Caos e Fractais em Física aplicada.** Depto. de Física e Biofísica – IB, UNESP campus de Botucatu. Dezembro de 1996

MANDELBROT, B. B. **Les objects fractals: forme, hasard et dimension.** Paris, Flammarion, 1975.

MONTEIRO, C. F. A. Da Necessidade de um Caráter Genético à Classificação Climática: algumas considerações metodológicas a propósito do estudo do Brasil Meridional. **Revista Geográfica**, 57, Instituto Pan-Americano de Geografia e História, 1962.

MONTEIRO, C. F. A. Análise Rítmica em Climatologia.Problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de Trabalho. São Paulo: Instituto **Geografia**, Universidade de São Paulo, 1971.

OLSOON, J – Scaling and Fractal Properties of Rainfall. Departament of Wather Resourcers Engineering. Universiy of Lund, **Report** n 1014,1996

PEREIRA JUNIOR, A.; CHRISTOFOLETTI, A. L. H.A análise de dimensão fractal pode Análise fractal da distribuição espacial das chuvas para o estado de São Paulo. **Geografia**, Rio Claro, v. 28, n. 1, p. 97-133, jan-abr/2003

PINTO, P. H. P.; ZAVATTINI, J. A.; CHRISTOFOLETTI, A. L. H.A participação dos sistemas atmosféricos na gênese das chuvas em Pedro Afonso e peixe, Tocantins, Brasil. IN**:** SIMPÓSIO BRASILEIROS DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 10., 2014, Curitiba, **Anais...** Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2014, p. 1048-1058.

Agradecimentos: À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao CNPq, pelo fomento à pesquisa.

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

DINÂMICA ATMOSFÉRICA, CONTROLES DE SUPERFÍCIE E TIPOS DE TEMPO EM BELO HORIZONTE-MG: JUNHO, JULHO E AGOSTO DE 2017

Jaqueline da Consolação Silva [(a)], Carlos Henrique Jardim [(b)]

[(a)] Departamento de Geografia/Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, jaquellinesilva94@gmail.com

[(b)] Departamento de Geografia/Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, cjardim@yahoo.com

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

O presente artigo analisa as variações de temperatura do ar (e chuvas) na região entre Belo Horizonte, estado de Minas Gerais, com o propósito de definir e classificar em etapa posterior categorias de tipos de tempo. A importância dessa questão reside na possibilidade de se considerar a diversidade de situações atmosféricas. Para isso foram utilizados dados horários de estações meteorológicas da rede oficial para o período de inverno de 2018 (junho, julho e agosto), tratados com recursos básicos de estatística, apoio de "análise rítmica" e de interpretação de imagens de satélite e cartas sinóticas para identificação das massas de ar. Os resultados mostraram relação direta das variações dos atributos climáticos com fatores dinâmicos ligados à ação das massas de ar (escala regional), modulada localmente por fatores topográficos (escala local), fundamental para definição dos tipos de tempo locais.

Palavras chave: tipos de tempo; dinâmica atmosférica, temperatura, topografia.

1. Introdução

Ao longo do ano são diversos os sistemas atmosféricos que atuam sobre uma determinada região, com características de alta ou baixa pressão, de origem continental ou oceânica, repercutindo com valores diferenciados em termos de variação de seus atributos. Cada um desses sistemas (ou massas de ar) tem características próprias e trazem impactos diferenciadas em termos de condições atmosféricas. Entretanto, não se trata apenas da influência dinâmica das massas de ar na organização dos climas. Outro conjunto de controles ou fatores, denominados genericamente de "fatores de superfície", dentre os quais se destacam a topografia e o uso do solo, assume papel relevante na organização de espaços climáticos em microescala.

Dentre os autores que discutiram essa questão inclui-se Maximilien Sorre em seu trabalho "Objeto e Método da Climatologia" (SORRE, 1934) ao fazer uma reflexão acerca das noções e definições do clima e suas decomposições espaciais e temporais. Uma das categorias de tempo atmosférico trabalhada pelo autor refere-se aos "tipos de tempo", representativos em escala local, abaixo do nível regional onde atuam as massas de ar e mais próxima das microescalas. Os componentes de superfície, como o relevo, a vegetação e, eventualmente, grandes áreas urbanas, tem importante influência nas variações de chuva, temperatura, umidade etc., e, em conjunto com as massas de ar, permitem distinguir as características de determinado "tipo de tempo".

Outros autores que discutiram essa questão aqui no Brasil destacam-se os trabalhos de Tarifa (1973) e Moraes et al. (1977), estabelecendo, inclusive, uma classificação de "tipos de tempo". Dentre trabalhos recentes consultados incluiu-se, também, Barbosa e Santos (2014) sobre aplicação da "análise rítmica" à análise de episódio de onda de frio em Presidente Prudente, estado de São Paulo.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi analisar a influência das massas de ar e o papel dos fatores de superfície (topografia e uso do solo) nas variações de temperatura do ar e,

secundariamente, as chuvas, uma vez que o período desfavorece a ocorrência desse tipo de evento, com a finalidade de identificar aspectos dos diferentes tipos de tempo durante os meses de junho, julho e agosto de 2017 em Belo Horizonte, a partir de comparações com dados de localidades vizinhas (Ibirité, Ouro Branco, Sete Lagoas, Florestal e Timóteo).

O recorte definido para o desenvolvimento da pesquisa tem foco no município de Belo Horizonte - BH, mas também agrega municípios localizados na região central de Minas Gerais, de modo que existam dados climáticos nos sentidos norte, sul, leste e oeste de Belo Horizonte. O município tem uma área de 331 km² e população aproximada de 2,5 milhões de habitantes e está inserido na Bacia do Rio das Velas, afluente do São Francisco. Situado em setor deprimido de área planáltica do alto vale do rio São Francisco, as cotas altimétricas variam entre 800-900 m, ultrapassando 1000 m de altitude no limite leste-sudeste em setores da Serra do Curral. O seu clima é caracterizado por estações secas e chuvosas, com totais médios de 1463,7 mm e temperatura média de 21,1C° para o período de 1961-1990 (DNMET, 1992).

2. Procedimentos Metodológicos

Para a realização desde trabalho foram necessárias informações de imagens de satélite meteorológico (Goes 13), cartas sinóticas e dados de estações meteorológicas automáticas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), obtidas, respetivamente, através dos endereços eletrônicos dos sites da Divisão de Satélites e Sistemas Ambientais (http://satelite.cptec.inpe.br), Centro de Hidrografia da Marinha (https://www.marinha.mil.br) e (http://www.inmet.gov.br).

As imagens de satélite e cartas sinóticas foram necessárias para a identificação dos sistemas atmosféricos atuantes (ou massas de ar) durante o recorte temporal de estudo, cuja interpretação incluiu aspectos relativos à nebulosidade (forma, dimensão, brilho, cor etc.) e características dos campos de pressão ciclonais e anticiclonais.

Os dados de estações meteorológicas foram tratados com recursos estatísticos básicos (médias, máximos e mínimos absolutos e amplitudes), além de componentes de "análise rítmica" (MONTEIRO, 1971) relacionando as variações dos atributos, de forma contínua e em sucessão temporal, com as características das massas de ar e da superfície subjacente nas diferentes localidades, cuja comparação permitiu distinguir características dos tipos de tempo.

Os dados das estações meteorológicas utilizadas (figura 1) incluíram Belo Horizonte (19°53'2,20"S; 43°58'9,83"W; 854 m), Ibirité (19°53'7,43"S; 44°25'0,78"W; 1.199 m), Sete Lagoas (19°27'19''S; 44°10'24''W; 719 m), Florestal (20°1'53,25"S; 44°0'40,50"W; 754 m), Ouro Branco (20°33'23,73"S; 43°45'22,39"W; 1.048 m) e Timóteo (19°34'25,77"S; 42°37'20,69"W; 493 m). A escolha das estações baseou-se na proximidade em relação à Belo Horizonte, uma vez que as análises foram centradas nessa localidade. Para tratamento dos dados e confecção de tabelas e gráficos foi utilizado o programa Microsoft Excel (2013).

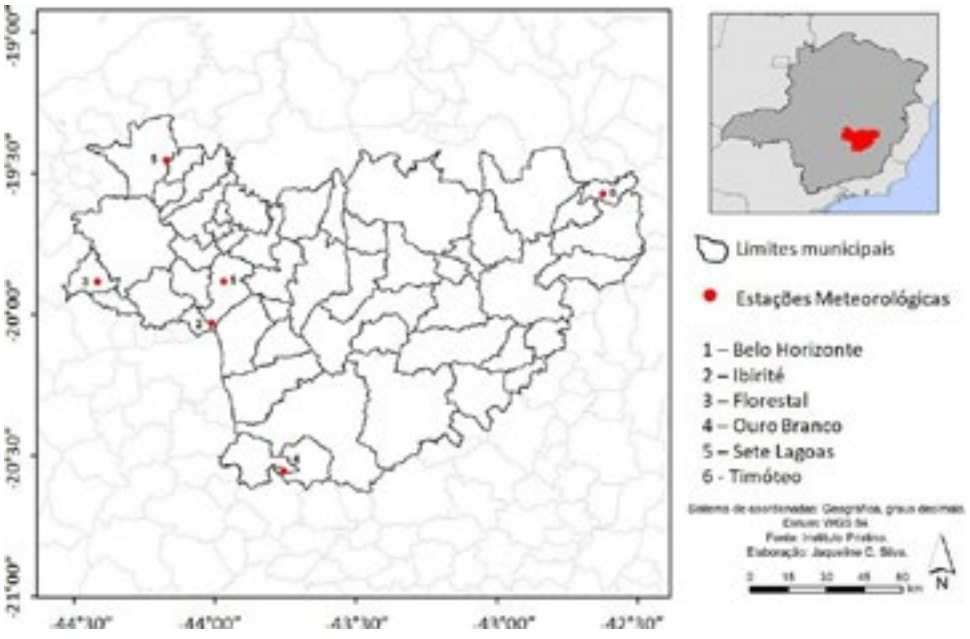


Figura 1 – Localização das estações meteorológicas no estado de Minas Gerais. Elaboração: Jaqueline C. Silva.

3. Resultados

Ao longo dos três meses de análise foram diversos os sistemas atmosféricos que contribuíram para as variações de tempo meteorológico com implicações nas variações de temperatura (Tabela I).

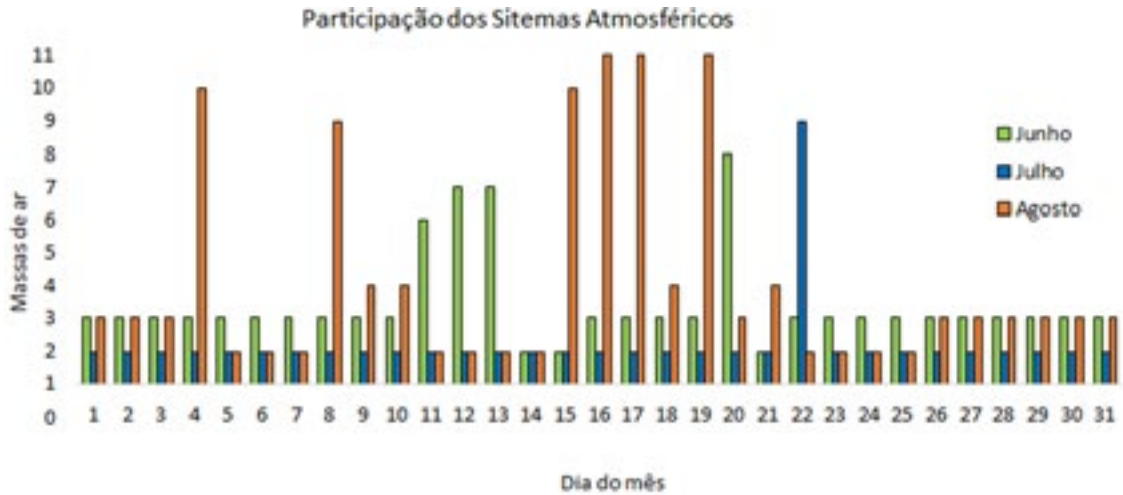
Tabela I – Dados mensais: média das médias, máximas e mínimas diárias e valores absolutos.

	Timóteo	Ouro Branco	Pampulha	Florestal	Ibirité	Sete Lagoas
Média das médias						
Junho	20,9	17,3	19,7	17,1	18,0	18,8
Julho	18	15,1	17,5	15,0	15,4	12,6
Agosto	19,9	17,4	20,4	18,2	18,8	19,8
Média das máximas						
Junho	25,6	23,8	25,9	26,8	23,7	27,4
Julho	22,7	20,4	22,5	23,7	20,4	24,1
Agosto	25,7	25,1	27,4	29,1	25,2	29,3
Média das mínimas						
Junho	16,6	12,9	14,5	10,3	14,3	11,82
Julho	14,4	11	13,2	7,6	12	9,8
Agosto	15,5	11,9	15,1	9,5	14,1	11,3
Valores absolutos máximos						
Junho	28,9	28,3	30,7	31	28,8	30,8
Julho	26,3	23,6	26,2	27	24	27,8
Agosto	31,5	30,7	32,7	33,3	30,5	34,3
Valores absolutos mínimos						
Junho	13,1	9,8	11,1	6,5	11,8	7,8
Julho	10,2	7,6	7,7	4,5	7,6	6,8
Agosto	12,5	8,6	10,4	4,9	9,1	6,5

Elaboração: Jaqueline C. Silva. Fonte: INMET, 2018.

Durante o mês de junho verificou-se maior participação da Alta Subtropical do Atlântico Sul – ASAS (figura 2). Dos dias 01 a 10/06 houve atuação do ASAS, permitindo que a temperatura se mantivesse dos 20,7°C até os 22,5°C em Belo Horizonte e 19,9°C e 22,9°C em Timóteo. No dia 1106 houve o menor registro de temperatura até então desse mês

(20,1°C e 16,9°C em Belo Horizonte e Florestal, respectivamente), que foi possível graças a chegada da Massa Polar do Atlântico - mPa. Dos dias 12 a 14/06, devido à instabilidade temporal e presença de sistemas de transição (Linhas de instabilidade, Frentes Frias e Sistemas Pré-Frontais), houve registro de chuva em algumas estações (Pampulha, Ouro Branco, Florestal, Ibirité e Sete Lagoas), fazendo com que, novamente, a temperatura diminuísse. A partir do dia 16/06 o ASAS se reestabelece causando ligeiro aumento da temperatura que segue até o dia 20/06. A partir de então, ocorre pequena queda da temperatura, causada pela entrada da mPa, mas que não segue adiante. Novamente o ASAS assume papel de maior influencia sobre a região e segue até o final do mês.



Sistemas Atmosféricos		Tansições		Nomenclatura
1	LI	6	mPa/Fpa	
2	mPa	7	mPa/Fpa/LI	LI - Linha da estabilidade
3	ASAS	8	Pre-frontal/Fpa	mPa - Massa Polar do Atralntico
4	Pre-frontal	9	mPa/ASAS	ASAS - Alta subtropical do Atlântico Sul
5	Fpa	10	ASAS/Pre-frontal	Pre-frontal
		11	LI/ASAS/mPa	Fpa - Frente Polar do Atlântico

Figura 2 – Participação de sistemas atmosféricos durante os meses de junho, julho e agosto de 2017. Elaboração: dos autores.

Nesse período verifica-se, também, marcada presença de sistemas de transição durante o mês de junho e principalmente agosto, o que permitiu oscilações nos valores de temperatura. A atuação do ASAS provocou significativas variações de temperatura, principalmente quando a sua atuação persistiu por dias. Durante o mês de julho, o mais frio registrado no ano, a mPa atuou de maneira contínua e sucessiva, não permitindo a elevação da temperatura e nem a entrada de qualquer outro sistema atmosférico. O mês de agosto, marcado pelo fim do inverno e início da primavera, contou com maior quantidade de sistemas atmosféricos atuantes, assim como os mais elevados registros de temperatura, chegando aos 24,3°C em Belo Horizonte.

As variações de temperatura registradas ao longo dos meses (figura 2), podendo-se distinguir aspectos estacionais, relativos à tendência geral de redução dos valores no mês de junho, estabilidade em julho e picos de valores mais elevados, alternados com picos de menor valor e com tendência de elevação no final do mês de agosto. Apesar da tendência geral que afeta toda a área de estudo, ligada à ação das massas de ar, as variações diárias de menor magnitude que afetam diferencialmente cada localidade guarda estreita relação com fatores locais, principalmente a altitude e topografia.

Diferentemente dos meses de junho e agosto, no mês de julho ocorreu, de forma sucessiva, a participação de três massas polares (mPa) sobre a região sudeste do Brasil, sendo a primeira no início do mês, outra no dia 13/07 e, por último, no dia 27/07. A atuação contínua dessas massas permitiu que o tempo se mantivesse estável, frio e seco ao longo de todo o mês.

Nos dias 01 a 03/07 houve queda da temperatura, associada à entrada da mPa, que forçou o recuo da massa tropical atlântica (mTa) para a região nordeste do país. No dia 04/07 a mPa se estabelece associada a um centro de ação de alta pressão no Atlântico Sul com valor de pressão em superfície de 1038 hPa, ocasionando o dia mais frio do mês em Minas Gerais, com as menores temperaturas registradas em todas as estações meteorológicas.

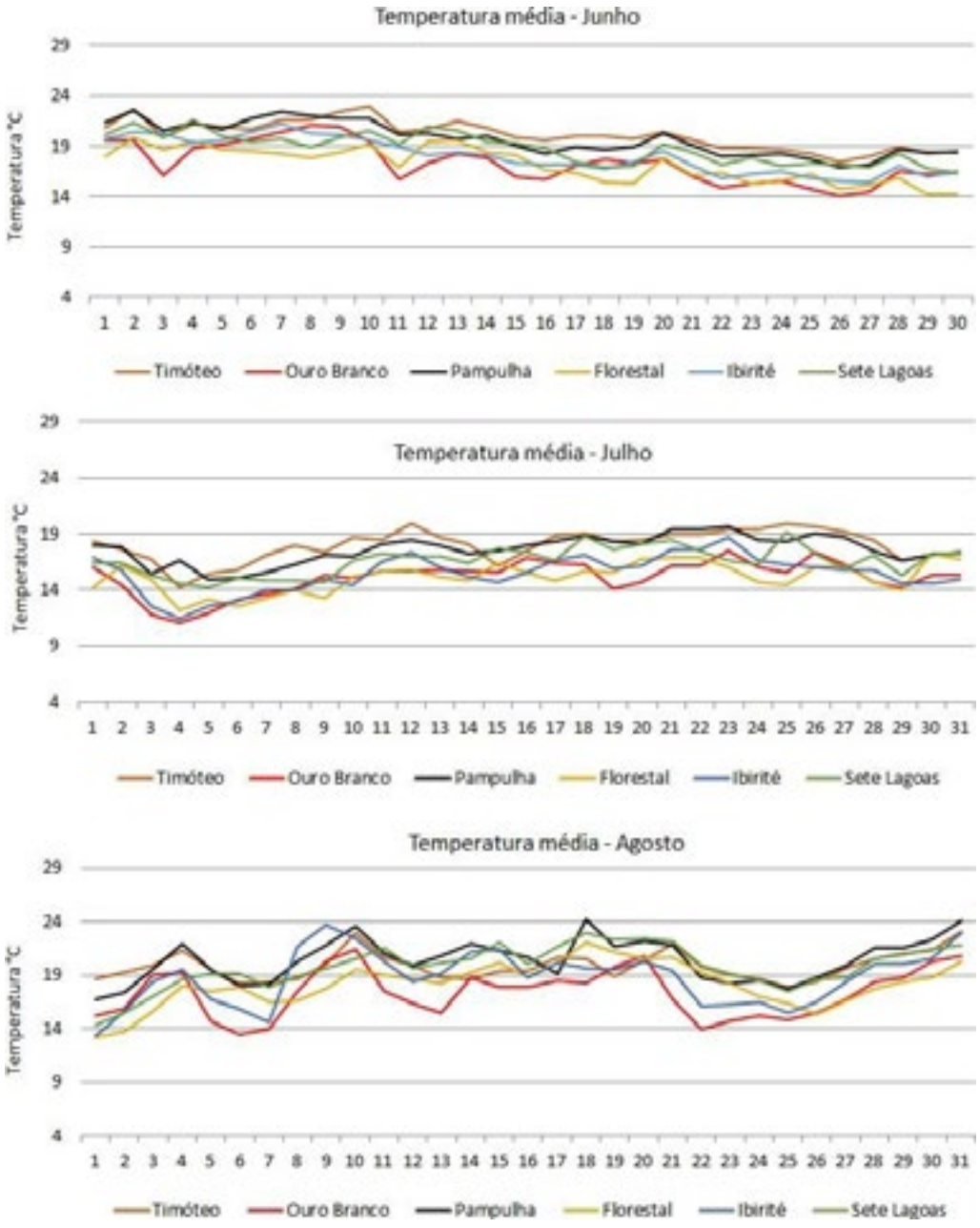


Figura 3 - Temperatura média das médias diárias dos meses de junho, julho e agosto de 2017. Elaboração: dos autores. Fonte dos dados: INMET.

A partir do dia 07/07 a mPa, em vias de tropicalização, mostra ligeiro aumento da temperatura seguindo até o dia 13/07, quando ocorre a entrada de uma nova mPa. Em função disso a temperatura média nas estações oscilou entre 14,6°C e 19,1°C. A partir do dia 19/07 ocorre aumento da temperatura que segue até o dia 23. Já no fim do mês, ocorrem duas entradas de Massas Polares que seguem até o dia 31/07 com tendências ao aquecimento.

Em relação às chuvas (Tabela II) o período registrou valores abaixo da média histórica para os meses de julho e agosto, em todas as localidades (tendendo a zero), apesar do mês de junho registrar valores acima da média.

Tabela II – Dados mensais de chuva (mm).

	Timóteo	Ouro Branco	BH Pampulha	Florestal	Ibirité	Sete Lagoas
Junho	20,6	29,6	24,8	25,4	34,2	9,6
Julho	9,4	2	0	0	0	0,2
Agosto	0	0,4	0	0	0	0
Total	30	32	24,8	25,4	34,2	9,8

Elaborado pelos autores. Fonte: INMET, 2017.

Belo Horizonte, por exemplo, concentra 88% das chuvas no período de outubro a março e 12% entre abril e setembro. Dessa forma, considerando o curto intervalo de tempo avaliado e os baixos valores registrados típicos da época do ano, a chuva não se destaca como elemento diferenciador do espaço. De acordo com a figura 03, os raros eventos de chuva, concentrados em junho, estão associados à ação de sistemas frontais (Fpa) e linhas de instabilidades (LI), associadas à proximidade e/ou entrada de novo sistema atmosférico.

De forma geral, o mês de junho, marcado pelo fim do outono (21/06) e início do inverno, foi um mês com temperaturas dentro da média e maior participação de sistemas atmosféricos, se comparado ao mês de julho, o que mostra maior instabilidade temporal ou condições de tempo indefinido. O mês de julho foi, notadamente, o mais frio do ano, com os menores registros de temperatura, apresentando condições de tempo estável e seco devido a

atuação sequencial da mPa, que, também foi o único tipo de tempo registrado para o mês. E o mês de agosto, marcado pelo fim do inverno (22/09) e início da primavera, foi o mês com maior participação de sistemas atmosféricos, conforme registrado, e maiores temperaturas médias, atingindo os 24°C, por exemplo.

Dessa forma, foi possível observar diferentes condições de tempo meteorológico na região central de Minas Gerais, mesmo sob a influência de uma mesma massa de ar de abrangência regional. Isso mostra que as condições de tempo registradas foram diferentes ao longo dos dias, assim como os registros de temperatura nas diferentes localidades, ou seja, além do sistema atmosférico em atuação, é importante verificar aspectos presentes em superfície, principalmente o relevo, bem como suas interações com elementos do clima.

4. Considerações finais

Apesar de não ter sido estabelecida uma classificação final dos tipos de tempo, as variações diferenciadas de chuva e principalmente a temperatura do ar, influenciadas pelos mesmos sistemas atmosféricos ou massas de ar, foi tomado como indício de estruturação de diferentes tipos de tempo, podendo ser apontados alguns aspectos a seguir.

A localização de Ouro Branco, mais elevada em relação às demais estações, acompanhada de Belo Horizonte e Ibirité, são afetadas pela maior altitude e circulação regional, o que força os valores de temperatura para baixo (Tabela I). No caso particular de Belo Horizonte, o efeito de clima urbano limita a ação desse fator pela multiplicação das fontes de origem antropogênica, forçando a elevação dos valores de temperatura.

As áreas deprimidas de Sete Lagoas, Florestal e Timóteo, situadas nos vales de três bacias diferentes (respect. São Francisco, Paraopeba e Doce), tenderam a apresentar valores mais elevados durante o dia e mais baixos no período noturno, em função do controle exercido pelo relevo, induzindo a circulação anabática (ascensão do ar quente pelas vertentes durante o dia) e catabática (subsidência de ar frio no período noturno). No caso de Timóteo o

valor da média mais elevada em relação às demais localidades, mostra a ação do controle topográfico em posição altimétrica de menor valor.

5. Referências Bibliográficas

DNMET. Departamento Nacional de Meteorologia. **Normais Climatológicas (1961- 1990)**. Brasília-DF, 1992.

SORRE, M. Objeto e método da climatologia. In:_____ **Traité de Climatologie Biologique et Médicale**. Tradução de José Bueno Conti Paris: M. Piery Masson et Cie Éditurs, 1934, v.1, p.1-9. Original em francês.

BARBOSA, H.; SANTOS, F. Episódio de onda de frio em cidade de clima tropical: estudo de caso de Presidente Prudente, São Paulo (Brasil). **Revista de Geografia e Ordenamento do Território** (GOT), Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território, n.6, p.23-43, dez. 2014.

TARIFA, J. R. **Sucessão de tipos de tempos e variação do balanço hídrico no extremo oeste paulista** (Ensaio metodológico aplicado ao ano agrícola de 1968/1969). Dissertação de mestrado. IGEOG-USP. Série teses e monografias no. 08. 1973.

MONTEIRO, C. A. F. Análise rítmica em climatologia. Problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho. **Climatologia**, São Paulo, n.01, p.1-21, 1971.

MORAES, A. C. R.; COSTA, W. M.; TARIFA, J. R. Tipos de tempo e balanço de energia na cidade de São Paulo. **Climatologia**, São Paulo, n.8. 1977.

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

DISPONIBILIDADE HÍDRICA E VARIABILIDADE CLIMÁTICA: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DOS CONCEITOS

Claudete Silveira Damas Machado[(a)], Alfredo Zenén Dominguez González[(b)]

[(a)] Mestranda do Programa de Pós Graduação em Geografia – (PPGGEO) /Universidade do Estado de Mato Grosso – (UNEMAT), E-mail: klaudete_machadotnn@hotmail.com
[(b)] Professor Dr./ Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, E-mail: alfredozdg@gmail.com

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

A água é essencial para a vida na terra, sua qualidade e quantidade são fundamentais para atender os diversos usos. A qualidade depende da cobertura vegetal, geologia, geomorfologia, ação humana, entre outros. O aumento da demanda devido crescimento populacional e industrial geram insegurança quanto a sua disponibilidade na agricultura, no abastecimento humano, no saneamento, na saúde, etc. A variabilidade natural do clima altera o regime de chuvas influenciando nos recursos hídricos alterando seu volume, os processos erosivos, a contaminação por defensivos agrícolas, efluentes urbanos. Essa variabilidade natural está sendo influenciada pelo aquecimento global podendo provocar mudanças nos padrões de precipitação com eventos hidrológicos críticos. O trabalho teve como objetivo uma abordagem bibliográfica da temática onde foram desenvolvidas pesquisas em livros, revistas e artigos científicos entre outros documentos os quais promoverão o desenvolvimento da pesquisa de mestrado em Geografia. A busca documental possibilitou reunir conceitos e discussões sobre recursos hídricos e variabilidade climática.

Palavras chave: Recursos hídricos; Disponibilidade e qualidade; Variabilidade do clima.

1. Introdução

O fato de a água ser de fundamental importância para a vida na Terra torna indispensável a sua disponibilidade, em quantidade e qualidade, para satisfazer as necessidades dos seres vivos (FREIRE et al., 2014). Desde a antiguidade, os rios tenham sido utilizados para o consumo humano, dessedentação de animais, preparo de alimentos, irrigação, navegação e outros usos (BOTELHO, 2011).

Tucci (2001) destaca que a qualidade da água depende tanto de condições naturais (geológicas, geomorfológicas, cobertura vegetal, estado dos ecossistemas e outras) quanto das ações antrópicas.

A variabilidade natural do clima altera o ciclo das precipitações e o regime de vazões dos canais fluviais que integram as bacias hidrográficas, alterando a disponibilidade hídrica e intensificando a degradação que eles apresentam como resultado da erosão e a contaminação com defensivos agrícolas e efluentes urbanos e industriais (SANTOS; GRIEBELER e OLIVEIRA, 2010).

A periodicidade das anomalias vinculadas à variabilidade natural do clima pode ser de caráter sazonal, intrassazonal, interanual e interdecadal (MARENGO, et al., 2011). As duas primeiras estão associadas a fatores como latitude, relevo, características da superfície e sistemas produtores do tempo em uma região.

Já a variabilidade interanual obedece, segundo Marengo (2008) ao evento ENOS-Oscilação do Sul (alternância de o El Niño e La Niña), e a interdecadal às mudanças na temperatura da superfície do mar (TSM) nos oceanos Pacífico e Atlântico (fases mais quentes ou frias que alteram a evaporação desde a superfície oceânica e, como resultado, o comportamento dos ventos que transportam umidade para o continente).

Essas formas de variabilidade natural do clima estão sendo influenciadas pelos efeitos decorrentes das alterações climáticas especialmente o aquecimento global experimentado ao longo dos últimos dois séculos, o qual deverá provocar mudanças nos padrões de precipitação, afetando a disponibilidade e a distribuição das vazões de rios, e gerando eventos hidrológicos críticos (CONFALONIERI, 2003).

A pesquisa foi elaborada com o objetivo de reunir conceitos e reflexões de vários autores acerca da temática abordada com a finalidade de levantar bibliografias para a construção do projeto de mestrado em Geografia.

2.Materiais e métodos

A pesquisa bibliográfica refere-se a um compendio de trabalhos existentes servindo como subsidio para estudos atribuindo relevância para temática pesquisada (ARAUJO; SOUSA, 2017). Desenvolveu-se pesquisa bibliográfica sobre a temática para construir o referencial coletando os dados necessários (em livros, revistas, dissertações, teses entre outros documentos) (LAKATOS e MARCONI, 2007).

3.Resultados e discussões

A combinação de atributos (como temperatura, pressão, umidade, nebulosidade, radiação precipitação e vento), identificam o tempo atmosférico; portanto, o tempo é definido por condições momentâneas da atmosfera, enquanto o clima e determinado pelo conjunto de condições meteorológicas predominantes em uma região durante um período de 30 anos como mínimo, ou seja, ele é a sucessão habitual dos tipos de tempo (CRUZ, BORBA e ABREU, 2005).

Segundo o PBMC (2014), a oferta de água define-se pelo comportamento médio e pela variação do regime hidrológico, razão pela qual a avaliação deste comportamento e suas alterações são relevantes para estimar a disponibilidade de água para o futuro.

Neste sentido, Monteiro (2013) e PBMC (2014), destacam que as mudanças climáticas alteram o balanço de radiação solar e, como resultado, o comportamento das temperaturas e o ciclo hidrológico, o que explica a previsão de alterações nos padrões de precipitação (aumento do seu volume e intensidade em algumas regiões e diminuição em outras), que afetarão a distribuição temporal das vazões e a disponibilidade hídrica.

No Brasil, as alterações climáticas (como diminuição da precipitação, altas temperaturas e altas taxas de evaporação) tendem a intensificar as dificuldades de acesso à água, gerando crises em algumas regiões brasileiras, especialmente para a camada da população menos favorecida (MARENGO, 2008).

Baseado em tendências observadas e estudos desenvolvidos no Brasil Marengo e Valverde (2007) trazem alguns possíveis cenários para o século XXI: na bacia do Prata deverá aumentar as precipitações e as vazões; na Amazônia a tendência é de redução de chuva, particularmente no setor leste, onde a seca comprometeria o balanço hidrológico; no Nordeste, redução das chuvas e altas temperaturas e no Pantanal, um clima mais quente e chuvas concentradas e irregulares.

4.Considerações finais

A busca documental possibilitou reunir conceitos e discussões sobre recursos hídricos e variabilidade climática norteando a pesquisa de mestrado. Vale ressaltar a importância de estudos relacionados à temática logo que a água é um recurso essencial para a vida na terra.

5.Referências bibliográficas

BOTELHO, R. G. M. Bacias Hidrográficas Urbanas. In: GUERRA, A. J. T. (org.). **Geomorfologia Urbana.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. p.71 -116.

CAVALCANTI, I. F. A.; AMBRIZZI, T. Teleconexões e suas Influências no Brasil. In: CAVALCANTI, I. F. de A.; FERREIRA, N. J.; SILVA, M. G. A. J. da; DIAS, M. A. F. da S. (Orgs.). **Tempo e Clima no Brasil.** São Paulo: Oficina de Textos, 2009, 468 p.

CONFALONIERI, U. E. C. Variabilidade climática, vulnerabilidade social e saúde no Brasil. In: **Terra Livre** São Paulo Ano 19 - vol. I - n. 20 p. 193-204 jan/jul. 2003. Disponível em: < http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd68/uconfalonieri2.pdf> Acesso em: 14 de jun. de 2018.

CRUZ, F. N. da; BORBA, G. L. ABREU, L. R. D. de. Clima e tempo. In: **Ciências da natureza e realidade.** Natal, RN: EDUFRN Editora da UFRN, 2005. Disponível em: < http://www.ead.uepb.edu.br/arquivos/cursos/Geografia_PAR_UAB/Fasciculos%20%20Material/Ciencia_Natureza_Realidade/CI_NAT_A08_GR_RAARL_090810.pdf> Acesso em: 10 de jun. de 2018.

FREIRE, R.; BONIFÁCIO, C. M.; SCHNEIDER, R. M.; TAVARES, C. R. G. Monitoramento das variáveis de qualidade das águas: um subsídio ao gerenciamento de recursos hídricos no estado do Paraná. In: DIAS, L.S.; BENINI, S. M. **Estudos ambientais aplicados em bacias hidrográficas.** Tupã: ANAP, 2014.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Técnicas de pesquisa.** 3 ed. São Paulo: Atlas, 2007.

MARENGO, J. A. Água e mudanças climáticas. In: **Estudos Avançados** 22 (63), 2008. Disponível em: < http://www.scielo.br/pdf/ea/v22n63/v22n63a06.pdf> Acesso em: 02 de jun. de 2018.

MARENGO, J. A.; ALVES, L. M.; BESERRA, E. A.; LACERDA, F. F. Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro. In: **Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas**. ISBN 978-85-64265-01-1. Instituto Nacional do Semiárido. Campina Grande-PB, 2011.

MARENGO, J. A.; VALVERDE, M. C. Caracterização do clima no Século XX e Cenário de Mudanças de clima para o Brasil no Século XXI usando os modelos do IPCC-AR4. In: **Revista Multiciência** | Campinas | Edição no. 8 | Mudanças Climáticas | Maio 2007. Disponível em: < https://www.multiciencia.unicamp.br/artigos_08/a_01_8.pdf> Acesso em: 30 de maio de 2018.

MONTEIRO, A. Riscos climáticos: hazares, áleas, episódios extremos. In: AMORIN, M.C. de C. T.; SANT'ANA NETO, J. L.; MONTEIRO, A. **Climatologia urbana e regional questões teóricas e estudos de caso**. São Paulo: Outras expressões, 2013.

PBMC-Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. **Impactos, vulnerabilidades e adaptação às mudanças climáticas.** Contribuição do Grupo de Trabalho 2 do PBMC ao Primeiro Relatório da Avaliação Nacional sobre Mudanças Climáticas [Assad, E.D., Magalhães, A.R. (eds.)]. COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 414 p. 2014.

RONILSON, A. de; SOUSA, J. B. de**. Solos urbanos e Antropossolos: uma revisão bibliográfica de conceitos.** In: Anais Vol. 8 (2017): Jornada Científica da UNEMAT, Cáceres/MT, Brasil, 24-26 Outubro 2017,

SANTOS, E. H. dos; GRIEBELER, N. P.; OLIVEIRA, L. F. C. de. Relação entre uso do solo e comportamento hidrológico na Bacia Hidrográfica do Ribeirão João Leite. In: **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v.14, n.8, p.826–834, 2010 Campina Grande, PB, UAEA/UFCG .

TUCCI, C. E. M. **Gestão da água no Brasil**. Brasília: UNESCO, 2001. Disponível em:< http://r1.ufrrj.br/lmbh/pdf/Outras%20publicacoes/LMBH_gestao_da_agua_no_Brasil.pdf> Acesso em: 03 de jun. 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

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS CHUVAS EM SÃO LUÍS (MA) E SEUS IMPACTOS NO ESPAÇO URBANO NO PERIODO 2017-2018

Ainoã Perez Sousa Santos [(a)], Ronaldo Rodrigues Araújo [(b)]

[(a)] Curso de Geografia / LABOCLIMA/Universidade Federal do Maranhão, noanper@gmail.com

[(b)] Prof. Dr. Departamento de Geociências / LABOCLIMA/ Universidade Federal do Maranhão, ronaldo.araujo16@gmail.com

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

As chuvas sobre o município de São Luís são em sua maioria convectivas e se distribuem de forma desigual pelo município, encontrando nesta superfície urbana e rural características socioespaciais contraditórias. Nesta pesquisa, objetivou-se identificar as áreas do município com maior distribuição do índice pluviométrico; analisar os dados registrados de ocorrência de episódios de emergência atendidos pela Defesa Civil do município; correlacionar o padrão de distribuição espacial das chuvas com a ocorrência de da dengue através da coleta de dados nos órgãos legais e de campo com uma rede de pluviômetros artesanais instalados no município. A pesquisa conclui que as chuvas e as ocorrências de alagamentos, desabamentos e deslizamentos estão centradas ao norte e que o distrito onde mais se registra dengue, também, possui elevados índices pluviométricos.

Palavras chave: Chuvas, Impactos, Dengue, São Luís

1. Introdução

Os relatos e moradores do município de São Luís a respeito das dificuldades encontradas durante o período chuvoso é recorrente. Postos de saúde registram aumento nos casos da dengue e de outras doenças de veiculação hídrica, o trânsito fica complicado e a alagamentos, desabamento e deslizamentos por toda a cidade. Existe uma relação entre os eventos urbanos e de saúde, que afetam a população no período chuvoso em conjunto com ocorrências de

desabamentos, alagamentos e deslizamentos com a distribuição espacial das chuvas pelo município no período chuvoso.

Através de postos de coleta de precipitação acumulada no período de 24h, durante o tempo de pesquisa e dados oficias do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) pode-se obter uma ideia de como se dá a distribuição espacial da chuva no município, que se mostrou mais centralizada na zona urbana da cidade, em quase todos os meses do ano, e pelos registros de ocorrência da Defesa civil, pode-se identificar quais bairros apresentaram alagamentos, desabamentos e deslizamentos. Por fim, buscou-se acompanhar os casos da dengue, pois é de conhecimento que as condições atmosféricas associadas a fatores da organização do espaço urbano podem favorecer o aumento de doenças ou até mesmo propiciar a existência das mesmas (ALEIXO, 2012).

2. Matérias e Métodos

O clima de um dado local é configurado pela sua associação ao clima regional e global, assim como, para ele ser urbano precisa possui propriedades específicas das modificações da superfície. Monteiro (2011) afirma que o clima faz parte de um conjunto maior de diferentes sistemas e, em sua particularidade, o clima urbano se divide em três subsistemas o físico-químico, hidrometeórico e termodinâmico. Como parte do subsistema hidrometeorico as precipitações pluviais que se distribuem pelo espaço do município de São Luís encontram-se diante de uma organização social contraditória possuindo diferente tipo de construções, arruamentos, localizações planejadas ou não, rios, solo pavimentado ou desnudo, enfim a chuva se encontra com uma sociedade desigual em sua organização e estruturação segundo Santos (2018) (p. 6. no prelo).

ISBN: 978-85-7282-778-2

Assim, foi instalada uma rede de pluviômetros de garrafa pet pelo município (Figura 1) com medidas no intervalo de 24h preenchendo-se uma tabela, no Excel 2013. Apenas 12 estiveram na ativa durante o período chuvoso de 2017 veja na figura 2 a localização do município, pontos de coleta de dados e as áreas urbanas e rurais por distrito. No ano de 2018 foram 11 pluviômetros ativos. Após o preenchimento das tabelas foi tirada a média, máxima, desvio padrão e a acumulada mensal de cada posto. Com estas informações utilizamos o software Arcgis 10.4.1. para elaborar mapas de espacialização das chuvas acumuladas durante o período chuvoso e de estiagem; foi aplicada o método de interpolação. Os métodos mais comuns de interpolação são: vizinho mais próximo, vizinho natural, triangulação linear, triangulação de Delaunay, polígonos de Voronoi, inverso da potência da distância (sendo o IQD, inverso do quadrado da distância o mais utilizado), mínima curvatura (spline), regressão polinomial, krigagem (com mais de 30 técnicas distintas) e máxima entropia bayesiana (LADIM, P.M. B.; MOTEIRO, R. C.; CORSIN, A. C (2002, p. 4).

Figura 1: Instalação e confecção dos pluviômetros artesanais. Fonte: Santos, 2019.

ISBN: 978-85-7282-778-2

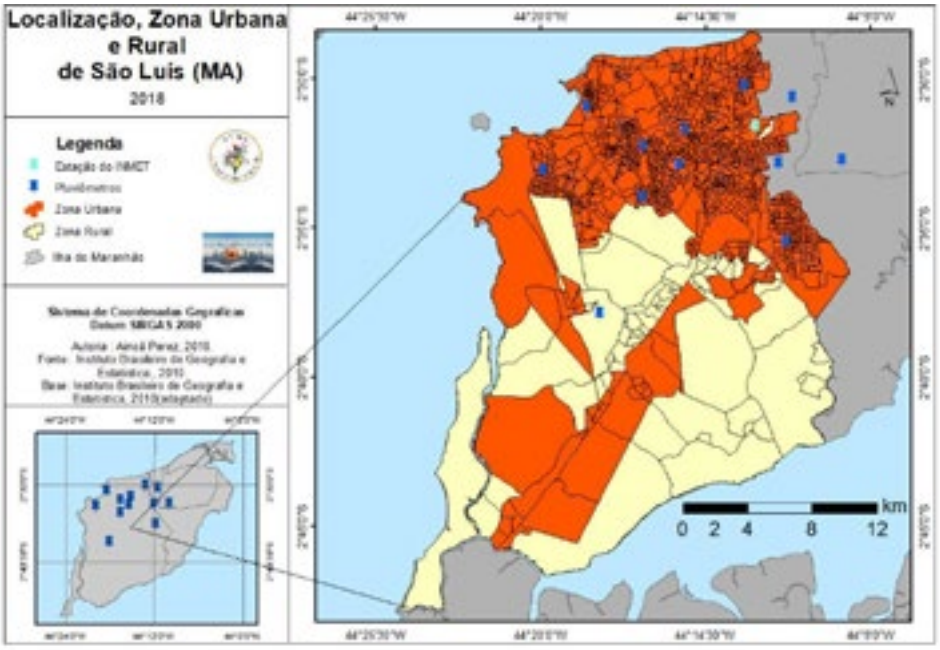


Figura 2: Localização de São Luís, MA e Pontos de coleta de chuva; Fonte: Santos, 2018

Coletou-se dados na Defesa Civil Municipal, de ocorrências relacionadas as chuvas no ano de 2017 (alagamentos, deslizamentos e desabamentos). Com a Secretaria Municipal de Saúde (SEMUS) teve-se acesso as notificações anuais dos casos de dengue do ano de 2017, que foram devidamente, arquivados em banco de dados do *Excel 2013* e georreferenciados e especializados com o uso do *Arcgis 10.4.1.* A escolha da Interpolação Krigagem com a técnica exponencial para a acumulada de chuvas foi devida as considerações de Ladim pois segundo ele (2000 apud Santos, 2014) este método de interpolação é o que possui maior precisão para estimar dados não amostrados. Não explicitamos aqui os algoritmos matemáticos deste método segundo Santos (2018) (p. 8. no prelo).

É uma pesquisa qualitativa por questionar a distribuição de chuvas da cidade e sua relação com a dinâmica socioespacial do município em suas interferências e aplicações. Quanto a esse modo Deslauriers (1991, p. 58) apud Gerhardt, T.E.; Silveira, D.T. (2009, p.32) afirmam:

> As características da pesquisa qualitativa são: objetivação do fenômeno; hierarquização das ações de descrever, compreender, explicar, precisão das relações entre o global e o local em determinado fenômeno; observância das diferenças entre o mundo social e o mundo natural; respeito ao caráter interativo entre os objetivos buscados pelos investigadores, suas orientações teóricas e seus dados empíricos; busca de resultados os mais fidedignos possíveis; oposição ao pressuposto que defende um modelo único de pesquisa para todas as ciências.

Quantitativa, por fazer uso de números, tabelas, estatística para observar a ocorrência de dado elemento do clima, fenômenos socioespaciais e de saúde pública. Fonseca (2002, p. 20 *apud* Gerhardt, T.E. Silveira, D.T. 2009, p.33) deixa claro que este tipo de abordagem se baseia na objetividade e considera a realidade a partir de dados brutos recolhidos com instrumentos padronizados e neutros e se utiliza da linguagem matemática para descrever as causas de um fenômeno e sua relação entre variáveis, a exemplo de Aleixo (2012) que através da abordagem qualitativa e quantitativa na observação do clima e suas implicações na saúde humana quanto a doenças de veiculação hídrica na cidade de Rio de Janeiro e Ribeirão Preto respectivamente.

3. Resultados

São Luís junto com São José de Ribamar, Raposa e Paço do Lumiar compõe a Ilha do Maranhão e se classifica climaticamente em uma estação de estiagem entre os meses de agosto a dezembro e uma estação chuvosa entre os meses de janeiro a julho como afirma Pinheiro (2015, p. 28):

> Temperatura é constante em praticamente todo o ano, variando entre 25,6°C no mês menos quente e 26,9°C para o mês mais quente, portanto a variabilidade térmica anual existente na Ilha do Maranhão é de 1,3°C e insuficiente para caracterizar a existência das estações de inverno e verão, portanto é inadequado caracterizar a existência de verão e inverno para toda a região norte do Maranhão.

Trabalhou-se com a escala temporal e espacial onde a primeira corresponde ao período e 24h diários durante o ano e 2017 e 2018 (este último, ainda em andamento de análise)

ISBN: 978-85-7282-778-2

observando-se a atuação dos sistemas atmosféricos atuantes sobre o clima da cidade e a segunda por se tratar do clima local.

No período chuvoso a chuva é do tipo convectiva e São Luís, em sua maioria, segundo Ayoade (2013, p.160), assim como Ferreira (*apud* Milen, 2018, p. 67) que destacam a região próxima do equador como muito estável com aglomerados convectivos geradores de forte precipitação e intensa liberação de calor influenciados pela Zona de Convergência Intertropical. Para ele, as localidades próximas a linha do equador possuem chuvas conectivas. Sabe-se que os sistemas atmosféricos regionais influentes sobre o clima local de São Luís são, a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), Ventos Alísios de Norte e Sul, Ventos Locais, os Fenômenos El Niño e La Niña, Dipolo do Atlântico (Temperatura da Superfície do Oceano/TSM) para Pinheiro (2013), Araújo (2014), Milen (2018) e ainda, VCAN e Linhas de Instabilidade. Segundo Araújo (2014, p. 96):

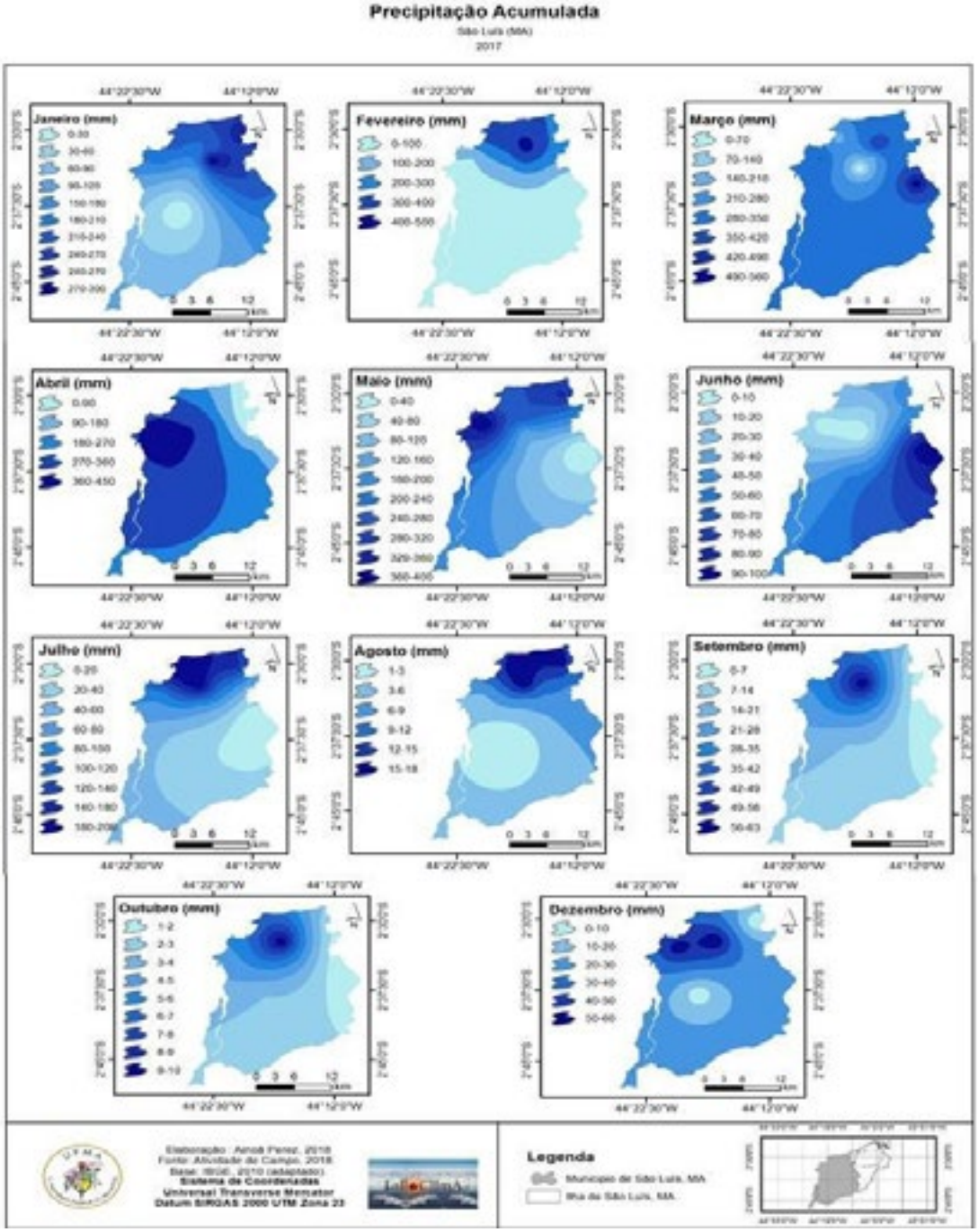
> A zona de chuvas, ao retornar em novembro no sentido sul-norte, penetra no Estado do Maranhão (na área do golfão Maranhense) através dos alísios de sudeste. Pela sua origem continental, esta atinge o estado com baixa intensidade, pois a perda de umidade ao atravessar o Recôncavo Baiano e o Planalto Nordestino, provoca chuvas irregulares e esporádicas até dezembro.

Então, as chuvas no decorrer do ano de 2017 foram predominantemente mais fortes na zona urbana do município exceto no mês de junho, onde a região mais adensada (setores norte, nordeste e noroeste) registrou chuvas mais brandas (Figuras 3 e 4).

Em janeiro de 2017, na zona urbana todos os pontos de coleta registraram números acima de 200 mm, sendo os mais elevados foram os da na Chácara Brasil com 338 mm e Alto do Turu 383 mm. Na zona rural foi 96 mm, no posto do Maracanã. A média pelos pluviômetros instalados, foi de 269 mm precipitados durante todo o mês. No período de estiagem os pontos de coleta não registraram chuvas em novembro. Elas ocorrem pelos:

> Os ventos alísios são sistemas atmosféricos de atuação constante por todo o período do ano, atuação importante por provocar a ocorrência de chuvas no período de estiagem entre os meses de agosto a dezembro, amenizando a situação de seca (estiagem) que marca o período na Ilha do Maranhão (PINHEIRO, J.M., 2015. p.30).

Dos meses de estiagem, dezembro foi o que mais choveu, com média de 21 mm, vale ressaltar que é o mês de transição entre o período de estiagem para o chuvoso.



ISBN: 978-85-7282-778-2

Figura 3: Precipitação Acumulada 2017. Fonte: Santos, 2018.

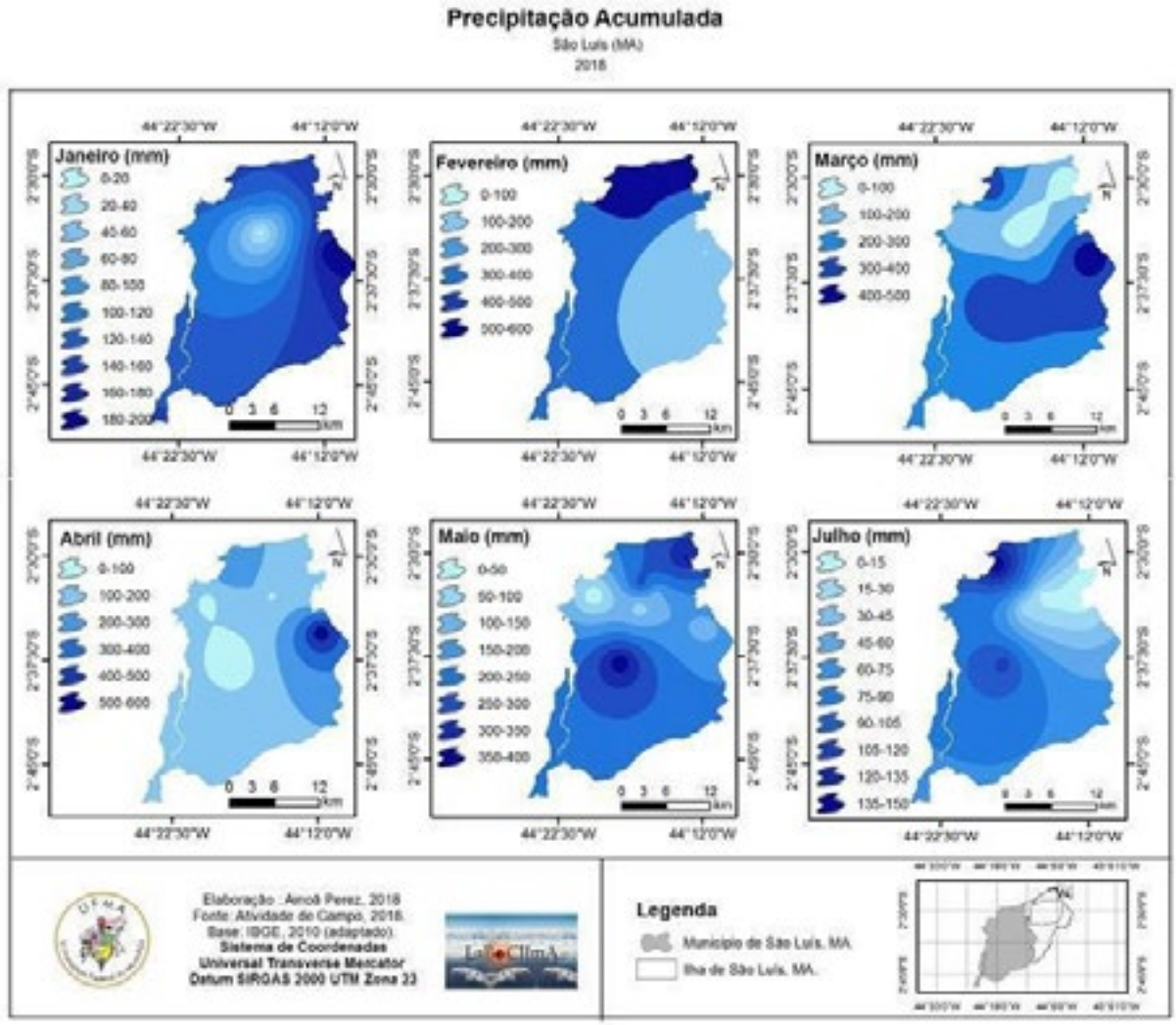


Figura 4:Precipitação Acumulada 2018. Fonte: Santos, 2018.

Observe na Tabela 1 os registros da Defesa Civil do ano de 2017 e 2018. Houve 165 ocorrências relacionadas as chuvas, os dados correspondem a estação chuvosa:

Tabela 1: Ocorrências da Defesa Civil Municipal. Fonte: Santos, 2018. Elaboração: Santos, 2019.

Ano	Tipo de Episódio		
	Alagamento	Desabamento	Deslizamento
2017	32	29	20
2018	37	22	25

Analisando os mapas percebemos que os alagamentos e desabamentos não estão totalmente relacionados a áreas com elevados níveis de chuva no ano de 2017 (Figura 5) apesar da zona urbana possuir alagamentos e maior número de desabamentos que zona rural, a região mais ao sul de São Luís.

Os deslizamentos por sua vez estão presentes apenas na porção norte da ilha o que nos leva a entender que eles estão mais ligados aos tipos de moradia, solo, questões mais sociais pois os bairros onde eles ocorreram possuem histórico de contratempos quando ocorrem as chuvas. Deficiências socioespaciais, socioeconômicas e que anualmente apresentam a mesma problemática de deslizamento e alagamento (SANTOS, 2018, p. 18. no prelo).

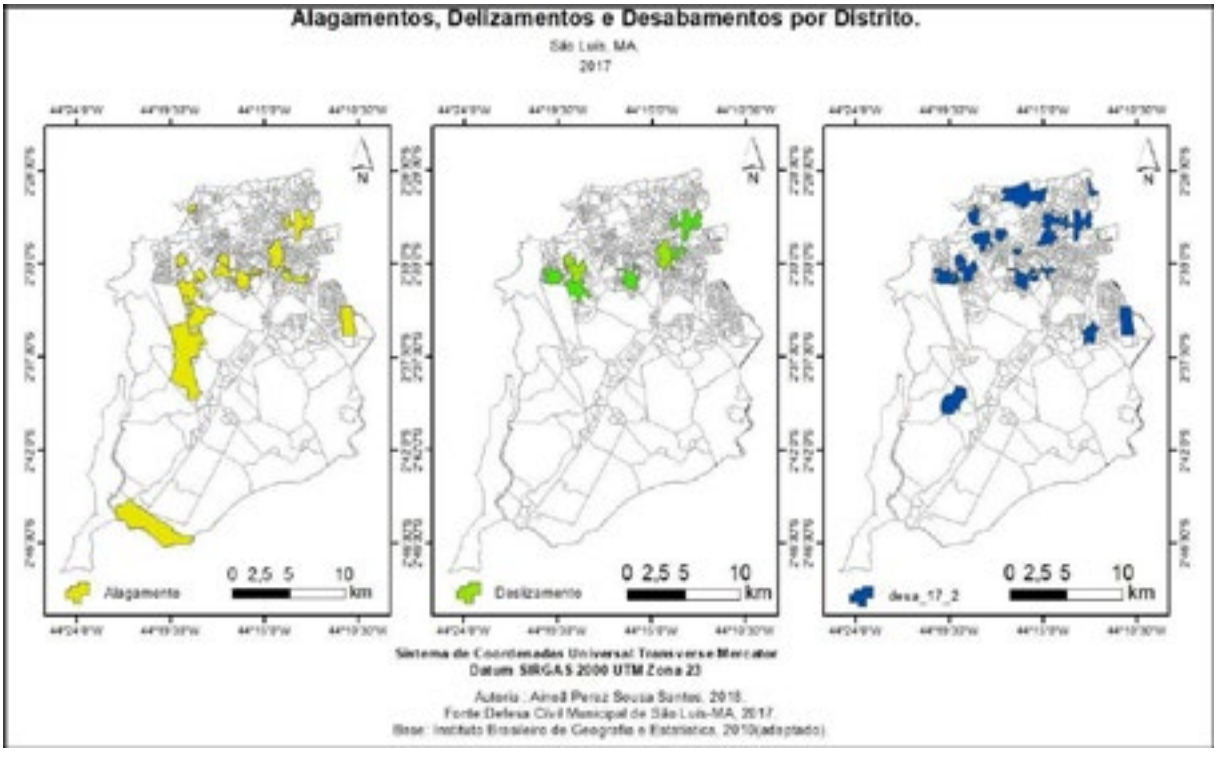


Figura 5: Distribuição dos episódios por distrito censitário. Santos, 2018. No prelo.

O distrito do São Francisco foi o que mais registrou casos de Dengue no ano de 2017, seguindo da região do Cohatrac, Planalto Anil, e Forquilha como mostra a Figura 6. Santos (2018, p. 19. no prelo):

> Primeiro que os distritos que mais concentram casos de dengue notificados pela SEMUS estão no norte do município. Ao Nordeste dele observa-se uma concentração de distritos com casos de dengue registrados que vão de um caso no Planalto Anil I, Novo Angelim até quarenta e seis casos no Cohatrac IV, além de vinte e cinco na Forquilha.

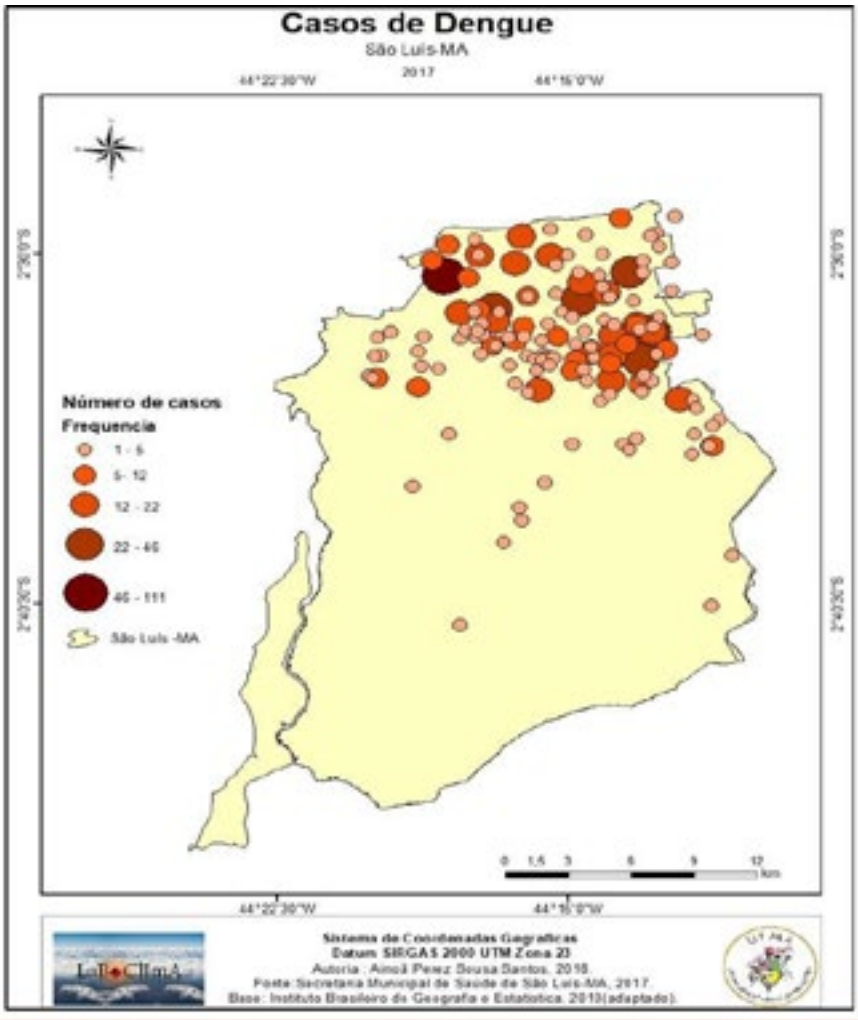


Figura 6: Casos de Dengue em 2017 em São Luís, Ma. Fonte: Santos, 2018, p 19. No prelo

São Francisco e distritos próximos sabemos que existem algumas residências não planejadas, as chamadas palafitas, com bastante resíduos acumulados a céu aberto. Ela ainda recebe um alto volume de chuvas que podem preencher os objetos descartados (pneus, garrafas pet, sucatas, e etc.) incorretamente, isso é visível nas laterais da Av. Ferreira Gullar criando ambiente favorável ao desenvolvimento da larva do mosquito transmissor da dengue. O mesmo acontece no Cohatrac onde existem espaços aonde os moradores jogam resíduos de forma irregular e mesmo nas próprias casas se vê circunstancias perfeitas a proliferação do Aedes aegypti (SANTOS, 2018, p. 19. no prelo).

Considerações Finais

É desigual à proporção que a chuva se distribui pelo município, sendo concentrada mais ao norte do mesmo, onde também se encontra a sua área mais antropizada. E é nesta mesma faixa que, também, se encontram os maiores números de ocorrências de desabamentos, deslizamentos e alagamentos, bem como, da Dengue. Se faz necessário o reconhecimento das áreas vulneráveis e susceptíveis ao risco e a que magnitude prevista de episódios estão expostos, a fim de minimizar os casos já habituais no período chuvoso e manter um controle sobre essas áreas.

Referencias

ARAÚJO, R.R**. Clima e vulnerabilidade socioespacial: uma avaliação dos fatores de risco da população urbana do município de São Luís (MA)**. Tese (Doutorado em Geografia) Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia. Presidente Prudente: 2014, 289 f.

AYOADE, J.O. **Introdução a climatologia para os trópicos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2013. 332 p.

ALEIXO, Natacha Cintia Regina. **Pelas lentes da climatologia e da saúde pública: doenças hídricas e respiratórias na cidade de Ribeirão Preto**. Presidente Prudente: 2012. Tese (doutorado) UNESP. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia. 353.
LANDIM, P.M.B., MONTEIRO, R. C.& CORSI, A.C**. Introdução á confecção de mapas pelo software SURFER**. DGA,IGCE,UNESP/Rio Claro, Lab. Geomatemática,Texto Didático 08, 21 pp. 2002. Disponível em: <http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/textodi.html>. Acesso em 10 jun. 2017.

MONTEIRO, C. A., & MENDONÇA, F. **Clima Urbano**. São Paulo: Contexto, 2011.

MILEN, A. F. **Estudos do clima urbano das cidades médias do meio norte brasileiro:** o caso de Bacabal (MA). 2018. 245 f. Dissertação (Mestrado) - Centro de Ciências Humanas Universidade Estadual Vale do Acaraú, Sobral: 2018.

PINHEIRO, J.M. Dinâmica Climática da Ilha do Maranhão: In FARIAS FILHO, M.S.;CELERI, M.J. (org.) **Geografia da Ilha do Maranhão**. 1.ed: São Luís, MA: EDUFMA, 2015.
Cap. III.p.28-35.

SANTOS, A. P. S. **Analise espacial da distribuição espacial das chuvas no município de São Luís no período de 2017-2018.** São Luís: 2018. Relatório. Seminário de Iniciação Cientifica, 2018. No prelo.

SANTOS, A. P. S. **Analise espacial da distribuição espacial das chuvas no município de São Luís no período de 2017-2018:** impactos ambientais e sociais. São Luís: 2018. 70 f. Monografia (Graduação em Geografia) – Centro de Ciências Humanas, Universidade Federal do Maranhão, São Luís: 2018. No Prelo.

SANTOS, R.M.B. **Aplicação do Método de Kriging para Estimar Campos de Radiação Solar: um estudo para o nordeste do Brasil.** São José dos Campos: 2014. Dissertação (mestrado) INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. 88.

SILVEIRA, D.T.; GERHARDT, T. E. (Org.) **Métodos de pesquisa.** Porto Alegre: Editora da UFRGS, 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

EFEITOS DAS ONDAS DE FRIO E DE CALOR NAS ATIVIDADES AGRÍCOLAS, UM ESTUDO DE CASO EM MUNICÍPIOS DA ZONA DA MATA, CAMPO DAS VERTENTES E SUL E SUDOESTE DE MINAS GERAIS

Débora Couto de Assis [(a)], Daiane Evangelista de Oliveira [(b),] Cássia de Castro Martins Ferreira [(c),] Franciele de Oliveira Pimentel [(d)]

(a) Instituto de Geociências - IGC/ Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais, cassis.debora@gmail.com

(b) Centro de Ciências Exatas/ Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual de Londrina, daiane.evangelista.oliveira@gmail.com

(c) Instituto de Ciências Humanas - ICH/Geografia, Universidade Federal de Juiz de Fora, cassia.castro@ufjf.edu.br

(d) Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, tiele_pimentel@gmail.com

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo/

O artigo objetivou a compreensão do efeito do excepcionalismo no regime climático regional, materializado sob a forma de Ondas de calor e de frio, nas as atividades agrícolas que ocorreram em municípios da Zona da Mata, Campo das Vertentes e Sul e Sudoeste de Minas Gerais durante o mesmo período temporal (1993 a 2011). O banco de dados foi formado com informações oficiais do Instituto Nacional de Meteorologia e da Produção Agrícola Municipal do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística e a correlação entre as informações climáticas e dos cultivos se deu por estatística descritiva. Como resultados concluiu-se que a correlação entre os eventos e cultivos se deu mais para as do gênero *Citrus* e que há efeitos das ondas de calor e de frio nas atividades agrícolas na região.

Palavras chave: Clima regional; Excepcionalismo climático; Climatologia agrícola.

1. Introdução

A temperatura do ar está dentre os elementos climáticos que mais interferem e afetam a vida dos seres vivos. Estes apresentam perfis considerados ótimos e qualquer variação térmica no ambiente em que se encontram poderá causar hipertermia ou hipotermia, gerando *stress* nos mesmos.

Assim, uma das possibilidades de apreensão do fenômeno climático se dá pela própria identificação dos impactos que pode vir a ocasionar na vida social. Os estudos de conforto térmico, em que são considerados os perfis ótimos de conforto ou desconforto térmico de plantas e animais, permitem a compreensão das interações clima-ambiente assim como contribuem para diminuir os impactos das excepcionalidades das tipologias de Tempo.

O elemento Temperatura do ar é, portanto, temática fundamental a ser considerada no calendário e nas práticas agrícolas, uma vez que sua influência sobre a produção é direta e pode ser percebida nos mais diversos cultivos. Conforme ressalta Bergamaschi e Matzenauer (2014, p.33) “a temperatura do ar é um dos principais fatores determinantes da fenologia das plantas. Por isto, ela exerce papel fundamental na distribuição espaço-temporal das espécies. A interação das condições térmicas com a duração dos dias (fotoperíodo) também é considerada importante para inúmeras espécies cultivadas”.

Qualquer variabilidade abrupta no regime térmico anual e interanual poderá trazer stress a estes cultivos, diminuir produtividade da colheita e ocasionar prejuízos para os produtores. Como é o caso dos episódios ligados a ocorrência de ondas de calor e frio, que são eventos em que as temperaturas do ar registradas por vários dias consecutivos ultrapassa um limiar médio tido como habitual, e que podem trazer transtornos e prejuízos caso a população não esteja preparada para lidar com a influência da variabilidade natural do clima.

Tal situação se agrava, se torna mais complexa e exige um aprofundamento na caracterização de metodologias que subsidiem ao planejamento e gestão territorial, uma vez que regiões que apresentam a economia ligada a pequenos agricultores e/ou agricultura de

ISBN: 978-85-7282-778-2

subsistência, como é o caso de muitos municípios do sul de Minas Gerais, se tornam mais dependentes da dinâmica climática. A vulnerabilidade humana em relação às manifestações climáticas é variável conforme seu grau socioeconômico e questões econômicas, em muitos casos, colocam em debate problemas sociais que são acentuados frente às intempéries climáticas (SANTANA NETTO, 2001). Entender a ocorrência das excepcionalidades a partir de uma visão que integre a totalidade que existe por trás da produção do espaço se faz de extrema importância (NUNES, 1990, 1997; NASCIMENTO JÚNIOR, 2013; VEYRET, 2015).

Neste contexto, o presente estudo teve por objetivo correlacionar os eventos de Ondas de calor e de frio com as atividades agrícolas, tendo como área de estudo municípios localizados na Zona da Mata (Juiz de Fora e Viçosa), Campo das Vertentes (Barbacena e Lavras), Sul e Sudoeste de Minas Gerais (Machado, Caldas e São Lourenço). O reconhecimento e identificação das principais áreas e os efeitos das ondas de calor e ondas de frio sobre a agricultura, e consequentemente sobre a sociedade que habita tais regiões, foi a temática central de motivação do estudo.

2. Caracterização da área de estudo

A unidade territorial estudada é limitada por seis municípios (Barbacena, Caldas, Juiz de Fora, Lavras, Machado, São Lourenço e Viçosa) não contíguos e localizados nas regiões de planejamento Sul, Zona da Mata e Campo das Vertentes do estado de Minas Gerais (figura 1). A escolha dos mesmos se deu considerando suas proximidades e aqueles que apresentassem um menor quantitativo de dados disponíveis (climáticos e agrícolas).

O clima da região é denominado de tropical (CONTI, 1989), com variações para o tropical com estação chuvosa em Caldas e tropical de altitude nos demais municípios (KOPPEN; GEIGER, 1936), e tem nas interações entre a atuação da mTa (massa Tropical Atlântica) e da mPa (massa Polar Atlântica) com a morfologia do relevo e os padrões de cobertura da terra a gênese de suas tipologias de tempo. São comuns na região a formação de geadas, inversões térmicas e chuvas orográficas dada as características geográficas locais.

Figura 1 - Localização da área de estudo.

Os municípios estão localizados próximos aos compartimentos morfológicos das serras do Mar e Mantiqueira e inseridos nos planaltos do Campo das Vertentes, de Caldas e do Alto Rio Grande), o que os designam enquanto representantes do domínio morfoclimático dos Mares de Morros (AB'SABER, 1970). A vegetação nativa da região é a mata Atlântica, a qual se apresenta hoje enquanto fragmentos em cohabitância com áreas de pastagens e do cultivo do eucalipto.

Os tipos de solos que predominam na região são o Cambissolo Háplico (Barbacena e Caldas) e o Latossolo Vermelho-Amarelo (Juiz de Fora, Barbacena, Caldas, São Lourenço, Viçosa, Lavras e Machado), mas há registros de Neossolos, Argissolos e afloramento de Rochas. Estes,

atrelados às tipologias climáticas, à tipo de modelado de relevo e a inserção de fertilizantes químicos, vem ocasionando certas aptidões e/ou inaptidões para determinados cultivos.

O espaço regional foi sendo produzido segundo os processos de cada período histórico brasileiro e há hoje alguns cultivos temporários e permanentes. A ocorrência, em alguns municípios, dos frequentes episódios de geadas no inverno vem fazendo com que novos cultivos mais adaptados estejam sendo inseridos na produção agrícola em substituição a outros menos resistentes ao stress térmico.

3. Materiais e Métodos

Antes de passar para a explanação metodológica, cabe destacar que este estudo é um desmembramento de uma pesquisa mais ampla e que um trabalho, que objetivou aprofundar na identificação das Ondas de frio e de calor (OLIVEIRA et al, 2018), já foi publicado na Revista Brasileira de Climatologia edição Especial "Dossiê da Climatologia de Minas Gerais". Desta forma, a opção por à seguir ser dada uma maior ênfase para a metodologia dos dados agrícolas em prol dos climáticos faz parte da prerrogativa de que a contabilização dos episódios climáticos pode ser encontrada na íntegra no artigo citado.

Em síntese, foram coletadas e organizadas as planilhas de temperatura do ar disponíveis no banco de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (série 1993 a 2011), as quais após terem seus dados falhos preenchidos, serviram de base para a identificação dos episódios excepcionais. A identificação considerou duas metodologias principais: a) segundo as premissas da OMM (WMO-TD No. 1071) e do IPCC (2007), que considera apenas os episódios superiores ou inferiores a classe fixa de valores de 5°C; e b) uma outra que considera as características de cada localidade e que por meio das variações de desvio padrão permite a identificação do que, para cada município, é considerado um dado atípico.

Por sua vez, a coleta dos dados agrícolas ocorreu *online*, por meio de informações da Produção Agrícola Municipal (PAM) do IBGE (1993-2011) a partir das planilhas de todos os

cultivos que estivessem cadastrados entre 1993 e 2011. Foi constatado que havia 70 tipos de culturas diferentes sendo cultivadas nos municípios estudados (temporárias e permanentes), as quais passaram por um procedimento de filtragem com fins de selecionar aqueles que seriam mais significativos para o estudo proposto. Os critérios de seleção foram:

- apenas aquelas que ocorreram em aproximadamente 90% da série temporal analisada, ou seja, só foram estudadas as culturas com no mínimo 17 anos de ocorrência, uma vez que se buscou tecer correlações com as informações térmicas;
- cultivadas em pelo menos 2 municípios no período estudado, o que permitiria fazer comparações entre a distribuição espacial dos cultivos.

Atendendo a esses critérios selecionou-se 18 culturas. Estas foram: Arroz (*Oryza sativa*), Banana (*Musa paradisiaca*), Batata Inglesa (*Solanum tuberosum*), Batata Doce (*Ipomoea batatas*), Café (*Coffea arabica*), Cana de Açúcar (*Saccharum officinarum*), Caqui (*Diospyros kaki*), Feijão (*Phaseolus vulgaris*), Figo (*Ficus carica*), Laranja (*Citrus aurantium*), Limão (*Citrus bergamia*), Mandioca (*Manihot esculenta*), Manga (*Mangifera indica*), Milho (*Zea mays*), Pêssego (*Prunus persica*), Tangerina (*Citrus reticulata*), Tomate (*Lycopersicum esculentum*) e Uva (*Vitis vinifera*).

De posse do quantitativo mensal e anual dos eventos climáticos e dos principais cultivos encontrados nos municípios estudados, iniciou-se a etapa de coleta e análise do efeito das ondas de calor e de frio nas atividades agrícolas da região. Para tal, buscou-se informações das condições de temperatura do ar ideais para cada cultivo (tabela 1).

ISBN: 978-85-7282-778-2

Tabela 1- Condições de temperatura do ar ótimas para cada cultivo.

Cultivo	Temperatura ótima (°C)	Fonte
Arroz (Oryza sativa)	10-30°C	INFELD, J.A.; SILVA, J.B; ASSIS, F. (1998)
Banana (Musa paradisiaca)	15-34°C	ALVES E.J. et al. (1997)
Batata Doce (Ipomoea batatas)	10-30°C	ERPEN, LIGIA et. al. (2013)
Batata Inglesa (Solanum tuberosum)	10-30°C	ANDRADE, A. R. et. al. (2017)
Café (Coffea arabica)	18-28°C	ASSAD, E. D. et. al. (2004)
Cana de Açúcar (Saccharumofficinarum)	26-33°C	ANDRE, R.G.B. et al. (2010)
Caqui (Diospyros kaki)	16-22°C	VERSLYPE, N.I.; SOUZA, C.R.M (2016)
Feijão (Phaseolus vulgaris)	18-30°C	PRELA, A.; RIBEIRO, A.A. (2002)
Figo (Ficus carica)	8-36°C	SOUZA, A.P. et. al. (2009)
Laranja (Citrus aurantium)	23-30°C	MELO,R. et. al. (2002)
Limão (Citrus bergamia)	23-30°C	MELO,R. et. al. (2002)
Mandioca (Manihot esculenta)	Mínima 14°C C	FAGUNDES, L.K. et. al. (2010)
Manga (Mangifera indica)	19 e 22 °C	LEMOS, L. M. C., 2014)
Milho (Zea mays)	10-30°C	CRUZ, J. C. (Ed.)(2010)
Pêssego (Prunus persica)	Inferiores a 7,2°C	CARAMOURI, P. H. et. al. (2008)
Tangerina (Citrus reticulata)	12-31°C	FADEL, R. (2011)
Tomate (Lycopersicum esculentum)	15-30°C	FERNANDES, A. A.; MATINEZ, H. E. P. (2002)
Uva (Vitis vinifera).	Mínima de 10°C	SANTOS, A. O. et. al. (2011)

Há uma grande variedade de estudos que envolvem essa temática, mas a respeito das exigências térmicas de cada cultura verifica-se que existe uma variabilidade até mesmo dentro de cada cultivo. A partir da identificação dos episódios de Ondas térmicas e da seleção dos cultivos foram produzidos mapas e gráficos e uma análise síntese final foi realizada visando observar se haveria correlação entre os episódios encontrados com a ocorrência de algum stress térmico. A correlação estatística aplicada foi a do tipo linear básica e os dias em que a intensidade das ondas foram mais acentuadas, tanto em temperatura do ar quanto em duração temporal, foram estudados com maior atenção.

4. Resultados e discussões

A identificação das ondas e de sua distribuição espaço-temporal deu bases para que análises em termos de correlação destas com a produção e cultivos na região fossem realizadas. No entanto, optou-se por primeiramente apresentar e descrever os principais cultivos da região, o que deu subsídios para que as análises de correspondência fossem realizadas posteriormente.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Dentre os municípios São Lourenço foi o que apresentou a menor diversidade de cultivos sendo produzidos durante um longo período de dados. Neste os cultivos começavam a ser plantados, mas por algum motivo logo após alguns anos deixavam de ser cultivados. Por sua vez, os municípios de Lavras e Viçosa foram os que apresentaram maior durabilidade para safras diversas. A presença das universidades federais de Viçosa e de Lavras, que apresentam cursos renomados de Agronomia e áreas afins, pode ser uma das justificativas para este resultado, dado que podem vir a representar investimento intelectual e econômico nas questões e práticas agrícolas de onde se localizam.

Em relação ao tipo de cultivo, constatou-se que a Batata Doce, o Caqui, o Figo e a Uva foram os que foram produzidos por menores períodos e para menos municípios, enquanto que o Arroz, o Café, o Feijão e o Milho foram cultivados durante toda a série de dados estudada e em todos municípios. A Banana, a Cana-de-Açúcar, o Limão, a Mandioca e a Tangerina também tiveram destaque.

A análise de tal resultado faz retomar aos Ciclos Econômicos Brasileiros, assim como aos principais cultivares que foram implantados na região Sul de Minas Gerais e no Estado de São Paulo ao longo de seu processo histórico (VALVERDE, 1958). A dinâmica climática, atrelada aos tipos de solo, à disponibilidade hídrica e à demanda da população, favoreceu, ou inibiu, para que alguns cultivos se sobressaíssem, enquanto outros foram sendo substituídos nesta região. Conforme observado no mapa 2, a produção do milho é a que ocorre em maior escala entre os cultivos estudados, para a maioria dos municípios.

ISBN: 978-85-7282-778-2

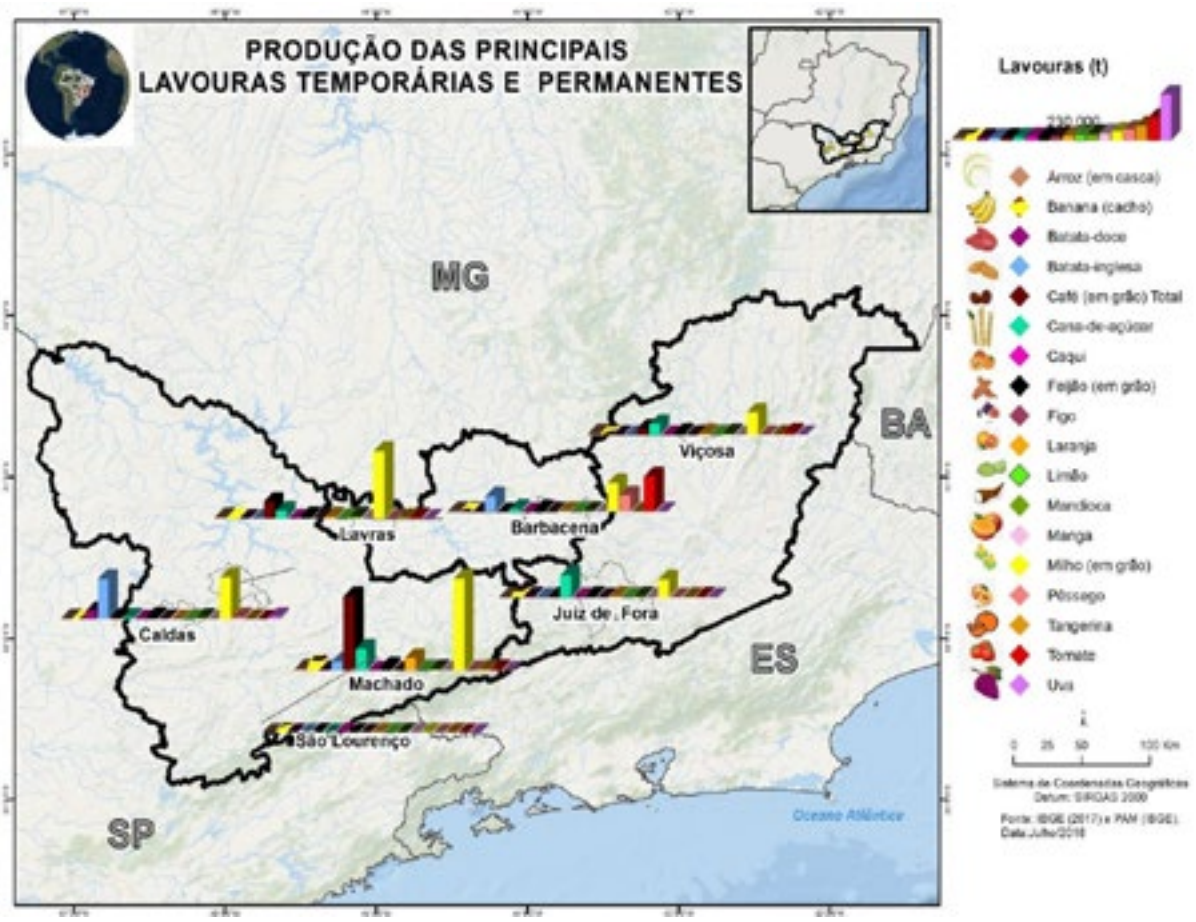


Figura 2 - Produção das principais lavouras temporárias e permanentes.

Com exceção de Juiz de Fora e Barbacena, o milho é o principal tipo de cultivo. Apesar de também possuírem grande produção do grão, nestes municípios os cultivos com maiores totais são o da Cana-de-açúcar e do Tomate, respectivamente. Segundo o ministério da agricultura o Brasil é o terceiro maior produtor de Milho do mundo, ficando atrás apenas dos Estados Unidos e China, o grão possui grande relevância como insumo na produção de animais, além de sua importância estratégica para a segurança alimentar.

As conexões entre estes tipos de cultivos e os aspectos climáticos, principalmente aqueles que abarcam o regime térmico da região como no caso das ondas de calor e ondas de

ISBN: 978-85-7282-778-2

frio, foram verificadas por meio de estatística descritiva de correlação linear (tabela 2). Após a quantificação dos episódios de ondas, chegou a constatação de que há um maior quantitativo de ondas de frio em detrimento às de calor, que os municípios localizados à oeste apresentaram mais ondas de calor e os à leste mais ondas de frio e que menos de 15% dos episódios registrados apresentaram valores com limiares superiores aos 5°C.

Tabela 2: Correlação estatística entre o quantitativo de ondas e a produção anual, com grifo para as maiores correlações positivas (em vermelho) e negativas (em verde).

Correlação Estatística (Quantitativo de ondas e produção anual)														
CULTIVO	Barbacena		Caldas		Juiz de Fora		Lavras		Machado		São Lourenço		Viçosa	
	Frio	Calor	Frio	Calor	Frio	Calor	Frio	Calor	Frio	Calor	Frio	Calor	Frio	Calor
Arroz (com casca)	0,10	-0,09	-0,15	-0,26	-0,35	0,00	0,26	-0,06	0,15	-0,07			0,27	0,27
Banana (cacho)	0,19	0,21			-0,16	0,39	-0,25	0,12	0,04	0,36			-0,25	0,04
Batata-doce														
Batata-inglesa	-0,30	0,12	-0,01	0,38										
Café (em grãos)			-0,13	0,04	0,47	-0,28	0,09	-0,36	0,17	-0,02	-0,03	-0,55	0,10	0,09
Cana-de-Açucar	0,03	0,02			0,17	-0,18	-0,27	0,01	0,09	-0,24			0,08	-0,27
Caqui														
Feijão	0,06	-0,04	-0,17	0,29	-0,06	-0,09	-0,27	0,02	-0,10	-0,03	-0,21	0,33	0,36	0,04
Figo														
Laranja					-0,03	-0,20	0,32	-0,16			-0,22	0,38	-0,06	0,46
Limão							0,45	0,01	0,14	-0,42				
Mandioca	-0,13	-0,01	-0,09	0,34	-0,22	0,00	-0,19	0,12					-0,14	0,02
Manga							0,28	0,04					0,40	0,02
Milho (em grãos)	-0,02	-0,13	0,14	0,29	0,01	-0,14	-0,21	0,14	0,20	0,41	-0,08	0,12	-0,22	0,00
Pêssego	-0,02	0,33	0,06	-0,27					-0,12	-0,35				
Tangerina	-0,05	0,29			-0,05	-0,18	0,30	-0,03	-0,20	-0,32			0,46	-0,08
Tomate	-0,20	0,02					0,23	0,08	0,21	0,01			-0,07	0,37
Uva														

Foi possível constatar ainda, que os cultivos do tipo arbóreo (Café, Manga, Tangerina, Laranja e Limão) foram os que tiveram mais correlação positiva com a ocorrência de ondas de frio. Enquanto que para os mesmos cultivos as correlações com as ondas de calor foram significativas e negativas, permitindo concluir que quanto mais ondas de frio menor seria a sua produção anual e quanto menor número de episódios de ondas de Calor maior seria a produção, quando levada em consideração esta única variável. Dentre as plantas arbóreas, apenas a Banana apresentou maior correlação positiva em anos de maior ocorrência de ondas de calor.

ISBN: 978-85-7282-778-2

No que tange a comparação entre municípios, verificou-se que Lavras foi o que apresentou maior correlação positiva entre os anos com maior quantitativo de episódios de Ondas de frio e a produtividade anual dos cultivos (Laranja, Limão e Tangerina), enquanto que Machado foi o que apresentou a maior correlação negativa para os cultivos (Limão, Pêssego, Tangerina). Em ambos casos, nota-se a preferência das plantas para com temperaturas do ar menos elevadas e mesmo considerando que "espécies cítricas apresentam melhor desempenho fotossintético em uma faixa de temperatura do ar entre 25 e 30°C" (BUENO, 2011), a amplitude e variação térmica da região pode estar favorecendo para que resultados como os que foram encontrados venham a ocorrer. Dentre os 3 tipos de *citrus* estudados, a Laranja foi a que mais apresentou correlação com as ondas de calor.

5. Considerações finais

Houve correlação estatística entre a ocorrência de eventos de ondas térmicas e a produção de alguns cultivos, principalmente aqueles do gênero *Citrus*, ressaltando a importância atribuída ao regime da temperatura do ar para a produção agrícola na área estudada. Nesta, há a necessidade de que políticas públicas de gestão e ordenamento do território sejam pensadas, dada ao significativo quantitativo de pequenos produtores rurais que cultivam na região, os quais viriam a sofrer com os episódios climáticas atípicos.

É possível destacar ainda que a diminuição da produtividade de determinados cultivos, quando em ocorrência de ondas de frio, pode estar atrelada as condições dos sistemas atmosféricos nos dias dos eventos, uma vez que as ondas de frio estão muito associadas a sistemas de alta pressão, caracterizados pela menor ocorrência de chuvas. Portanto, a diminuição da presença de água no sistema durante a sua atuação, tanto no ar quanto no solo, viria a expor os cultivos mais dependentes do recurso a maiores condições de estresse.

ISBN: 978-85-7282-778-2

6. Referências Bibliográficas

AB'SÁBER, A. N.; **Províncias geológicas e domínios morfoclimáticos no Brasil**. Geomorfologia. São Paulo. 1970. p.20-26.

ALVARENGA, R. C., NOVOTNY, E. H., PEREIRA-FILHO, I. A., SANTANA, D. P., PEREIRA, F. T. F., HERNANI, L. C. **Cultivo do milho**. J. C. C. Cruz (Ed.). Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. 2010.

ALVES, E. J.; **Exigências climáticas. A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais.** Brasília: Embrapa-SPI/Embrapa-CNPMF, 1997.

ANDRADE, A, R,;. Disponibilidade térmica para diferentes culturas agrícolas em região de clima subtropical úmido obtida através da utilização de índice bioclimático. **Geosul**, v. 32, n. 64, p. 66-83, 2017.

ANDRÉ, R.G. B. Aspectos energéticos do desenvolvimento da cana-de-açúcar. Parte 1: Balanço de radiação e parâmetros derivados. **Revista Brasileira de Meteorologia,** v. 25, n. 3, p. 375-382, 2010.

ASSAD, E. D.; Zoneamento agroclimático para a cultura do café (Coffea arabica L.) no Estado de Goiás e sudoeste do Estado da Bahia. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 9, n. 03, p. 510-518, 2001.

BERGAMASCHI, H.; MATZENAUER, R.; O milho e o clima. Porto Alegre: **Emater**/RS-Ascar, 2014.

BUENO, A. C. R.; A variação da amplitude térmica diária afeta o metabolismo de carbono e o crescimento de mudas de laranjeiras. Dissertação (Mestrado). Campinas, 2011.

CARAMORI, P.H.; Zoneamento agroclimático para o pessegueiro e a nectarineira no estado do Paraná. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 4, p. 1040-1044, 2008.

CONTI, J. B.; O meio ambiente Tropical. **Geografia**, v.14, n.28, 1989, p.69-79.

ERPEN, L.; Estimativa das temperaturas cardinais e modelagem do desenvolvimento vegetativo em batata-doce. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 11, p. 1230-1238, 2013.

FADEL, R.; Influência das condições agrometeorológicas na fenologia, qualidade e produtividade de tangerinas na região de Capão Bonito-SP. 2011. Tese de Doutorado.

FERNANDES, A.A.; MARTINEZ, H.E.P.; FONTES, P.C.R. Produtividade, qualidade dos frutos e estado nutricional do tomateiro tipo longa vida conduzido com um cacho, em cultivo hidropônico, em função das fontes de Horticultura. **Brasileira nutrientes**., Brasília, v. 20, n. 4, p. 564-570, dezembro 2002.

FAGUNDES, L. K.; Development, growth and yield of cassava in different sowing season in a subtropical region. **Ciência Rural**, v. 40, n. 12, p. 2460-2466, 2010.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010.

INFELD, J. A.; SILVA, J.B.; ASSIS, F.N.; Temperatura-base e graus-dia durante o período vegetativo de três grupos de cultivares de arroz irrigado. **Revista Brasileira de Agrometeorologia,** v. 6, n. 2, p. 187-191, 1998.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. www.ipcc.ch/

IPMA - Instituto Português do Mar e da Atmosfera. https://www.ipma.pt/.

KOPPEN, W.; GEIGER, R.; Handbuch der Klimatologie. Borntraeger, Berlin. 5. 1936.

LEMOS, LORENA MOREIRA CARVALHO. Controle do amadurecimento e da antracnose na pós-colheita da manga'Ubá'. .Tese de Doutorado, UFV- Viçosa,2014.

MELLO, R.;. Acúmulo de graus/dias para a cultura de citros e análise de vento no município de Nova Iguaçu durante o ano de 2002.

NASCIMENTO JÚNIOR, L. **As chuvas no Paraná: Variabilidade, teleconexões, e impactos de eventos extremos**. 2013. Presidente Prudente: UNESP. 2013. Dissertação (mestrado).

NUNES, L.H. **Impacto Pluvial na Serra do Paranapiacaba e Baixada Santista**. São Paulo: USP, 1990. Dissertação (Mestrado), Universidade de São Paulo.

NUNES, L.H. **Distribuição espaço-temporal da pluviosidade no Estado de São Paulo: tendências, variabilidade, processos intervenientes**. São Paulo: USP, 1997. Tese (Doutorado), Universidade de São Paulo.

OLIVEIRA, D.E.; ASSIS, D.C.; FERREIRA, C.C.M.; A dinâmica climática regional em municípios da Zona da Mata, Campo das Vertentes e Sul e Sudoeste de Minas Gerais: as Ondas de frio e de calor. **Revista Brasileira de Climatologia**. Curitiba, s/n, Edição Especial Dossiê Climatologia de Minas Gerais, 2018, p.290-310.

OMM. Reports published through the World Climate Data and Monitoring Programme (WCDMP) series. WCDMP-No.47, WMO-TD No. 1071.

PRELA, Angélica; RIBEIRO, AM de A. Determinação de graus-dia acumulados e sua aplicação no planejamento do cultivo de feijão-vagem (Phaseolus vulgaris L.) para Londrina-PR. Revista Brasileira de Agrometeorologia, v. 10, n. 1, p. 83-86, 2002.

SANT'ANNA NETO, J.L. **Por uma Geografia do Clima, antecedentes históricos, paradigmas contemporâneos e uma nova razão para um novo conhecimento**. Revista Terra Livre, n° 17, 2° semestre de 2001, p. 49-62.

SANTOS, A. O.; Composição da produção e qualidade da uva em videira cultivada sob dupla poda e regime microclimático estacional contrastante. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 4, p. 1135-1154, 2011.

SOUZA, A.P.; Temperaturas basais e soma térmica para a figueira podada em diferentes épocas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, p. 314-322, 2009.

VALVERDE, O.; Estudo regional da Zona da Mata Mineira. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, n.1., 1958.

VERSLYPE, N. I.; SOUZA, C., R. M.; Potencial para o cultivo do caquizeiro na Microrregião do Vale do Ipanema através do modelo digital do terreno| Pitaya/dragon fruit: farming potential in the Sertão of Moxotó through Digital Terrain Model. **Revista Geama,** v. 2, n. 1, p. 22-29, 2016.

VEYRET, Y. **Os riscos: O homem como agressor e vítima do meio ambiente**. Contexto: São Paulo. 2003. Reimpressão 2015.

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

EPISÓDIOS DE CALOR NA CIDADE DE JOÃO PESSOA-PB SOB A PERSPECTIVA DA ANÁLISE RÍTMICA

Gabriel de Paiva Cavalcante [(a)] Marcelo de Oliveira Moura [(b)]

[(a)] Geógrafo; Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal da Paraíba – PPGG/UFPB; e-mail: cavalcantegp.geo@gmail.com;

[(b)] Prof. Dr. do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal da Paraíba – PPGG/UFPB; e-mail: marcelomoura@ccen.ufpb.br.

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

A Técnica da Análise Rítmica é proposta por Monteiro (1971, 1976, 2015) para estudo do clima em sua sucessão habitual e excepcional, bem como, das características genéticas dos tipos de tempo. A caracterização do ritmo climático de uma localidade é feita a por meio da decomposição cronológica dos estados atmosféricos em sua contínua sucessão, pois estes somente podem ser observados e analisados em escala, no mínimo, diária. Estudos sobre a temperatura do ar na cidade de João Pessoa já registraram fenômenos espaciais como as ilhas de calor, que ocorreram em intensidade máxima superior a 5°C, o que caracteriza a cidade em diferentes ambientes térmicos. Porém, nestes estudos não se adotou uma análise do ritmo na perspectiva da associação entre os atributos climáticos. Nesse sentido, este trabalho tem o objetivo de analisar o ritmo climático dos três episódios de calor mais forte da cidade de João Pessoa, verificando os atributos climáticos e a gênese dos tipos de tempo entre 1990 a 2017. Constatou-se que os três episódios ocorreram durante o período chuvoso e apresentaram temperaturas com acréscimo em relação à média histórica de +2,6°C para os dois primeiros episódios e de +2,5°C para o terceiro.

Palavras-chave: Temperatura Máxima do Ar; Eventos Térmicos Extremos; Técnica da Análise Rítmica.

1. Introdução

Os elementos climáticos podem deflagrar tipos de impacto que venham a gerar efeitos no equilíbrio geossistêmico, ou seja, atingir o meio ambiente e os grupos sociais. No caso da temperatura do ar, o aquecimento pode gerar desconforto térmico e desencadear consequências, por exemplo, para a população em áreas urbanas a partir do agravo das doenças cardiovasculares e respiratórios em idosos, grupo etário mais vulnerável a tais

eventos térmicos (FIRPO, 2008; MOURA; ZANELLA, 2012; MOURA, 2013; CAVALCANTE, 2016).

Para uma abordagem geográfica, os fenômenos climáticos não devem ser quantificados de forma isolada, mas sim, passar por análises qualitativas que contemplem o ritmo dos atributos climáticos e a gênese dos tipos de tempo. Monteiro (1971, 1976, 2015), portanto, propôs um novo paradigma na climatologia geográfica brasileira e indicou recursos teórico-metodológicos necessários à condução dos estudos do clima numa abordagem dinâmica: o Ritmo Climático, que o autor define como sendo "o encadeamento sucessivo e contínuo dos estados atmosféricos e suas articulações no sentido de retorno dos mesmos estados" e propõe uma técnica de investigação denominada Análise Rítmica.

Segundo Mendonça e Danni-Oliveira (2007), a caracterização do ritmo climático de uma localidade deve ser feita a partir da:

> (...) decomposição cronológica dos estados atmosféricos em sua contínua sucessão, pois estes somente podem ser observados e analisados com precisão na durabilidade diária. Os estados atmosféricos, tomados como tipos de tempo, revelam-se claramente na escala do dia, e sua sucessão pode ser observada a partir da variação dos elementos do clima em sua interação com a circulação atmosférica terciária e regional (MENDONÇA & DANNI-OLIVEIRA, 2007, p. 20).

Há estudos sobre a temperatura do ar na cidade de João Pessoa que registraram ilhas de calor com intensidade máxima que varia entre 3,33°C e 5,32°C, o que caracteriza a cidade em diferentes ambientes térmicos (SANTOS, 2011; SANTOS et. al., 2012), porém, tais estudos não realizaram a análise episódica das anomalias térmicas extremas, que pode ser feita baseada na Técnica da Análise Rítmica de Monteiro (1971). Nesse sentido, este trabalho tem o objetivo de analisar o ritmo climático dos três episódios de calor mais forte da cidade de João Pessoa por meio da análise dos atributos climáticos e da verificação da gênese dos tipos de tempo.

ISBN: 978-85-7282-778-2

2. Materiais e Métodos

Realizou-se um estudo exploratório de séries temporais mediante a análise do período de 1990-2017 da série diária da temperatura máxima do ar para a cidade de João Pessoa (Figura 1), obtida no *site* do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa – BDMEP do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET.

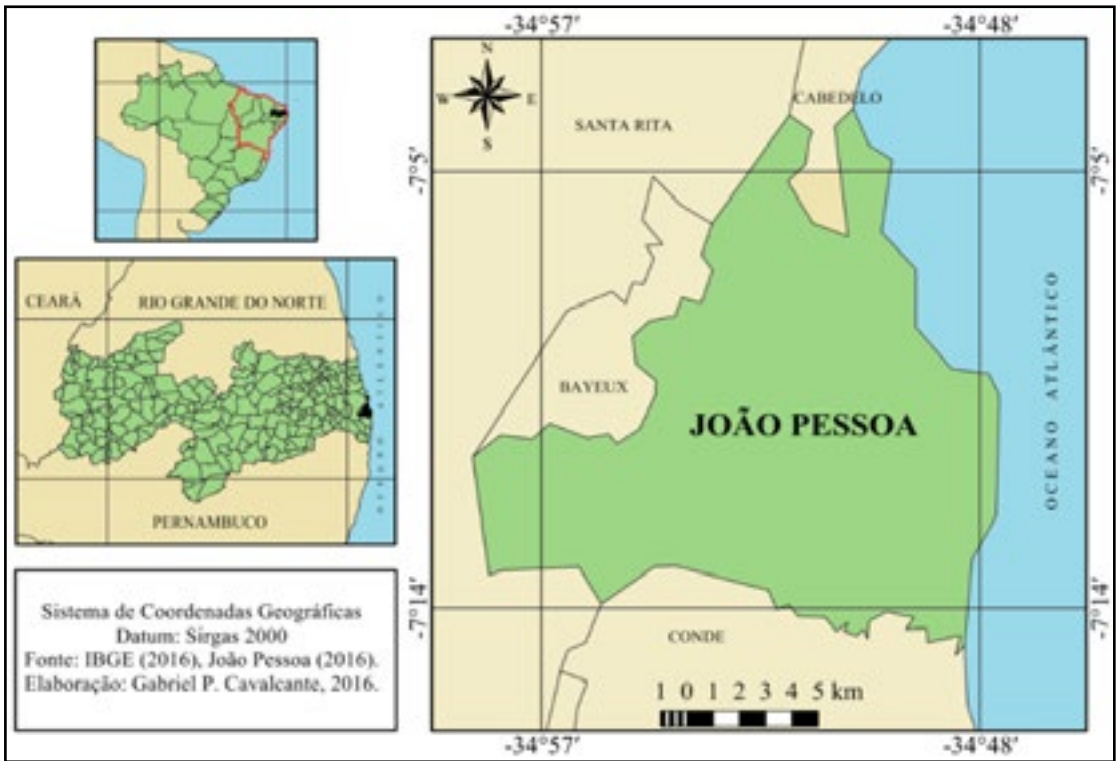


Figura 1 – Localização da cidade de João Pessoa. Fonte: IBGE (2016). Elaboração: Gabriel de Paiva Cavalcante, 2016.

O procedimento empregado na identificação das anomalias das temperaturas máximas do ar seguiu as orientações de Moura (2013). Assim, para a identificação e a caracterização das anomalias das temperaturas máximas do ar foram executadas as seguintes etapas:

1) 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, além da tabulação dos dados em dia/mês;

2) Identificação das anomalias, por meio do cálculo da normal climatológica diária das temperaturas máximas do ar, por meio do emprego da média aritmética de todas as temperaturas diárias registradas no período de 1990 a 2017. Os procedimentos aí empregados foram com base em Rusticucci & Vargas (2001);
3) Obtenção e classificação das anomalias quanto à gravidade térmica (amplitude e intensidade). Para a obtenção da amplitude térmica, calculou-se a diferença entre o maior e o menor valor de anomalia de cada comprimento, isto é, o intervalo das anomalias (ΔA). Para a classificação da gravidade térmica das anomalias foi aplicada a técnica estatística dos percentis (TRIOLA, 2008, p. 90) à série das amplitudes e intensidades das anomalias, com o intuito de agrupar em categorias e classes de gravidade os valores de amplitude e intensidade da série, conforme mostra o Quadro 1.

Quadro 1 - Proposta de classificação da gravidade das anomalias das temperaturas máximas do ar.

ANOMALIAS TÉRMICAS			
	Categoria	**Classe**	**Descrição**
AMPLITUDE (ΔA)	**1**	**BAIXA (B)** (0ºC ┤ 0,1ºC) (P_1) (P_5)	P_5= 0,1ºC; 5% (95%) dos valores de amplitude estão abaixo (acima) de 0,1ºC.
	2	**MODERADA (M)** (0,1ºC ┤ 1,4ºC) (P_5) (P_{95})	90% dos valores de amplitude se situam entre P_5 *e* P_{95}
	3	**ALTA (A)** (1,4ºC ┤ 2,1ºC) (P_{95}) (P_{99})	P_{95}= 1,4ºC; 95% (5%) dos valores de amplitude estão abaixo (acima) de 2,1ºC
INTENSIDADE (ºC)	**PERÍODO DE CALOR FRACO**	**FRACA (FC)** (0,2ºC ┤ 0,3ºC) (P_1) (P_5)	P_5= 0,5ºC; 5% (95%) dos valores de intensidade estão abaixo (acima) de 0,3ºC.
	PERÍODO DE CALOR MODERADO	**MODERADA (M)** (0,3ºC ┤ 1,7ºC) (P_5) (P_{95})	90% dos valores de intensidade se situam entre P_5 *e* P_{95}
	PERÍODO DE CALOR FORTE	**FORTE (FT)** (1,7ºC ┤ 2,6ºC) (P_{95}) (P_{99})	P_{95}= 1,7ºC; 95% (5%) dos valores de intensidade estão abaixo (acima) de 1,7ºC.

Fonte: INMET, 2016. Elaboração: Gabriel de Paiva Cavalcante, 2016.

Com a execução destas etapas, foi possível detectar os maiores períodos de calor quanto à amplitude e à intensidade das anomalias, sendo que os três períodos mais fortes foram escolhidos para aplicar a análise associativa contínua e simultânea entre os atributos climáticos e a circulação atmosférica regional, formadora dos tipos de tempo. Para esse fim, utilizou-se a Técnica da Análise Rítmica proposta por Monteiro (1971, 1976, 2015).

ISBN: 978-85-7282-778-2

Dos procedimentos adotados na Análise Rítmica:

1) Uso da série diária das variáveis climáticas, uma vez que o ritmo climático só pode ser observado por unidades de tempo na referida escala;
2) Identificação das massas de ar atuantes sobre a região por meio da interpretação sinótica das Cartas de Pressão ao Nível do Mar do Ministério da Marinha do Brasil e das imagens dos satélites meteorológicos de órbita geoestacionária GOES-12 (canal infravermelho) fornecidas pelo CPTEC/INPE, no horário 12 GMT (9 horas local);
3) Confecção dos gráficos da análise rítmica dos episódios eleitos com simultaneidade diária dos elementos básicos do clima de João Pessoa.

A abordagem das anomalias térmicas positivas extremas do ar por meio da Técnica da Análise Rítmica possibilitará a análise da variabilidade dos tipos de tempo durante os episódios de calor extremo e da participação desses eventos como partes da perspectiva geral do clima da cidade de João Pessoa.

3. Resultados e Discussão

No Quadro 2 estão listados os dez episódios de calor da série investigada que registraram as maiores gravidades térmicas de acordo com a intensidade das anomalias. Também consta na tabela o comprimento das anomalias, com seus respectivos períodos de ocorrência, além dos valores de amplitude e intensidade térmica (com registro da data em que foi registrado a maior intensidade térmica da anomalia).

Observa-se que todos os episódios ocorrem durante a década de 2010, sobretudo nos anos de 2010 (7 episódios), 2013 (1 episódio) e 2015 (2 episódios). Todos os episódios de calor extremo ocorreram entre os meses de março e junho, isto é, meses da pré-estação chuvosa e da estação chuvosa. Cabe destacar de que os períodos listados, embora caracterizem os episódios de calor de intensidades mais fortes registrados na área de estudo, não podem ser classificados como ondas de calor, conforme Besancenot (2001, 2002) aponta ao se referir que as ondas de calor possuem definição em termos epidemiológicos.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Quadro 2 - Classificação dos dez episódios de calor mais fortes em João Pessoa (1990-2017).

CLASSIFICAÇÃO	EPISÓDIOS DE CALOR FORTE		
	DURAÇÃO	**INTENSIDADE**	**AMPLITUDE**
1º	13 dias 1 a 13/06/2010	**2,6° C** 09/06/2010	2,1° C
2º	8 dias 1 a 08/04/2010	**2,6° C** 03/04/2010	1,6° C
3º	18 dias 3 a 20/04/2013	**2,5° C** 12/04/2013	2,0° C
4º	18 dias 5 a 22/04/2015	**2,4° C** 18/04/2015	2,2° C
5º	31 dias 1 a 31/03/2010	**2,4° C** 23/03/2010	1,7° C
6º	13 dias 18 a 30/06/2010	**2,4° C** 26/06/2010	1,6° C
7º	24 dias 1 a 24/05/2010	**2,4° C** 01, 11 e 23/05/2010	1,5° C
8º	5 dias 26 a 30/05/2010	**2,4° C** 28/05/2010	1,5° C
9º	8 dias 23 a 30/04/2010	**2,4° C** 30/04/2010	1,0° C
10º	9 dias 21 a 29/05/2015	**2,2** 27/05/2015	1,4° C

Fonte: INMET, 2016. Elaboração: Gabriel de Paiva Cavalcante, 2016.

Dos períodos de calor extremo apresentados no Quadro 2, três foram eleitos para uma análise contínua e simultânea entre os atributos climáticos e a circulação atmosférica regional, formadora dos eventos térmicos extremos. Os períodos de calor eleitos foram inseridos em um intervalo entre três dias anteriores e posteriores à ocorrência do evento formando, portanto, uma sequência temporal denominada de episódios. Tal estratégia tem a finalidade de destacar a anormalidade dos períodos térmicos.

Episódio 1: 29/05 a 16/06/2010

O episódio é formado por três dias antecedentes (29 a 31/05/2010) ao período de calor extremo (01 a 13/06/2010) e por três dias posteriores (14 a 16/06/2010), possuindo 19 dias de duração, amplitude térmica de 2,1°C e intensidade de 2,6°C. Tal valor de intensidade

ISBN: 978-85-7282-778-2

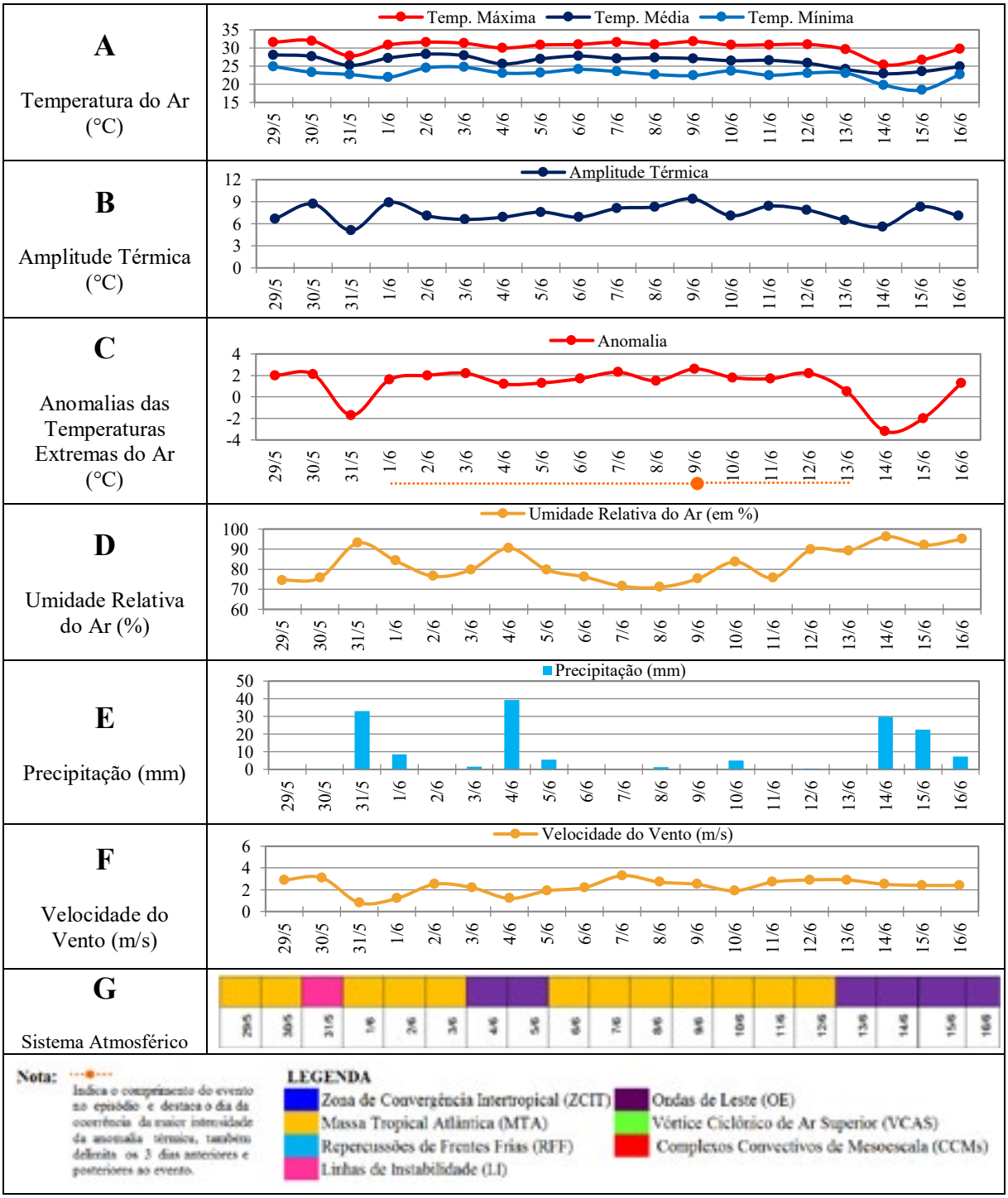
representa o pico da anomalia, que ocorreu no dia 09/06/2010. A Prancha 1 exibe o ritmo diário dos atributos climáticos do episódio.

O gráfico A da Prancha 1 exibe as temperaturas máximas, médias e mínimas. No dia 31/05, após a atuação de uma LI no dia anterior, a temperatura máxima foi de apenas 27,8°C, ocorrendo chuvas que somaram 33,0 mm; o dia 14/06, que registrou 25,6°C, interrompeu o período de calor após a chegada de uma Onda de Leste. Esses dois dias ficaram, de forma respectiva, 1,7°C e 3,2°C abaixo da normal, como revela o Gráfico C da Prancha 1. Tal gráfico mostra, também, que o dia 09/06 foi o que apresentou a maior anomalia, registrando 2,6°C acima da normal, durante atuação da Massa Tropical Atlântica. Já o Gráfico B aponta a amplitude térmica diária, ocorrendo entre 5,1°C e 9,4°C, com os maiores registros ocorrendo durante os dias mais quentes.

Os gráficos D, E e F da Prancha 1 mostram, de forma respectiva, os dados de umidade relativa do ar (em %), precipitação (mm) e velocidade do vento (m/s). Nota-se uma visível relação entre os mesmos: em dias chuvosos, a umidade relativa do ar é superior aos registros dos dias sem chuva, assim como a velocidade do vento é menor.

A análise sinótica dos dias do episódio (Gráfico G da Prancha 1) indicou que a Massa Tropical Atlântica (MTA) atuou em 12 dos 19 dias do episódio, porém de forma intercalada a duas OL e uma LI. As Ondas de Leste atuaram em seis dias, principalmente no fim do episódio, e as Linhas de Instabilidade em um dia.

ISBN: 978-85-7282-778-2



Prancha 1 - Ritmo dos atributos climáticos: episódio 1 (29/05 a 16/06/2010). Fonte: INMET. Elaboração: Gabriel de Paiva Cavalcante.

ISBN: 978-85-7282-778-2

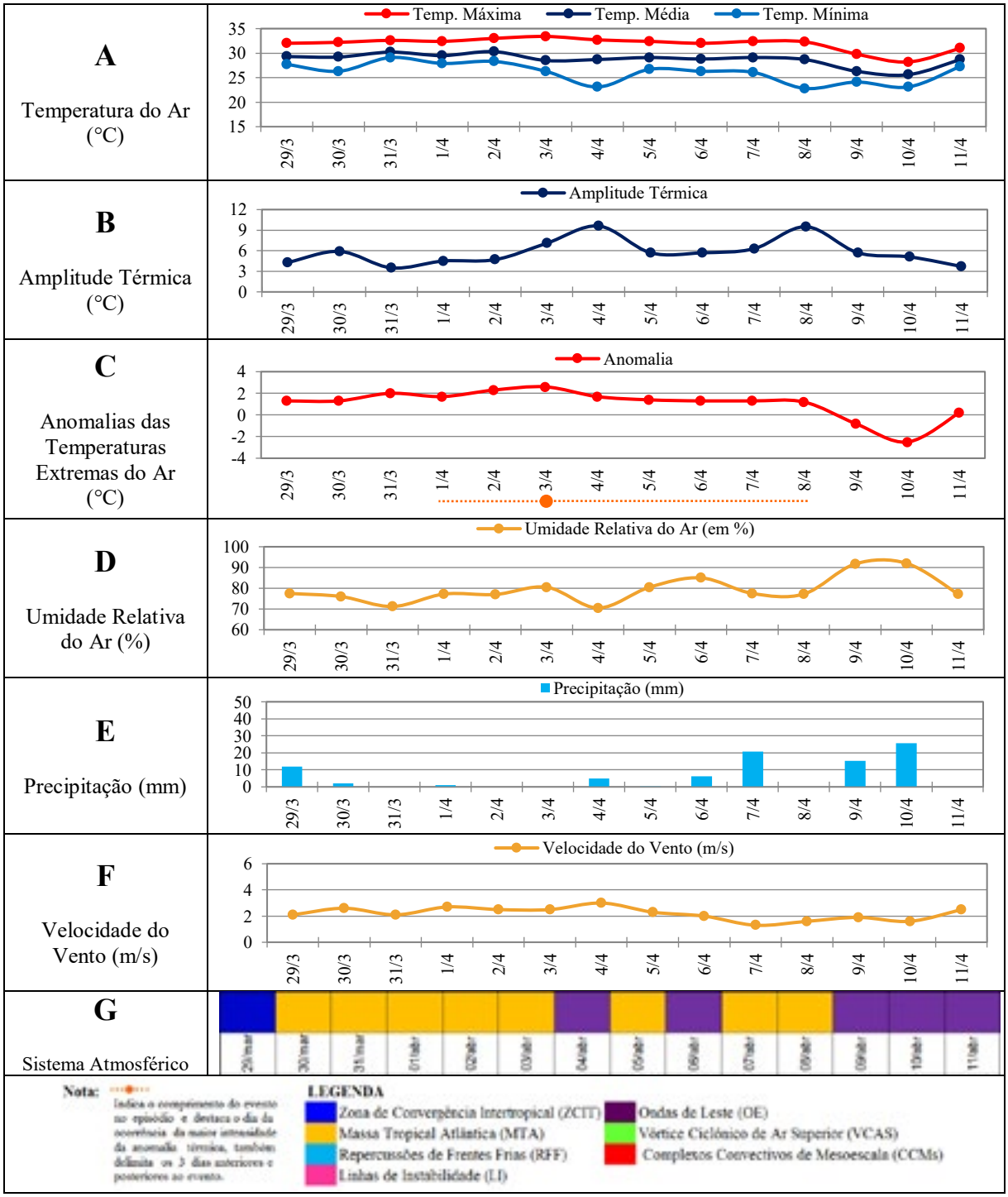
Episódio 2: 29/03 a 11/04/2010

O segundo episódio de calor mais forte ocorre entre os dias 01 e 08/04/2010, assim como os três dias antecedentes (29 a 31/03/2010) e posteriores (09 a 11/04/2010) ao período térmico. O episódio, que possui 14 dias de duração, registrou uma amplitude térmica de 1,6°C e uma intensidade de 2,6°C. Esse valor de intensidade foi registrado no pico da anomalia, que ocorreu no dia 03/04/2010. A Prancha 2 mostra o ritmo diário dos atributos climáticos.

No Gráfico A da Prancha 2 mostra as temperaturas máximas, médias e mínimas dos dias referentes ao período de calor. Nota-se a uniformidade desses dados. O dia 03/04 registrou a maior temperatura máxima do período (33,4°C), ficando 2,6°C acima da normal (Gráfico C da Prancha 2). Apenas dois dias registraram anomalias abaixo da normal: 09/04 (-0,8°C) e 10/04 (-2,5°C). Já as amplitudes térmicas diárias (Gráfico B da Prancha 2), apresentam valores maiores do que no primeiro episódio, com registros entre 3,5°C e 9,6°C.

Dois dias apresentaram umidade relativa do ar acima dos 90% (09 e 10/04, com 91,7% e 92%, respectivamente), de acordo com o gráfico D da Prancha 2. Conforme registrado nos Gráficos D e E da Prancha 2, há relação entre os maiores registros de umidade relativa do ar os maiores totais pluviométricos diários. Já a velocidade do vento (Gráfico F da Prancha 2) foi uniforme no período, sem variações diárias relevantes, ocorrendo redução apenas nos últimos dias do episódio, durante atuação de uma Onda de Leste.

ISBN: 978-85-7282-778-2



Prancha 2 - Ritmo dos atributos climáticos: episódio 2 (29/03 a 11/04/2010). Fonte: INMET. Elaboração: Gabriel de Paiva Cavalcante.

ISBN: 978-85-7282-778-2

De acordo com a interpretação sinótica das cartas de pressão e das imagens de satélite dos dias do episódio (Gráfico G da Prancha 2), foi constatada a atuação da MTA em oito dos 14 dias do episódio. A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) atuou de forma fraca sobre a área de estudo no dia 29/03/2010, primeiro dia do episódio, proporcionando a ocorrência de chuvas na cidade com volume de 11,8 mm. As Ondas de Leste atuara, principalmente, no fim do episódio, causando chuvas de 40,0 mm, em dois dias. A instabilidade provocada por esse sistema gerou anomalias negativas de até -2,5°C, além de valores de umidade relativa do ar superiores a 90% e velocidade do vento inferior a 2 m/s.

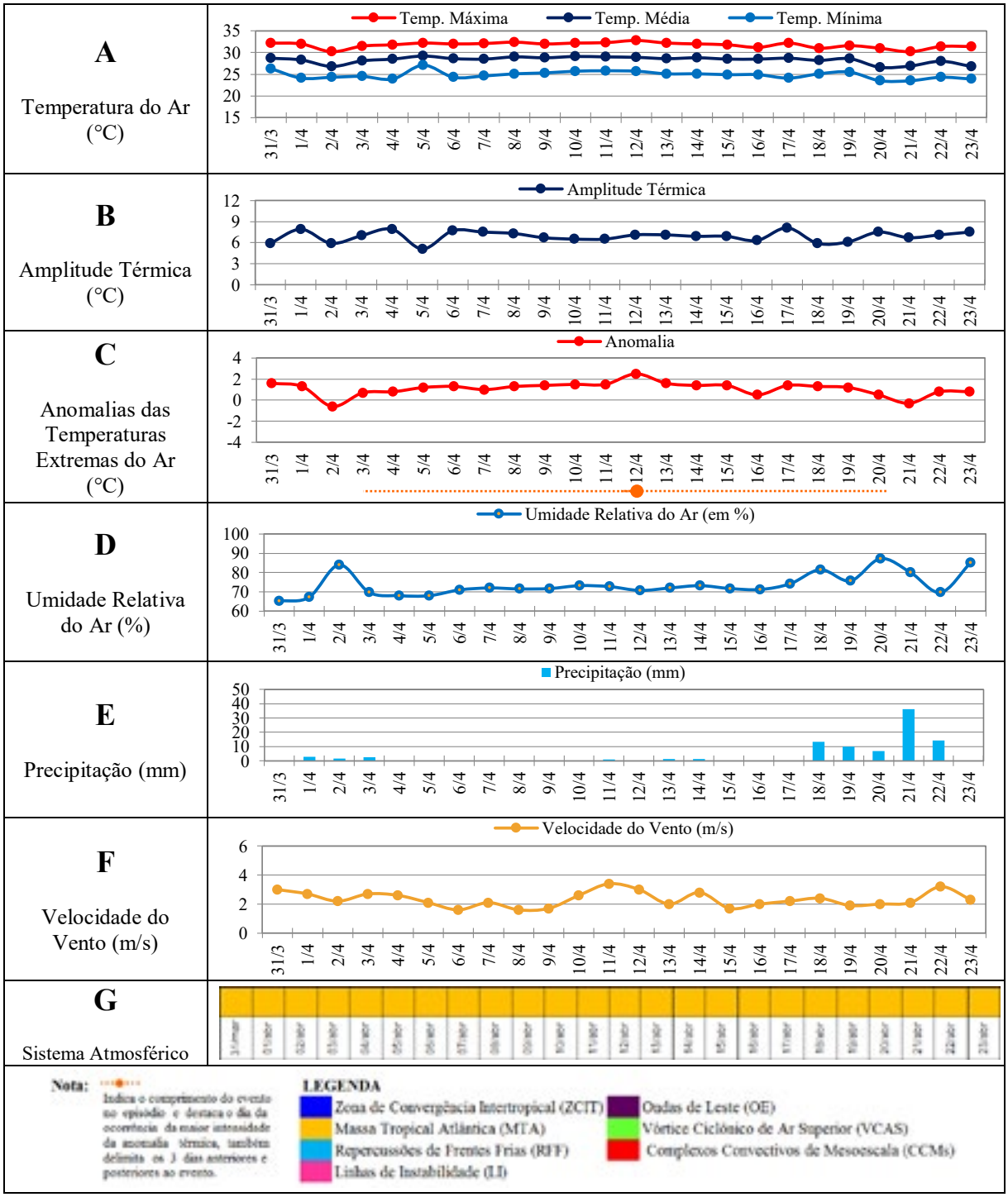
Episódio 3: 31/03 a 23/04/2013

O episódio conta com os dias de ocorrência do período térmico (03 e 20/04/2013), além dos três dias antecedentes (31/03 a 02/04/2013) e posteriores (21 a 23/04/2013). São, portanto, 24 dias duração (Prancha 3). O maior valor de amplitude do período de calor é de 2,0°C, já o maior valor de intensidade térmica é de 2,5°C (intensidade ocorrida no dia 12/04/2013, o pico da anomalia do período de calor, com registro de 32,8°C).

O Gráfico A da Prancha 3 mostra os registros das temperaturas máximas, médias e mínimas. Todos os dias do período registraram mais de 30°C, sendo o dia 12/04 o mais quente, registrando 32,8°C, com 2,5°C acima da normal (Amplitude da anomalia, gráfico C da Prancha 3). Apenas dois dias registraram anomalias abaixo da normal, e, mesmo assim, não chegaram a -1,0°C: dia 02/04 (-0,6°C) e dia 21/04 (-0,3°C).

A umidade relativa do ar (Gráfico D da Prancha 3) não alcançou os 90% durante o período, variando entre 65% e 87%. Desta forma, os registros pluviométricos foram reduzidos e os ventos não ocorreram de forma marcante. O gráfico E da Prancha 3 revela que o período praticamente não registrou chuvas durante 18 dias consecutivos (entre 31/03 e 17/04). Os dias subsequentes revelaram ocorrência de chuvas de fracas a moderadas, com o pico pluviométrico ocorrendo no dia 21/04, o qual quantificou 36,0 mm. Já a velocidade do vento variou entre 1,6 m/s e 3,4 m/s.

ISBN: 978-85-7282-778-2



Prancha 3 - Ritmo dos atributos climáticos: episódio 3 (31/03 a 23/04/2013). Fonte: INMET. Elaboração: Gabriel de Paiva Cavalcante.

ISBN: 978-85-7282-778-2

A análise das cartas de pressão e das imagens de satélite (Gráfico G da Prancha 3) revelou que a Massa Tropical Atlântica foi o único sistema atmosférico que atuou sobre a cidade de João Pessoa durante a ocorrência do episódio. A atuação da massa de ar possibilitou a situação de estabilidade atmosférica até o dia 17/04, o que resultou em um elevado gradiente térmico em superfície. Já de 18 a 22/04 também houve atividade da MTA, mesmo com registros de chuva e instabilidade significativa da umidade relativa do ar e das temperaturas, o que pode ocorrer devido à natureza termo-higrométrica da massa de ar, que é composta por uma corrente inferior e outra superior, caminhando ambas na mesma direção. A inferior é fresca (por se tratar de ar polar velho) e úmida (devido a evaporação do oceano), já a superior é quente e seca, ficando o vapor concentrado na corrente superficial. (NIMER, 1989; MOURA, 2013).

4. Considerações Finais

Neste trabalho, aplicou-se a Técnica da Análise Rítmica proposta por Monteiro (1971, 1976), que sugere a análise contínua e simultânea dos tipos de tempo em determinados períodos, mantendo a análise em escala, no mínimo, diária. Para isso, primeiro foram selecionados os três episódios de calor mais fortes para aplicação da técnica. Esses episódios ocorreram em anos recentes (2010, 2013 e 2015), mesmo sendo analisados dentro de uma escala temporal de 28 anos (1990 a 2017). Esse aspecto provavelmente está ligado à urbanização da cidade de João Pessoa, que teve relevante crescimento nas últimas décadas, aumentando a massa edificada, que retém o calor da insolação por mais tempo, liberando-o na dissipação nessa energia, aumentando a temperatura do ar.

Verificou-se que os três períodos ocorreram durante o período chuvoso e apresentaram temperaturas maiores do que a média histórica, com acréscimo de +2,6°C para os dois primeiros episódios e de +2,5°C para o terceiro. Os demais atributos climáticos registraram certa instabilidade no tempo atmosférico durante os episódios, porém sem potencialidade para alterar as condições de alta gravidade térmica.

ISBN: 978-85-7282-778-2

O sistema atmosférico mais atuante nesses períodos de calor foi a Massa Tropical Atlântica (44 dos 57 dias das três anomalias), principalmente no terceiro episódio, quando todos os 24 dias receberam atuação da MTA. Verificou-se que as Ondas de Leste, as Linhas de Instabilidade e a Zona de Convergência Intertropical, sistemas atmosféricos que habitualmente provocam chuvas e diminuição das temperaturas, atuaram durante a "quebra" desses episódios, com registros de umidade relativa do ar alta (acima dos 90%) e de pluviosidade acima dos 30,0 mm. Tais sistemas também atuaram durante os episódios, porém, sem alterar as condições térmicas. As Ondas de Leste atuaram em 11 dos 57 dias; já as Linhas de Instabilidade e a ZCIT atuaram em um dia.

Constatou-se a presença de dois tipos de tempo durante os três períodos de anomalias térmicas extremas: o tempo quente e sub-úmido, ligado a atuação da Massa Tropical Atlântica, ocorrendo durante os períodos de maior intensidade das anomalias, com registros de altas temperaturas, umidade relativa do ar entre 65% e 75%, pouca chuva e velocidade do vento variável; e o tempo úmido/chuvoso nos dias de atuação da ZCIT, Ondas de Leste e Linhas de Instabilidade, quando foram registradas precipitações acima dos 30,0 mm, umidade relativa do ar acima dos 90%, vento de fraco a moderado e temperaturas reduzidas, como registrado no dia 14/06/2010, quando atuou uma OL e choveu 29,8 mm. A amplitude térmica diminui de forma considerável durante essas condições de tempo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BDMEP/INMET. **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa/ Instituto Nacional de Meteorologia.** Disponível em: http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmephttp://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep. Acesso em: 06 jun. 2016.

BESANCENOT, J. P. **Climat et santé**(Coll. "Médecine et Société). Paris: PUF, 2001. 128 p.

BESANCENOT, J. P. Vagues de chaleur et mortalité dans les grandes agglomérations urbaines. **Environnement, Risques & Santé,** v 1, n. 4, p. 229-40, Sep./ Oct. 2002.

CAVALCANTE, G. P. **Clima e Saúde na cidade de João Pessoa/PB:** correlações entre os atributos climáticos e a morbidade hospitalar por doenças isquêmicas do coração. Monografia

(Bacharelado em Geografia) – Departamento de Geociências, Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2016.

CPTEC/INPE. **Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.** Disponível em: <http://www.cptec.inpe.br/>. Acesso em: 01/07/2015.

FIRPO, M. A. F. **Climatologia das ondas de frio e de calor para o Rio Grande do Sul e sua relação com El Niño e La Niña.** (Dissertação de Mestrado). Pelotas/RS: Programa de Pós-Graduação em Meteorologia, 2008. 119p.

IBGE. **Instituto Brasileiros de Geografia e Estatística.** Disponível em: <http:// www.ibge.gov.br>. Acesso em: 01 jul. 2016.

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

MONTEIRO, C. A. F. Análise Rítmica em Climatologia: problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho. **Série Climatologia**, n.1. São Paulo: Instituto de Geografia/USP, 1971.

MONTEIRO, C. A. F. Teoria e Clima Urbano. **Série Teses e Monografias,** n.25. São Paulo: Instituto de Geografia/USP, 1976.

MONTEIRO, C. A. F. A Climatologia Geográfica no Brasil e a proposta de um Novo Paradigma, p. 61-154. In: MONTEIRO, C. A. F.; MENDONÇA, F. A.; ZAVATTINI, J. A.; SANT'ANNA NETO, J. L. A. (Orgs.) **Construção da Climatologia Geográfica no Brasil.** Campinas: Alínea, 2015, 194p.

MOURA, M. O, ZANELLA, M. E. Escolha de 'Anos-Padrão' para o estudo do conforto térmico em Fortaleza, CE: verificação de critérios. **Revista GEONORTE**, v.1, p.547 - 560, 2012.

MOURA, M. O. **Anomalias das temperaturas extremas do ar em Fortaleza:** correlações com a morbidade hospitalar por doenças cardiovasculares. Tese de doutorado, Universidade Federal do Ceará, Departamento de Geografia, Programa de Pós-Graduação em Geografia. Fortaleza, 2013. 248p.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil.** 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1989. 422p.

RUSTICUCCI, M. M.; VARGAS, W.M. Interannual variability of temperature spells over Argentina. **Atmósfera**, v.14, n.2, p. 75-86, 2001. Disponível em: <http://www.catalogoderevistas.unam.mx/pt/interiores/atmosfera> Acesso em: 26/08/2015.

SANTOS, J. S. **Campo térmico urbano e sua relação com o uso e cobertura do solo em João Pessoa.** (Tese de Doutorado). Campina Grande: Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais-UFCG, 2011.

SANTOS, J. S.*et. al.* Campo Térmico Urbano e a sua Relação com o Uso e Cobertura do Solo em Cidade Tropical Úmida. **Revista Brasileira de Geografia Física,** vol. 03, 2012,p. 540-557.

TRIOLA, M. F. **Introdução à estatística.** 10 ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 2008. 696p.

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

EROSÃO COSTEIRA E *STORM SURGE* EM ITAPOÁ - SC: UMA ANÁLISE EPISÓDICA

Rafael Brito Silveira [(a,*)], Maikon P. A. Alves [(a)], Volney J. B. Bitencourt [(b)]

[(a,*)] Departamento de Geociências/PPGG-LabClima, UFSC, rafael.brito@posgrad.ufsc.br
[(a)] Departamento de Geociências/PPGG-LabClima, UFSC, maiconpassos@gmail.com
[(b)] Instituto de Geociências/PPGGEO-CECO, UFRGS, volneybitencourt@gmail.com

Eixo: A climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

Itapoá é um município costeiro do estado de Santa Catarina e, assim como a maioria, apresenta diversos problemas por erosão costeira, o que é uma tônica de grande parcela da costa brasileira. A partir de dados de estações meteorológicas, de marégrafo e de boia oceanográfica, buscou-se analisar qual situação foi a responsável por gerar o evento desastroso ocorrido entre 18 e 22 de setembro de 2018. Diante da análise episódica verificou-se que um evento de *storm surge* gerou os problemas de erosão costeira, diferentemente do apontado pela prefeitura local e pela Defesa Civil municipal e estadual, que nomearam o evento de *ressaca*, atribuindo uma situação de maré de tempestade (*storm tide*) como condicionante.

Palavras chave: *storm surge*, erosão costeira, costa catarinense, condições ambientais.

1. Introdução

As pesquisas sobre os impactos gerados por marés de tempestade (*storm tide*), popularmente conhecidas como *ressacas*, são objeto de estudo de diversos pesquisadores no Brasil, especialmente do ponto de vista da gestão costeira, dos desastres ligados à erosão e até das discussões acerca do aumento do nível médio dos oceanos. As marés de tempestade são classificadas pelo Ministério da Integração do Brasil (atual Ministério do Desenvolvimento Regional) como naturais, do grupo meteorológico, dentro do subgrupo de sistemas de grande escala - escala regional e do tipo ciclone

(BRASIL, s/d). Mesmo estando dentro do grupo meteorológico, análises mais específicas das condições atmosféricas que geram e que condicionam tais marés de tempestades, na maioria das vezes, não são tão exploradas. Na maioria dos casos quando ocorre um evento de erosão ou de inundação costeira pela ação das ondas, além do termo popular *ressaca* ser empregado, tem-se a generelização de que sempre é uma maré de tempestade. Todavia, em determinados casos o evento pode ter sido, deveras, uma *storm surge*, ou, em algumas traduções, uma maré meteorológica (PARISE et al., 2009).

Storm surge é um aumento anômalo da água gerada por uma tempestade, independentemente das marés astronômicas. Um caso de *storm surge* não deve ser confundido com um de maré de tempestade (*storm tide*), pois, o segundo é definido como o aumento do nível da água devido à combinação de uma tempestade mais uma situação de maré astronômica. A maré é um fenômeno astronômico causado pela atração gravitacional da lua e do sol na Terra, enquanto a tempestade é um fenômeno meteorológico. Um episódio de *storm surge* é causado principalmente pelos ventos da tempestade que empurram a água para a costa (*onshore*). Resumidamente*, storm surge* é o aumento no nível da água do mar causado unicamente por uma tempestade. Ademais, o potencial destes eventos, em qualquer local do planeta, depende da orientação da linha de costa com o trajeto da tempestade; levando em consideração também a intensidade, o tamanho e velocidade da própria tempestade; além da batimetria local (NOAA, s/d; KARIM, MIMURA, 2008; NOAA, 2018;). Problemas de inundações e erosões costeiras são registrados em múltiplas partes do planeta, sendo uma problemática cara a todos os países, especialmente aos costeiros (*e.g.* HANSON, LINDH, 1993; MERLOTTO, BÉRTOLA, 2007; KARIM, MIMURA, 2008; PARISE et al., 2009; HALLEGATTE et al., 2011).

De uma forma simples, a erosão costeira pode ser entendida como o deslocamento da posição geográfica do perfil praial em direção a terra, o que causa uma transgressão da linha de costa (*sensu* CURRAY, 1964). A erosão costeira é um processo natural que pode ser potencializada e até mesmo produzida por processos antrópicos que causam um desequilíbrio no balanço sedimentar do sistema costeiro (PILKEY et al., 2009; VAN RIJN, 2011) e até mesmo um aumento do nível dos oceanos (LEATHERMAN et al., 2000).

As zonas costeiras estão entre os ambientes com maior pressão antrópica do planeta. Mais de 60% da população mundial habita regiões em até 60 km do mar (AUGUSTINUS, 2009). Inclusive, 75% das maiores cidades do mundo se localizam no litoral e, consequentemente, a densidade demográfica em áreas costeiras é três vezes maior que a média global (SMALL; NICHOLLS, 2003).

ISBN: 978-85-7282-778-2

Globalmente, a erosão costeira é o principal problema de áreas desenvolvidas e urbanizadas. Algumas estimativas indicam que mais de 80% da linha de costa do mundo se encontram em estado erosivo (BIRD, 1985; PILKEY et al., 2009). Somente em relação às linhas de costas compostas por praias arenosas, ~24% estão erodindo a taxas que excedem 0,5 m/ano (LUIJENDIJK et al., 2018). A erosão costeira acarreta em impactos negativos de cunho econômico, social e ambiental.

Nesta perspectiva, a partir de uma análise de caso para a cidade de Itapoá, localizada na costa norte do estado de Santa Catarina (SC) (Figura 1), região Sul do Brasil, com uma população estimada de ~20.000 habitantes para 2019 (IBGE, s/d) e uma costa de ~32 km, objetivou-se avaliar do ponto de vista meteorológico o evento desastroso ocorrido entre 18 e 22 de setembro de 2018 e também seus impactos.

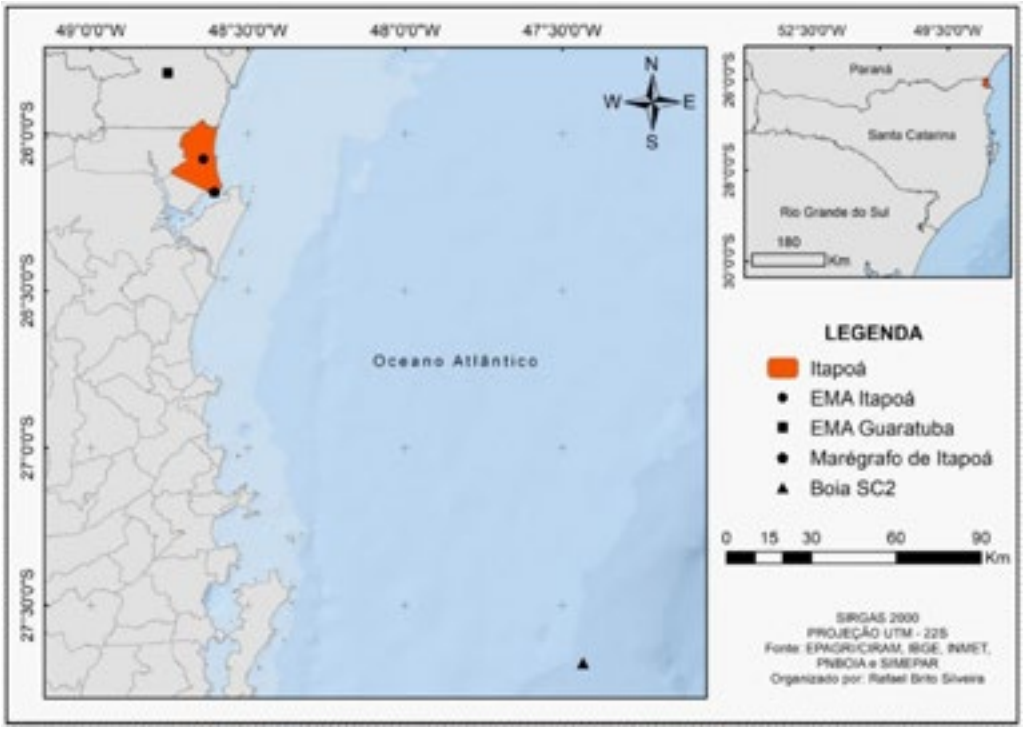


Figura 1 - Localização do município de Itapoá e dos postos em que os dados foram coletados.

Analisar este evento específico no município de Itapoá justifica-se por ser um dos episódios atuais mais noticiados na mídia estadual, pela costa norte de SC ser a área mais atingida de toda faixa litorânea do estado e por setembro ser o terceiro mês com maior recorrência destes eventos (RUDORFF et al., 2014).

2. Materiais e Métodos

Dados ambientais de quatro postos de coleta foram utilizados na análise do evento, definido aqui como o período entre 18 e 22 de setembro de 2018. Os dados horários da maré observada foram obtidos junto ao marégrafo de Itapoá, pertencente ao terminal portuário local, com informações fornecidas pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI) por meio do Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina (CIRAM). Já os dados da maré astrômica local foram obtidos junto à EPAGRI/CIRAM por meio de solicitação *on-line* e, a partir disto, foi possível calcular a altura residual. Os dados diários da pressão atmosférica em superfície foram obtidos junto ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) a partir da estação meteorológica automática (EMA) de Itapoá.

Além da pressão atmosférica em superfície no município de Itapoá, também se verificou a pressão no oceano, para tal foi utilizada a boia oceanográfica Santa Catarina2, com dados disponíveis para consulta a partir do Programa Nacional de Boias (PNBOIA). Os dados da boia citada também foram utilizados para examinar os dados diários de altura das ondas.

Observou-se ainda, diariamente, os dados de direção e velocidade do vento a partir da EMA de Guaratuba, os quais foram obtidos junto ao Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR) via solicitação, uma vez que as informações desta variável na EMA de Itapoá e na boia Santa Catarina2 estavam comprometidas. Os dados referentes ao vento foram averiguados para todo o mês e também durante o evento de maneira específica. Na análise mensal gerou-se uma rosa dos ventos com a utilização do *software* WRPLOT View™.

Para análise e explanação das condições atmosféricas existentes no período de influência do episódio estudado, utilizaram-se os Boletins de Monitoramento da EPAGRI (obtidos via solicitação prévia) e os Boletins Técnicos de Análise Sinótica também do CPTEC (http://tempo.cptec.inpe.br/boletimtecnico/pt). Por fim, a partir dos documentos emitidos pela Prefeitura de Itapoá, pela Defesa Civil de SC, por jornais digitais e pelo Ministério da Integração foi possível contabilizar os danos e prejuízos ocorridos no município. A localização exata de todos os postos de dados utilizados nesta pesquisa, supracitados, pode ser visualizada na Figura 1 acima. É importante apontar que a localização da boia Santa Catarina2 não é fixa, todavia, por conta do seu

sistema de ancoragem, sua deriva é bem reduzida. De toda forma, a posição apresentada no mapa da Figura 1 é a média das coordenadas geográficas reportadas para todo mês de setembro de 2018.

3. Resultados e Discussão

A Defesa Civil de SC considera a data 19/09 como a exata do desastre, conforme pode ser visto na aba de Decretação de SE e ECP no *website* oficial da instituição (DC/SC, s/d). O evento foi classificado como erosão costeira/marinha por decreto federal (nº 3779) através da portaria nº 296, de 18 de outubro de 2018, publicado no Diário Oficial da União. Entretanto, a Prefeitura Municipal de Itapoá (PMI), junto ao seu coordenador municipal de Defesa Civil nomeram oficialmente o evento gerador do desastre de *ressaca*, conforme se observa no Decreto Executivo 3779/2018, junto à ata 01/2008 do Conselho da Defesa Civil (PMI, 2018).

Geralmente, os eventos chamados de *ressaca* pela Defesa Civil do estado não passam por uma análise prévia tentando averiguar a verdadeira origem da erosão costeira. Corriqueiramente, tais eventos são vinculados às marés de tempestade, sem examinar as condições para saber se pode ter sido um caso de *storm surge*. O Atlas de Desastres Naturais do Estado de Santa Catarina não deixa muito claro a diferenciação entre os dois tipos de eventos que podem gerar erosão costeira, a *storm surge* e a maré de tempestade (RUDORFF et al., 2014). Rudorff et al. (2014) indicam que episódios de tempestades intensas somadas a marés de sizígia podem gerar eventos exepcionais de marés de tempestade, todavia, a NOAA (s/d) distingue as duas situações e alerta que as mesmas não podem ser confundidas. Conforme Rudorff et al. (2014) destacam, as marés de sizígia, ocorrentes em condição de lua nova ou cheia, podem potencializar ainda mais a elevação do nível do mar, contribuindo para inundações e erosões costeiras. Mas, durante o evento aqui analisado, a condição/fase da lua era crescente, ou seja, em situação de quadratura, descartando a possibilidade de aumento do nível da água devido à combinação de tempestade e maré astronômica (NOAA, s/d).

Embora o maregrama demonstre que durante o evento as constantes harmônicas para o nível da maré astronômica prevista (EPAGRI/CIRAM, s/d) e a maré observada estivessem em elevação, neste período, a maré observada esteve praticamente dividida, em alguns momentos abaixo da astronômica, em outros acima, refletindo na altura residual (Figura 2). Todavia, mesmo que em equilíbrio, em 52,5% dos registros horários nos cinco dias de evento, a maré observada esteve acima

da astronômica, ou seja, tais dados refletem a existência de alguma forçante para a elevação do nível das águas além da maré astronômica.

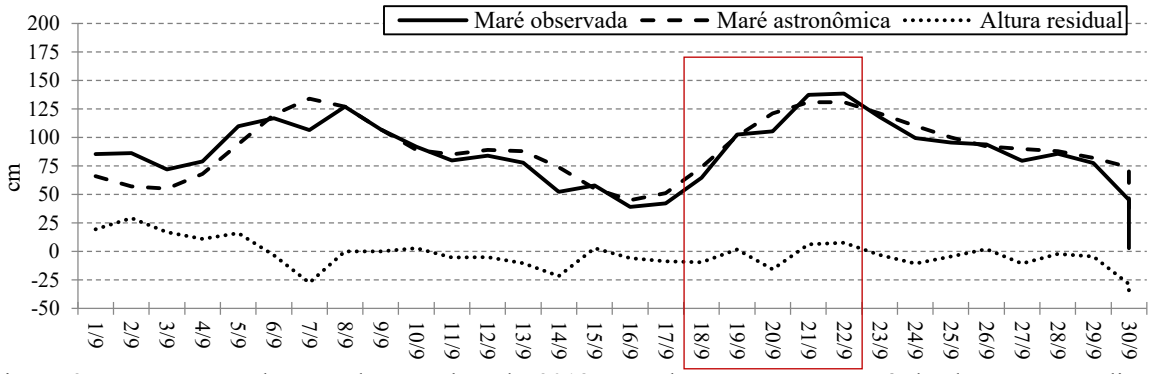


Figura 2 - Maregrama do mês de setembro de 2018 com destaque para o período do evento analisado – Marégrafo de Itapoá - SC.

Ainda de acordo com a EPAGRI/CIRAM (s/d), usualmente, quando ocorrem ventos do quadrante sul há o empilhamento das águas oceânicas na costa e, sendo assim, a maré observada tende a ser maior que a astronômica. Isto posta, o valor da altura residual é positivo. Quando o vento sopra do quadrante norte existe um deslocamento da água do mar da costa e o valor da maré observada é menor do que a maré astronômica, sucedendo em valor da altura residual negativo. Quando decorre calmaria ou ventos fracos, os valores da maré observada e da maré astronômica tendem a ser semelhantes e o resultado da altura residual é próximo de zero.

Analisando a rosa dos ventos (Figura 3) é possível visualizar que ao longo do mês ocorreu uma influência importante dos ventos de sudeste (SE), com velocidades consideráveis, quando comparados aos ventos de norte (N) ou nordeste (NE), por exemplo. Mas, observando os dados de direção do vento em superfície, somente no período do evento, ~30% do período apresentou ventos do quadrante sul (variando entre SE e SW); 45% do quadrante norte (variando entre NW e NE) e os outros 25% distribuídos em ventos provenientes de leste e oeste. Diante disto, não há como justificar apenas pela influência dos ventos o pequeno valor superior da maré observada com relação à maré astronômica no evento, outros fatores podem ter influenciado, assim como descrevem alguns autores (*e.g.* KARIM; MIMURA, 2008).

ISBN: 978-85-7282-778-2

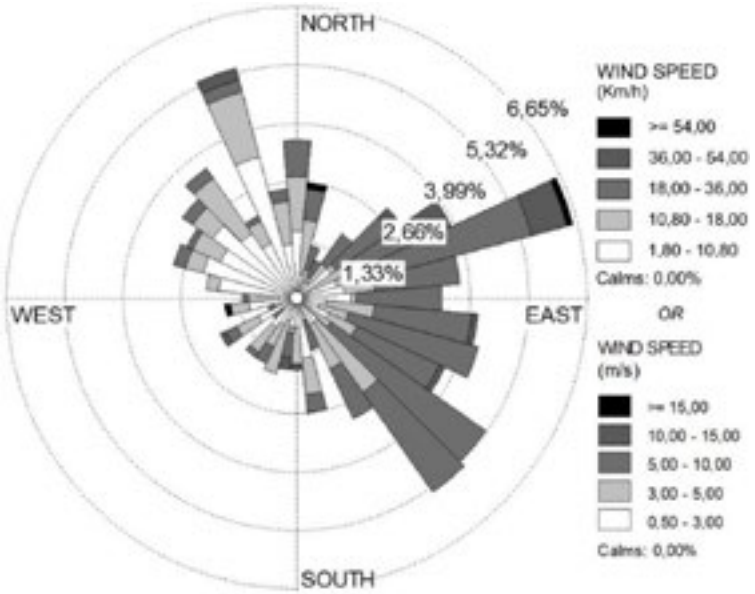


Figura 3 - Rosa dos ventos utilizando dados horários referentes ao mês de setembro de 2018 - EMA de Guaratuba.

Com relação às condições atmosféricas do evento analisado, os dados da EMA de Itapoá e da boia oceanográfica Santa Catarina2, refletem o comportamento da pressão atmosférica de maneira similiar. Embora existam diferenças, o padrão de queda ou aumento ao longo dos dias segue o mesmo (Figura 4).

No dia 17 os boletins da EPAGRI/CIRAM e do CPTEC indicavam que, pela manhã, em superfície, existia uma zona de baixa pressão no Rio Grande do Sul (RS) e, no decorrer do dia, esta baixa deslocou seu centro para o NE do RS e SE de SC. Os boletins também apontavam para a existência de um frente fria no oceano em frente à costa da Argentina. Já no dia 18 pela manhã o sistema de baixa pressão se deslocou para o oceano, em frente ao RS e a SC, com ventos soprando de NE. Pela tarde a baixa pressão apresentava as mesmas condições, com ventos de S e SE na costa.

ISBN: 978-85-7282-778-2

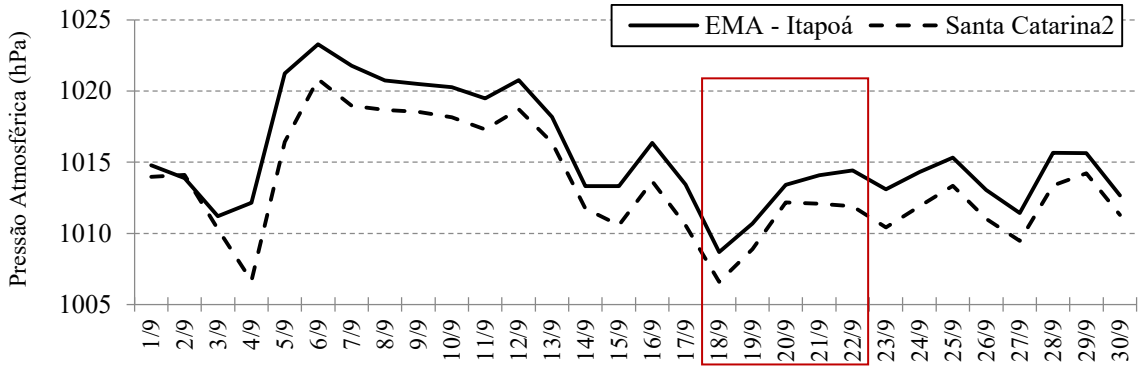


Figura 4 - Pressão atmosférica (hPa) no mês de setembro de 2018 com destaque para o período do evento analisado. Dados da EMA de Itapoá e da boia oceanográfica Santa Catarina2.

No dia seguinte (19), pela manhã, os boletins apontavam uma situação de alta pressão com centro sobre o oceano em frente à SC, com ventos fracos de SE, passando por variações de NE na costa norte. Pela noite já existia a presença de uma frente fria no litoral do RS. Dia 20 pela manhã também exibia frontogênese em deslocamento pela costa do Sul do Brasil, ao passo que, no mesmo dia, durante a noite, as informações advertiam um sistema de alta pressão sobre o Uruguai e RS.

No penúltimo dia do evento estudado (21) os boletins dos dois institutos ainda apontavam o deslocamento da frente fria pela costa da região Sul, com trajetória marítima. No período vespertino, indicavam uma nova frente fria no litoral próximo ao Uruguai, com ventos de SE a NE. No dia 22 os registros meteorológicos exibiam uma zona de alta pressão na costa de SC com um sistema de baixa pressão na Argentina.

Tais registros indicados pelos boletins meteorológicos, em superfície, dos dois institutos concordam entre si e justificam os registros exibidos no gráfico da Figura 4. Além disto, estas condições atmosféricas vão ao encontro do que a bibliografia indica como sistemas condicionantes de situações de problemas de erosão costeira, ondas elevadas e inundações litorâneas, sendo estas principalmente provocadas por tempestades severas geradas pela incidência de frentes frias e de ciclogênese (GARES et al., 1994; PARISE et al., 2009; RUDORFF et al., 2014).

Os dados de altura de onda (Figura 5) servem para elucidar ainda mais a análise episódica em questão, evidenciando como as ondas estavam com alturas condireráveis nos dias precedentes ao evento e também durante o mesmo. A altura significativa média variou entre 1,9 e 3,5 m do dia 16 ao dia 22, ao passo que a significativa máxima variou entre 3,2 e 5,2 m.

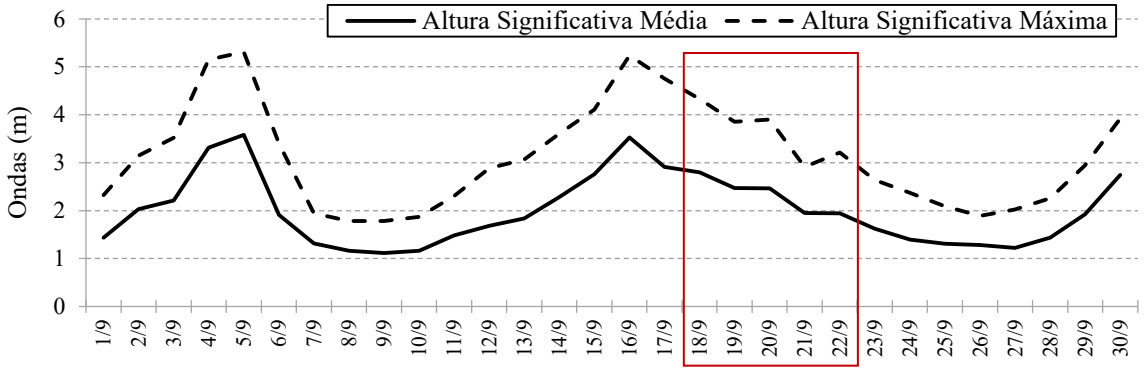


Figura 5 - Altura das ondas (m) do mês de setembro de 2018 com destaque para o período do evento analisado. Dados apresentados com base nos registros da boia oceanográfica Santa Catarina2.

Neste caso, observando os dados, é possível afirmar que as ondas alcançaram alturas maiores durante os casos de ciclogênese, sob ocorrência das baixas pressões em proximidade com SC, quando comparado aos sistemas de alta pressão e frentes frias. Todos estes fatores em conjunto contribuíram e entrarem em sinergia para que acontecesse o desastre classificado como erosão costeira, com origem em uma situação de *storm surge*, gerando impactos como os evidenciados na Figura 6.

Figura 6 - Registros jornalísticos da erosão costeira e seus respectivos estragos ocasionados pelo evento *de storm surge* em Itapoá durante o episódio estudado. a) Observa-se o termo *ressaca* utilizado pelo jornal. b) Casa caindo numa das principais praias do município. c) Residência atingida pelas ondas e resquícios de enrocamento anterior. d) Imagem obtida por Drone evidenciando a erosão costeira nas proximidades de diversas residências. Fonte: a) G1, 2018; b) ANotícia, 2018; c) Tribuna de Itapoá, 2018; d) Rádio Litorânea, 2018.

ISBN: 978-85-7282-778-2

É importante indicar que, Itapoá é uma localidade com vocação de turismo de praia e, por conta disto, existem muitas casas de veranistas. Sendo assim, questões antrópicas de uso e ocupação do solo também não podem ser esquecidas como parte dos prejuízos gerados por meio das erosões costerias, uma vez que muitas casas foram construídas nas proximidades da interface entre oceano-costa, em determinados casos sem respeitar áreas de dunas, restingas e manguezais. De acordo com as informações da Prefeitura Municipal de Itapoá (PMI, 2018), os danos e prejuízos registrados no evento analisado, chegaram perto dos seis milhões de reais inicialmente, com prejuízos indiretos incalculáveis devido à proximidade com a temporada de verão. Ademais, a administração municipal indicou erosões costeiras em, aproximadamente, 4,5 km de faixa de praia ou, quase 15% da costa municipal.

4. Considerações finais

Fica evidente como a combinação de fatores foi responsável por gerar o desastre de erosão costeira em Itapoá, como já é o esperado. Porém, fica estabelecido como, de acordo com o apontado pela NOAA (s/d), o evento gerador de tal erosão foi uma *storm surge* e não uma maré de tempestade (*storm tide*). Esta constatação se dá, evidentemente, pelo fato de, durante o evento, estar atuando uma condição de quadratura e não de sizígia, contrariando o conceito de maré de tempestade.

A falta de dados sobre direção e velocidade do vento em alto mar ou na EMA de Itapoá pode ter contribuído para o enviesamento de algum resultado mais detalhado. Além disto, a distância entre a boia oceanográfica Santa Catarina2 e Itapoá, assim como a distância entre a EMA de Guaratuba e Itapoá para analisar o vento, pode ter comprometido análises mais refinadas.

Nota-se como, de maneira geral, os veículos de mídia, a Prefeitura Municipal de Itapoá e até mesmo a Defesa Civil estadual e municipal classificaram o evento de erosão costeira como sendo uma *ressaca*, sem buscar distinguir a sua origem, fato importante no momento de comunicar, diminuindo as chances de interpretações erradas e, consequentemente, dos possíveis riscos eminentes. Estes problemas, conforme apontados anteriormente, são recorrentes em muitos lugares do globo e carecem de mais estudos e preocupações por parte dos gestores.

Agradecimentos

Os autores agradecem as conversas informais com os pesquisadores do Setor de Oceanografia da Epagri/Ciram, as quais auxiliaram na construção desta análise. O 1º e o 3º autor agradecem ainda,

respectivamente, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) (Processo nº: 1696632) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (Processo nº: 141007/2015-0), por suas bolsas de doutorado.

Referências Bibliográficas

AUGUSTINUS, P.G.E.F. Coastal systems. In: Sala, M. (Ed.)., **Geography**, Oxford, UK, pp 305-318, 2009.

BIRD, E.C.F. **Coastline changes:** a global review. John Wiley-Interscience, Chichester. 219 p., 1985.

BRASIL. **Ministério do Desenvolvimento Regional:** Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE). s/d. Disponível em: <http://www.integracao.gov.br/documents/3958478/>. Acesso em: 14 fev. 2019.

CURRAY, J.R. Transgressions and Regressions. In: Miller, R. L. (ed.) **Papers in Marine Geology**. Shepard Commemorative Volume. MacMillan Co., New York, pp. 175-203, 1964.

DC/SC. **Defesa Civil de Santa Catarina:** decretação de SE e ECP. Decretos municipais de 2018. s/d. Disponível em: <http://www.defesacivil.sc.gov.br/index.php/municipios/decretacoes.html>. Acesso em: 20 fev. 219.

EPAGRI/CIRAM. **Maregrama**. s/d. Disponível em: <http://ciram.epagri.sc.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=812&Itemid=684>. Acesso em: 20 fev. 2019.

GARES, P.A.; SHERMAN; D.J.; NORDSTROM, K.F. Geomorphology and natural hazards. **Geomorphology**, v. 10, p. 1-18, 1994.

HALLEGATTE, S.; RANGER, N.; MESTRE, O.; DUMAS, P.; CORFEE-MORLOT, J.; HERWEIJER, C.; WOOD, R.M. Assessing climate change impacts, sea level rise and storm surge risk in port cities: a case study on Copenhagen. **Climatic Change**, v. 104, n. 1, p. 113-137, 2011.

HANSON, H; LINDH, G.. Coastal erosion: An escalating environmental threat. **Ambio**, v. 22, nº 4, p. 188-195, 1993.

IBGE. **Cidades:** panorama. s/d. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/itapoa/panorama>. Acesso em: 16 set. 2019.

KARIM, M.F.; MIMURA, N. Impacts of climate change and sea-level rise on cyclonic storm surge floods in Bangladesh. **Global Environmental Change**, v. 18, n. 3, p. 490-500, 2008.

LEATHERMAN, S.P., ZHANG, K., DOUGLAS, B.C. Sea Level Rise Shown to Drive Coastal Erosion. EOS, **Transactions American Geophysical Union**, 81, issue 6, 55–57, 2000.

LUIJENDIJK, A.; HAGENAARS, G.; RANASINGHE, R.; BAART, F.; DONCHYTS, G.; AARNINKHOF, S. The State of the World's Beaches. **Scientific Reports**, 8:6641, 11p, 2018.

MERLOTTO, A.; BÉRTOLA, G. Consecuencias socio-económicas asociadas a la erosión costera en el Balnerario Parque Mar Chiquita, Argentina. **Investigaciones Geográficas**, nº 43, p. 143-160, 2007.

NOAA. **Defining Storm Surge, Storm Tide, and Inundation**. National Weather Service website. s/d. Disponível em: <https://ocean.weather.gov/defining_storm_surge.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2019.

NOAA. **Storm Surge Overview**. National Hurricane Center website. s/d. Disponível em: <https://www.nhc.noaa.gov/surge/>. Acesso em: 12 fev. 2019.

NOAA. **What is storm surge?** National Ocean Service website. 2018. Disponível em: <https://oceanservice.noaa.gov/facts/stormsurge-stormtide.html>. Acesso em: 14 fev. 2019.

PARISE, C.K.; CALLIARI, L.J.; KRUSCHE, N. Extreme storm surges in the south of Brazil: atmospheric conditions and shore erosion. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 57, n. 3, p. 175-188, 2009.

PILKEY, O.H.; NEAL, W.J.; BUSH, D.M. Coastal Erosion. In: Isla, F.I. & Iribarne, O. (Eds), **Coastal Zone and Estuaries**, EOLSS, UNESCO, pp. 32-42. 540p, 2009.

PMI. **Prefeitura Municipal de Itapoá:** transparência – legislação. 2018. Disponível em: <https://static.fecam.net.br/uploads/752/arquivos/1324193_Ata_01_2018Conselho_da_Defesa_Civil.pdf>. Acesso em: 21 fev. 2019.

RUDORFF, F.M.; BONETTI-FILHO, J.; MORENO, D.A.; OLIVEIRA, C.A.F.; MURARA, P.G. Maré de tempestade. In: **Atlas de Desastres Naturais do Estado de Santa Catarina:** período de 1980 a 2010. HERRMANN, M.L.P. (org.), 2. ed. atual. e rev. Florianópolis: IHGSC/Cadernos Geográficos, 219 p., Cap. 12, p. 151-154, 2014.

SMALL, C. & NICHOLLS, R.J. A global analysis of human settlement in coastal zones. **J. Coastal Res.**, 19, pp. 584-599, 2003.

VAN RIJN, L.C. Coastal erosion and control. **Ocean & Coastal Management**, Volume 54, Issue 12, pp. 867-887, 2011.

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

ESTIMATIVA DA TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE E NDVI DO PERÍODO SECO DE BAIRROS REPRESENTATIVOS DA ZONA URBANA DO MUNICÍPIO DE CRATO-CE 2018

Joyce Ferreira Gomes [(a)], Ticiano Moraes de Freitas[(b)], Juliana Maria Oliveira Silva[(c)]

[(a)] Graduanda em Geografia, Bolsista de Iniciação Cientifica, Universidade Regional do Cariri – URCA, joycegeo.gomes@gmail.com.

[(b)] Graduando em Geografia, Bolsista de Iniciação Cientifica do programa BPI da FUNCAP, Universidade Regional do Cariri – URCA, ticianomfreitas@hotmail.com.

[(c)] Orientadora, professora do Departamento de Geociências da Universidade Regional do Cariri – URCA, juliana.oliveira@urca.com.br.

Eixo: 1 A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais.

Resumo/

O objetivo desta pesquisa é analisar a temperatura da superfície correlacionando com o Índice de Vegetação Normalizado NDVI para o ano de 2018 envolvendo alguns bairros representativos da área urbana da cidade de Crato– CE. Utilizaram-se as imagens do LANDSAT 8 (banda 10) na estimativa de temperatura e banda 4 e 5 no NDVI. O processamento das imagens foi realizado no software Qgis- 3.4. Os resultados obtidos mostraram que os maiores valores de temperatura nas imagens analisadas foram encontrados nas áreas onde a urbanização é mais intensa e uma precária distribuição de vegetação, os bairros com maiores temperaturas foram Lameiro e Muruti chegando a 32°C e menores temperaturas Granjeiro e Zacarias Gonçalves. Conclui-se que pesquisas como essas tendem a aumentar graças às possibilidades geradas pelo geoprocessamento e sensoriamento remeto por permitirem obter informações relevantes para o planejamento urbano.

Palavras chave: Clima Urbano. NDVI. Conforto Térmico

1. Introdução

Desde o início das cidades, o clima é um dos fatores que mais sofre variações com os processos de urbanização. O clima urbano "abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização" (MONTEIRO, 1976, p. 95). O processo de urbanização reproduz algumas alterações no meio ambiente tendo como decorrência problemas ambientais e socioespaciais.

O clima urbano é alvo das práticas modificadoras da paisagem ocasionadas pelo homem, havendo uma grande alteração de áreas naturais em ambientes de múltiplas construções. “As atividades antrópicas, o grande número de veículos, industrias, prédios, o asfalto das ruas e a diminuição das áreas verdes criam mudanças muito profundas na atmosfera local” (SILINGOVSCHI-JUNIOR, p. 23, 2006).

O município do Crato (Figura 1) está localizado no interior do estado do Ceará, a área analisada corresponde à zona urbana do município formada por alguns bairros. O município apresenta um clima tropical quente semiárido brando onde possui seis meses úmidos e seis meses secos.

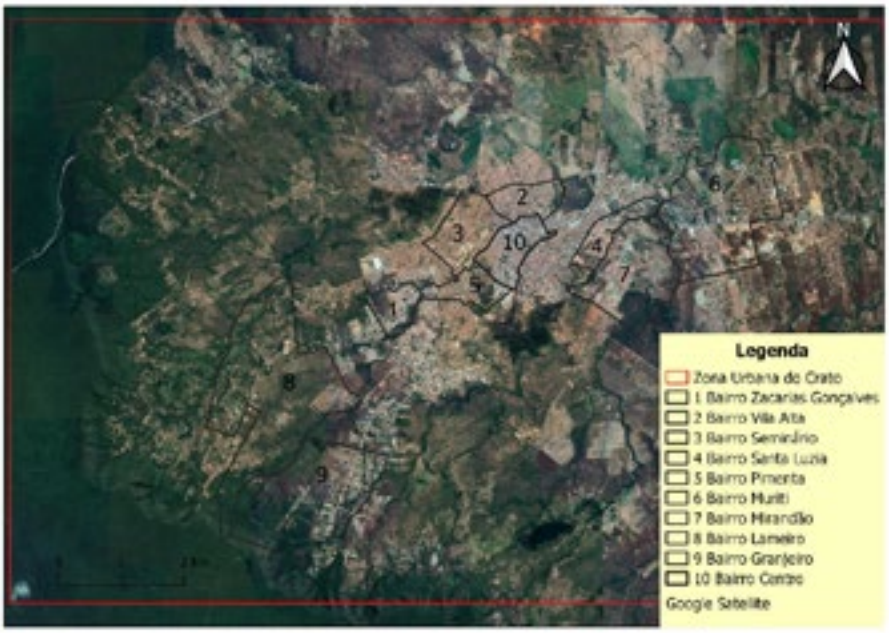


Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo

O trabalho tem por objetivo analisar as diferenças térmicas da superfície do início do período seco (agosto de 2018) de bairros representativos da zona urbana do município do Crato/CE, utilizando-se imagens do satélite LANDSAT 8TM, banda (termal 10) e comparar com o Índice de Vegetação Normalizado NDVI das bandas 4 e 5.

2. Materiais e Métodos

O sensoriamento remoto, de acordo com a *American Society for Photogrammeetry and Remote Sensing* (AS-PRS), consiste na medição ou aquisição de informação de alguma propriedade de um objeto ou fenômeno por meio de um dispositivo de registro que não esteja em contato físico com o objeto/fenômeno estudado.

As imagens selecionadas para o estudo foram as do satélite Landsat 8TM, banda 10, para estimativa de temperatura e bandas 4 e 5 na análise do Índice de Vegetação do ano de 2018. A data de passagem do satélite foi 16 de agosto 2018 e foram adquiridas no site da organização *United States Geological Survey* (USGS). Realizou-se a correção atmosférica do tipo DOS no *Semi-Automatic Classification Plugin* no software Qgis 3.4. No mesmo plugin foi realizada a geração do mapa termal, transformando a imagem em temperatura em graus celsius.

As bandas 4 e 5 foram utilizadas para a elaboração do cálculo do Índice de Vegetação Normalizado (NDVI) – que foi o índice selecionado para expressar a vegetação. Para calcular o NDVI aplicou-se a fórmula na calculadora raster do Qgis 3.4:

NDVI (Banda 5 – Banda 4) / (Banda 5 + Banda 4)

Onde,

NDVI: Índice de Vegetação Normalizada;

Banda 5 = Reflectância no infravermelho próximo;

Banda 4 = Reflectância no vermelho.

A aplicação desta fórmula faz com que a vegetação na imagem seja evidenciada com valores próximos a +1, enquanto que a não presença de vegetação ou vegetação com características de urbanização sejam apresentadas com valores próximos a -1.

3. Resultados e Discussão

Para obtenção dos seguintes resultados através do sensoriamento remoto foram elaborados vinte e dois produtos cartográficos, sendo que onze foram sobre estimativa de temperatura de superfície e onze sobre o comportamento do índice de vegetação NDVI.

Figura 02 ilustra a distribuição da estimativa de temperatura da superfície e o NDVI para a área urbana do município do Crato. A distribuição das temperaturas no mapa oscilou

entre 20ºC a 33ºC. Os menores valores em tom azulado correspondem ao topo da Chapada, onde existe um maior grau de cobertura vegetal. Os maiores valores de temperatura (tons laranja e vermelho), correspondem a setores onde existe uma maior massa edificada que retém o calor, áreas de solo exposto e de vegetação escassa, logo podemos observar no mapa de NDVI. O Índice de vegetação variou entre -0.148 a 0.898.

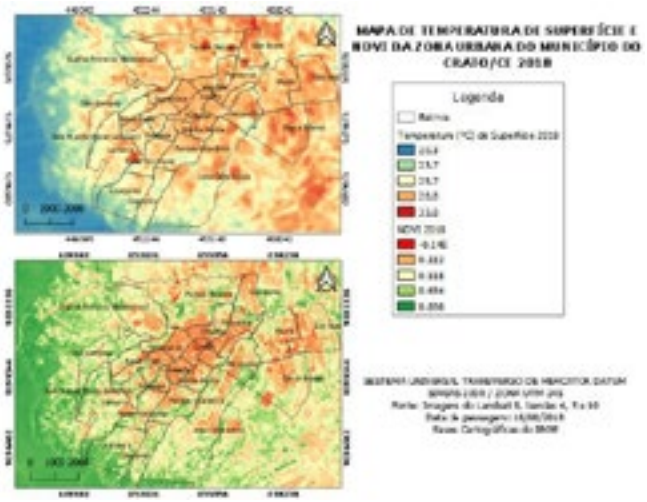


Figura 2 – Mapa de Temperatura Superfície e NDVI da Zona Urbana do Município do Crato/CE 2018

Após a análise do mapa acima analisou-se alguns bairros representativos da área de estudo para verificar como diferentes ambientes podem produzir variadas temperaturas. Os bairros selecionados foram: Lameiro, Granjeiro, Pimenta, Vila Alta, Zacarias Gonçalves, Santa Luzia, Seminário, Muriti, Mirandão e Centro.

Com base nas imagens de satélite, pode-se comprovar que os diferentes tipos de cobertura do solo podem interferir na temperatura da superfície, como também, na sensação térmica. No bairro Lameiro (Figura 03) a temperatura variou entre 22°C a 32°C um aumento bastante significativo de 10°C, a área com maior temperatura no bairro aparece em uma zona de loteamento sendo preparado para construção de residências, totalmente desmatada e solo desnudo. Ainda que, alguns espaços venham a ser bastante quentes, em outros a temperatura é agradável, proporcionando uma melhor sensação de conforto térmico. É um dos bairros mais procurado para moradia e lazer no Município do Crato, principalmente por quem vem de outras

cidades, está localizado próximo a Chapada o que também influencia nas baixas temperaturas em alguns períodos do ano. Aponta uma cobertura vegetal densa e disseminada oscilando entre 0.162 e 0.855.

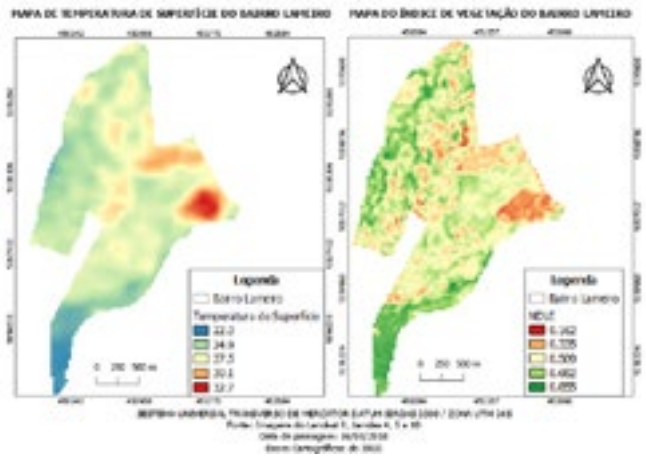


Figura 3 – Mapa de Temperatura Superfície e NDVI do bairro Lameiro

No bairro Granjeiro (Figura 04) a temperatura ficou entre 22°C e 28°C um valor razoável de diferença, as menores temperaturas estão representadas pelos tons azuis escuro localizados próximos a Chapada apresentando uma vegetação densa de 0.866. Já a classe de maior temperatura destaca-se por apresentar um maior teor de solo desnudo, construção de residências e quase sem nenhum tipo vegetação chegando a 0.219. É um bairro bastante procurado para moradia também, por possui casas de padrão alto e diversas áreas de lazer.

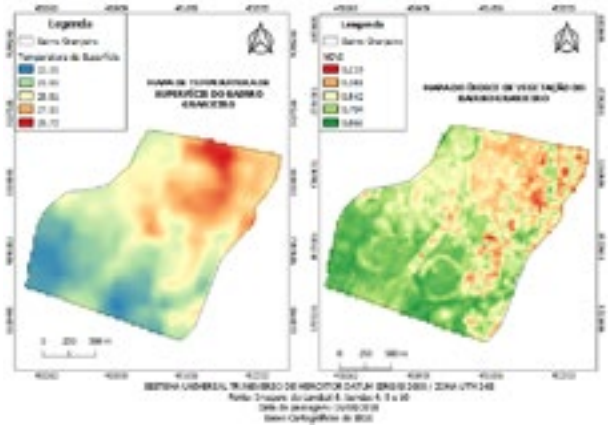


Figura 4 – Mapa de Temperatura Superfície e NDVI do bairro Granjeiro

Segundo Sousa e Silva (2016), pode-se observar que: nos bairros, Lameiro e Granjeiro mesmo sendo dois bairros considerados de temperatura baixas, também existem locais com temperatura de superfície elevadas que podem chegar ou ultrapassar a 38ºC, resultado do solo exposto, pois a falta de cobertura vegetal favorece um aquecimento maior. Essas áreas descobertas podem estar relacionadas a terrenos loteados, agropecuária ou a cobertura de gramíneas estava seca por causa do período do ano.

O bairro Centro (Figura 05) a temperatura de superfície não variou muito ficando entre os valores 27°C e 29°C sendo um bairro que apresenta temperaturas bastante elevadas com urbanização intensa, grande fluxo de automóveis e pouca cobertura vegetal, o valor 0.0757 destacado no mapa de NDVI são algumas praças arborizadas como: a Praça da Sé, Praça Alexandre Arraes, Siqueira Campos, entre outas.

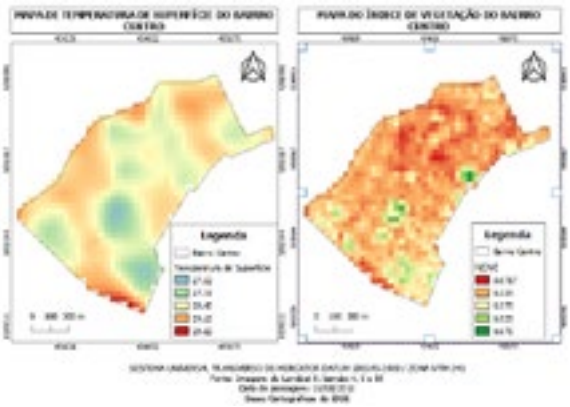


Figura 5 – Mapa de Temperatura Superfície e NDVI do bairro Centro

O bairro Zacarias Gonçalves (Figura 06) é considerado um bairro com temperaturas variando entre 24°C e 28°C, em alguns períodos do ano, principalmente no período seco do município, a temperatura encontram-se elevadas. Apresenta uma classe vegetacional que varia de 0.147 a 0.795, em algumas zonas a vegetação aparece intensa, já em outros pontos é quase inexistente.

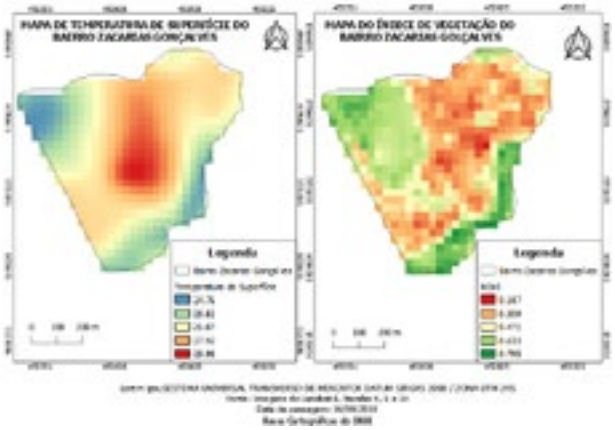


Figura 6 – Mapa de Temperatura Superfície e NDVI do bairro Zacarias Gonçalves

O bairro Vila alta (Figura 07) possui uma extensão bastante urbanizada, com residências, comércios, serviços e pavimentos asfálticos e uma temperatura que varia entre 26°C e 29°C, com menor grau de cobertura vegetal 0.106 destacando-se muito espaçada e com cobertura asfáltica intensa, observa-se também no mapa um pequeno recorte de vegetação densa 0.753, próximo ao baixo curso do Rio Batateira e a uma área de Mata ciliar.

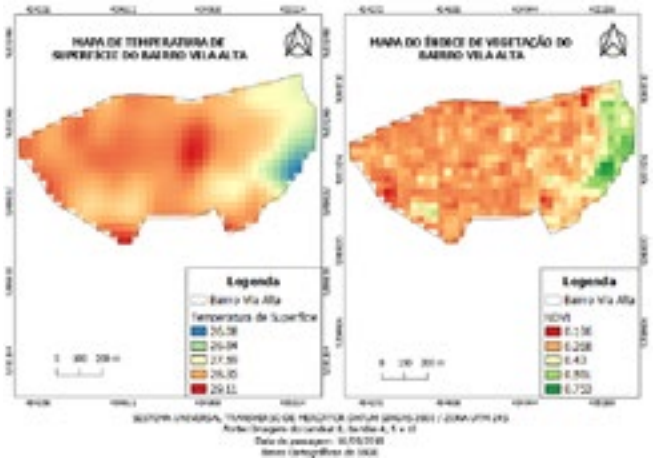


Figura 7– Mapa de Temperatura Superfície e NDVI do bairro Vila Alta

Observando a (Figura 08) do bairro Santa Luzia foi possível identificar uma grande área de solo desnudo, na qual, no mesmo lugar apresenta uma alta temperatura variando entre 25°C e 29°C conta com materiais asfálticos e construções. Possui uma vegetação atenuada 0,117 e a presença de algumas arvores bem distribuída pelo bairro.

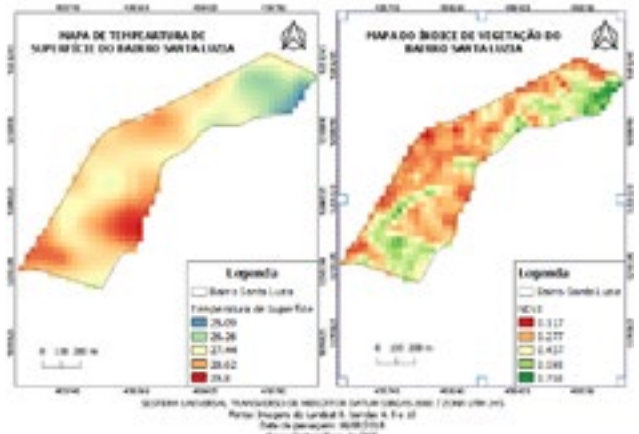


Figura 8– Mapa de Temperatura Superfície e NDVI do bairro Santa Luzia

O bairro Pimenta (Figura 09) abrange segmentos comerciais, escolas, uma Instituição de ensino superior, concentra um intenso fluxo de pessoas e veículos, esses fatores influenciam nas altas temperaturas ficando entre 26°C e 30°C uma zona totalmente urbanizada, quase sem presença alguma de vegetação 0.0857 somente em umas praças.

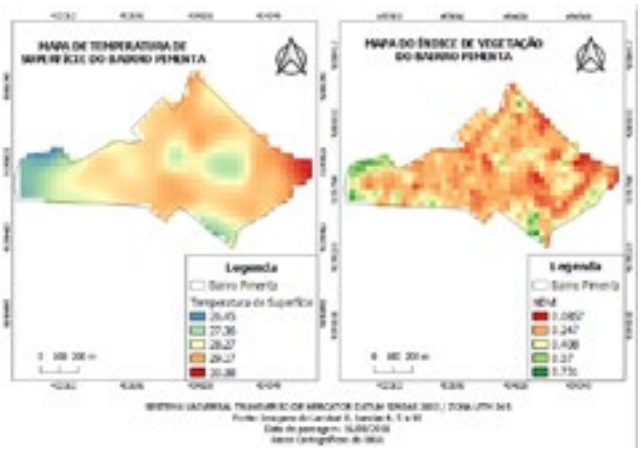


Figura 9– Mapa de Temperatura Superfície e NDVI do bairro Pimenta

O bairro Muriti (Figura 10) está localizado na divisa entre Crato e Juazeiro, apresenta altas temperatura variando entre 24°C a 32°C uma diferença de 8°C, podemos perceber que em alguns espaços do bairro as grandes temperaturas estão associadas a locais de solo desnudo, grandes estabelecimentos e uma cobertura vegetal pequena que varia de 0.0491 a 0.846 e não muito distribuída.

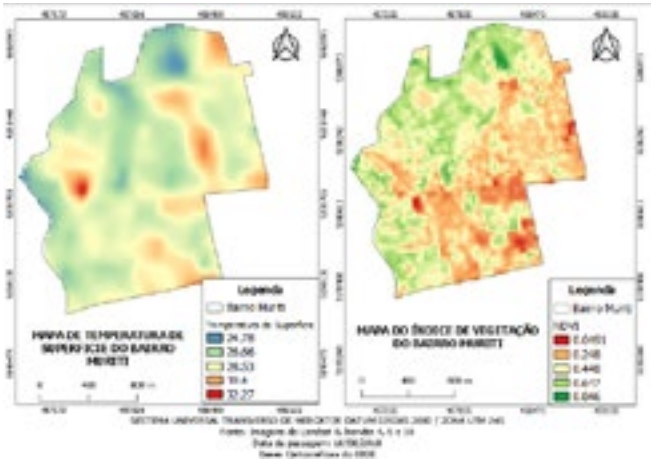


Figura 10– Mapa de Temperatura Superfície e NDVI do bairro Muriti

Analisando o bairro Mirandão (Figura 11) observa-se uma grande área de loteamentos ainda a serem construídos, exibe setores onde existe uma maior massa edificada que retém o calor e áreas de solo exposto gerando temperaturas de superfície elevadas ficando entre 24°C e 31°C. O índice de vegetação é mais distribuído oscilando entre 0.115 e 0.831, o que dinamiza temperaturas mais amena em algumas partes do bairro.

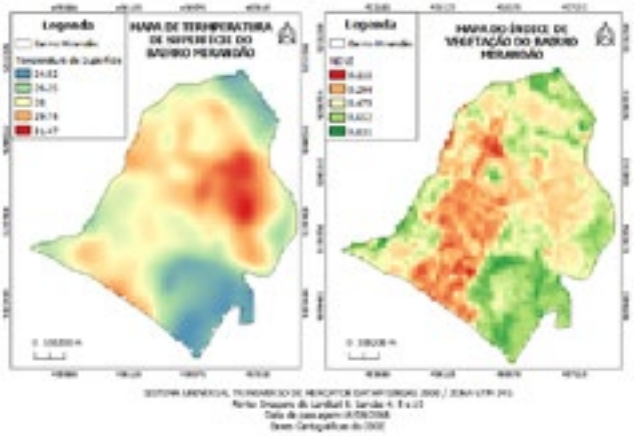


Figura 11– Mapa de Temperatura Superfície e NDVI do bairro Mirandão

O bairro Seminário (Figura 12) pode se perceber elevadas temperaturas variando 27°C e 30°C, mas não muito distribuída, os dois pontos mais quentes estão representados pelos os tons avermelhados que aparecem bem destacados no mapa a baixo. As classes de vegetação correspondem a 0.123 e 0.617, é um bairro com um percentual vegetacional muito baixo, bastante urbanizado é

densamente ocupado com um percentual de 12.859 pessoas residindo no bairro, segundo o censo do IBGE (2010), com estabelecimentos comerciais e empresas como a Grendene.

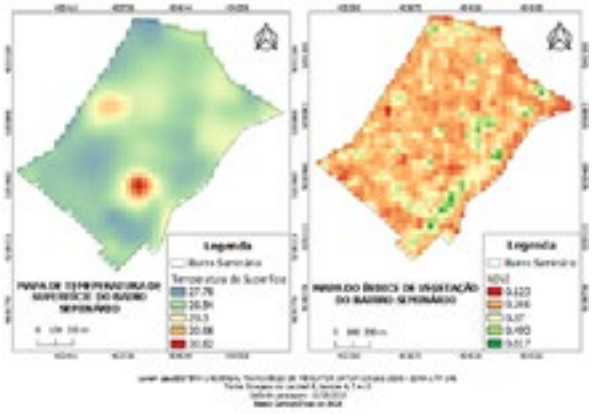


Figura 12– Mapa de Temperatura Superfície e NDVI do bairro Seminário

Lamas (2004, p. 106) valoriza os aspectos paisagístico nas cidades, afirmando que a as estruturas verdes "caracterizam a imagem da cidade; têm individualidade própria; desempenham funções precisas: são elementos de composição e do desenho urbano; servem para organizar definir e conter espaços". Lima e Amorim (2011) ainda afirmam que nas cidades, a vegetação constitui um importante indicador de qualidade ambiental, pois garante áreas permeáveis, reduz a poluição atmosférica, contribui para a regularização do microclima urbano.

4. Considerações Finais

Através do mapeamento de superfície é possível o entendimento da temperatura urbana ao longo de toda a mancha urbana. Considera-se que o clima diferenciado das cidades é condicionado, principalmente, pelos diferentes usos e coberturas do solo, sendo as árvores grandes aliadas na diminuição do calor. Vale salientar a importância da ferramenta do sensoriamento remoto no entendimento do clima urbano como fenômeno contínuo e em relação a outros condicionantes encontrados nas cidades. Destaque-se também o quanto a vegetação se mostrou importante para as temperaturas ficarem menores, em determinados bairros as praças bem arborizadas favoreceram que as temperaturas nesses pontos fiquem amenas.

5. Agradecimentos

Agradecemos ao apoio do CNPq pelo financiamento do Projeto Universal edital 01/2016 (processo nº:427168/2016-3) "Geotecnologias aplicada ao estudo do Sistema Clima Urbano (S.C.U) da zona urbana do Município do Crato/Ceará".

6. Referências Bibliográficas

ARAÚJO, R. R; CALDAS, C. S. **Clima urbano e vegetação: análise da influência da vegetação da APA do Itapiracó no microclima e conforto térmico local em São Luís (MA).** In: XII Simpósio Brasileiro De Climatologia Geográfica: Variabilidade E Suscetibilidade Climática: Implicações Ecossistêmicas E Sociais, 2016, Goiânia. Anais do XII Simpósio Brasileiro De Climatologia Geográfica: Variabilidade E Suscetibilidade Climática: Implicações Ecossistêmicas E Sociais. Eixo: 3.Climatologia Urbana: Estudos E Gestão Das Cidades, 2016. p. 1247-1259.

LAMAS, J. M. R. G. **Morfologia urbana e desenho da cidade**. 3. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbekian, 2004.

LIMA, V; AMORIM, M. C. C. T. **A utilização de informações de temperatura da superfície, do NDVI e de temperatura do ar na análise de qualidade ambiental urbana.** In: XV Simpósio Brasileiro De Sensoriamento Remoto, 2011, Curitiba/PR. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR. São José dos Campos: MCT/INPE, 2011. p. 1028-1035.

MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e Clima Urbano**. Tese de doutorado. São Paulo: USP. 1976.

SILINGOVSCHI JUNIOR, E. **Analise da temperatura em função das características da cobertura do solo e condições de entorno em Londrina, Paraná.** 2006**.** 106 f. Dissertação de Conclusão de Curso (Mestrado em Engenharia de Edificações e Saneamento) - Universidade Estadual de Londrina: Londrina, 2006.

SOUSA G. A; SILVA, J. M. O. **Geotecnologias e sua aplicação na análise da temperatura de superfície da zona urbana do município do Crato – Ce**. XXIV Encontro Estadual de Estudantes de Geografia do Ceará – URCA. Crato, 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

ESTUDO CLIMÁTICO DE FORMAÇÃO DE GELO E NEVE A PARTIR DE UM MODELO NUMÉRICO DE AQUECIMENTO GLOBAL

Nágila Veiga Adrião Monteiro [(a)], Rafael Pereira Maciel [(b)], Caroline Maria Sá dos Santos [(c)], Nisia Krusche[(d)]

[(a)] Pós graduação em Modelagem Computacional/ Universidade Federal de Rio Grande, nagilamav@gmail.com

[(b)] Centro de Ciências Exatas e Tecnologicas/ Universidade Estadual Vale do Acaraú, rafaelmaciel95@hotmail.com

[(c)] Especialização em Engenharia Ambiental / Instituto Executivo de Formação, carolmasa@hotmail.com

[(d)] Centro de Ciências Computacionais/ Universidade Federal de Rio Grande, nkrusche@furg.br

Eixo: 9. Geotecnologias e modelagem aplicada aos estudos ambientais

O estudo de mudanças climáticas globais implica na avaliação das concentrações de vários gases de esfeito estufa presente na atmosfera, como o dióxido de carbono e o metano. A variação destas concentrações tem origem em forçantes naturais, como vulcões, e em forçantes antropogências, como as emissões da queima de combustíveis fósseis. O aumento registrado nas últimas décadas tem provocado o aquecimento nos polos Ártico e Antártico, produzindo degelo e o aumento no nível do mar. Foi proposto estudar a atual porcentagem de gelo e neve nos pólos utilizando duas simulações de um modelo climático desenvolvido para a realização de atividades educacionais. A simulação controle utilizou dados medidos de dióxido de carbono entre os anos de 1958 e 2018, enquanto a segunda simulação aplicou um acréscimo linear de 0,5 ppm por ano, entre 1957 a 2000 e exponencial de 1% de 2001 a 2018. Os resultados apresentaram dados semelhantes em todos os modelos analisados, reforçando dados e estudos já existentes. Desta forma, as forçantes climáticas são responsáveis pelas alterações climáticas analisadas e precisam de acompanhamento e soluções para minimizar o quadro dos próximos anos.

Palavras chave: Modelo numerico climático, Educacional Global Climate Model, porcentagem de gelo

1. Introdução

O Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) apresentou no relatório especial de 2018: "*Global Warming of 1.5°C*", atualizações sobre os alertas quanto às alterações climáticas globais. Esse documento estima que o aquecimento global antropogênico esteja aumentando cerca de 0,2 °C (provavelmente entre 0,1 °C e 0,3 °C) por década devido a emissões passadas e contínuas. Um aquecimento maior do que a média anual global está sendo experimentado em muitas regiões e estações terrestres, incluindo valores três vezes maiores no Ártico. Como consequência, há a exposição de pequenas ilhas, áreas costeiras baixas e deltas aos riscos associados ao aumento do nível do mar para muitos sistemas humanos e ecológicos, incluindo o aumento da intrusão de água salgada, inundações e danos à infra-estrutura (IPCC, 2018).

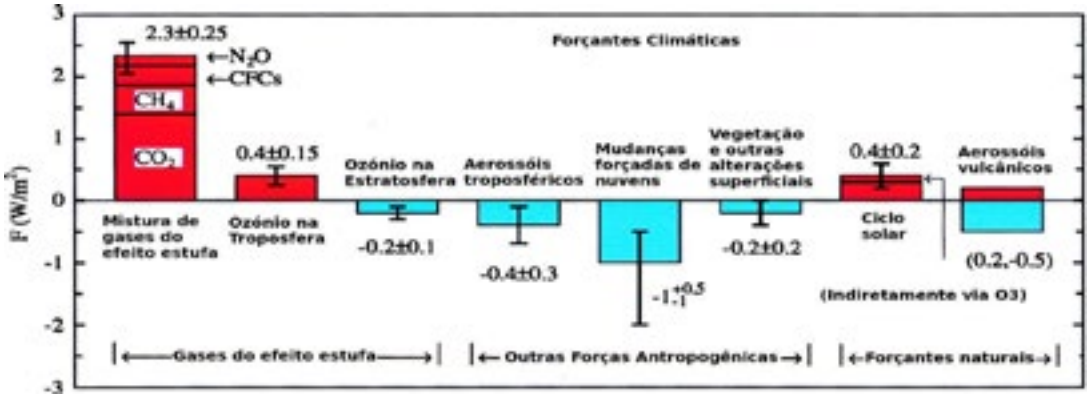


Figura 1 – Forçantes climáticas estimadas entre 1850 e o presente. As barras pretas representam a incerteza estimada associada ao forçamento climático da Terra. Fonte: Adaptado NASA, 2018.

As forçantes climáticas são os responsáveis por tais alterações (Figura 1), entre elas: emissões antropogênicas dos gases do efeito de estufa, precursores de aerossóis e outras substâncias, e as mudanças naturais na irradiação solar e erupções vulcânicas, que afetam a quantidade de radiação que é refletida, transmitida e absorvida pela atmosfera. O excesso de

emissão de CO_2 antropogênico provoca o desequilíbrio do sistema, aumentando a radiação de onda longa na superfície que leva a um aumento do fluxo de calor no sistema, porém a maior parte é absorvida pelo oceano, o que leva a um aumento de temperaturas oceânicas. (DOMINGUES, ET AL. 2008).

Sabendo disto, os cenários de forçamentos climáticos são essenciais para previsões climáticas, podendo contribuir para a comunicação com o público em geral sobre mudanças climáticas (SUPLEE E PINNEO; SHINDELL ET. AL., 1998). Lourius, et. al. (1990) defendia que o propósito das simulações é permitir a consideração de opções para mudanças menos drásticas, e, como há grande incerteza nas forças presentes e futuras, recomendar o uso de múltiplos cenários. Isso ajudará na análise objetiva das mudanças climáticas que se desenrolarão nos próximos anos. Portanto, o objetivo deste estudo é analisar a modelagem dos múltiplos cenários executados pelo software *Educational Global Climate Modeling Suite* (EdGCM).

1.1. Gases do efeito estufa

Segundo o estudo do IPCC (2014), as emissões antropogênicas de gases do efeito estufa (GEE) são impulsionadas principalmente pelo tamanho da população, atividade econômica, estilo de vida, uso de energia, padrões de uso da terra, tecnologia e política climática. Na maioria dos países, o aumento das emissões de CO_2 nos últimos anos está diretamente relacionada à queima de combustíveis fósseis e aos processos industriais voltados principalmente para a produção de cimentos. Nesse contexto, em 2014, foram liberados 35,7 bilhões de toneladas de CO_2 para a atmosfera. Os países que mais emitiram CO_2 foram: China (29,6%), Estados Unidos (15%), União Europeia (EU-28) (9,6%), Índia (6,5%), Rússia (5%), Japão (3,6%). Já o Brasil destaca-se em 12° lugar, contribuindo com mais de 1% (EDGAR, 2015; EDGAR, 2015; OLIVIER ET AL., 2015).

As emissões de GEEs no Brasil, são provenientes da agropecuária e da mudança do uso da terra (GALZERANO ET AL., 2014; MELO; ROCHA, 2015), setores prioritários em termos de mitigação de GEE. Assim para contribuir com a mitigação das emissões de GEE nesses casos, se faz necessário medidas controle para o desmatamento, mudança de uso da terra, a queima de biomassa e o manejo inadequado do solo, implementando ações que visem a intensificação do sequestro de carbono pelo solo e pela vegetação (CARVALHO ET AL., 2010; OLIVIER ET AL., 2015).

1.2. Forçantes antrópicas das mudanças de clima globais

Na figura 1, temos os aerossóis troposféricos, mudanças forçadas de nuvens e vegetação e outras alterações superficiais, descritos como forçantes antrópicas. Os aerossóis são partículas finas suspensas no ar. Existem muitas fontes e composições de aerossóis (HOUGHTON, 1996; HENDERSON-SELLERS, 1995; CHARLSON, 1997). O aumento da emissão de compostos nitrogenados para a atmosfera e especialmente a amônia favorece a formação de aerossóis iônicos e higroscópicos. Em áreas continentais, estes aerossóis são responsáveis pela nucleação de nuvens e também pela formação de chuvas. O ciclo hidrológico está, desta forma, diretamente ligado ao ciclo do nitrogênio. Mudanças no ciclo hidrológico de algumas regiões aparentemente estão sendo controladas por emissões de gases e aerossóis iônicos contendo espécies como o nitrato e amônio (SILVA ET. AL. 2003).

As mudanças antropogênicas nas nuvens são uma força climática potencialmente maior que os efeitos diretos de aerossóis, mas são ainda mais incertas (HANSEN, 1998). As nuvens altas são eficazes para absorver a radiação infravermelha, em seguida, irradiando-a novamente, aquecendo ainda mais a Terra. Por outro lado, as nuvens *stratocumulus* baixas refletem alguma radiação de volta ao espaço. O derretimento de gelo diminui o albedo da Terra, ou sua refletividade. Incidentalmente, na estratosfera, este arrefecimento contribui para a formação aumentada de nuvens estratosféricas polares, levando a uma maior destruição do ozônio. Os modelos sugerem que a duplicação de CO_2 na atmosfera, como está previsto

ocorrer no próximo século, irá resultar em quantidades significativas de arrefecimento na atmosfera superior e, por sua vez, juntamente com a destruição do ozônio O_3, desempenhará um papel na formação de furos na camada de ozônio (RAGHEB, 2017).

Hansen (1998) afirma que a principal mudança imposta na superfície da Terra durante a era industrial é provavelmente as mudanças no uso da terra, incluindo desmatamento, desertificação e cultivo. Mudanças no uso da terra alteram o albedo da superfície e modificam a evapotranspiração e a rugosidade superficial. Um grande efeito da vegetação alterada ocorre através do impacto da neve no albedo. Medidas para conter a erosão que inviabiliza o uso da terra para agricultura são fundamentais, como monitoramento e exigência de boas práticas agrícolas evitando excessos no uso de fertilizantes e agrotóxicos. É preciso reconhecer que a agricultura intensiva pode ser tão ou mais prejudicial ao ambiente quanto indústrias poluidoras. A legislação e o controle de atividades industriais são regulados e fiscalizados pelo poder público e de forma similar deveriam ser expandidas para a agricultura (CARDOSO E SANTOS, 2013).

1.3. Forçantes naturais das mudanças de clima globais

O sol fornece, essencialmente, a energia que fomenta as atividades climáticas da Terra, sendo as variações solares um contributo significativo às mudanças climáticas. As variações solares são as mudanças na quantidade de radiação emitida pelo Sol e na sua dimensão espectral. Durante décadas recentes, a variação solar foi medida por satélites, percebeu-se que elas oscilam de forma periódica, fenômeno conhecido como ciclo solar ou ciclo solar de Schwabe (REBOITA et al. 2015, OLIVEIRA et al. 2017).

Cada ciclo solar dura aproximadamente 11 anos (Figura 2), este é caracterizado pelo surgimento ou desaparecimento de manchas solares: os períodos de atividades solares elevadas são chamados de máxima solar e períodos com atividades reduzidas são denominados de mínimo solar (SILVA, 2006). Segundo Franco et al. (2013), a variação da

quantidade de manchas está ligada a inversão de polaridade do campo magnético global do sol. Se em determinado período de mínima solar o polo magnético positivo do sol coincide com o seu polo norte, 11 anos depois a orientação do campo será invertido, com o polo magnético positivo coincidindo com o polo sul solar.

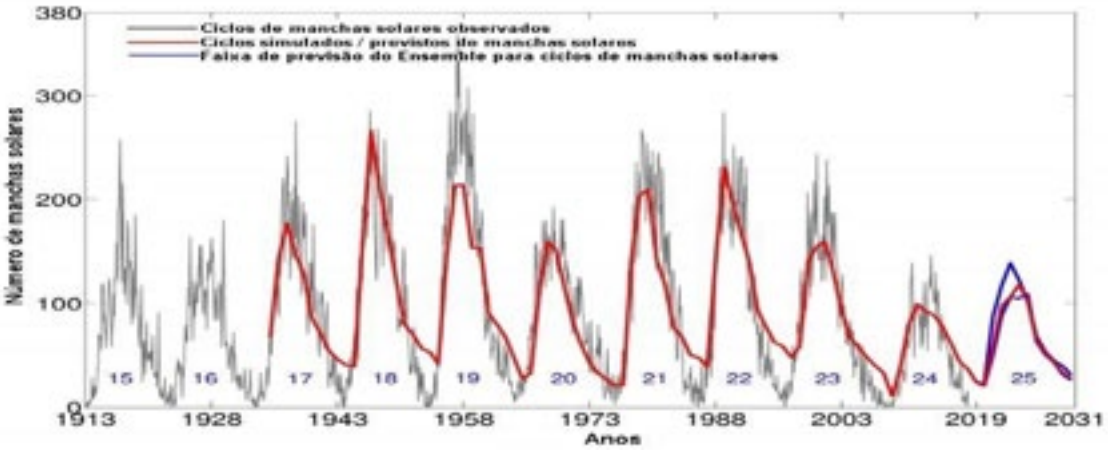


Figura 2: Reprodução bem sucedida de um século de observações de atividade de manchas solares levando à previsão do ciclo de manchas solares da equipe IISER 25. Fonte: Adaptado CESSI, 2017.

Segundo Oliveira (2017), no período de 950 a 1.300, elevadas atividades solares coincidiram com o período conhecido na história humana como o Período Medieval Quente. Após este período uma sucessão de períodos frios ocorreu, conhecido como Pequena Era do Gelo, coincidiu com períodos que apresentaram números drasticamente reduzidos de machas solares. Desta forma, o padrão correspondente de manchas solares indica que as atividades solares afetam diretamente o clima na terra, demonstrando a variabilidade no clima, coincidindo diretamente com eventos conhecidos na história humana (MASUDA et al. 2009, OLIVEIRA et al. 2017). Em um dos últimos estudos feitos por Bhowmik e Nandy (2018), verificou-se que o comportamento do sol é muito incerto, podendo mostrar-se sem muitas alterações na próxima década ou passar a produzir mais manchas solares.

Outro fator natural, são as atividades vulcânicas. Esses fenômenos geram grandes quantidades de partículas e gases na atmosfera, influenciando o mecanismo dos aerossóis descrito anteriormente e, portanto, afetando também o clima. A principal contribuição dos vulcões é decorrente de partículas estratosféricas de ácido sulfúrico (H_2SO_4), que rapidamente se condensam e formam aerossóis de sulfato (OLIVEIRA ET. AL, 2017). O tempo de variação durante eras glaciais/interglaciais, o vulcanismo está associado aos ciclos orbitais de Milankovitch, em especial com o período da obliquidade de 41 mil anos. Os autores sugerem que o clima da era glacial induz atividades vulcânicas por meio de mudanças de pressão na crosta associadas com as redistribuições de massas de gelo (KUTTEROLF ET AL., 2013)

2. Materiais e Métodos

O software de modelagem numérica EdGCM 3.2, que possui sua interface gráfica com base nos dados dos Modelos Climáticos Globais II (GCM) tridimensionais. A ferramenta foi desenvolvida no Instituto Goddard de Estudos Espaciais da *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) e tem sido utilizada por centros de pesquisas, como CSIRO (Austrália), DKRZ (Alemanha), CCCma (Canadá), GFDL (EUA), NCAR (EUA), CCSR e NIES (Japão), HadCM3 (UK), para estudar a modelagem de climas do passado, presente e futuro.

O material elaborado pelos pesquisadores Chandler, M. A. e Marti, A. da NASA (2010), descreve os GCMs como modelos de processos onde as simulações são baseadas em equações físicas fundamentais e, portanto, a saída do GCM é examinada não apenas para estabelecer uma relação de causa e efeito, mas para explorar os muitos mecanismos de *feedback* pelos quais o sistema climático da Terra atua. Desta forma, são utilizadas "equações primitivas": Temperatura (T), Pressão (P), Ventos (U, V, W) e Umidade Específica (Q). Utiliza-se também cinco equações físicas fundamentais (Tabela I), que são usadas para

descrever o estado evolutivo da atmosfera: conservação da massa (1), conservação da energia (2), conservação do momento (3), conservação da umidade (4) e a lei dos gases ideais (5).

Tabela I – Equações do Modelo Global Climático utilizadas pelo EdGCM

$\frac{\partial V}{\partial t} = -(\vec{V}\cdot\hat{V})\vec{V} - \frac{1}{\rho}\hat{V}p - g - 2\vec{\Omega}\times\vec{V} + \hat{V}\cdot(k_q\hat{V}\vec{V}) - F_d$	(1)
$p_c\frac{\partial V}{\partial t} = -(\vec{V}\cdot\hat{V})T - \hat{V}\cdot R + \hat{V}\cdot(k\hat{V}T) + C + S$	(2)
$\frac{\partial V}{\partial t} = -(\vec{V}\cdot\hat{V})\rho - \rho(\hat{V}\cdot\vec{V})$	(3)
$\frac{\partial q}{\partial t} = -(\vec{V}\cdot\hat{V})q + \hat{V}\cdot(k\hat{V}q) + S_q + E$	(4)
$p = \rho R_d T$	(5)
Legenda dos símbolos: V = *velocidade:* T = *temperatura:* p = *pressão:* ρ = *densidade:* q = *unidade específica:* g = *gravidade:* Ω = *rotação da terra:* Fd = *força de arrasto da terra:* R = *vetor radiação:* C = *aquecimento condutivo:* cp = *capacidade de calor:* E = *evaporação:* S = *calor latente:* Sq = *fonte de mudança de fase:* K = *coeficiente de difusão:* R = *constante de gás e mar seco.*	

Foi simplificado que os cálculos de dinâmica ajudam a definir a circulação geral da atmosfera, bem como circulações turbulentas em menor escala, como sistemas de tempestades ciclônicas que controlam grande parte do clima nas latitudes médias. Os cálculos de radiação determinam o balanço de energia da Terra, avaliando a reflexão e absorção da radiação solar pela superfície e atmosfera, e pela remessa de energia térmica de volta ao espaço. Os cálculos

de radiação em um GCM devem levar em conta espessura e distribuição de nuvens (horizontal e vertical), condições de superfície (terra vs. oceano, topografia, tipos de vegetação, cobertura de neve e gelo) e gases com efeito de estufa e aerossóis significativos (CHANDLER, M. A. E MARTIN, A., 2011).

2.1. Simulação "Global Warming" no EdGCM

Para a maioria das simulações numéricas, as análises resultantes dos modelos são consequência das configurações iniciais, que também é o caso do EdGCM 3.2. Para esta modelagem, foram administradas duas simulações entre os anos de 1980 e 2018. No modelo experimental (ME) foram utilizados dados de CO_2 do NASA/GISSII e no modelo de controle (MC) foram utilizados dados de CO_2 disponíveis no site *National Oceanic and Atmospheric Administration of Earth System Research Laboratory* (NOAA/ESRL). A data do início das análises foi 1º de janeiro de 1958 e a data final 31 de dezembro de 2018. O ano para os arquivos de entrada foi 1900. Os valores dos gases forçantes foram de acordo com o ano 1958, são de: CO_2 igual a 315,4 ppm; N_2O igual a 0, 3081 ppm; CH_4 igual a 1,666 ppm; CFC_{11} igual a 0,2549 ppt;e CFC_{12} igual a 0,4629 ppt.

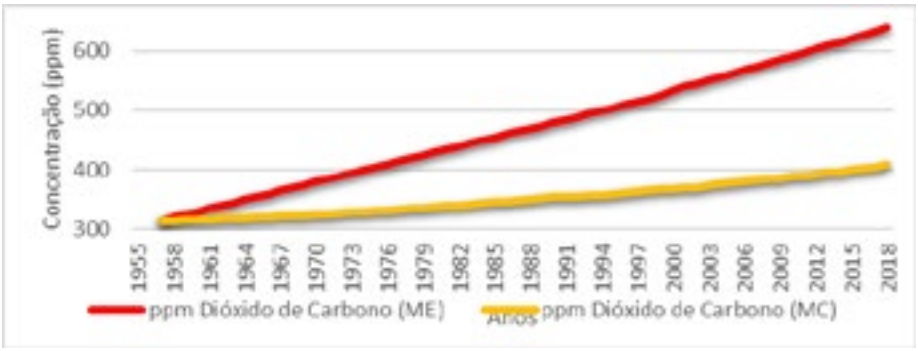


Figura 3 – Concetração de CO_2 entre os anos de 1958 a 2018. Fonte: NASSA/GISSII e NOAA/ESRL, 2018.

Para o parâmetro "Solar", o ano de valores de observação também foi de acordo com 1958, com: Luminosity: 1366,6693 W/m². E para a os efeitos orbitais: Excentricidade de 0,019m; Inclinação axial: 22,95714 N/m; OmegaT: -65,02399 rad/s. Os demais valores foram mantidos como constantes. O ano 1958 foi o primeiro ano a possuir medidas diretas de gases de efeito estufa. Em 1958, o nível do dióxido de carbono na atmosfera era 315 ppm (partes por milhão), que já era um aumento de 10% sobre os valores pré-industriais. A concentração de CO_2 aumenta 0,5 ppm por ano linearmente até 2000 e, então, exponencialmente em mais 1,0% ao ano, de 2000 até 2100 (NASA, 2010). Para a modelagem controle, foram executados os mesmos passos descritos, porém foram considerados os dados de CO_2 entre os anos de 1980 a 2018, disponibilizados pela NOAA/ESRL. Na Figura 3, podemos observar os níveis de CO_2 dos MC e ME.

3. Resultados e Discussões

A análise de regressão linear feita para os dados de CO_2 utilizados nos modelos (ME e MC), apresentou $y = 1{,}3489x$ e $R^2 = 0{,}6274$, mostrando que a relação entre os anos analisados (1958 e 2018) é forte. E, portanto, a diferença entre os modelos produzidos é pequena (Tabela II). Nas Figuras 4a e 4b, é possível observar em ambos os modelos, MC e ME, o aquecimento global (Cº) crescente de forma linear e a porcentagem (%) de cobertura de gelo e neve no globo de forma decrescente e linear também.

As figuras 5a e 5b são referentes ao MC, as figuras 5c e 5d ao ME e as figuras 5e e 5f são a diferença entre os modelos (MC-ME). Elas também apresentam os mapas de temperatura superficial no globo e projeção gráfica dos dois hemisfêrios (90,0 ºE e 90,0 ºN). Os modelos MC e ME apresentaram semelhança nos dados, -43,8ºC e -42,4ºC em relação a temperatura, com diferença entre os modelos de mínima de 0,5 ºC, máxima de 2,5 ºC e média de 0,8, entre os modelos. Pode-se observar nos gráficos uma média de aumento de 25,65 ºC

em relação ao hemisfério norte (90º); no hemisfério sul (-90º), como observamos na Tabela III, a diferença entre os dois modelos propõe uma oscilação de temperatura na zona temperada e uma estabilidade entre os modelos nas zonas tropicais.

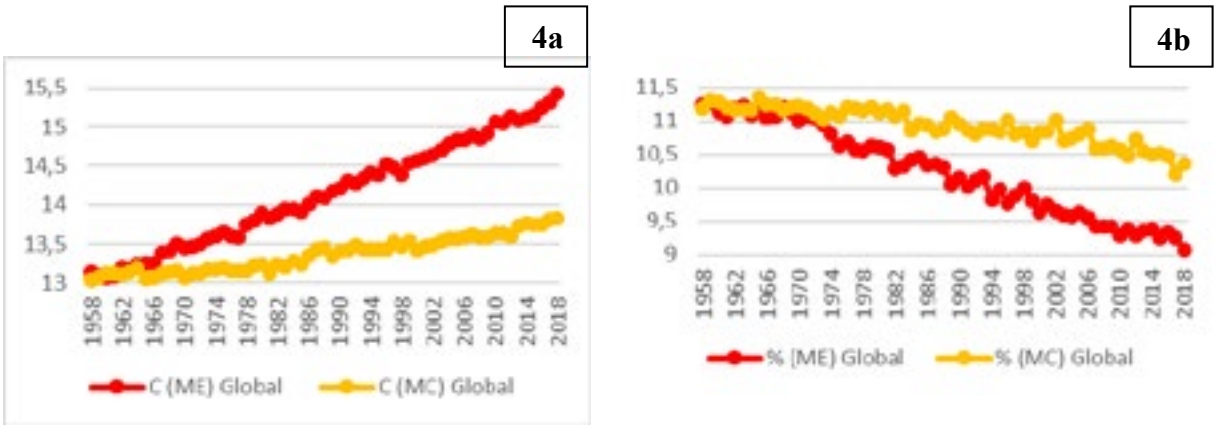


Figura 4 –Temperatura superficial global para os anos de 1958 a 2018 (Cº), (Figura 4a) e Cobertura de gelo e neve para os anos de 1958 a 2018 (%), (Figura 4b). Fonte: Autor, 2018.

Tabela II – Resultado das modelagens executadas no EdGCM.

	ME			MC			ME-MC		
Modelagens EDGCM	Min.	Máx.	Méd.	Min.	Máx.	Méd.	Min.	Máx.	Méd.
Temperatura do ar anual	-45.1	28.2	14.1	-46	27.1	13.3	-2.5	0.2	0.8
Profundidade da neve anual	0	92.5	8.8	0	95.2	7.1	-7.6	24.7	0.5
Cobertura de neve anual	0	100	10.3	0	100	11.9	-35.4	0.1	-1
Cobertura de gelo no oceano anual	0	99.5	4.4	0	99.5	4.7	-20.6	0.15	-0.5
Cobertura de neve e gelo anual	0	100	11.2	0	100	11.9	59.84	32	-3.2
Cobertura de neve e gelo (DJF)	0	100	15.1	0	100	15.9	-3.6	27.73	0.8
Cobertura de neve e gelo (JJA)	0	100	10.8	0	100	11.6	-1.02	40.4	0.8
Cobertura de neve e gelo (MAM)	0	100	7.9	0	100	8.5	-0.4	32.73	0.8
Cobertura de neve e gelo (SON)	0	100	11.1	0	100	11.8	-1.6	48.36	0.8

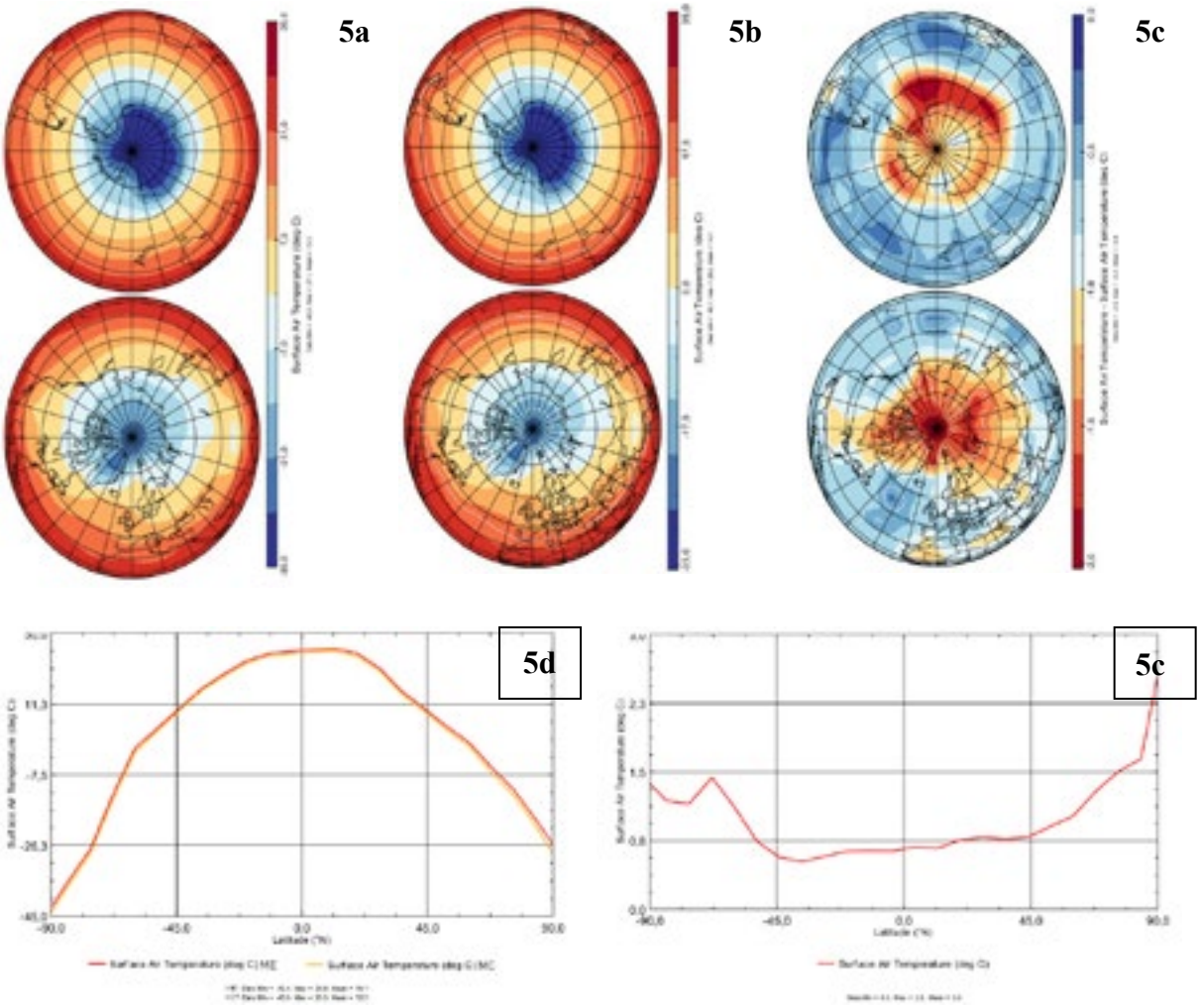


Figura 5–Temperatura superficial anual global (Cº) para os anos de 1958 a 2018 pelo modelo controle, figura 5a e figura 5b; Temperatura superficial anual global (Cº) para os anos de 1958 a 2018 pelo modelo experimental , figura 5c e figura 5d; Temperatura superficial anual global (Cº) para os anos de 1958 a 2018, diferença entre os modelos controle e experimental, figura 5e e figura 5f. Fonte: Autor, 2018.

Tabela III – Resultado das modelagens executadas no EdGCM para os hemisférios.

	ME					MC					MC -ME				
Modelagens EDGCM Global	-90	-45	0	45	90	-90	-45	0	45	90	-90	-45	0	45	90

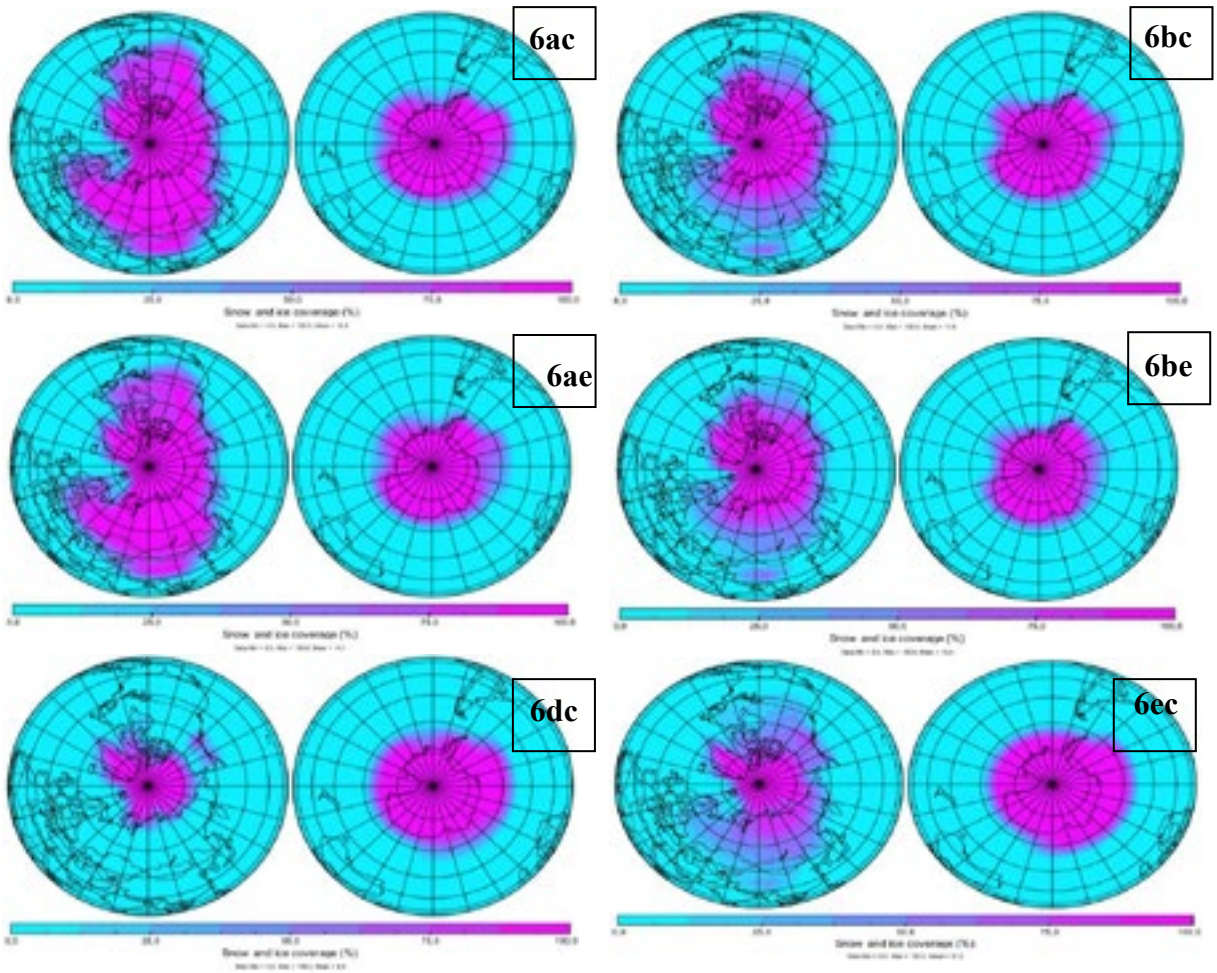
Temperatura do ar anual	-16.8	12.6	25.2	2.6	-42	-18.4	8.6	24	0	-44.6	-0.6	0.4	0.6	1.2	3.7
Cobertura de neve e gelo anual	100	0	0	25	100	100	0	0	26	100	0	0	0	3.2	0

O derretimento das geleiras continentais pode afetar a circulação das correntes no oceano Ártico, ao aportar grande volume de água doce. Água do descongelamento do *permafrost* também flui para o oceano Ártico. As principais fontes de água doce são a chuva, a neve e o derretimento das geleiras da Groenlândia. Estima-se que o oceano Ártico tenha recebido 7.700 km^3 de água doce nos últimos 10 anos, o que afeta a formação das correntes, pois a água doce muda a salinidade, prejudicando a formação da AMOC (AMAP, 2011). O AMOC, célula de revolvimento meridional da circulação global (Atlantic Meridional Overturning Circulation), é uma corrente convectiva que afunda até profundidades de 1500–2000 metros, renovando as águas de fundo; ao fazer o deslocamento vertical, ela sequestra CO2 da atmosfera, limitando o aumento do nível desse gás na atmosfera (DAVIS, 2000).

As figuras a seguir representam a cobertura de neve nos períodos sazonais entre os anos de 1958 e 2018. As figuras 6ac (DJF), 6bc (MAM), 6cc (JJA) e 6dc (SON) são referentes ao MC; as figuras 6ae (DJF), 6be (MAM), 6ce (JJA) e 6de (SON), são referentes ao ME. Os modelos tiveram pouca diferença nos resultados, onde foi possível observar o que os autores Derksen e Brown (2012) e Dye (2002), acima descrevem.

Estas alterações sazonais são colocadas por alguns autores, assim como no relatório do IPCC (2014), a extensão média anual do gelo do mar do Ártico diminuiu durante o período de 1979 a 2012, com uma taxa que era muito provável na faixa de 3,5 a 4,1% por década. A extensão do gelo marinho ártico diminuiu em todas as estações e em todas as décadas sucessivas desde 1979, com o decréscimo mais rápido no verão. Já Dye (2002) afirma que desde o início da década de 1920, e principalmente depois da década de 1970, a área coberta por neve no Hemisfério Norte está diminuindo na primavera e verão, mas não

substancialmente no inverno, apesar deste estar mais quente. Análises da extensão da área coberta por neve na primavera (abril a junho), época em que a cobertura de neve está principalmente sobre o Ártico, revela uma redução significativa nos meses de maio a junho. O mês de junho tem apresentado sucessivos recordes de menor extensão na cobertura de neve, a taxa de diminuição para o período 1979–2011 é de quase 18% por década (DERKSEN E BROWN, 2012).



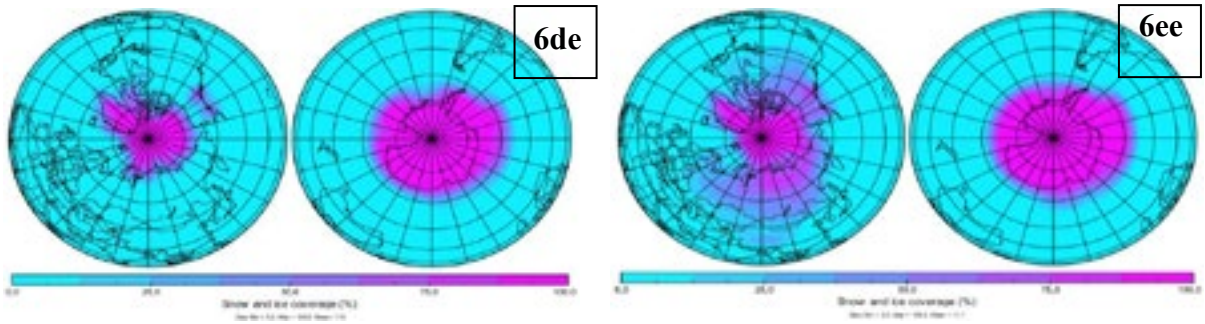


Figura 6–Cobertura de neve e gelo sazonal global (%) para os anos de 1958 a 2018 pelo modelo controle, figura 6ac (DJF), figura 6bc (MAM), figura 6cc (JJA), figura 6dc (SON); Cobertura de neve e gelo sazonal global (%) para os anos de 1958 a 2018 pelo modelo experimental, figura 6ae (DJF), figura 6be (MAM), figura 6ce (JJA), figura 6de (SON). Fonte: Autor, 2018.

4. Considerações finais

O gelo marinho, um indicador e também um ator de mudanças climáticas, atua diretamente sobre a superfície reflexiva (albedo), cobertura de nuvens, umidade e troca de calor entre superfície e a atmosfera. O gelo marinho tem importante papel ambiental, econômico e também social (ACIA, 2004; Kwok, 2010). De acordo com a definição do NSIDC (2015), o gelo marinho é altamente sensível às mudanças de temperatura do ar e do oceano. Esse gelo tem um comportamento sazonal bem marcado; no inverno, ele ocupa uma área maior e na primavera e verão, quando derrete parcialmente, congelando novamente no outono e inverno.

Para Kwok e Untersteiner (2011); NSIDC (2015), o gelo marinho é importante para o balanço de energia global. Grande parte da energia recebida pelo Ártico é refletida de volta para espaço pelo gelo e neve. Este papel ambiental do gelo marinho é significativamente importante para a manutenção do clima em nosso planeta. Por isso, a redução na extensão da cobertura de gelo marinho nas regiões polares afeta fortemente o clima planetário, pois permite que o oceano aberto absorva uma quantidade maior de energia. As modelagens

executadas MC e ME mostraram que as dicussões levantadas sobre a elevação do nível dos mares, as altas temperaturas e o desgelo nos polos passaram por várias mudanças de 1958 a 2018, já que as forçantes podem ser incertas devido às dinâmicas naturais e antrópicas. Sendo que os indices de temperatura apresentados pelos modelos MC e ME mostraram um aquecimento significativo em todo o globo terrestre nos anos estudados, incluindo nos pólos Artico e Antartico e que consequêntimente resultaram na redução de gelo e neve neles, na baixa profundidade de gelo no oceano e de neve na superficie em ambos os hemisférios.

O IPCC (2014) levanta que a emissão continuada de gases de efeito estufa causará mais aquecimento e mudanças de longo prazo em todos os componentes do sistema climático, aumentando a probabilidade de impactos penetrantes e irreversíveis para pessoas e ecossistemas. Limitar as alterações climáticas exige reduções substanciais e sustentadas das emissões de gases com efeito de estufa que, com adaptação, pode limitar os riscos das alterações climáticas. As emissões cumulativas de CO_2 determinam, em grande parte, o aquecimento global médio da superfície do Século 21 e além. As projeções de emissões de gases de efeito estufa variam em uma ampla gama, dependendo do desenvolvimento socioeconômico e da política climática.

5. Agradecimentos

O trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

6. Referências Bibliográficas

BHOWMIK, P., AND NANDY, D. Prediction of the strength and timing of sunspot cycle 25 reveal decadal-scale space environmental conditions", Nature Communications, 2018. doi: 10.1038/s41467-018-07690-0.

CESSI. Solar Cycle 25 Predition. Disponível em:<http://www.cessi.in/solarcycle25prediction/>. Acesso em: 23/12/2018.

CHANDLER. M.; SOHL, L. The EDGCM Project – Future Ckimate Change, NASA Climate Modeling and Data. Columbia. 2011.

DYE, D.G., Variability and trends in the annual snow-cover cycle in Northern. 2002.

DLUGOKENCKY, E.; TANS, P. National Oceanic and Atmospheric Administration of Earth System Research Laboratory. Disponível em: <www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/>. Estados Unidos. 2008. Acesso em: 13 de dezembro de 2018.

DOBLER, S. figura solares. The next Grand Solar Minimum, Cosmic Rays and Earth Changes (an introduction). 2018. Disponivel em:<https://abrupteartchanges.com/2018/01/14/climate-change-grand-solar-minimum-and-cosmic-rays/>. Acesso em: 16 de dezembro de 2018.

DOMINGUES, C. M. *ET AL.* Improved estimates of upper-ocean warming and multi-decadal sea-level rise. *Nature* 453, 1090-U1096 (2008).

DERKSEN, C., BROWN R., Spring snow cover extent reductions in the 2008–2012 period exceeding climate model projections. Geophysical Research Letters 2012. 39. doi: 10.1029/2007GL031480.

FRANCO, R. M.; Os ciclos solares e sua influência no regime de chuvas. 2013. Monografia (Graduação em Geografia) – Departamento de Geociências, Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

GARCIA, G; CARDOSO, A. A.; DOS SANTOS, O. A. M. Da escassez ao estresse do planeta: um século de mudanças no ciclo do nitrogênio. Química Nova. Sociedade Brasileira de Química, v. 36, n. 9, p. 1468-1476, 2013. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/110036>.

HENDERSON-SELLERS, A., AND MCGUFFIE, K. A Climate Modelling Primer. New York, John Wiley & Sons, Inc, 1988. 234 p.

HOUGHTON J T, MEIRA FILHO L G, CALLANDER B A, HARRIS N, KATTENBERG A, MASKELLK. Intergovernmental Panel on Climate Change. 1996.

IPCC: Resumo para os formuladores de políticas. Em: aquecimento global de 1,5 ° C. Um Relatório Especial do IPCC sobre os impactos do aquecimento global de 1,5 ° C acima dos níveis pré-industriais e das vias globais de emissão de gases estufa, no contexto do fortalecimento da resposta global à ameaça da mudança climática, desenvolvimento sustentável e esforços para erradicar a pobreza [V. Masson-Delmotte, P. Zhai, HO Pörtner, D. Roberts, J. Skea, R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, JBR Matthews, Y. Chen. X. Zhou, MI Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, T. Waterfield (eds.)]. Organização Meteorológica Mundial, Genebra, Suíça. 2018. 32 p.

KNUTTI, R. E HEGERL, G.C. The equilibrium sensitivity of the Earth's temperature to radiation chances. National Geoscience. 2008., 1. 735-743pp. doi: 10.1038/ngeo337

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

ESTUDO DA VARIABILIDADE TEMPORAL E ESPACIAL DE PRECIPITAÇÃO CONSIDERANDO OS CENÁRIOS CLIMÁTICOS FUTUROS, COM ÊNFASE EM EVENTOS EXTREMOS, PARA O MUNICÍPIO DE CAMPINAS – SP

Luiza Marchezan Bezerra(a), Ana Maria H. de Avila(b), Vânia Rosa Pereira(c)

(a) Departamento de Geografia /Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, luiza.bezerra04@gmail.com
(b) Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura /Universidade Estadual de Campinas, avila@cpa.unicamp.br
(c) Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura /Universidade Estadual de Campinas, rosa.vania@gmail.com

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e sócioambientais

Resumo

A sociedade, em escala global, é sensível às variações e mudanças ocasionadas pelos eventos climáticos extremos. Estudos indicam que a frequência e intensidade dos extremos de precipitação vêm aumentando em todo o planeta em decorrência aquecimento global, trazendo à tona a necessidade de discussão e mitigação da vulnerabilidade dos sistemas naturais e humanos. Este trabalho teve como objetivo o estudo das variações da frequência e da variabilidade espacial dos eventos extremos de precipitação em Campinas, considerando o clima presente, 1961-1990 e futuro 2021-2050. Foram utilizados os dados de superfície da estação meteorológica do Instituto Agronômico de Campinas (IAC) e do modelo climático regional ETA-HADGEM2-ES. Os resultados apontam para um aumento na frequência de chuvas com o limiar de 80 mm acumulados em três dias consecutivos e redução do número de dias com chuvas. Estas mudanças podem impactar a economia da RMC, intensificando os problemas sociais e econômicos.

Palavras chave: Precipitação, Eventos Extremos, ETA-HADGEM2-ES

1. Introdução

O intenso crescimento das áreas urbanas em todo o mundo, principalmente nos países em desenvolvimento, potencializa os danos causados pelas mudanças climáticas, sendo este um dos principais problemas enfrentados pela sociedade na atualidade (CAVALCANTI et al, 2017). De acordo com Mendonça (2015), mais de 50% da população mundial vivem em áreas urbanas, havendo intensa intervenção antrópica na deterioração da qualidade e das condições de vida dos homens que nelas se reproduzem. No caso do Brasil, este fato decorre da acelerada urbanização registrada a partir da segunda metade do século XX, considerada uma das mais rápidas e intensas do mundo. Desprovida de qualquer orientação na ocupação e produção dos espaços urbanos, gerando a proliferação da degradação socioambiental. Tem sido observada uma tendência de aumento na frequência de eventos extremos de precipitação para diversas regiões da América do Sul, o que contribui para o aumento do número de ocorrência de desastres naturais como deslizamentos de terra e inundações (MARENGO, 2009). Estudos realizados pelo Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (International Painel on Climate Change - IPCC) demonstram que, em cenários futuros de clima, a frequência e intensidade de eventos extremos de curta duração, como chuvas intensas, ondas de calor e frio, períodos secos e furacões, poderão se intensificar provocando impactos negativos para a população e os ecossistemas naturais (IPCC, 2014). Embora as condições meteorológicas extremas façam parte da vulnerabilidade natural do sistema climático, estes eventos podem causar impactos e grandes perturbações nos sistemas naturais e humanos. Aspectos como infraestruturas precárias e mecanismos institucionais inexistentes ou frágeis voltados para lidar com extremos de variabilidade e mudança climática devido, principalmente, à falta de recursos financeiros e elevadas disparidades sócioespaciais, contribuem para potencializar os impactos mais severos dos eventos climáticos extremos. Assim, impactos das mudanças climáticas exigirão adaptações que, por sua

ISBN: 978-85-7282-778-2

vez, serão baseados em projeções realizadas através de simulações de diversos modelos globais e regionais (CAVALCANTI et al, 2017).

Modelos globais e regionais de projeções de climas futuros têm sido bastante utilizados com o intuito de fornecer informações que possam ser úteis para tomadas de decisão frente à urgente necessidade de adaptação de áreas vulneráveis. Neste trabalho foi utilizado o modelo regional ETA-HADGEM2-ES, resultado do segundo alinhamento realizado a partir de simulações do modelo climático global inglês HADGEM2-ES de 20km x 20km. O modelo é disponibilizado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), com 5km x 5km de resolução espacial e cenários RCP (Representative Concentration Pathways) 4.5 e 8.5. De acordo com Lyra et al (2018), este modelo é capaz de simular as frequências de distribuição de precipitaçãode maneira consistente, através das estruturas observadas e os valores extremos obtidos a partir do modelo. Dados meteorológicos obtidos da estação de superfície do Instituto Agronômico de Campinas, também foram utilizados como parâmetro para as análises dos dados obtido pelo modelo no presente. De acordo com as orientações da Defesa Civil do município de Campinas, o limiar para chuvas intensas é de 80mm em três dias consecutivos para que haja a emissão de alertas para possíveis riscos de desastres naturais, como inundações e movimentos de massa. Assim, este limiar também serviu de apoio para as análises que visaram identificar e quantificar a frequência dos eventos de chuvas intensas num período de três dias consecutivos em Campinas, ao longo dos dois períodos de 30 anos estudados: um considerando o clima presente (1961 a 1990) e outro considerando o clima futuro (2021 a 2050).

1.1. Área de Estudo

O município de Campinas (Figura 1) ocupa uma área total de 794,40 km² com altitude média de 680 metros acima do nível do mar. Localiza-se a sudoeste do estado de São Paulo

ISBN: 978-85-7282-778-2

(coordenadas geográficas: 22°53'20"S; e 47°04'40"O) (CAMPINAS, 2018). Possui clima tropical de altitude, caracterizado pelo verão quente e úmido e inverno ameno e seco (Cwa, segundo a classificação climática de Köppen).

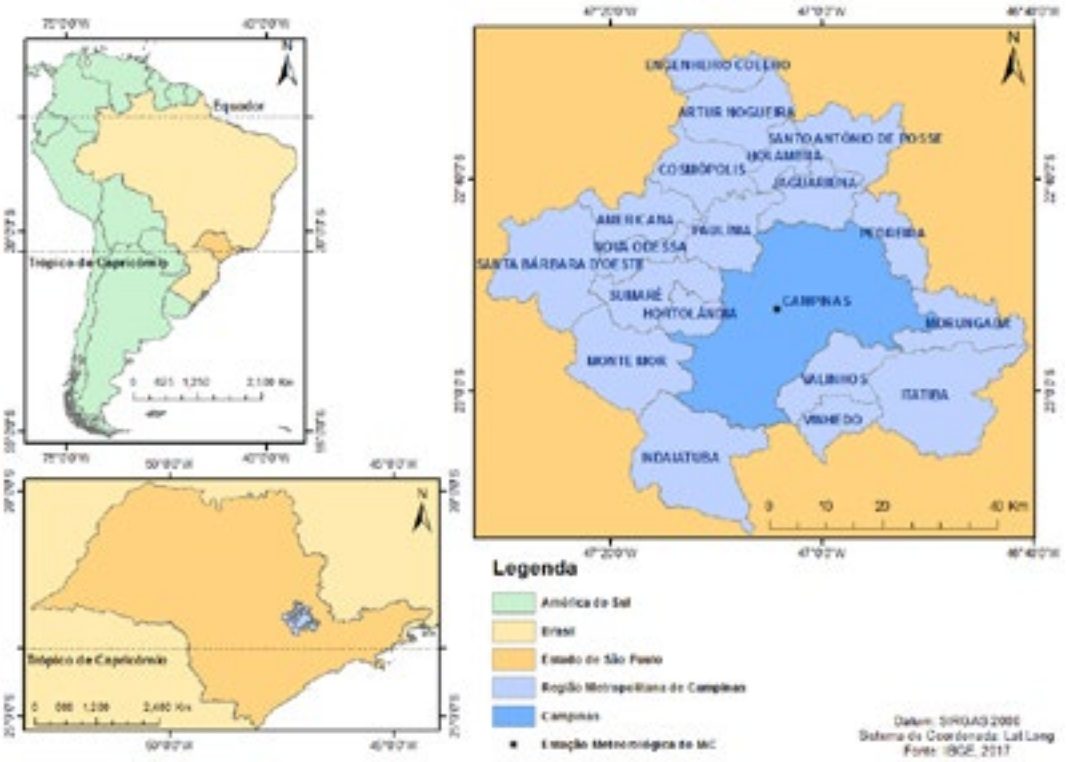


Figura 1. Localização do Município de Campinas

Campinas situa-se a aproximadamente 150 km do Oceano Atlântico e o regime de precipitação é fortemente caracterizado pelo contraste sazonal, sendo o verão o período mais chuvoso devido a uma série de processos atmosféricos que contribuem para o aumento da umidade, principalmente em decorrência do desenvolvimento da Zonas de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). Já as precipitações que ocorrem durante o inverno são resultantes da atuação de frentes frias atingem a região durante este período (CAVALCANTI et al, 2017).

ISBN: 978-85-7282-778-2

O processo de urbanização do município teve início na década de 1970 e foi impulsionado pelo avanço da interiorização das indústrias no Estado de São Paulo, o que contribuiu para a atração de grandes contingentes populacionais e de investimentos econômicos e técnicos industriais que auxiliaram na formação de um novo centro urbanizado em escala regional (CAIADO e PIRES, 2015). Atualmente, Campinas possui 1.182.429 de habitantes e densidade demográfica de 1.359,60 habitantes/km2 (IBGE, 2018). Trata-se ainda de ser um município com uma taxa de urbanização de 98,3% (CAMPINAS, 2018). O município ainda se insere na Região Metropolitana de Campinas (RMC), constituída por20 municípios, abrangendo uma área territorial de 3.467 km² e aproximadamente 3 milhões habitantes (IBGE, 2018). A região vem se consolidando na economia local e nacional, comportando um moderno e diversificado parque industrial, e um importante centro de pesquisas científicas, tecnológicas e de inovação. A estrutura agrícola da região também é bastante expressiva, sendo as principais culturas o café, a cana-de-açúcar e frutas, além de um setor terciário significativamente especializado (CAVALCANTI et al., 2017). Concomitantemente, a partir da década de 1970, Campinas sofreu intensas e rápidas transformações sociais, econômicas e ambientais. Seu espraiamento urbano ocorreu de forma desordenada, sem planejamento efetivo, onde a expansão foi mais rápida que a disseminação de infraestrutura necessária para mitigar os impactos locais consequentes dos eventos climáticos extremos. Como consequência, parte da população vive em áreas de grande risco para desastres naturais, que passarão a ocorrer com maior frequência e magnitude devido às mudanças climáticas globais, como inundações e colapsos de terrenos (VICENTE e NUNES, 2004; CAVALCANTI et al., 2017).

2. Materiais e Métodos

Para a realização deste trabalho, foi necessária a obtenção de dados de precipitação para os cenários presente e futuro. Para o cenário presente (1961-1990), foram utilizados dados

ISBN: 978-85-7282-778-2

de precipitação fornecidos pelo Instituto Agronômico de Campinas e dados do modelo regional ETA-HADGEM2-ES. Já os dados de precipitação para o cenário futuro (2021-2050), somente os dados do modelo regional ETA-HADGEM2-ES foram utilizados, no qual foram disponibilizados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) através da página do PROJETA (https://projeta.cptec.inpe.br). Para o estudo da frequência dos eventos extremos de precipitação, foi realizada a soma acumulada da precipitação em três dias consecutivos. Já a análise do desempenho do modelo em comparação com os dados observados, foi calculado o viés estatístico, por meio da seguinte fórmula, utilizando dados da estação do IAC e do modelo para mesmo cenário presente (1961-1990):

$$\text{Viés} = \frac{\text{Média aritmética dos dados simulados (ETA)} - \text{média aritmética dos dados observados (IAC)} \times 100}{\text{Média aritmética dos dados observados (IAC)}}$$

3. Resultados e Discussões

3.1. Frequência dos Eventos Extremos de Precipitação

As simulações realizadas com o modelo regional ETA-HADGEM2-ES indicam que haverá aumento dos eventos extremos acima de 80 mm no acumulado de três dias consecutivos (Figura 2). Nota-se que, entre o período de 2021 a 2050, poderá haver um único ano com cerca de 30 eventos extremos de chuva. Observa-se também o aumento do número de anos com a ocorrência de 0 a 5 eventos/ano, passando de 9, como apresentado pelos dados do IAC, para 26 anos, segundo os dados do modelo.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Com relação à análise realizada com os dados de chuvas obtidos da estação meteorológica de superfície do IAC, para o período de 1961 a 1990, foi constatado que, em apenas 9 anos, dentro da análise da série histórica de 30 anos analisada, houve de 0 a 8 eventos de chuvas extremas no município de Campinas, enquanto houveram 2 anos que apresentaram cerca de 10 e 13 eventos, cada. Estas mudanças podem impactar diretamente toda a economia da RMC, intensificando os problemas sociais decorrentes das inundações e das secas que poderão atingir a região (CAVALCANTI et al., 2017).

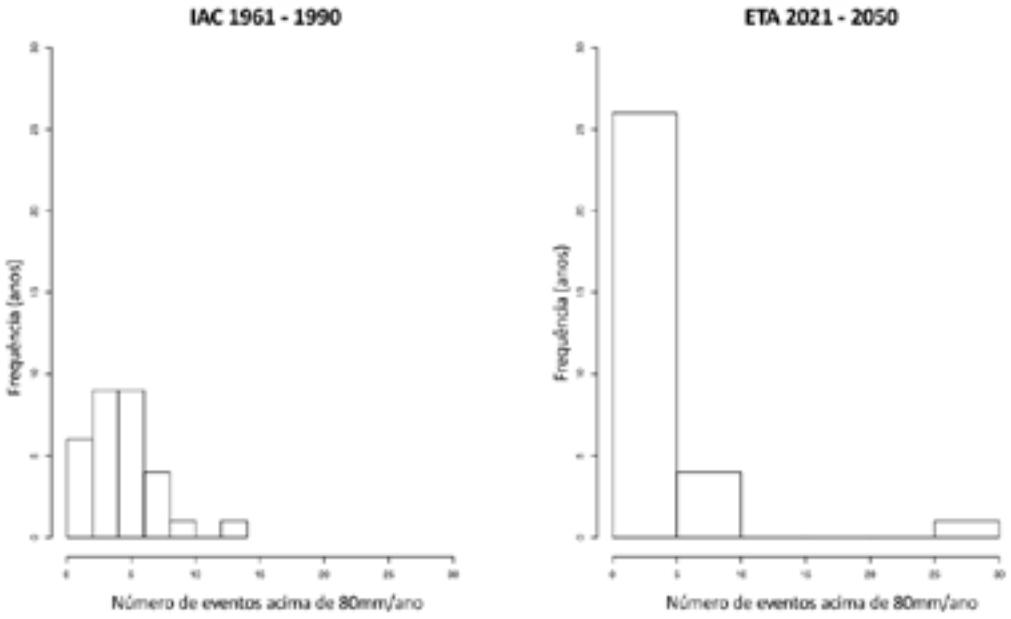


Figura 2. Frequência de Eventos Extremos de Precipitação acima de 80 mm/ano

3.2. Desempenho do Modelo ETA-HADGEM2-ES

A média mensal dos dados de precipitação para a estação meteorológica IAC é de 115 mm e, para o ETA, de 175 mm, com viés de 52,6% (Figura 3). Assim, o resultado desta análise

ISBN: 978-85-7282-778-2

demonstra que a modelo superestima os dados do IAC em 60 mm, apresentando, portanto, um aumento nos montantes de precipitação para o município de Campinas.

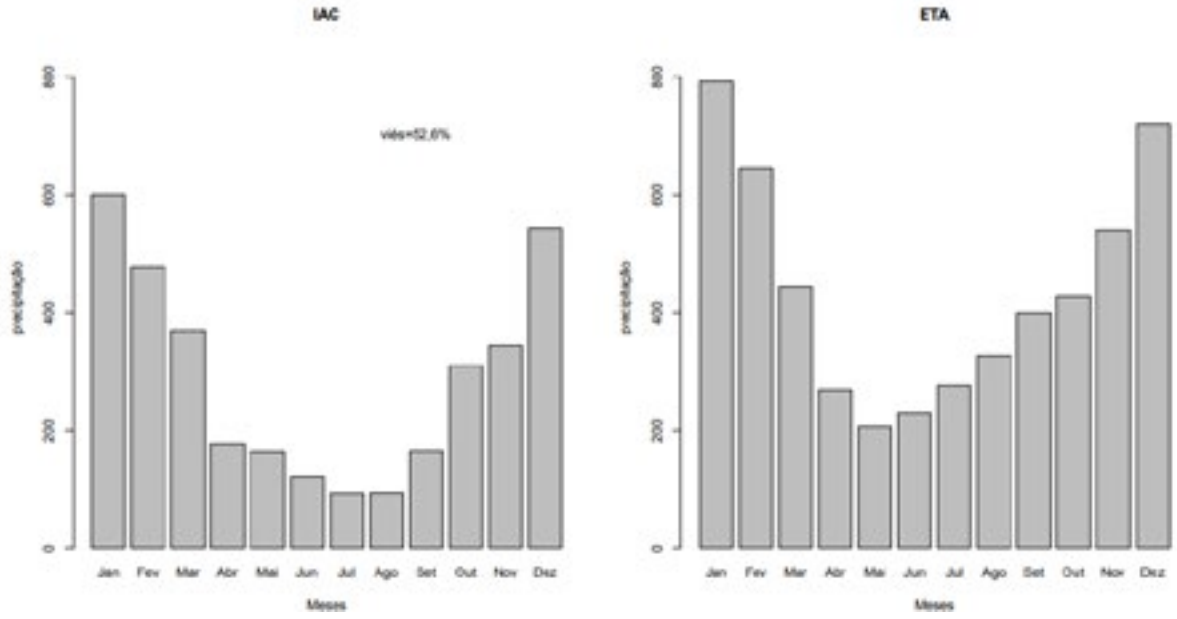


Figura 3. Precipitação dos dados observados e dos dados do modelo ETA-HADGEM2-ES

3.3. Variabilidade Espacial dos Dados de Precipitação

De acordo com as projeções referentes aos cenários presente e futuro, a variabilidade espacial da intensidade das chuvas no município de Campinas demonstra que, para o período de 2021 a 2050, poderá haver uma diminuição da intensidade das chuvas, não ultrapassando 1.700mm, caracterizando um clima mais seco (Figura 4). No período de 1961 a 1990, no entanto, os dados do ETA-HADGEM2-ES simularam um clima mais úmido, com a ocorrência de chuvas acima de 1.700 mm.

ISBN: 978-85-7282-778-2

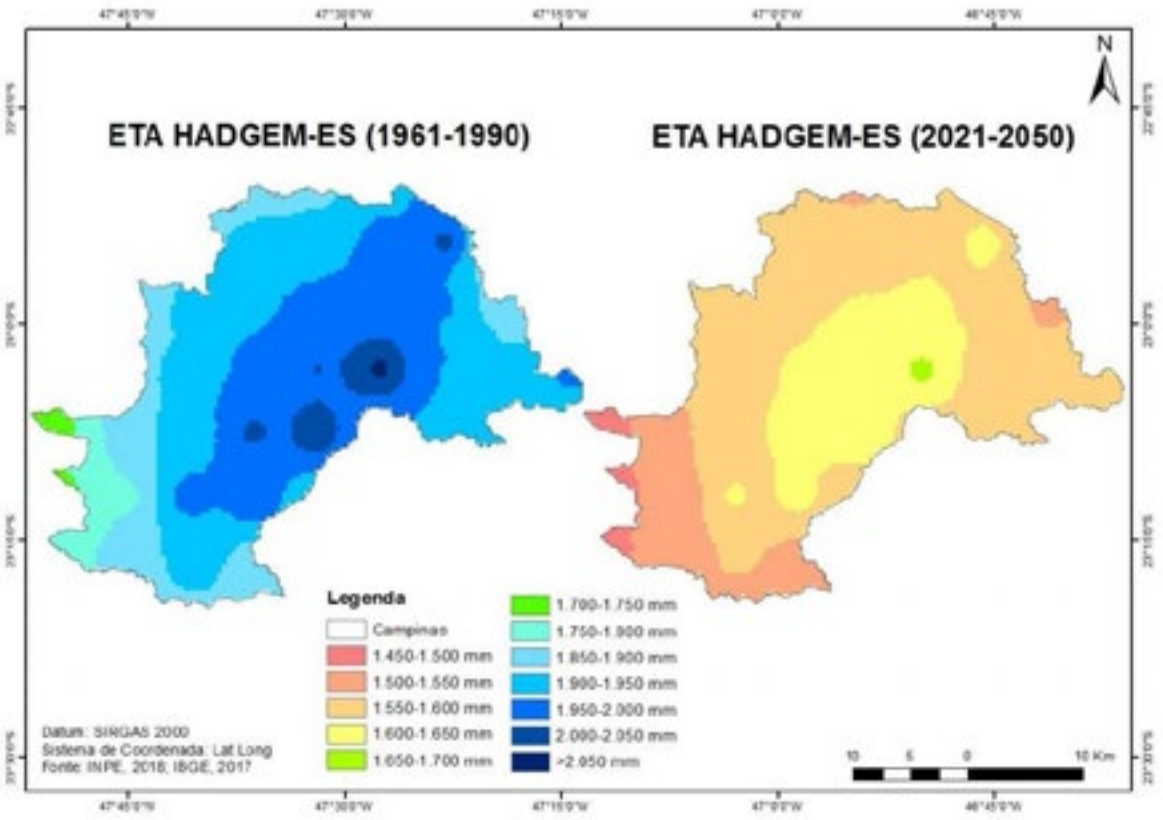


Figura 4. Variabilidade espacial da precipitação em dois cenários distintos do modelo ETA-HADGEM-ES

4. Considerações Finais

De acordo com os resultados obtidos, é possível observar que poderá haver aumento dos eventos extremos no cenário futuro, com a intensificação da frequência de chuvas extremas para o limiar de 80 mm acumulados em três dias consecutivos, porém haverá uma redução do número de dias com chuvas. O viés de 52,6%, demostra que há necessidade de melhorar o desempenho do modelo, bem como técnicas de análise para que os resultados dos modelos

ISBN: 978-85-7282-778-2

globais e regionais possam ser usados como importante instrumento de gestão para políticas públicas que visam à adaptação e mitigação dos impactos das mudanças do clima global.

Estas mudanças podem impactar a economia da RMC, intensificando os problemas sociais e econômicos. No entanto, o modelo não deve ser levado como verdade absoluta, e sim para servir de respaldo ou referência para tomadas de decisões frente ao objetivo de criar políticas públicas que visem a adaptação e atenuação dos impactos dos eventos extremos frente à sociedade.

Agradecimentos

Dedico um agradecimento especial à minha orientadora Ana Maria Heuminski de Avila e ao Cepagri pela oportunidade de desenvolver este projeto, à Dra. Chou pela disponibilidade dos dados do modelo ETA-HADGEM2-ES e ao Instituto Agronômico de Campinas pela disponibilidade dos dados de superfície

Referências Bibliográficas

CAIADO, M. C. S.; PIRES, M. C. S. Campinas Metropolitana: transformações na estrutura urbana atual e desafios futuros. Disponível em Acesso em: 30 de maio de 2018, às 15h30.

CAMPINAS. Dados do munícipio e RMC. Disponível em Acesso em: 22 de julho de 2018, às 09h.

CAVALCANTI, I. F. A. et al. Projections of Precipitation Changes in Two Vulnerable Regions of São Paulo State, Brazil. American Journal of Climate Change, v. 06, n. 02, p. 268–293, 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – Campinas/SP. Disponível em Acesso em: 21 de julho de 2018, às 10h.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS 2014: Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade - Resumo para Decisores. Contribuição do Grupo de Trabalho II para o Quinto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Alterações Climáticas. Instituto ed. Lisboa-Portugal: [s.n.].

LYRA, A. et al. Climate change projections over three metropolitan regions in Southeast Brazil using the non-hydrostatic Eta regional climate model at 5-km resolution. Theoretical and Applied Climatology, v. 132, n. 1–2, p. 663–682, 2018.

MARENGO, J. A. Impactos de extremos relacionados com o tempo e o clima: Impactos sociais e econômicos. Mudanças Climáticas, n.8, p. 1-5, maio 2009. Disponível em: . Acesso em: 07 de março de 2018.

MENDONÇA, F. O estudo do SCU – Sistema Clima Urbano no Brasil: aplicações e avanços. In: MONTEIRO, C.A.F. (org); et al. A construção da climatologia geográfica no Brasil. Campinas: Editora Línea, 2015.

VICENTE, A.K., NUNES, L.H. Extreme precipitation events in Campinas, Brazil. Terrae, v.1, p.60-62, 2004.

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

EVENTOS EXTREMOS DE PRECIPITAÇÃO E SEUS IMPACTOS NA CIDADE DE ITUIUTABA-MG

Laiane Cristina de Freitas ([a]), Emmeline Aparecida Silva Severino ([b]), Maria Estela ([c]), Rildo Aparecido Costa ([d])

[(a)] Pós-Graduanda do Programa de Pós-Graduação em Geografia, UFU, E-mail: laianecf@gmail.com
[(b)] Pós-Graduanda do Programa de Pós-Graduação em Geografia, UFU, E-mail: emmelineseverino@yahoo.com.br
[(c)] Graduanda em Geografia pelo ICH, UFU, E-mail:
[(d)] Professor Doutor do Curso de Geografia do ICH, UFU, E-mail: rildocosta@pontal.ufu.br

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais.

Resumo:

Em regiões de clima tropical, como o município de Ituiutaba-MG, um dos principais elementos meteorológicos causadores de eventos extremos climáticos é a chuva, tanto pelo seu excesso quanto por sua ausência. O município apresenta regime pluviométrico irregular, característica da qual durante a estação chuvosa resulta em elevado acúmulo pluviométrico, resultando na ocorrência de eventos extremos de precipitação, que repercutem na superfície de forma intensa e calamitosa. Devido essas resultantes, a Climatologia tem-se preocupado em analisar a correlação atmosfera-superfície, no intuito de auxiliar na compreensão da dinâmica dos eventos extremos pluviométricos e possibilitar a avaliação do comportamento das precipitações. Assim, o presente trabalho tem como objetivo analisar a ocorrência de um evento extremo de precipitação ocorrido entre os dias 15 e 16 de dezembro de 2008, no município de Ituiutaba-MG, a fim de averiguar a dinâmica dos eventos extremos de precipitação e seus impactos na superfície.

Palavras chave: Eventos Extremos; Precipitação; Ituiutaba-MG.

1. Introdução

Mesmo diante de progressos tecnológicos e estudos avançados realizados a partir da dinâmica dos elementos meteorológicos, comportamento do clima e do tempo, é possível observar que a sociedade ainda se mantém exposta frente a eventos extremos climáticos.

Em regiões de clima tropical, como o município de Ituiutaba-MG, um dos principais elementos meteorológicos causadores de eventos extremos climáticos é a chuva, tanto pelo seu excesso quanto por sua ausência. O município apresenta regime pluviométrico tipicamente tropical, caracterizado pela concentração de chuvas nos meses de verão e primavera (novembro a março), marcando a estação chuvosa, resultando na ocorrência episódios com elevado índice pluviométrico.

Segundo Marengo e Nobre (2009), embora os eventos extremos climáticos sejam fenômenos naturais ocasionados pela interferência nos padrões dos sistemas meteorológicos, podendo ser considerados: extremo de curto prazo (relacionado ao tempo) ou extremo a médio prazo (relacionado ao clima); ao longo do tempo, têm sofrido influência das ações antrópicas contribuindo em sua frequência e intensidade.

De acordo com Carvalho (2018), Dourado (2013), Marcelino (2008) e Marengo et al. (2007), nas últimas décadas a evolução de ocorrências dos eventos extremos de precipitação vem crescendo de forma intensa e com durabilidade significativa, favorecendo a ocorrência de desastres naturais, como inundações, enxurradas, alagamentos, movimentos de massa, secas e estiagens.

Tais desastres podem ser oriundos da dinâmica natural do meio físico, considerando as diferentes configurações que constituem o espaço – comportamento dos sistemas climáticos regionais e os aspectos físicos presentes; bem como associados a interferências antrópicas ligadas ao uso e ocupação do solo, que buscam moldar a vida em sociedade, mas que em muitos casos se sobrepõem a necessidade de compreender a dinâmica natural do meio.

Essa sobreposição, promovida principalmente pelo processo de uso e ocupação do solo, repercute diretamente sobre os atributos que concorrem na organização da vida em

ISBN: 978-85-7282-778-2

sociedade versus dinâmicas naturais do meio físico, o que gera ambientes conflituosos, precários ou sem adequação entre si.

Conforme Amorim (2013, p. 173), "o crescimento urbano, na maioria dos casos, não acompanhou a dinâmica da natureza, resultando no comprometimento da qualidade desses ambientes". Ocasionando a relação entre homem e meio, como complexa e agressiva, resultando na reprodução de espaços urbanos que conflitam com medidas que minimizem a ocorrência dos eventos extremos, potencializados pelas ações antrópicas.

Dentro das ciências geográficas, a Climatologia tem-se preocupado em analisar como os eventos extremos de precipitação repercutem no espaço urbano e rural, partindo da compreensão da correlação atmosfera-superfície. Uma vez que tais análises, além de possibilitar a avaliação do comportamento das precipitações, auxilia na compreensão da dinâmica dos eventos extremos pluviométricos.

Deste modo, a fim de averiguar a dinâmica dos eventos extremos de precipitação e seus impactos na superfície, o presente trabalho teve como objetivo analisar a ocorrência de um evento extremo de precipitação ocorrido entre os dias 15 e 16 de dezembro de 2008, no município de Ituiutaba-MG, partindo da caracterização das condições atmosféricas que desencadearam tais eventos extremos de precipitação e quais problemas foram potencializados a partir de sua ocorrência.

2. Materiais e Métodos

2.1. Caracterização da área de estudo

O município de Ituiutaba-MG (Figura 01) está localizado no Triângulo Mineiro, na porção sudoeste do estado de Minas Gerais. Possuí área de 2.587 Km² e seu perímetro urbano de aproximada de 24,2 km². A partir dos anos 2000, passou por um processo de urbanização

ISBN: 978-85-7282-778-2

significativo e um grande crescimento de suas áreas agricultáveis, derivadas dos plantios de cana de açúcar.

Figura 01: Localização do município de Ituiutaba-MG
Fonte: Organização MARTINS; COSTA, 2014.

Está inserida na bacia Sedimentar do Paraná, com predomínio de rochas basálticas da Formação Serra Geral e areníticas da Formação Bauru, que afloram ao longo dos cursos d'água no município (MENDES; QUEIROZ, 2011). Este complexo está inserido nos Chapadões do Triângulo Mineiro (Ab'Sáber, 1971; Del Grossi, 1991), portanto, localizada no domínio morfoclimático Cerrado, cuja principal característica climática é a alternância de duas estações bem definidas: seca - abril a setembro, e chuvosa – outubro a março.

Considerando a sua localização geográfica, o município sofre influência de fenômenos meteorológicos de latitudes, principalmente no inverno: Sistemas Frontais e Polares; e no verão: a Zonas de Convergência Intertropical (ZCIT), Zona de Convergência do

Atlântico Sul (ZCAS), Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), Sistemas Convectivos Locais (SCL), bem como a ocorrência de chuvas torrenciais, já que o relevo no sudeste brasileiro se impõe como importante fator na organização climática dessa região.

Ituiutaba-MG, tem um dinâmica irregular quanto a distribuição das chuvas, por isso, suas médias mensais sofrerem alterações para mais ou para menos, devido aos padrões de circulação gerados na atmosfera que redistribuem de forma distinta, os elementos meteorológicos por todo o globo, tais como a própria precipitação, temperatura ou umidade, juntamente com os mecanismos atmosféricos. Para melhor compreensão de todo esse contexto, Dias e Silva (2009, p. 16) afirmam que

> A região tropical tem excesso de energia, ao passo que as regiões polares têm déficit de energia. Os fluidos, ar e água, encarregam-se de redistribuir o calor das regiões com excesso para as regiões com déficit de energia. A maneira como a atmosfera faz essa redistribuição é por meio de movimentos horizontais – os ventos – e de movimentos verticais (Dias; Silva, 2009).

Ressalta-se, também, que existem variações quanto a correlação espaço-temporal das chuvas conforme sua intensidade, duração e frequência, distinguindo-se de uma região para a outra tal como fatores regionais (dinâmicos) e locais (orientação e declividade), que refletem diretamente no total registrado durante o período da estação chuvosa.

No município de Ituiutaba-MG, a variabilidade ocorre em todo o ano e de um ano para outro, apesar de existir um padrão de chuvas para cada mês. Demonstra que tanto o início ou final de uma estação chuvosa tem aspectos inconstantes, apontando a importância dos estudos climatológicos associados a interpretação destes e outros elementos meteorológicos. Mendes e Queiroz (2010, p. 334) apontam estes aspectos

> As frentes frias, responsáveis pela maior parte das precipitações que ocorrem no município [...] possuem sua direção influenciada pela topografia, sob ação de ventos provenientes do quadrante norte, avança sobre Ituiutaba no sentindo Noroestes/Sudeste, aumentando o

> total das precipitações coincidindo com a direção das ZCAS na região, podendo influenciar nessa distribuição espacial das chuvas. (MENDES; QUEIROZ, 2010, p. 334).

De modo geral, a distribuição das chuvas no município de Ituiutaba-MG apresenta características instáveis quanto a uma possível regularidade seja mensal ou anual, já que a inserção do município em clima tropical e sua morfologia, interagem como elementos variantes.

2.2 Metodologia

A princípio foram extraídos dados meteorológicos diários e horários de precipitação, correspondente ao mês de dezembro de 2008, da Estação Meteorológica Automática de Ituiutaba (latitude 18° 57’ 10” S e longitude 49° 31’ 31” W e altitude de 560 metros), pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Cujo destaque deu-se aos dias 15 e 16, correspondente aos dias de maior acúmulo pluviométrico registrado em 12 horas de precipitação, sendo a análise dos dados referente ao dia 15 com início ás 17h da tarde e correspondente ao dia 16 finalizou ás 05h da manhã.

Aliado aos dados meteorológicos, foram utilizadas cartas sinóticas relativas aos dias analisados, obtidas na página de “Boletim Técnico” do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), e imagens de satélite, fornecidas gentilmente pelo Prof. Dr. Victor da Assunção Borsato, que possibilitou identificar o comportamento dos sistemas atmosféricos e quais influências tiveram sobre o evento extremo de precipitação.

E, para caracterizar quais consequências resultaram a cidade de Ituiutaba-MG com a ocorrência desse evento extremo de precipitação, buscou através da imprensa local relatos noticiados sobre as perturbações que resultaram ao município.

ISBN: 978-85-7282-778-2

3. Resultados e Discussões

De acordo com o regime pluviométrico do município de Ituiutaba-MG, seu comportamento pluviométrico tipicamente tropical é caracterizado por dois períodos bem definidos com durabilidade aproximada de seis meses cada, sendo: a) um período chuvoso com temperaturas elevadas, que persiste nos meses de outubro a abril, e b) um período seco com temperaturas mais baixas, entre os meses de maio a setembro.

Essa característica resulta em uma dinâmica pluviométrica irregular (Figura 02), tanto na distribuição espacial quanto sazonal o que influência diretamente na agricultura nesta região, ocasionando insuficiência hídrica. Variação esta, que se deve a configuração do relevo em chapadas de topos planos e vertentes alongadas, apresentando uma paisagem aplainada.

Figura 02: Médias pluviométrica mensais de Ituiutaba-MG (2000-2012)
Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), Org: FREITAS (2017)

Na estação chuvosa, dentre os meses que compreendem este período, os episódios pluviométricos mais notáveis ocorrem nos meses de dezembro com média de 246,6 mm e o mês de janeiro com média de 298,1 mm (FREITAS, 2017), compreendendo a maior parte da precipitação média anual no município, favorecendo a ocorrência de perturbações nas áreas afetadas quando o acúmulo de precipitação se tornam elevados.

De acordo com os parâmetros de classificação da Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA) e Defesa Civil de Minas Gerais (em seu Plano de Contingência no

período chuvoso), tais acúmulos, são originados por sistemas atmosféricos que tipicamente atuam sobre a região que abarca o município, influenciando na ocorrência de intensa atividade convectiva resultando em chuva forte (20,1 mm – 50,0 mm), muito forte (50,1 mm – 80,0 mm) e extremamente forte (>80,0 mm).

Assim como, o episódio de evento extremo de precipitação ocorrido entre os dias 15 e 16 de dezembro de 2008, cujo acúmulo pluviométrico durante 12h, resultou no valor de 131,2 mm de chuva (Figura 03) e casou ao município elevado contingente pluviométrico em curto um período de tempo.

Figura 03: Gráfico de precipitação (horária) entre os dias 15 e 16 de dezembro
Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), Org: FREITAS (2017)

O episódio que se iniciou as 17h da tarde do dia 15 e finalizou as 05h da manhã do dia 16, representou cerca de 22,1% do total de chuvas de dezembro, que atingiu 342,6 mm, sendo este total superior à média climatológica mensal para o mês. Observa-se através de imagem de satélite e carta sinótica do dia 15 (Imagem 01 e 02) e do dia 16 (Imagem 03 e 04), que o sistema responsável por este elevado acúmulo pluviométrico é a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), caracterizada por uma faixa densa de nebulosidade, atuante no verão do Hemisfério Sul e que influência as precipitações no Brasil (QUADRO, 1993).

No mês de dezembro, teve ocorrência de dois episódios de atuação desse sistema, sendo o primeiro entre os dias 12 a 20, e o segundo entre os dias 25 e 28; sendo o primeiro episódio de maior repercussão no município de Ituiutaba-MG.

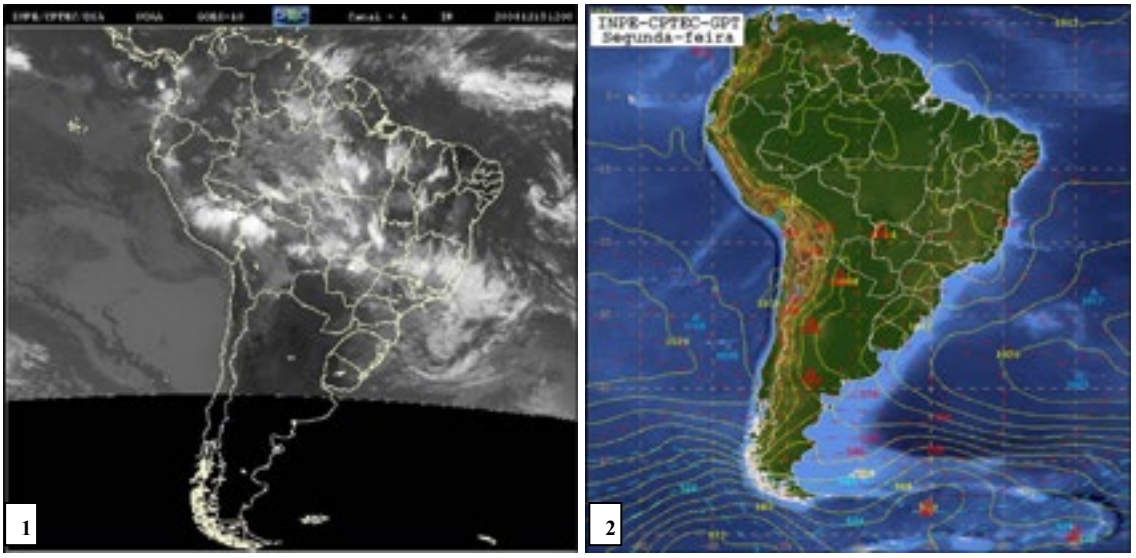


Imagem 1 e 2: Imagem de Satélite e Carta Sinótica do dia 15
Fontes: 1 - Acervo pessoal do Prof. Dr. Victor da Assunção Borsato; **2 -** Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC)

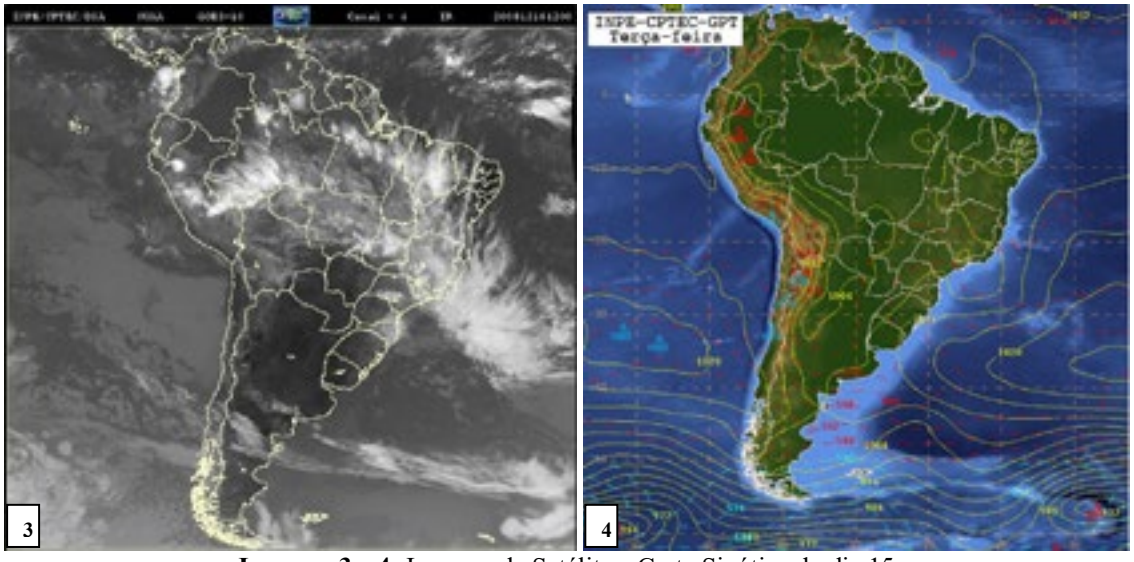


Imagem 3 e 4: Imagem de Satélite e Carta Sinótica do dia 15
Fontes: 3 - Acervo pessoal do Prof. Dr. Victor da Assunção Borsato; **4 -** Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC)

ISBN: 978-85-7282-778-2

A partir das imagens, nota-se que a faixa densa de nebulosidade, no sentido noroeste-sudeste (NW-SE), traz consigo grande volume de chuva, que foi registrado nos dias 15 e 16. O que gerou durante 12h um excedente nos valores coletados de precipitação, resultando em um evento extremo de pluviométrico, cuja intensidade e impactos provocados na superfície, provavelmente interferiu diretamente na sociedade, mas que não foram retratados pela impressa local, sem motivo aparente.

Mesmo sem esse relato específico, ao realizar um breve apanhado dos relatos divulgados pela impressa local, entre 2000 a 2012, nota-se que durante a estação chuvosa, especificamente quando há ocorrência de evento extremo de precipitação é comum ocorrer perturbações no município, como: -grande volume pluviométrico concentrado, resultando na interrupção de ruas e rodovias; chuvas intensas associadas a ventos fortes; -inundações de casas; -veículos arrastados pela enxurrada; -árvores arrancadas; e -alagamentos (FREITAS, 2017).

Aspectos que demonstram como o município de Ituiutaba-MG se mantém a mercê dos eventos extremos de precipitação e que as perturbações resultantes desses eventos, relatados anualmente pela impressa local, requer necessária atenção por parte do poder público, principal responsável pela manutenção dos atributos que contribuem para o bem-estar de toda a sociedade. Investindo melhor e de forma adequada seus recursos em infraestruturas que comporte as resultantes das diversas estações, sobretudo a chuvosa.

4. Considerações Finais

Os elementos meteorológicos climáticos têm provocado impactos na superfície que atingem a vida do homem de maneira direta e indireta. O aumento das ocorrências e intensidades de eventos extremos oriundos dos elementos e sistemas climáticos, trouxeram discussões acerca de apontamentos das ações antrópicas como principal causador dos cenários

ISBN: 978-85-7282-778-2

catastróficos no âmbito ambiental, decorrentes a crescente urbanização desordenada, das quais a própria sociedade está exposta.

Estes impactos, em função de sua magnitude, têm provocado enormes danos, além de perdas humanas e econômicas; têm sido retratados pela imprensa de forma controversa, pois ao mesmo tempo em que procuram informar, também, exploram o lado sensacionalista, culpando os "humores" do tempo e imprevisibilidade do clima. Por estes motivos, diversos estudos buscam conhecer quais as dimensões da relação homem versus natureza, no intuito de fundamentar possíveis adoções de medidas redução ou elimine possíveis danos socioambientais.

Desta forma, faz-se imprescindível compreender as dinâmicas atmosféricas através de dados meteorológicos como fontes que mapeiam informações diárias, mensais e anuais, de forma precisa e real. Contribuindo para as mais diversas elaborações de procedimentos que disponha da compreensão e interpretação das variáveis meteorológicas, como dinâmica das precipitações em seus diferentes espaços e frequências, associadas a outros sistemas, possibilitando projeções de cenários futuros possíveis.

Referências Bibliográficas

AB'SABER, A. N.; COSTA J. M. Contribuição ao estudo do Sudoeste Goiano. In: **Boletim Paulista de Geografia.** São Paulo: V.4, n.2. p 3-26. Disponível em: < http://www.agb.org.br/publicacoes/index.php/boletim-paulista/article/view/1402/1260>. Acesso em: 06 dez. 2018.

AMORIM, M. C. de C. T. Ritmo Climático e Planejamento Urbano. In: AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade et al (Org.). **Climatologia Urbana e Regional:** Questões teóricas e estudos de caso. São Paulo: Outras Expressões, 2013. p. 173-190.

CARVALHO, I. C. D. H. **Análise de recorrências de eventos de desastres naturais com base no Sistema Integrado de Informações Sobre Desastres (S2ID) e séries históricas de precipitação no Brasil**. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Geografia, UNB, 2018. p. 249.

DIAS, M. A. F. da S.; SILVA, M. G. A. Para entender tempo e clima. In: CAVALCANTI, Iracema Fonseca de Albuquerque et al (Org.). **Tempo e Clima:** No Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. p. 15-22.

ISBN: 978-85-7282-778-2

DOURADO, C.S. **Mineração de dados climáticos para análise de eventos extremos de precipitação**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Agrícola da Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas/UNICAMP, Campinas-SP. 2013.

FREITAS, L. C.de. **A influência da Zona De Convergência Do Atlântico Sul (ZCAS) nas precipitações em Ituiutaba-MG**. 2017. 41 f. TCC (Graduação) - Curso de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Ituiutaba, 2017.

INMET. **Estações Automáticas**. Disponível em: <www.inmet.gov.br>. Acesso em: 25 nov. 2018.

INPE/CPTEC. **Boletim Técnico**. Disponível em: <http://tempo.cptec.inpe.br/boletimtecnico/pt>. Acesso em: 08 dez. 2018.

MARCELINO, E. V. **Desastres Naturais e Geoteconologias:** Conceitos Básicos. Caderno Didático nº 1. INPE/CRS, Santa Maria. 2008.

MARENGO, J.A. et al. **Eventos extremos em cenários regionalizados de clima no Brasil e América do Sul para o Século XXI:** Projeções de clima futuro usando três modelos regionais. Relatório 5, Ministério do Meio Ambiente (MMA), Secretaria de Biodiversidade e Florestas (SBF), Diretoria de Conservação da Biodiversidade (DCBio). Mudanças Climáticas Globais e Efeitos sobre a Biodiversidade - Subprojeto: Caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI. Brasília. 2007.

MARENGO, J.A.; NOBRE, C. **Clima da Região Amazônica**. In: CAVALCANTI, N.J.; et al. (Org.). Tempo e clima no Brasil. 1.ed. São Paulo: Oficina de Textos. 2009. pp. 198-212.

MENDES, P. C.; QUEIROZ, A. T. de. Caracterização climática do município de Ituiutaba-MG. In: PORTUGUEZ, Anderson Pereira; MOURA, Gerusa Gonçalves; COSTA, Rildo Aparecido. **Geografia do Brasil Central:** Enfoques teóricos e particularidades regionais. Uberlândia: Assis, 2011. p. 333-353.

QUADRO, M. F. L. de. **Estudo de episódios de Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) sobre a América do Sul**. 1994. 124 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Meteorologia, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1993.

QUEIROZ, A. T.; COSTA, R. A. Caracterização e variabilidade climática em séries de temperatura, umidade relativa do ar e precipitação em Ituiutaba – MG. **Caminhos de Geografia**, v. 13, n. 43, p. 346-357, 2012. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/viewFile/19555/10537>. Acesso em: 06 dez. 2018.

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

A GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

Murilo da Costa Ruv Lemes [(a)], Michelle Simões Reboita [(b)], Roger Rodrigues Torres[(c)]

[(a)] Instituto de Recursos Naturais/Universidade Federal de Itajubá, murilo.ruv@gmail.com

[(b)] Instituto de Recursos Naturais/Universidade Federal de Itajubá, mireboita@gmail.com

[(c)] Instituto de Recursos Naturais/Universidade Federal de Itajubá, torres.fisico@gmail.com

Eixo: A climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo/

Como o estado de São Paulo possui diferentes características físicas, que incluem serras, planícies, planaltos, depressões e variados tipos de vegetação, esse estudo tem como objetivo relacionar a influência dos elementos fisiográficos na distribuição espacial da precipitação. Para tanto, foram utilizados dos dados de relevo e vegetação do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e dados pluviométricos do Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo (DAEE). Entre os resultado têm-se que o litoral paulista, que é cercado pela Serra do Mar apresenta os maiores totais anuais de precipitação no estado, em decorrência da brisa marítima e da influência de brisa vale-montanha favorecida por tal serra. Já o interior do estado apresenta os menores totais pluviométricos e associado a isso, têm-se uma vegetação mais rasteira, acompanhada de solo exposto em alguns casos.

Palavras chave: Clima, São Paulo, Relevo, Vegetação

1. Introdução

O relevo do estado de São Paulo é constituído por serras, planaltos, planícies e depressões ao longo de 248.209 km^2, com sua capital situada a 750 m acima do nível do mar no Planalto Atlântico, localizado entre a Serra da Mantiqueira e o Vale do Paraíba (AZEVEDO; 1958). A região litorânea é cercada pela Serra do Mar que se estende numa faixa latitudinal cerca de 1.500 km, apresentando altitudes ente 900 e 1500 m. Já o centro do estado é formado pela depressão periférica, em que há algumas serras que formam as Cuestas Basálticas (Serra de Franca, cerca de 1.100 m) (VIDAL-TORRADO et al., 2000).

A vegetação, assim como as características altimétricas, são variadas ao longo de todo o estado. Ross e Moroz (1993) caracterizaram a vegetação através de domínios morfoclimaticos, com o objetivo de enfatizar as peculiaridades de cada área. As vegetações mais densas e arbóreas acompanham os relevos mais altos, como a Serra da Mantiqueira e Planto Atlântico (possuindo a serra do Mar como uma sub classificação). No oeste do estado, onde predomina o Planalto Ocidental, com altitudes que não ultrapassam 500 m, há alguns trechos de cerrado. (KRONKA et al, 2005). Já no litoral predomina a Mata Atlântica, com densas florestas no trecho da Serra do Mar até a região costeira.

As características fisiográficas apresentadas se relacionam direta ou indiretamente com o regime de precipitação sazonal e anual do estado de São Paulo. O estado, de maneira geral, possui regime bem definido de chuvas ao longo do ano. A estação chuvosa tem início no final de outubro e vai até início de abril; já a estação seca ocorre nos demais meses (COELHO et al.; 2015). Durante a estação chuvosa, a umidade sobre o estado é proveniente do oceano Atlântico pelo transporte realizado pelos ventos da Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) e do região norte do país pelo transporte pelo Jato de Baixos Níveis a leste dos Andes (JBN)(ARRAUT; SATYAMURTY, 2009;REBOITA et al, 2010). Durante a estação chuvosa, o transporte de umidade pelo JBN é de grande importante para a chuva no interior

ISBN: 978-85-7282-778-2

do estado, já que a região litorânea tem maior disponibilidade de umidade pela influenciada brisa marítima. Além disso, a Serra do Mar também propicia a circulação de vale-montanha que associada com a circulação de brisa marítima contribui para a formação de nuvens e precipitação no litoral. Ressalta-se que , a Serra do Mar não atua como bloqueio para a umidade oceânica. Estudos como o de Oliveira et al (1993) mostram que a brisa marítima consegue chegar até a capital do estado (que está a cerca de 80 km da costa) favorecendo a precipitação. Durante a estação seca, a precipitação no estado é decorrente em grande parte da passagem de sistemas frontais (DAMETTO; DA ROCHA, 2006).

Como há poucos estudos sobre a descrição dos elementos fisiográficos e a distribuição espacial da precipitação do estado de São Paulo, esse constitui o objetivo do presente estudo.

2. Materiais e Métodos

2.1. Dados

Dados diários de precipitação foram obtidos do site do Departamento de Água e Esgoto do estado de São Paulo (DAEE) (http://www.hidrologia.daee.sp.gov.br/) no período abril até junho de 2018. Obtiveram-se dados de 400 postos pluviométricos (PP) distribuídos pelo estado com a série temporal do período de janeiro de 1990 até dezembro de 2017. Já a base de dados fisiográficos foi adquirida tanto do banco de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (Vegetação), quanto do banco de dados do estado de São Paulo, DataGeo (http://datageo.ambiente.sp.gov.br/) (esse de manipulação da Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo) (Relevo), ambos apresentam 5 km de resoluções e tiveram a última atualização em 2010.

2.2 Controle de qualidade

ISBN: 978-85-7282-778-2

De posse dos dados de precipitação, foi realizado um controle de qualidade desses dados segundo Reboita et al (2002), que consistem na identificação de dados errôneos, faltantes e homogeneidade das séries temporais.

2.3 Identificação de dados errôneos e Preenchimento de Falhas

O primeiro passo que deve ser levado em consideração no controle de qualidade é a identificação de dados considerados errôneos, ou seja, valores que uma dada variável não pode assumir. Volumes de precipitação acima de 300 mm em 24 horas, são exemplos de dados errôneos. Esses erros podem ser decorrentes da má calibração de instrumentos ou defeito.

Na presença desses erros, os dados foram substituídos por de PP vizinhos, seguindo a metodologia descrita por Reboita et al. (2010). Nessa etapa, também foram usados dados de precipitação disponíveis pela Agência Nacional de Águas (ANA) para a substituição de erros grosseiros ou preenchimento de falhas.

2.4 Teste de Homogeneidade

Após a verificação de erros grosseiros e de preenchimento de falhas foi utilizado o teste de Rodionov (RODIONOV, 2004) para analisar a homogeneidade das séries temporais, isto é, para identificar possíveis descontinuidades nas séries temporais. A Figura 1, exemplifica o teste.

ISBN: 978-85-7282-778-2

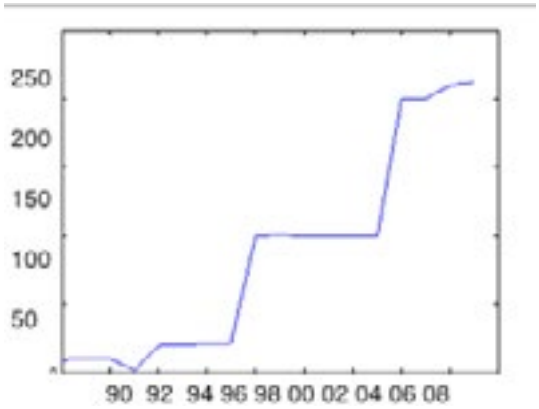


Figura 1- Exemplo do teste de homogeneidade aplicado numa série de precipitação construída para mostrar a eficiência do teste de Rodionov.

Há dois grandes saltos na série temporal da Figura 1, um no ano de 1997 e outro no ano 1998. Esse salto vai de 22 mm para 100 mm, significando que a série não é homogênea. PP com ausência de homogeneidade foram excluídos. No presente estudo, foram 6 PP excluídos.

Após a aplicação do controle de qualidade, dos 400 PP obtidos, 70 foram descartados devido a erros grosseiros ou por falta de homogeneidade. Assim, o estudo foi realizado com 330 PP.

2.5 Cálculo das Médias

Após o controle de qualidade dos dados, foram calculados totais mensais e médias mensais climatológicas para os 330 PP espalhados por todo estado. Para especializar as informações a interpolação usada foi a de ‘Krigging”, Krigagem no português, que consiste em um método de regressão usado em geoestatística para interpolar dados, ou aproxima-los. Quanto mais próximo um PP estiver do ponto de grade definido na malha, sua interferência será maior (ZIERMANN, et al. 2012), portanto, quanto maior o número de PP, melhor a representação espacial da variável em estudo.

ISBN: 978-85-7282-778-2

2.6 Informações fisiograficas

Dados de relevo foram obtidos através de um *Raster (*imagens que possuem descrição por pixel), por um Modelo Digital de Elevação (MDE). O *Raster* foi tratado e plotado no software QGIS para a visualização. Já os dados de vegetação, foram adquiridos na versão shapefile, com isso, estava pronto para ser plotado, apenas algumas modificações visuais foram necessárias. O mapa do relevo foi tratado e categorizado de acordo com as informações embutidas no MDE.

3. Resultados

3.1 Relevo e Vegetação

Os aspectos físicos do estado de São Paulo são importantes para identificar características que possam influenciar a distribuição espacial das chuvas nessas regiões. Para isso, inicialmente são analisados mapas de vegetação e relevo.

A Figura 2 mostra o relevo do estado de São Paulo, que é composto por quatro unidades: planícies litorâneas, planaltos, serras e depressões (ROSS, MOROZ; 2011). Na faixa litorânea (Figura 2) localiza-se a planície litorânea que é circundada a oeste pela Serra do Mar (terras mais altas do estado, com trechos que chegam a mais de 2.000 m de altitude). Os planaltos (superfícies elevadas e planas em sua maioria) localizam-se no leste do estado, exceto na região litorânea. Por fim, as depressões (relevo com irregularidade e altitudes baixas) abrangem a porção central do estado, sendo cercada a oeste pelas Cuestas Basálticas (serras com máximo 1.100 m de altitude) e a leste pelo planalto Atlântico. A oeste do estado, onde estão localizados o vale do Médio Tietê, Paranapanema e Mogi-Guaçu.

O setor Sudeste do estado é demarcado pelo resquício de Mata Atlântica (Figura 2), ou floresta Atlântica, embora há presença da Mata dos Pinheiros, devido ao relevo de maior altitude na porção da Serra da Mantiqueira Paulista. Na parte central do estado predomina

ISBN: 978-85-7282-778-2

atividade agrícola. Em contraste com essas áreas, encontram-se o cerrado, acompanhando as regiões das Serras dos Agudos e Mirantes ao sul, além da Serras do Tabuleiro, Jaboticabal e Batatas ao Norte. Mata Caducifólia (nordeste), caracterizada por ser uma mata densa, encontrada em transições de biomas que, por sua vez, perdem suas folhas em uma determinada estação do ano. A região que predomina a Mata Caducifólia possui dois parques estaduais, o Parque Estadual do Morro do Diabo, localizado próximo ao munícipio Euclides da Cunha Paulista e o Parque Estadual do Aguapeí no município de Monte Castelo.

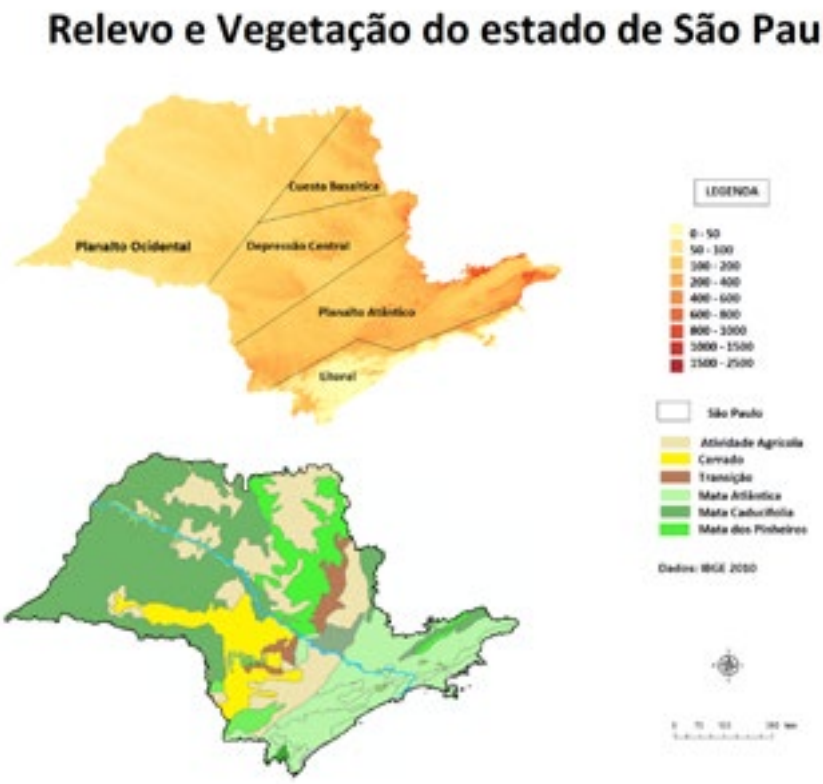


Figura 2 - Relevo e Vegetação do estado de São Paulo.

3.2 Precipitação

O estado de São Paulo possui precipitação com ciclo sazonal bem definido. Tem-se maior volume nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro (verão austral) em razão do transporte de umidade oriundo da Amazônia e também da posição do ASAS mais para o centro do oceano (esse último contribuindo também para os maiores acumulados do estado na faixa litorânea). No verão (Figura 3a), identifica-se duas áreas com maior precipitação no estado e uma na Serra da Mantiqueira e Serra do Mar, na porção leste do estado, com um acumulo de 800 a 900 mm no trimestre, e a outra na Serra de Franca e Serra dos Batatais a norte do estado, também com acumulado superior a 800 mm. O relevo elevado nessas regiões parece contribuir para os totais elevados de precipitação. Além disso, sugere que nessas regiões de mata, a umidade armazenada nelas favoreça a formação de nuvens durante os processos convectivos diários. No inverno, a precipitação é reduzida em todo o estado (Figura 3c), pois o aquecimento radiativo (o que enfraquece a convecção diurna) é enfraquecido bem como o suprimento de umidade (REBOITA et al., 2010). Na porção sul e leste do estado são registrados os maiores totais de precipitação no inverno, fato associado com a influência da maritimidade em que as brisas marítimas contribuem para o transporte de umidade, bem como pela influência da Mata Atlântica (que também atua como provedora de umidade). Além disso, há a passagem frentes frias que ajudam a organizar a precipitação (ESCOBAR, SOUZA; 2016).

ISBN: 978-85-7282-778-2

Figura 3 - Média sazonal da precipitação para o estado de São Paulo.

O regime anual de precipitação no estado (Figura 4), mostra um gradiente de precipitação reduzindo do litoral para o interior do estado. A influência da fisiografia na precipitação aparece de forma mais clara quando são analisados os totais anuais dessa variável. Os maiores acumulados de precipitação ocorrem na faixa litorânea, fato associado com a presença da Serra do Mar e do efeito de maritimidade. Adentrando ao território, a precipitação diminui. A porção norte do estado é a segunda a apresentar maior pluviosidade anual, que em parte é auxiliada pelo ambiente da Mata dos Pinheiros e o efeito da topografia acidentada das Cuestas Basalticas. O oeste do estado tem os menores acumulados. Essa é uma região com menores altitudes (máximo de 500 m) e voltada para a atividade agropecuária, seu solo, em sua maior parte, é exposto, em função desse manejo (como mostra a Figura 2).

ISBN: 978-85-7282-778-2

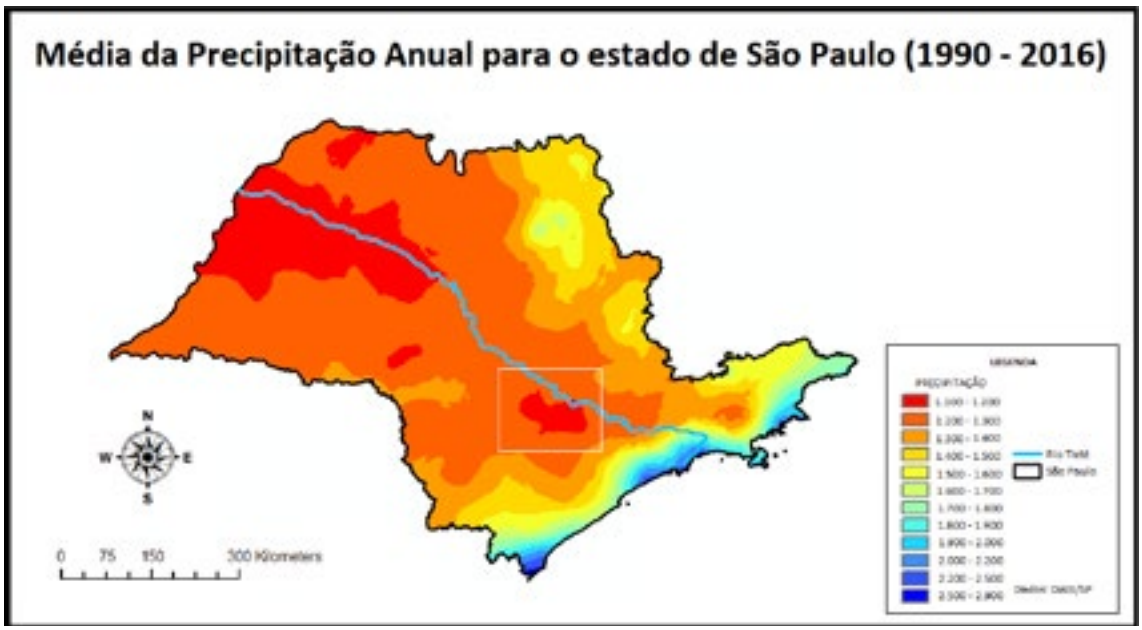


Figura 4- Média da precipitação anual para o período de 1990 a 2016 no estado de São Paulo.

3.3 Ação humana no clima urbano

O estudo da precipitação em qualquer região não pode ser desvinculado das características fisiográficas, como mostrado nas seções anteriores. Portanto, a atividade humana alterando o uso e ocupação do solo (como por exemplo a urbanização, BLAIN; PICOLI; LULU, 2009) pode levar a mudanças na precipitação e outras variáveis atmosféricas. Entretanto, também se destaca que a mudança no uso e ocupação do solo em áreas remotas a de estudo podem interferir no clima dessa última. Estudos têm indicado que o desmatamento na Amazônia implicará na redução do transporte de umidade da floresta para os subtrópicos (NOBRE; LOVEJOV, 2018). Isso afetará a precipitação no estado de São Paulo, já que grande parte das chuvas ao longo do verão na região sudeste do Brasil são favorecidas pelo transporte de umidade da Amazônia (ARRAUT; SATYAMURTY, 2009; RUV LEMES et al., 2017).

ISBN: 978-85-7282-778-2

As regiões de florestas no estado de São Paulo também possuem um importante papel para o armazenamento de água no solo, o que não ocorre em regiões totalmente urbanizadas em que há predomínio de asfalto, por exemplo. Chuvas convectivas necessitam de fonte de umidade para desenvolverem-se. Nos centros urbanos, a falta de áreas vegetadas e o predomínio da massa asfáltica justificam a ocorrência do fenômeno ilha de calor (PERES et al., 2017). Esse fenômeno é caracterizado pelo aumento da temperatura do ar em regiões urbanas, diferenciando em até 6º C a temperatura em relação às áreas rurais (LYRA et al., 2018). Em alguns locais, como na capital do estado de São Paulo, o efeito da ilha de calor associado com a brisa marítima (OLIVEIRA; BORNSTEIN; SOARES, 2003) as características da atmosfera no verão implica na ocorrência de tempestades muitas severas (LYRA et al., 2018). Isso afeta a população devido à ocorrência de inundações e deslizamentos de terra. Portanto, destaca-se a necessidade de conservação do ambiente natural. Por exemplo, Acova; Cicco; Rocha (2003) destacam que a Mata Atlântica desempenha a função de proteção do solo, evitando que as chuvas mais intensas precipitem diretamente no solo, protegendo-o contra o processo de erosão.

4. Conclusão

O presente trabalho apresentou a climatologia sazonal e anual de precipitação no estado de São Paulo computada no período de 1990 a 2016. Além disso, apresentou alguns aspectos fisiográficos do estado em termos de relevo e vegetação a fim de mostrar associação com a distribuição espacial da precipitação. As áreas que apresentam pouca vegetação, seja ela arbórea, ou rasteira, são áreas com menores totais anuais de precipitação, como a região oeste do estado. Entretanto, os reduzidos totais pluviométricos também são devido à distância do oceano. Já as áreas mais próximas ao litoral têm suprimento de umidade proveniente do oceano. É notória a importância das áreas mais vegetadas (Mata Atlântica e Mata dos Pinheiros) para os regimes de precipitação, especialmente durante o verão, época que as chuvas convectivas dependem também da umidade local. A partir desse fato, a preocupação

ISBN: 978-85-7282-778-2

com essas áreas é de extrema importância para a preservação dos mecanismos atmosféricos em questão, para que todo o ciclo anual da precipitação não seja afetado pela ação antrópica.

Agradecimentos

Agradeço a CAPES, pelo financiamento da pesquisa.

Referências Bibliográficas

ARCOVA, F, C, S; CICCO, V; ROCHA, P, A, B. Precipitação efetiva e interceptação das chuvas por floresta de Mata Atlântica em uma microbacia experimental em Cunha – São Paulo. **Revista Árvore,** 2003 (março-abril). São Paulo, ISSN: 0100-6762.

ARRAUT, J. M.; SATYAMURTY, P. Precipitation and water vapor transport in the Southern Hemisphere with Emphasis on the South American Region. **Journal of Applied Meteorology and Climatology**, v. 48, p. 1902-1912, Março 2009.

AROLDO, A; A cidade de São Paulo: Estudos de Geografia Urbana. **Associação dos Geógrafos Brasileiros Sessão Regional,** São Paulo, V: 3-4, p: 5 – 40, Abril 1958.

BLAIN, G, C; PICOLI, M, C, A; LULU, J. Análises estatísticas das tendências de elevação nas séries anuais temperatura mínima do ar no Estado de São Paulo. **Bragantia**, v: 68, p.807-815, 2009, Campinas – SP.

COELHO, C. A. S; CARDOSO, D. H. F; FIRPO, M. A. F; 2015: Precipitation diagnostics of an exceptionally dry event in Sao Paulo, Brazil. ***Theoretical and Applied Climatology***, Vol. **1**, p. 1.

DAMETTO, Guilherme Santini; ROCHA, Rosimeri Porfírio da. Características climáticas dos sistemas frontais na cidade de São Paulo.**Anais..** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 2006.

INSTITUO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2018. Disponivel em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 05 Junho 2018.

KRONKA, F; NALON, M; KANASHIRO, M, M; WANE, M, S; LIMA, L, M, P; GUILLAUMON, J, R; BARRADAS, A, M; PAVÃO, M; MANETTI, L, A; BORGO, S, C. Monitoramento da Vegetação Natural e do Reflorestamento do Estado de São Paulo. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, XII., 2005. São José dos Campos-SP. **Anais...**

LYRA, A., T A V ARES, P ., CHOU, S. C., SUEIRO, G., DERECZYNSKI, C., SONDERMANN, M., . . . GIAROLLA, A. (Abril de 2018). Climate change projections over three metropolitan regions in Southeast Brazil using the non-hydrostatic Eta regional climate model at 5-km resolution. *Theoretical and Applied Climatology, 132*(1), 663–682.

NOBRE, C; LOVEJOV, T, E. Amazon tipping point. ***Science Advances***. Vol: 4, n:2, 2018 February 21, DOI:10.1126/sciadv.aat2340.

OLIVEIRA, A, P; BORNSTEIN, R. ; SOARES, J. . Annual and diurnal wind patterns in the city of São Paulo.. **Water, Air and Soil Pollution**, Netherlands, v. 3, p. 3-15, 2003.

PERES, L. F; Lucena, Andrews José de ; ROTUNNO FILHO, Otto Correa ; FRANÇA, J. R. A. . The urban heat island in Rio de Janeiro, Brazil, in the last 30 years using remote sensing data. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, v. 64, p. 104-116, 2018.

ROSS, J, L, S; MOROZ, I, C; Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo. **Revista do Departamento de Geográfia**, São Paulo. v: 10, p 41 – 58, 2011.

REBOITA, M. S.; GAN, M. A.; AMBRIZZI, T. Regimes de precipitação na América do Sul: uma revisão bibliográfica. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São José dos Campos, v. 25, p. 185-204, Junho 2010. ISSN 2.

RODIONOV, S. N. A sequential algorithm for testing climate regime shifts. Geophys. Res. Lett., 31, L09204, 2004.

RUV LEMES, M. C., SAMPAIO, G. O., FISCH, G., TEDESCHI, R. G. Analysis of moisture transport from Amazonia to the. **Chycle SCI Forum**, *1*, p. 1 – 8, 2017.

SILVA DIAS, P.; CARVALHO, L.; SILVA DIAS , M. Changes in extreme daily rainfall for São Paulo, Brasil. **Climate Change**, São Paulo, v. I, n. 116, p. 706 - 722, Junho 2012. ISSN DOI 10.1007/s10584-012-0504-7.

SOUZA, A, C; ESCOBAR, G, C, R; Caracterização de Sistemas Frontais em Latitudes Tropicais e Subtropicais da América do Sul. Cachoeira Paulista, INPE 2016.

OLIVEIRA, A. P. de; FITZJARRALD, D. R. The Amazon River Breeze and the Local Boundary Layer: I – Observations. Boundary Layer Meteorology, v. 63, n. 1-2, p. 141-162, 1993.

VIDAL-TORRADO, P; LEPSCH, I. F; CASTRO, S. S; COPER, M;. Pedogênese em uma seqüência Latossolo-Podzólico na borda de um platô na depressão periférica paulista. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v. 23, n. 4, 1999.

ZIERMANN, R. H. et al. Redução de escala de dados de vento de modelos regionais para modelos de dispersão atmosférica. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São Paulo, v. 27, n. 1, p. 23 - 30, Agosto 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

ESTUDO DE CASO SOBRE O TORNADO REGISTRADO PRÓXIMO AO AEROPORTO DE BRASÍLIA - DF NO DIA 01/10/2014

Julio Eduardo Mafra Ribeiro(a), Yasmin Carvalho Paniago(b), Rafael Rodrigues da Franca(c)

(a) Departamento de Geografia/ Universidade de Brasília, julioedumr@gmail.com

(b) Departamento de Geografia / Universidade de Brasília, paniago.y@gmail.com

(c) Professor Adjunto, Departamento de Geografia, Universidade de Brasília, rrfranca@unb.br

Eixo: A climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais.

Resumo

Os tornados são eventos climáticos extremos e, apesar de terem curto tempo de duração, quando formados sobre áreas urbanas causam grandes transtornos e prejuízos econômicos. Em 1º de outubro de 2014 tal fenômeno ocorreu próximo ao Aeroporto Internacional de Brasília – Distrito Federal (DF), o que motivou a busca pela compreensão de sua gênese e consequências. Foram coletados dados de três estações meteorológicas próximas ao aeroporto, disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e por um serviço de dados climatológicos, chamado *Wunderground*. Os dados levantados e analisados são das variáveis atmosféricas temperatura, umidade relativa e velocidade dos ventos, além de relatos e notícias da época. Pela escala Fujita (que classifica a intensidade dos tornados pela sua velocidade/hora) foi possível verificar a categoria de impacto do fenômeno no espaço geográfico do DF.

Palavras chave: tornado; Brasília; microescala; escala local/mesoclima;

1.Introdução

Em 01/10/2014 foi registrado um evento meteorológico raro em Brasília: um tornado em uma área descampada próxima ao Aeroporto Internacional de Brasília. Este fenômeno, que pode ser considerado um evento climático extremo, é definido como uma grande coluna de ar que se estende até o solo, girando e se deslocando de maneira muita rápida. Essa coluna tem diâmetro de cerca de 100 a 600 m, algumas com poucos metros de largura e outras podem exceder a 1.600 m. Deslocando-se a uma velocidade de 30 a 60 km/h, o vento dentro de um tornado pode ultrapassar 450 km/h, sendo considerado o mais destruidor de todos os

fenômenos atmosféricos locais. Embora sua área afetada seja restrita. (MARCELINO, 2003 *apud* STEINKE, 2012)

Esse evento não é inédito no Brasil, sendo mais comum na região Sul do país, onde se encontra o chamado corredor dos tornados da América do Sul. O choque frequente entre massas de ar oriundas da Amazônia (quentes e úmidas) e da Patagônia (frias e secas) criam as condições ideais para a formação de supercélulas (AMARAL; GUTJAHR, 2011).

O tornado se define como uma coluna de ar giratória (figura 01) pendente de uma supercélula chamada Cúmulo Nimbus (Cb) e o movimento em rotação se origina do encontro de fortes correntes de ar em direções opostas que ocorrem dentro do Cb. A partir desse movimento ocorrem tempestades severas, ventos fortes (microexplosão), raios e granizo (MARCELINO, FERREIRA, CONFORTE, 2003).

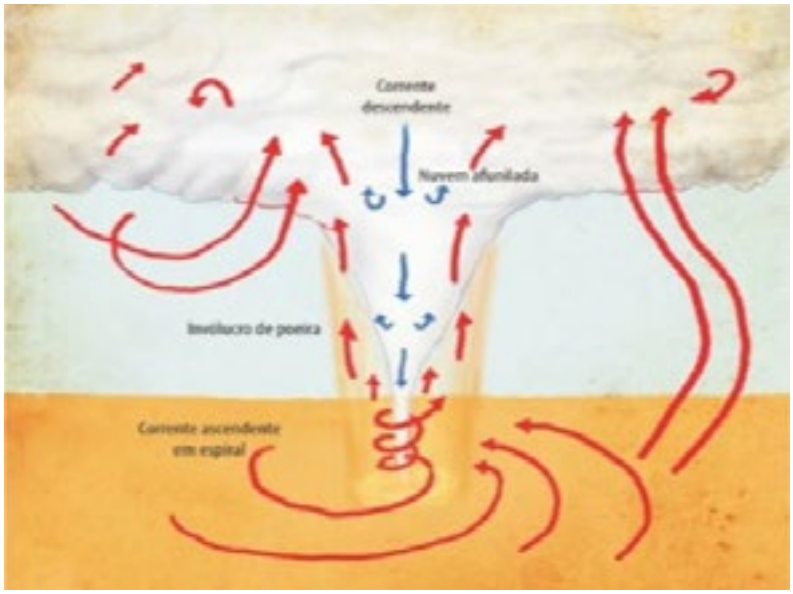


Figura 01: representação da formação do afunilamento de um tornado
(Fonte: Climatologia Fácil. Oficina de Textos, São Paulo, 144 p.)

1.1- Objetivo

Este trabalho tem como objetivo apresentar um estudo de caso sobre um tornado que ocorreu próximo ao Aeroporto Internacional de Brasília no dia 01/10/2014, analisar a gênese do fenômeno, as condições atmosféricas de meso e microescala associadas à sua ocorrência e seus impactos em diversos aspectos no espaço geográfico do Distrito Federal.

2. Materiais e Métodos

O Distrito Federal está localizado no Planalto Central do Brasil, na latitude: 15° 46.7832' S e longitude: 47° 55.7832', abrangendo uma área de 5.779,997 km² de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A região é drenada por três das principais bacias hidrográficas do Brasil – Paraná, Tocantins-Araguaia e São Francisco (figura 2).

Figura 2: Mapa com as unidades hidrográficas do DF e suas bacias. (Fonte: SEGETH)

Foram analisados dados de três estações meteorológicas localizadas próximas à área de ocorrência do fenômeno: a primeira no Sudoeste, região central de Brasília, a segunda no Roncador, na Região Administrativa de São Sebastião, e a terceira no Aeroporto Internacional de Brasília, no Lago Sul, próximo de onde o tornado foi observado. As estações do Roncador e do Sudoeste estão, respectivamente, a cerca de 8.1 km e 8.2 km de distância do Aeroporto Internacional de Brasília. Os dados da estação do Aeroporto foram de grande relevância na análise horária no comportamento das variáveis atmosféricas no dia do evento. O local do incidente (figura 3) fica a aproximadamente 5,8 Km do centro de Brasília.

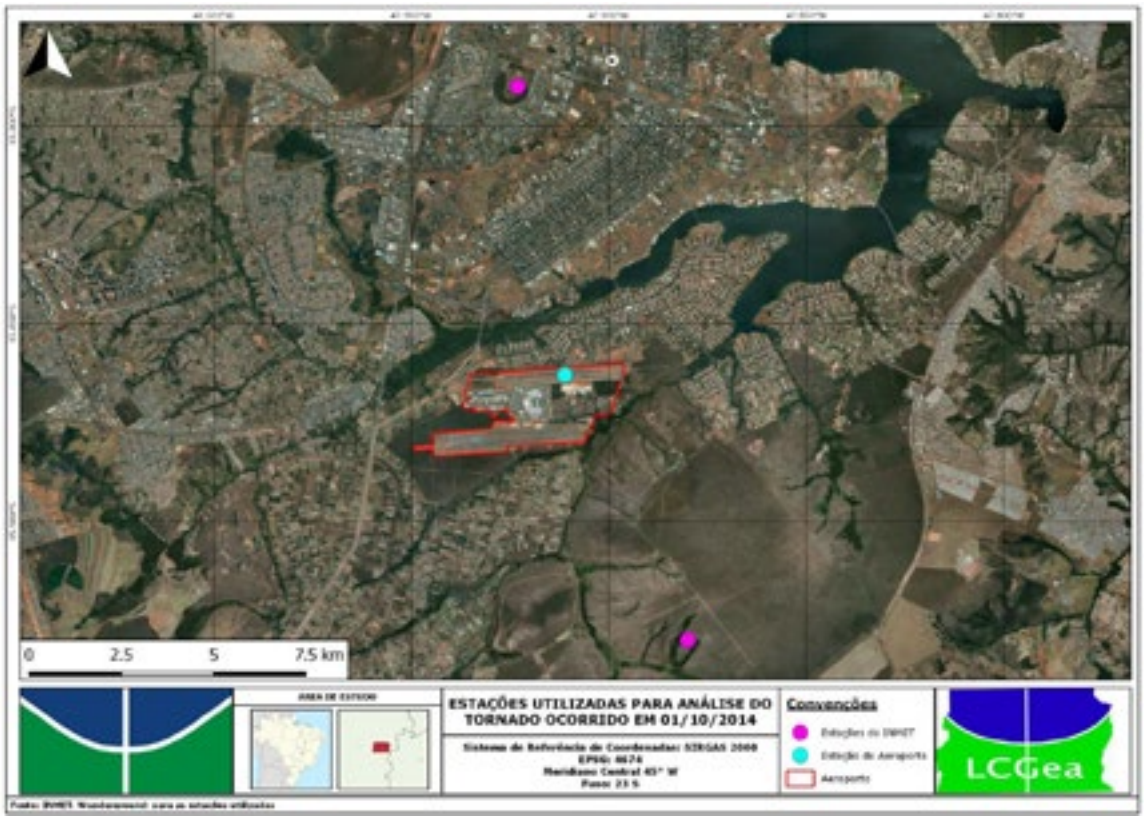


Figura 3**:** Imagem de satélite da área do Distrito Federal onde ocorreu o fenômeno, com destaque para as estações meteorológicas consultadas. (Fonte: INMET)

Os dados das estações do Sudoeste e do Roncador foram obtidos a partir do BDMEP (Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa), o banco de dados do INMET (Instituto Nacional de Meterologia), disponíveis no site (http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/).

Já os dados referentes à estação meteorológica do Comando da Aeronáutica, localizada no sítio aeroportuário próximo ao local de ocorrência do foram obtidos no site W*underground* (https://www.wunderground.com/history/daily/br/brasilia/SBBR/date/2014-10-1), que disponibiliza um banco de dados virtual e gratuito com informações de estações meteorológicas em aeroportos do mundo todo.

As variáveis atmosféricas levantadas foram a temperatura do ar, a velocidade dos ventos, e a umidade relativa do ar. O período da análise local foi de 28/09/2014 até o dia da ocorrência do fenômeno, 01/10/2014. Já a análise horária foi realizada apenas no dia do ocorrido.

Os dados referentes aos impactos associados ao evento ocorridos no Distrito Federal foram obtidos em notícias publicadas em sites de jornais, revistas, fotografias e vídeos da época, que descreveram as conseqüências da precipitação pluvial e dos fortes ventos associados ao fenômeno. Por fim, foi consultada a escala Fujita para classificação quanto à sua intensidade.

3.Resultados e Discussões

As tabelas 01 e 02 a seguir reúnem, respectivamente, dados das variáveis meteorológicas das estações do Roncador e do Sudoeste. Como pode ser notado, os dados dessas estações não exibem grandes distúrbios ou perturbações no dia da ocorrência do evento, o que revela o caráter microescalar do fenômeno, que atingiu uma área muito restrita.

Tabela 1: Estação do Roncador, localizada próxima a São Sebastião (Fonte: INMET)

Estação	Data	Precipitação (mm)	Temperatura Mínima (ºC)	Temperatura (°C)	Temperatura Máxima (ºC)	Umidade Relativa (%)	Velocidade do Vento Média (km/h)
1547026	28/09/14	0	18.8	25.14	33.4	41.75	18
1547026	29/09/14	0	21.1	25.88	33.6	40.75	3.6
1547026	30/09/14	0	19.4	24.02	32.4	70.75	1.2
1547026	01/10/14	11.8	18.5	23.54	32.9	83.5	1.2

Em ambas estações, o volume de precipitação pluvial acumulado no dia do tornado parece irrelevante – 11,8 mm no Roncador e apenas 0,3 mm no Sudoeste. A velocidade média dos ventos também não chama atenção: 1.2 km/h no Roncador e 4 km/h no Sudoeste. Os dados indicam temperaturas elevadas e baixa umidade relativa do ar nos dias que antecederam o evento, condições meteorológicas altamente favoráveis à formação de tornados.

Tabela 2: Estação de Brasília, localizada na sede do INMET no Sudoeste (Fonte: INMET)

Estação	Data	Precipitação (mm)	Temperatura Mín (ºC)	Temperatura (°C)	Temperatura Máxima (ºC)	Umidade Relativa (%)	Velocidade do Vento Média (km/h)
1547004	28/09/14	0	19.3	25.86	32.5	33	4.2
1547004	29/09/14	0	19.6	25.76	32.8	36.75	6
1547004	30/09/14	0	20.3	24.32	31	61	7.2
1547004	01/10/14	0.3	18	24.08	33	74	4

Já a estação localizada no Aeroporto Internacional de Brasília, próximo de onde ocorreu o evento, se comportou de maneira bastante distinta, já que entre 14 h e 15 h é possível notar expressiva intensificação na velocidade dos ventos (72 km/h às 14:30). A tabela 03 abaixo apresenta dados horários nesse local.

Tabela 3: Estação Meteorológica da Aeronáutica localizada no aeroporto (Fonte*: Wunderground.)*				
Horário (h)	**Temperatura (°C)**	**Vento**	**Velocidade do Vento (km/h)**	**Umidade Relativa do Ar (%)**
7h	20 °C	CALMO	0 KM/H	78,00%
8h	24 °C	LESTE-NORDESTE (ENE)	7 KM/H	61,00%
9h	27 °C	SUL	4 KM/H	51,00%
10h	29 °C	LESTE	13 KM/H	40,00%
11h	31 °C	LESTE	15 KM/H	35,00%
12h	33 °C	NORTE-NORDESTE (NNE)	17 KM/H	28,00%
13h	32 °C	LESTE	11 KM/H	31,00%
14h	33 °C	OESTE-SUDESTE (WSW)	11 KM/H	34,00%
14h25	26 °C	SUL-SUDOESTE (SSW)	33 KM/H	57,00%
14h30	20 °C	LESTE	72 KM/H	88,00%
14h40	21 °C	OESTE-SUDESTE (WSE)	26 KM/H	78,00%
14h55	22 °C	SUL	61 KM/H	69,00%
15h	20 °C	LESTE	70 KM/H	78,00%
15h28	20 °C	OESTE	15 KM/H	78,00%
16h	21 °C	OESTE	17 KM/H	78,00%
16h40	21 °C	OESTE	7 KM/H	83,00%
17h	22 °C	OESTE	6 KM/H	78,00%
18h	22 °C	CALMO	0 KM/H	83,00%

Obs.: Não foram registradas medições relacionadas à precipitação no dia nesta estação.)

A figura 4 ilustra o comportamento, praticamente inverso, entre as variáveis temperatura e umidade relativa do ar ao longo do dia de ocorrência do tornado. A temperatura mínima registrada foi de 20 ºC, às 7h, elevando-se gradativamente até atingir sua máxima de 33 ºC, entre 12h e 14h. Nos trinta minutos seguintes, contudo, a temperatura cai 13ºC e volta à marca de 20ºC. Já a umidade relativa do ar que era de 78% às 7h, chega a 28% ao meio-dia, atinge cerca de 34 % às 14h e cerca de meia hora depois, às 14h30, horário que ocorreu o tornado, atinge 88%.

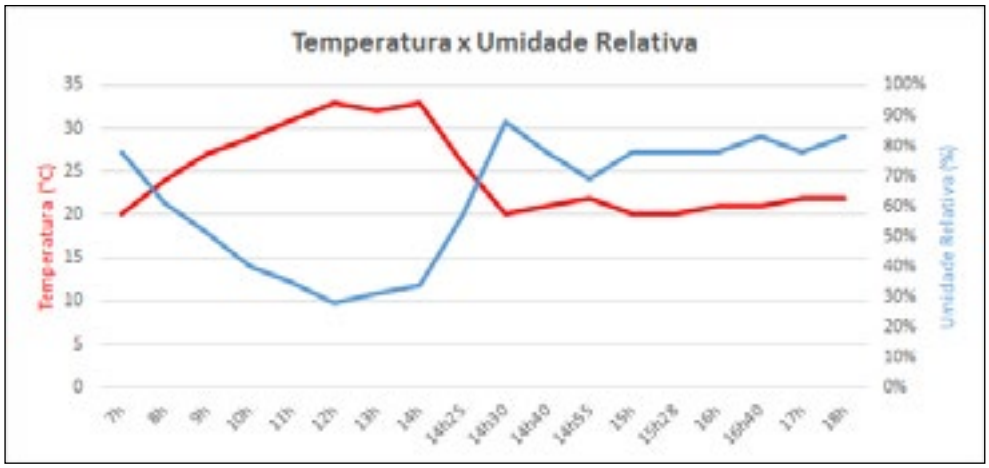


Figura 4: Temperatura e Umidade Relativa do ar registradas no Aeroporto Internacional de Brasília no dia 01/10/2014.

A figura 5 representa graficamente a velocidade dos ventos, que sofre grande alteração durante o horário do evento.

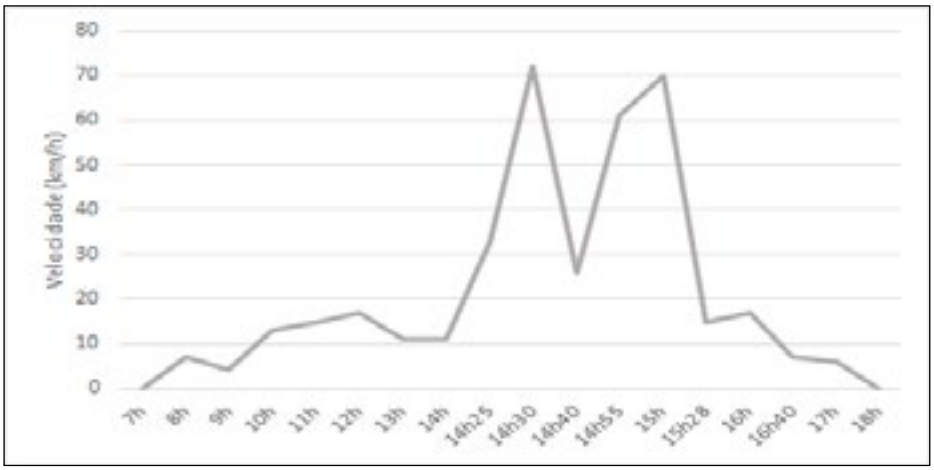


Figura 5: A velocidade dos ventos registrada no Aeroporto Internacional de Brasília no dia 01/10/2014

Utilizando-se a Escala Fujita (FUJITA, 1973), como outro parâmetro para se analisar estaticamente e de forma generalizada este fenômeno, pode-se classificá-lo como um tornado F0, por não ter sido registrado velocidade superior a 116 km/h e seus danos terem sidos considerados leves. Neste nível, notam-se alguns danos em estruturas mais frágeis como telhas, alambrados, placas de sinalização, ramo de árvores quebrados, árvores com raízes se tombam.

Tabela 4: Classificação do Tornado pela Escala Fujita (FUJITA, 1973)

Classificação do Tornado	Velocidade dos Ventos (km/h)	Danos Esperados
F 0	64 a 116	Danos Leves
F 1	117 a 180	Danos Moderados
F 2	181 a 253	Danos Consideráveis
F 3	254 a 332	Danos Graves
F 4	333 a 418	Danos Devastadores
F 5	419 a 512	Danos Incríveis

Como o tornado atingiu uma área próximo ao centro de Brasília e ao Aeroporto Internacional houve transtornos relacionados a estrutura do aeroporto como destelhamentos, transbordamento e penetração de água e entupimento de calhas e condutores, atraso e desvios de vários vôos, além de inundações e chuva de granizo em alguns pontos específicos do DF (figuras 06, 07 e 08). Porém, rapidamente providências estruturais foram tomadas para amenizar os danos, por se tratar de um polo de desenvolvimento.

Figura 06: Dano causado pelo tornado próximo ao aeroporto. (Fonte: Elza Fiuza – Agência Brasil)

Figura 07: Formação do tornado (Fonte: Agência Brasil)

Figura 08: Danos causados pelo tornado no estacionamento do aeroporto. (Fonte: Elza Fiuza – Agência Brasil)

4. Considerações Finais

Distúrbios atmosféricos como tornados são registrados em algumas áreas do globo, podem ocorrer em qualquer estação do ano, porém no Hemisfério Sul a tendência climática aponta para a primavera pois os níveis superiores da atmosfera no geral estão frios e os aquecimentos, mesmo pouco intensos nessa estação, causam convecções intensas, que são formadas pelo diferencial de temperatura entre a superfície e os níveis superiores como apresentado (NECHET, 2002, p. 31).

Porém, sob a perspectiva geográfica, a compreensão desses fenômenos pressupõe uma análise que contemple não apenas condicionantes físicos de natureza atmosférica, hidrológica e morfológica, mas também as dimensões humanas associadas a esses episódios que, via de regra, acarretam prejuízos, feridos e até mortos, e podem levar um tempo bastante longo para o retorno à normalidade dependendo da intensidade e localidade que o fenômeno ocorre, além de comprometer o PIB das localidades afetadas.

A divulgação do evento pela imprensa foi importante para colaborar com a análise desta investigação, pois o domínio da informação está diretamente ligado ao poder de interferir e reorientar as relações humanas e suas estruturas com a natureza, podendo levar a sociedade a

rediscutir os seus modelos de desenvolvimento e de atuação no meio ambiente, e até mesmo repensar o papel do Estado frente a questão de investimento em políticas públicas e no que tange o investimento pesquisas na área da climatologia e desastres naturais já que no Brasil, ainda não existe um sistema de alerta, como nos Estados Unidos por exemplo.

5. Referências Bibliográficas

AMARAL, R; GUTJAHR, M. R. (2011). Desastres Naturais. São Paulo: **IG / SMA**. ISBN 978-85-86624-81-0.

ATKINSON, B. W. Atmospheric processes. Global and local. In: CLARK, M. J.; GREGORY, K. J.;

GURNELL, A. M. Horizons in physical geography. London: Macmillan Edication Ltda., 1987.

AYOADE, J.O. Introdução à Climatologia para os Trópicos, 2 ªed., R. Janeiro: **Bertrand**, 1988.

FUJITA, T. T. Tornadoes around the World. **Weatherwise**. Volume 26, Issue 2. 1973.

STEINKE, E. T.; Climatologia Fácil. São Paulo, **Oficina de Textos**, 2012.

RIBEIRO, Antonio Giacomini. As escalas do Clima. **Boletim De Geografia Teorética**, 23(46-46):288-294,1993.

MARCELINO, I. P. V.; FERREIRA, N. J.; CONFORTE, J. C. Análise do episódio de tornado ocorrido no dia 07/02/98 no município de Abdon Batista, SC. In: Simpósio brasileiro de sensoriamento remoto. Anais. Belo Horizonte: INPE, 2003, p. 479-486.

NECHET, Dimitrie. Ocorrência de tornados no Brasil. **Boletim da Sociedade Brasileira de Meteorologia.** São Paulo, vol 26, n 2, ago. 2002. Disponível em: <http://www.sbmet.org.br/portal2010/publisher/uploads/publicacoes/14_2002___Volume_26_N0_2.pdf>. Acesso em: 24/01/19

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO 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 extremos de precipitação e período de retorno no Litoral Norte Paulista

Denise Dias dos Santos [(a)], Emerson Galvani [(b)]

[(a)] Departamento de Geografia/FFLCH, Universidade de São Paulo,denise.dias.santos@usp.br
[(b)] Departamento de Geografia/FFLCH, Universidade de São Paulo, egalvani@usp.br

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

Os eventos extremos de precipitação são deflagradores de desastres naturaias, princpalmente no meio tropical e o estudo dos mesmos faz-se necessário para o desenvolvimento da prevenção. Este trabalho tem como objetivo avaliae os eventos extremos ocorridos no Litoral Norte Paulista e, por meio das distribuições GEV e GPD, estabelecer períodos de retorno. Os resultados mostram que os eventos extremos podem ocorrer com maior frequência no município de Ubatuba, com o uso da GEV. A distribuição GPD aponta que o limiar de 80 mm/24 horas é adequado para estabelecer a ocorrência de eventos extremos, contudo em relação ao período de retorno, em Caraguatatuba e Ilhabela os valores encontrados foram inferiores. O estudo conclui que é importante a avaliação de diversas metodologias para identificação de eventos extremos, pois as mesmas podem contribuir com as análises na área de estudo, que é suceptível à ocorrência de desastres naturais em virtude das precipitações.

Palavras chave: Eventos extremos, precipitação, período de retorno

1. Introdução

Segundo Barros e Zavattini (2009), a chuva é definida como o melhor atributo que traduz as variações rítmicas em um dado período no meio tropical e subtropical. Nas áreas tropicais do planeta, a precipitação é o atributo do clima que provoca mudanças rápidas na paisagem, principalmente no período chuvoso, onde ocorrem episódios de chuvas concentradas e intensas. Alguns destes episódios desencadeiam os eventos extremos, que podem causar desastres naturais de diversas magnitudes (TAVARES, 2012). Os fatores que influenciam os desastres causados pelos eventos extremos de chuva são: intensidade e duração do evento, relevo (declividade, tipo de solos, presença ou não de vegetação) e o tipo de ocupação do solo. No Estado de São Paulo, os desastres são associados aos escorregamentos em vertentes,

inundações, enchentes e erosão acelerada (TOMINAGA, 2012). Especificamente no Litoral Norte Paulista, escorregamentos, erosão costeira e inundações estão atrelados às precipitações convectivas durante a primavera/verão e à passagem de sistemas frontais no outono/inverno.

O **objetivo** deste trabalho é analisar os eventos extremos e seus períodos de retorno das precipitação no Litoral Norte Paulista com o uso de duas distribuições estatísticas.

2. Área de estudo

O Litoral Norte Paulista limita-se com o município de Cunha e o estado do Rio de Janeiro ao norte, o Oceano Atlântico a leste e ao sul, Bertioga e Salesópolis a oeste, Paraibuna, Natividade da Serra e São Luis do Paraitinga a noroeste, com área total de 1.941,836 km² e uma população total de 323.991 habitantes (figura 1).

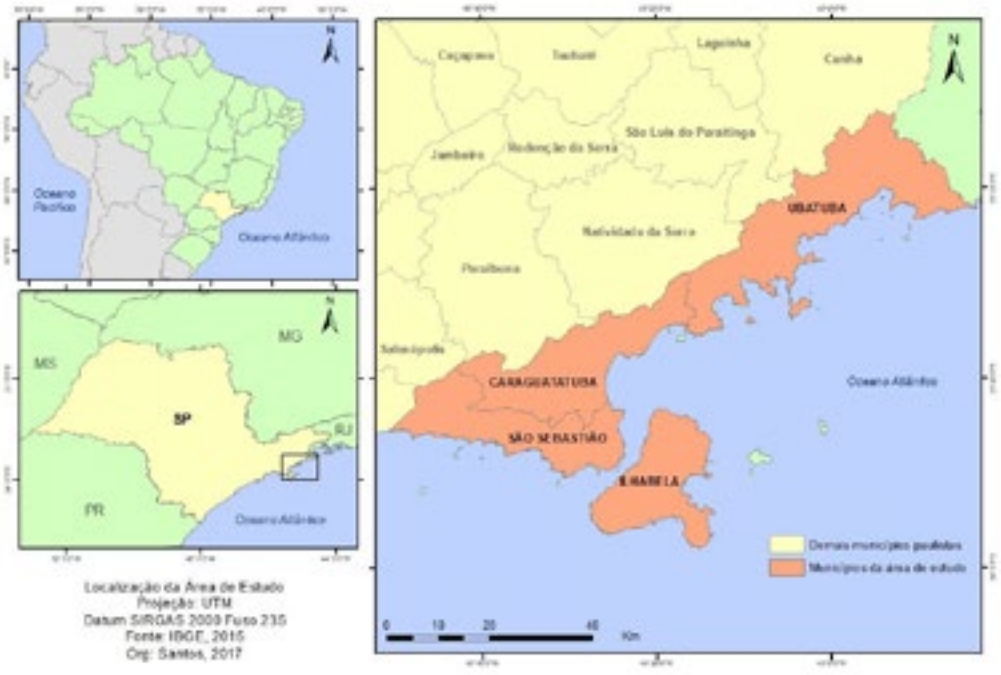


Figura 1: Área de estudo - Litoral Norte de São Paulo. Org: Santos, 2017.

Diferentemente da configuração do Litoral Sul, ao norte a Serra do Mar se faz presente muito próxima ao litoral. A exceção é o "bolsão formado pela enseada de Caraguatatuba, que se

ISBN: 978-85-7282-778-2

assemelha a um imenso anfiteatro e chega a atingir cerca de 10 km de largura" (SANT'ANNA NETO, 1990, p.19). Esta estrutura de relevo proporciona a formação do efeito de chuva orográfica e influencia na penetração da Frente Polar Atlântica (FPA) no município. Devido à latitude, o clima é influenciado pelas massas tropicais, com chuvas intensas durante o verão e sem estação seca, mesmo durante o inverno. O Litoral Norte, assim como toda a zona costeira do Estado de São Paulo, destaca-se pela sua importância natural e paisagística (SILVA *et al.*, 2005), que é resultado dos fatores latitude, elevada umidade do oceano, sazonalidade e relevo.

3. Revisão Bibliográfica

Na atualidade, estimar a ocorrência de chuvas intensas que podem desencadear precipitações extremas tornou-se uma técnica comum para a prevenção de catástrofes como inundações e escorregamentos, que provocam perdas materiais e humanas. Existem diversas metodologias que usam o período de retorno como parâmetro de previsão das chuvas e, para chegar aos resultados finais, procura-se definir o que são chuvas intensas, para determinada localidade. Para o estado de São Paulo, Martinez Júnior e Magni (1999) elaboraram equações de chuvas intensas para 30 municípios, onde foram consideradas as variáveis intensidade, duração e frequência. No Litoral Norte Paulista, os autores realizaram os cálculos apenas para o município de Ubatuba, com base em uma série histórica de 41 anos (anos de 1948, 1950, 1953 a 1959 e 1963 a 1994).

Fiorio *et al.* (2012) realizaram um estudo comparativo entre a metodologia adotada por Martinez Junior e Magni (1999) e o uso do *software* PLUVIO 2.0, cujo objetivo é obter os parâmetros da equação de intensidade-duração-frequência para o cálculo das equações de chuvas intensas para as localidades onde não há dados disponíveis, por meio de interpolações. Contudo, o interpolador não considera fatores locais como altitude, relevo, corpos d'água, entre outros. Segundo os autores, o *software* cumpre a função para estimar as precipitações no estado de São Paulo, exceto para localidades no centro e leste, onde superestima as chuvas em

relação à Martinez Junior e Magni (1999), especialmente no tempo de 24 horas e período de retorno de 100 anos.

Para o município de Ipameri, no estado de Goiás, Pereira *et al.* (2017) adotaram a distribuição estatística de Gumbel, para chegar ao ajuste dos valores máximos diários de precipitação em uma série histórica de 25 anos hidrológicos, com o objetivo de determinar uma equação de intensidade, duração e frequência das chuvas. Os autores justificam que esta distribuição é comum nas análises hidrológicas em eventos extremos pela facilidade em seu uso, pois não exige consulta às tabelas de probabilidade, apenas trabalhando com a média e o desvio padrão das precipitações máximas diárias anuais.

4. Materiais e Métodos

As análises foram desenvolvidas com o uso de dados secundários de postos pluviométricos monitorados pelo DAEE (Departamento de Águas e Energia Elétrica), no período de 1956 a 2015. A tabela 1 apresenta as informações de cada posto pluviimétrico e para o preenchimento dos dados omisso (falhas) adotou-se o método da média aparada, que consiste na retirada do maior valor da série diária para evitar que valores extremos influenciem o cálculo da média (ALENCAR et al., 2017).

Tabela 1: Localização dos postos pluviométricos e porcentagem de falhas do banco de dados. Fonte: DAEE.

Município	Prefixo	Nome	Altitude (m)	Latitude	Longitude	Falhas (%)
Caraguatatuba	E2-046	Caraguatatuba	20	23° 38' 00"	45° 26' 00"	6,3
Ilhabela	E2-012	Ilhabela	10	23° 47' 00"	45° 21' 00"	4,1
São Sebastião	E2-045	São Francisco	20	23° 46' 00"	45° 25' 00"	3,2
Ubatuba	E2-009	Mato Dentro	220	23° 23' 00"	45° 07' 00"	7,7

Determinou-se que os eventos extremos acima de 80 mm em 24 horas por meio da observação dos dados e do histórico de eventos na região. Esta metodologia dará suporte aos cálculos dos períodos de retorno.

ISBN: 978-85-7282-778-2

O período de retorno (PR) é definido como "o tempo provável esperado que aquele fenômeno ocorra novamente" (PEREIRA *et al.*, 2002, p.158). O cálculo do período de retorno é importante nas análises de eventos extremos, pois a partir dele é possível a previsão dos mesmos. A equação do cálculo do período de retorno é dada por:

$$t = 1/(1 - P)$$

Sendo que:

t: período de retorno

P: probabilidade de ocorrência do fenômeno

No desenvolvimento do cálculo do período de retorno, utilizaram-se duas distribuições para ajustes nos modelos:

- GEV (*Generalized Extreme Value*): consiste na divisão os dados em blocos iguais e escolha de apenas o maior (ou os maiores) valores de cada um desses blocos. Para este estudo, cada ano foi considerado um bloco, logo, foi extraído o maior valor encontrado em cada ano.
- GPD (*Generalized Pareto Distribution*): consiste na seleção de valores acima de certo limiar elevado predefinidos (no caso, 80 mm).

5. Resultados e discussões

Considerando os eventos extremos de chuva aqueles que são iguais ou superiores a 80 mm, calculou-se o período de retorno (PR) para cada município, durante o período mais chuvoso (verão e primavera), com o uso das distribuições GEV e GPD.

De acordo com as análises, para a distribuição GEV, a curva ajustada de Ubatuba está acima das demais, logo para qualquer nível retorno fixado espera-se que tenha o menor tempo retorno em anos. Os demais municípios apresentam curvas ajustadas similares até o período de 10 anos, aproximadamente (figura 2).

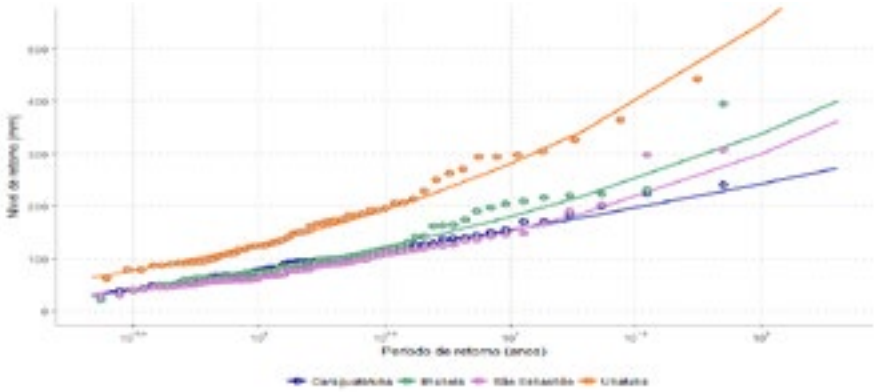


Figura 2: Comparação dos ajustes GEV nos quatro municípios. Fonte: DAEE. Org: Alencar et al., 2017.

Observando a tabela 2, e considerando os eventos extremos máximos para cada município, é possível estimar que um evento extremo de 240,8 mm em Caraguatatuba, como o registrado em 1967, pode ocorrer a cada 40 anos. Para o município de Ilhabela, o evento extremo de 394,5 mm em 1958 pode ocorrer a cada 100 anos. Em São Sebastião, os 308,2 mm diários precipitados em 1959 podem ocorrer novamente a cada 40 anos e, por fim, em Ubatuba o evento extremo de 500,0 mm pode voltar a acontecer a cada 40 anos. Porém, é importante destacar que os eventos citados ocorreram durante o período mais chuvoso (verão e primavera), exceto no município de Ubatuba, onde foi registrado durante o inverno. Contudo, o evento neste município ocorreu em 15 de setembro de 1980, data de transição entre estações do ano (do inverno para a primavera).

Tabela 2: Estimativas do modelo GEV dos máximos anuais de precipitações diárias para a área de estudo no período mais chuvoso para os quantis mais elevados e respectivos intervalos de confiança a 95%. Org: Alencar et al., 2017.

Estação	Quantil	PR (anos)	Estimativa (mm)	Intervalo de Confiança (mm)
Caraguatatuba	80%	5	126,33	(113,47; 143,43)
Ilhabela	80%	5	139,12	(121,68; 163,84)
São Sebastião	80%	5	117,18	(102,81; 138,26)

ISBN: 978-85-7282-778-2

Ubatuba	80%	5	217,25	(188,32; 263,21)
Caraguatatuba	90%	10	152,56	(135,46; 181,61)
Ilhabela	90%	10	177,24	(151,95; 221,33)
São Sebastião	90%	10	149,77	(127,68; 189,89)
Ubatuba	90%	10	276,09	(232,94; 371,74)
Caraguatatuba	95%	20	178,86	(155,90; 226,77)
Ilhabela	95%	20	219,15	(181,93; 295,58)
São Sebastião	95%	20	187,00	(153,69; 259,97)
Ubatuba	95%	20	343,46	(276,15; 526,24)
Caraguatatuba	97,5%	40	205,79	(173,63; 281,59)
Ilhabela	97,5%	40	266,07	(212,72; 390,81)
São Sebastião	97,5%	40	230,27	(180,16; 355,70)
Ubatuba	97,5%	40	421,96	(319,75; 748,92)
Caraguatatuba	99%	100	242,80	(196,93; 368,72)
Ilhabela	99%	100	337,52	(253,65; 559,63)
São Sebastião	99%	100	299,05	(215,19; 534,98)
Ubatuba	99%	100	547,09	(370,04; 1153,57)
Caraguatatuba	99,5%	200	272,06	(212,46; 451,43)
Ilhabela	99,5%	200	400,02	(283,23; 702,44)
São Sebastião	99,5%	200	361,78	(244,25; 633,12)
Ubatuba	99,5%	200	661,55	(407,23; 992,32)

Na distribuição via ajustes com a GPD (figura 3), também em Ubatuba os ajustes encontram-se acima dos demais municípios e espera-se que as precipitações acima de 80 mm sejam mais

ISBN: 978-85-7282-778-2

frequentes. Nas demais localidades, apesar dos ajustes possuírem proximidade, não é possível afirmar com clareza se frequência das precipitações extremas será parecida.

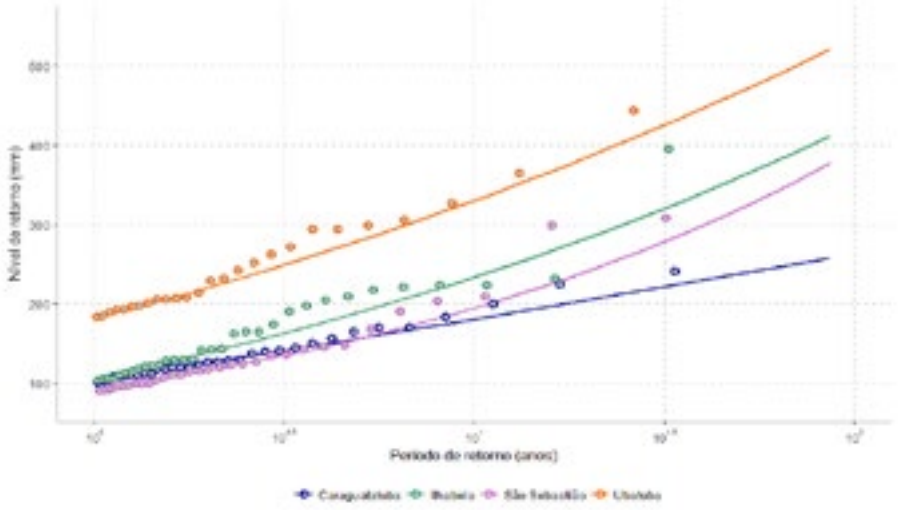


Figura 3: Comparação dos ajustes via GPD nos quatro municípios para precipitações extremas diárias. Fonte: DAEE. Org: Alencar et al., 2017.

Considerando os extremos máximos da série histórica, para a distribuição GPD, os períodos de retorno apresentaram-se menores em Caraguatatuba (20 anos) e Ilhabela (40 anos) quando comparados à distribuição GEV. Para São Sebastião e Ubatuba, os períodos de retorno permaneceram iguais: 40 anos em ambas as localidades (tabela 3).

Tabela 3: Estimativas do modelo GPD das precipitações extremas diárias para a área de estudo no período mais chuvoso para os quantis mais elevados e respectivos intervalos de confiança a 95%. Org: Alencar et al., 2017.

Estação	Quantil	PR (anos)	Estimativa (mm)	Intervalo de Confiança (mm)
Caraguatatuba	80%	5	156,77	(136,44; 177,11)
Ilhabela	80%	5	189,42	(152,13; 226,71)
São Sebastião	80%	5	156,38	(124,48; 188,28)
Ubatuba	80%	5	280,01	(232,52; 327,51)
Caraguatatuba	90%	10	180,36	(151,00; 209,73)

ISBN: 978-85-7282-778-2

Ilhabela	90%	10	233,36	(172,75; 293,96)
São Sebastião	90%	10	194,66	(140,12; 249,19)
Ubatuba	90%	10	330,10	(258,05; 402,14)
Caraguatatuba	95%	20	204,55	(161,43; 247,67)
Ilhabela	95%	20	283,20	(183,90; 382,50)
São Sebastião	95%	20	241,37	(146,96; 335,79)
Ubatuba	95%	20	385,18	(279,84; 490,52)
Caraguatatuba	97,5%	40	229,35	(167,38; 291,31)
Ilhabela	97,5%	40	339,74	(182,57; 496,91)
São Sebastião	97,5%	40	298,38	(139,83; 456,94)
Ubatuba	97,5%	40	445,76	(296,98; 594,54)
Caraguatatuba	99%	100	263,09	(168,11; 358,07)
Ilhabela	99%	100	426,31	(156,15; 696,48)
São Sebastião	99%	100	393,46	(98,05; 688,87)
Ubatuba	99%	100	535,23	(310,69; 759,77)
Caraguatatuba	99,5%	200	289,37	(163,09; 415,64)
Ilhabela	99,5%	200	502,09	(112,31; 891,87)
São Sebastião	99,5%	200	483,98	(30,77; 937,20)
Ubatuba	99,5%	200	610,79	(312,63; 908,95)

De acordo com as análises, ambas as distribuições (GEV e GPD) proporcionaram boas estimativas para o período mais chuvoso da área de estudo, período este onde os desastres naturais ocorrem com maior frequência. Contudo, a literatura mostra que os principais estudos que envolvem períodos de retorno e intensidade das chuvas utilizam a distribuição de Gumbel. Para o município de Vitória (ES), Cotta *et al.* (2016) trabalharam com esta

ISBN: 978-85-7282-778-2

distribuição para definição de períodos de retorno em 2, 5, 10, 20 e 50 anos para as precipitações mensais (de outubro a março); de acordo com o estudo, a probabilidade de ocorrência de chuvas acima de 100 mm em 24 horas é entre os meses de janeiro a julho e de outubro a dezembro. Com o objetivo de comparar diferentes metodologias para obtenção da equação de chuvas intensas para Caraguatatuba (SP), Martins *et al.* (2016) também consideraram a distribuição de Gumbel para a série histórica de 31 anos. No estudo, os autores desenvolveram duas equações: do tipo *Chen,* que apresentou boa extrapolação para grandes períodos de retorno, e do tipo *InIn,* que obteve bons resultados para precipitações com período de duração menor que 40 minutos e maior que 800 minutos. Ambas as equações são adequadas para cálculos de pequenos períodos de retorno e, para períodos de retorno maiores, indica-se o uso da equação do tipo *InIn,* pois esta tende a maximixar as intensidades de chuva. Segundo os autores, o uso de equações é um bom subsídio para projetos hidráulicos, contudo devem estar sempre atualizadas com séries históricas longas e dados recentes.

A distribuição de Gumbel ajusta-se às distribuições de dados consideradas normais, o que não ocorre com as séries históricas utilizadas nesta pesquisa. A compreensão da correlação entre a ocorrência de eventos extremos determinados pelas distribuições GEV e GPD e os desastres naturais no período podem confirmar ou não a eficiência da metodologia escolhida.

6. Considerações finais

O período de retorno foi calculado para cada município adotando como limiar de 80 mm em 24 horas. As distribuições GEV e GPD foram utilizadas como ajustes para estabelecer os níveis de retorno, no período chuvoso (verão e primavera). A distribuição de Gumbel, apesar de ser usualmente aplicada em estudos de precipitação, não é aplicável, pois a série de dados não possui distribuição normal.

De acordo com a distribuição GEV, é esperado que a ocorrência de eventos extremos seja mais frequente no município de Ubatuba do que nos demais municípios. Como referência os

máximos diários de cada localidade, espera-se que eles ocorram a cada 40 anos em Caraguatatuba, São Sebastião e Ubatuba. Para Ilhabela, a estimativa determinou um período de retorno de 100 anos.

A distribuição GDP confirma que o limiar de 80 mm/24 horas é adequado para realizar as análises e comparações. Porém, considerando os períodos de retorno para os eventos extremos máximos em cada município, nesta distribuição apresentaram-se abaixo do estabelecido pela GEV em Caraguatatuba e Ilhabela. O período de retorno de 40 anos para São Sebastião e Ubatuba foi mantido.

A avaliação de diferentes metodologias para determinação de eventos extremos no Litoral Norte faz-se necessária pela dificuldade de prever desastres naturais causados pelas chuvas extremas, já que a área de estudo está inserida em áreas de alta susceptibilidade aos escorregamentos e inundações.

Referências bibliográficas

ALENCAR, A. P.; RODRIGUES, L. C. P. H. J.; EDAMATSU, E.; ASANO, R. T. (2017). **Relatório de Análise Estatística sobre o Projeto: "Estudo comparativo das precipitações no Litoral Norte Paulista (Brasil) e no litoral da província de Holguín (Cuba).**". São Paulo, IME-USP. (RAE – CEA – 17P09).

BARROS, Juliana Ramalho; ZAVATTINI, João Afonso. BASES CONCEITUAIS EM CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA (the conceptual bases in geographical climatology). **Mercator**, Fortaleza, v.8, n.16, p. 255 a 261, oct. 2009. ISSN 1984-2201. Avaliable at:<http://www.mercator.ufc.br/mercator/article/view/289>. Date accessed: 08 sep. 2018.

COTTA, Higor Henrique Aranda; CORREA, Wesley de Souza Campos; ALBUQUERQUE, Taciana Toledo de Almeida. APLICAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DE GUMBEL PARA VALORES EXTREMOS DE PRECIPITAÇÃO NO MUNICÍPIO DE VITÓRIA-ES (GUMBEL DISTRIBUTION APPLICATION FOR VALUES OF EXTREME PRECIPITATION IN MUNICIPALITY OF VITÓRIA-ES). **Revista Brasileira de Climatologia,** [S.l.], v. 19, out. 2016. ISSN 2237-8642. Disponível em: <http://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/39440/29391>. Acesso em: 18 dez. 2017. doi:http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v19i0.39440.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA (DAEE) – **Banco de dados hidrológicos**. Disponível em:< http://www.hidrologia.daee.sp.gov.br/>. Acesso em 7 de setembro de 2018.

FIORIO, Peterson R. et al . Comparação de equações de chuvas intensas para localidades do estado de São Paulo. **Eng. Agríc**., Jaboticabal , v. 32, n. 6, p. 1080-1088, Dec. 2012 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-69162012000600009&lng=en&nrm=iso>. access on 05 Dec. 2017. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162012000600009.

MARTINEZ JUNIOR, F.; MAGNI, N.L.G. **Equações de chuvas intensas do Estado de São Paulo**. São Paulo: Departamento de Águas e Energia Elétrica, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo. 1999. 125 p.

Martins, Daniela & Kruk, Nadiane; Luiz Goi Magni, Nelson; Queiroz, Paulo Ivo. (2016). Comparação de duas metodologias de obtenção da equação de chuvas intensas para a cidade de Caraguatatuba (SP). **Revista DAE**. 65. 34-49. 10.4322/dae.2016.033.

PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Agropecuária, 478 p., 2002.

PEREIRA, Daniela Carneiro; DUARTE, Letícia Rodrigues; SARMENTO, Antover Panazzolo. DETERMINAÇÃO DA CURVA DE INTENSIDADE, DURAÇÃO E FREQUÊNCIA DO MUNICÍPIO DE IPAMERI – GOIÁS. **REEC - Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, [S.l.], v. 13, n. 2, ago. 2017. ISSN 2179-0612. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/reec/article/view/43330>. Acesso em: 27 dez. 2017. doi:https://doi.org/10.5216/reec.v13i2.43330.

SANT'ANNA NETO, J. L. **Ritmo climático e a gênese das chuvas na zona costeira paulista**. Dissertação (mestrado). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1990.

SILVA, A. C.; SANT'ANNA NETO, J. L.; TOMMASELLI, J. T. G.; TAVARES, R. Caracterização das chuvas no litoral norte paulista. **Cosmos**, Presidente Prudente, v. 3, n.5, p. 39-48, 2005.

TAVARES, R. Clima, tempo e desastres. In: Tominaga, L. K.; Santoro, J. Amaral, R. (orgs.). **Desastres naturais: conhecer para prevenir**. 2ª ed. São Paulo: Instituto Geológico, 2012, 196p.

TOMINAGA, L.K. Desastres Naturais: por que ocorrem? In: Tominaga, L. K.; Santoro, J. Amaral, R. (org.). **Desastres naturais: conhecer para prevenir**. 2ª ed. São Paulo: Instituto Geológico, 2012, 196p.

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

GÊNESE DAS CHUVAS NA REGIÃO SUDESTE DO ESTADO DO TOCANTINS, BRASIL

Paulo Henrique Pereira Pinto [(a)], Anderson L. H. Christofoletti [(b)] Lucas Barbosa e Souza [(c)]

[(a)] Departamento de Geografia, Universidade Federal de Rondônia UNIR, pauloclimat@unir.br

[(b)] Departamento de Geografia, Universidade Estuadual Paulista, UNESP/RC, alhc@rc.unesp.br

[(c)] Curso de Geografia, Universidade Estuadual do Tocantins, UFT, lbsgeo@uft.edu.br

Eixo 1: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo/

O presente estudo trata-se de uma análise da participação dos sistemas atmosféricos na gênese das chuvas na região sudeste do estado do Tocantins. Foram utilizados dados meteorológicos coletados pelas estações meteorológicas do INMET, localizadas nas cidades de Peixe (TO), Taguatinga (TO) e Posse (GO). Os dados foram organizados em gráficos de análise rítimica. Os gráficos que apresentam a gênese das chuvas foram elaborados a partir da verificação da ocorrência diária das chuvas sob a atuação de sistemas Tropicais, Equatoriais e Polares. Os resultados revelaram que, em ano de padrão habitual (2001), no verão, a atuação da mTa é considerável e divide espaço com a mEa e mEc. Em ano de padrão chuvoso (2004), a dinâmica atmosférica é ligeiramente diferente, pois a atuação da mEc é maior em relação ao ano habitual. No ano de padrão seco (2017) é a mTa que tem o domínio predominante da área.

Palavras chave: Seca; Pluviosidade; Climatologia Dinâmica.

1. Introdução

O estado do Tocantins apresenta considerável diversidade climática, isto se deve ao seu posicionamento geográfico, uma vez que se situa em zona de transição entre diferentes tipos de clima. Em sua porção noroeste, as características climáticas muito se assemelham com aquelas verificadas na região amazônica, apresentado consideráveis volumes de

precipitação. Por outro lado, sua porção sudeste experimenta reduzida quantidade de precipitação, fato que acarreta para a população inúmeros problemas, tais como: desabastecimento de água para consumo humano, mortes de animais, perdas de lavouras, dentre outros (Pinto, 2013, 2017).

A literatura que versa especificamente sobre a dinâmica atmosférica no estado do Tocantins é bastante rara. São verificados alguns estudos recentes que revelam algumas características sobre a atuação dos sistemas atmosféricos formadores de tipos de tempo no Estado, como é o caso das pesquisas de Silva (2013) e Pinto (2013). Uma investigação mais recente, realizada por Souza (2016), aponta com mais precisão as massas de ar que atuam no Estado do Tocantins e os tipos de tempo gerados por elas.

Segundo Souza (2016), na porção Norte do Estado a atuação predominante é da Massa Equatorial Atlântica (mEa), já a Massa Tropical Atlântica (mTa) atua na região central e sul. As chuvas no Tocantins, no período de primavera-verão, estão associadas à atuação destas massas de ar, assim como a estiagem no outono-inverno. A Massa Equatorial Continental (mEc), que possui seu núcleo sobre a Amazônia, adquire maiores proporções durante o verão, deslocando-se para leste. Desse modo, atua sobre o território tocantinense e possui contribuição para o percentual pluviométrico. As incursões dos sistemas frontais são raras, mas ocorrem nos períodos de primavera e de outono inverno. De acordo com Nimer (1989), a região centro-oeste do Brasil recebe ventos durante todo o ano, oriundos do anticiclone semifixo do Atlântico sul, responsáveis por tempo estável devido à subsidência.

Se os estudos que tratam da dinâmica atmosférica no estado do Tocantins são raros, aqueles trabalhos, que apresentam informações acerca da gênese das chuvas neste Estado são igualmente escassos. É nesta perspectiva, que o presente estudo pretende contribuir, uma vez apresenta o percentual de atuação dos sistemas atmoféricos e sua parcela de contribuição para as precipitações registradas na região sudeste do Estado em foco. Deste modo, seduzido pelas

considições de ausência de precipitação por longos períodos do ano, e por suas consequências, optou-se por selecionar uma bacia hidrográfica, localizada nesta região (Sudeste do Tocantins), como unidade de análise espacial. Após a selecão da área de estudo, procedeu-se à escolha da amostra dos dados na série temporal 2000-2010, selecionando-se os anos padrão de 2001, 2004 e 2007 para aplicação da técnica de análise rítimica.

Neste sentido, o principal objetivo deste trabalho é apresentar os indices de atuação e participação dos sistemas atmosféricos gênese das chuvas, registradas na Bacia Hidrográfica do Rio Palma, região sudeste do estado do Tocantins.

2. Materiais e Métodos

A compreensão da dinâmica climática e da gênese das chuvas foi realizada a partir da abordagem genética e dinâmica, proposta por Monteiro (, 1962, 1964, 1971), e recentemente defendida por Zavattini e Boin (2013), a qual consiste na identificação da sucessão habitual e excepcional dos estados atmosféricos em uma determinada área. A análise se deu por meio da relação entre os tipos de sistemas atmosféricos atuantes e o tipo de tempo local (gênese), e a sucessão de atuação desses sistemas e sequências dos tipos de tempo (dinâmica). Essa técnica permite a análise concomitante dos elementos atmosféricos e sua variação com os tipos de tempo e os sistemas atmosféricos geradores deles. Foram selecionados os anos padrão 2001 (habitual), 2004 (chuvoso) e 2007 (seco), por meio da aplicação da Fórmula de Sturges (GERARDI, 1981).

Os dados utilizados foram coletados por Estações Meteorológicas Convencionais do INMET, que foram instaladas nas seguintes localidades: na cidade de **Peixe (TO)**, cidade **Taguatinga (TO)** e **Posse (GO)**, que são as localidades mais próximas à região sudeste do Tocantins (Figura 1).

Para organizar os gráficos de participação dos sistemas atmosféricos aqui apresentados (Figuras 3, 4 e 5), foi necessário elaborar nove gráficos de Análise Rítmica (Figura 2) e realizar o procedimento de inspeção visual de imagens de satélites meteorológicos

disponibilizados no site do NOAA. Tais procedimentos possibilitaram a identificação dos sistemas atmosféricos atuantes na área de estudo. Os gráficos que apresentam a gênese das chuvas foram elaborados a partir da verificação da ocorrência diária das chuvas sob a atuação de sistemas Tropicais, Equatoriais e Polares.

Figura 1: Localização as estações

Figura 2: Gráficos de análise rítmica

3. Resultados e discussão

3.1 A participação dos sistemas atmosféricos na gênese das chuvas

A participação dos sistemas atmosféricos em Peixe (TO), Taguatinga (TO) e Posse (GO), no ano de 2001 (ano que representa o padrão habitual), apresentou algumas semelhanças. A Massa Tropical Atlântica (mTa) teve grande participação durante o ano todo nas três localidades, com destaque para os meses de maio, junho, julho e agosto. Esse período do ano também foi o mais seco.

Durante os meses de janeiro, fevereiro e março, houve maior participação da mTa, contudo, os sistemas Equatoriais Continentais e Atlânticos também tiveram sua parcela de atuação e contribuição na gênese das chuvas nos três pontos amostrados. A Massa Equatorial Continental (mEc) apresentou maior percentual de atuação em Peixe (TO), devido à sua posição geográfica, do que em Taguatinga (TO) e Posse (GO). A gênese das chuvas nesse trimestre teve maior contribuição dos sistemas atlânticos equatoriais e tropicais: Massa Equatorial Atlântica – mEa e Massa Tropical Atlântica – mTa. A mEc apresentou maior contribuição para a gênese das chuvas na cidade de Peixe.

ISBN: 978-85-7282-778-2

O período de abril a junho, marca o encerramento do período chuvoso e a forte atuação da mTa, assim como as incursões ocasionais de sistemas frontais. A gênese das chuvas, que já apresenta volume reduzido em relação ao trimestre anterior, é condicionada, principalmente, pela atuação da mTa, seguida da mEa e de Sistemas Frontais.

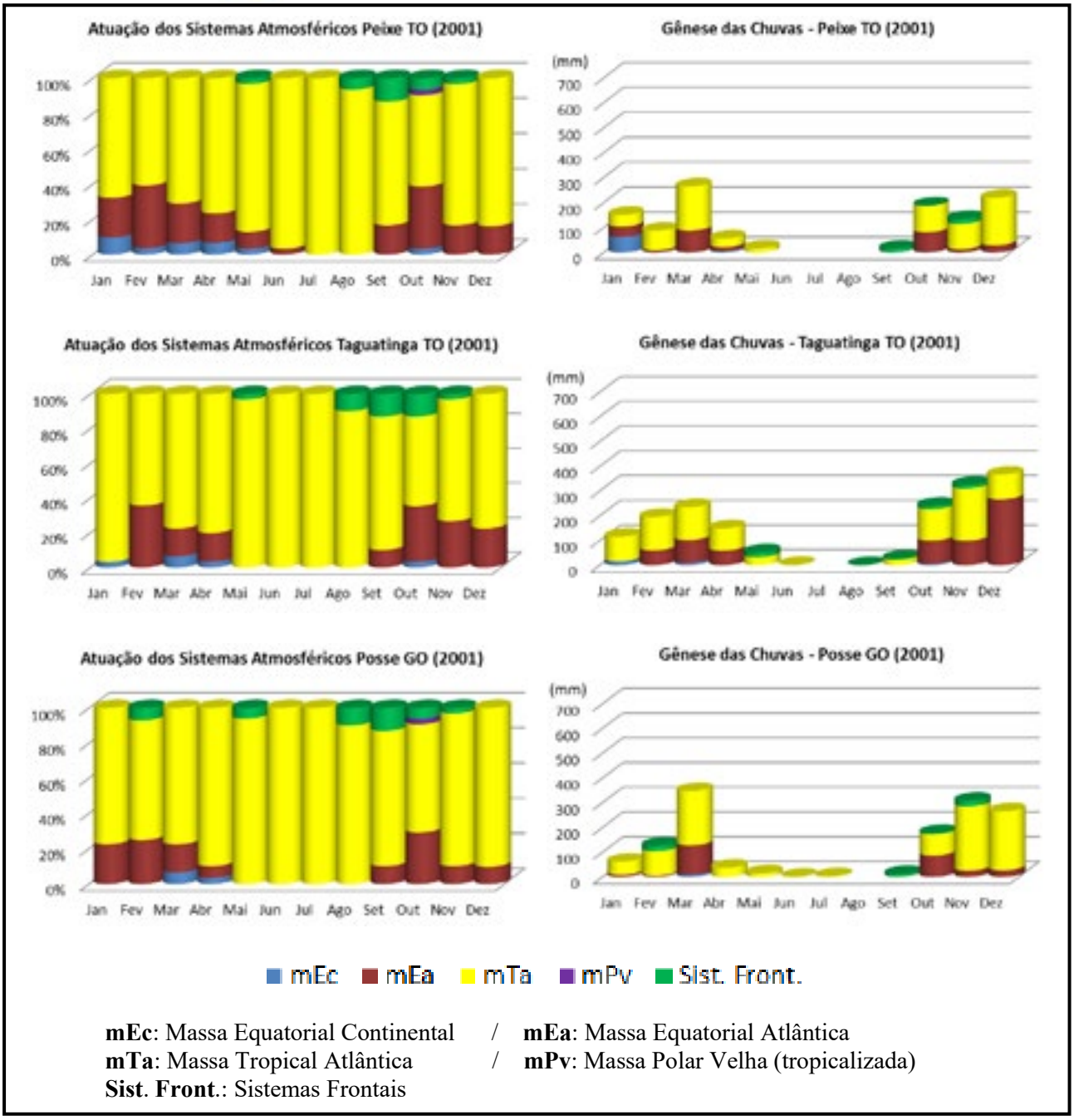
Junho, julho e agosto conformam o trimestre mais seco do ano em todas as localidades e o sistema mais atuante é a mTa; também é esse sistema atmosférico responsável pela gênese da escassa chuva que ocorre nesse período. Os sistemas frontais, tais como Massas Polares já tropicalizadas, conhecidas como Massa Polar Velha (mPv), a repercussão de Frentes Polar Atlântica (fPa) em atuação ou dissipação também são responsáveis pela precipitação nesse período.

O final da primavera marca a retomada das chuvas e novamente a mTa divide a maior parcela de contribuição com a mEa. A gênese das chuvas nesse período também possui a contribuição dos sistemas frontais que eventualmente chegam à região devido à atuação mais intensa das massas de ar polares (Figura 3).

Os meses de outubro, novembro e dezembro concentram grande parte do total pluviométrico anual, sendo a mTa, ainda, a grande responsável pela maior parte das chuvas registradas nas três localidades. Nesse período, o diferencial é a atuação da mEa e sua maior contribuição para as chuvas na cidade de Taguatinga (Figura 3).

O ano de 2004 é o representante do padrão chuvoso na região sudeste do Estado do Tocantins, na qual está localizada a área de estudo. Em comparação ao ano habitual (2001), as chuvas, durante o ano de 2004, atingiram valores mais elevados e concentraram-se, principalmente, nos meses de dezembro a março (Figura 4).

ISBN: 978-85-7282-778-2



mEc: Massa Equatorial Continental / **mEa**: Massa Equatorial Atlântica
mTa: Massa Tropical Atlântica / **mPv**: Massa Polar Velha (tropicalizada)
Sist. **Front**.: Sistemas Frontais

Figura 3: Participação dos sistemas atmosféricos na gênese das chuvas no ano de 2001 (Habitual)
Fonte de dados: INMET/NOAA

ISBN: 978-85-7282-778-2

Durante o ano de 2004, os meses de janeiro, fevereiro e março apresentaram os maiores volumes de chuvas nas três localidades, com destaque para Taguatinga, que apresentou maior total pluviométrico no mês de janeiro. Os sistemas atmosféricos atuantes que mais contribuíram com a geração de chuvas no referido trimestre foram a Massa Equatorial Continental e a Massa Equatorial Atlântica. A Massa Tropical Atlântica também teve parcela considerável de contribuição. Os sistemas frontais atuaram e provocaram chuvas nesse período. Nota-se que, à medida que o verão termina, a atuação da mTa aumenta em relação aos outros sistemas dominantes (figura 4).

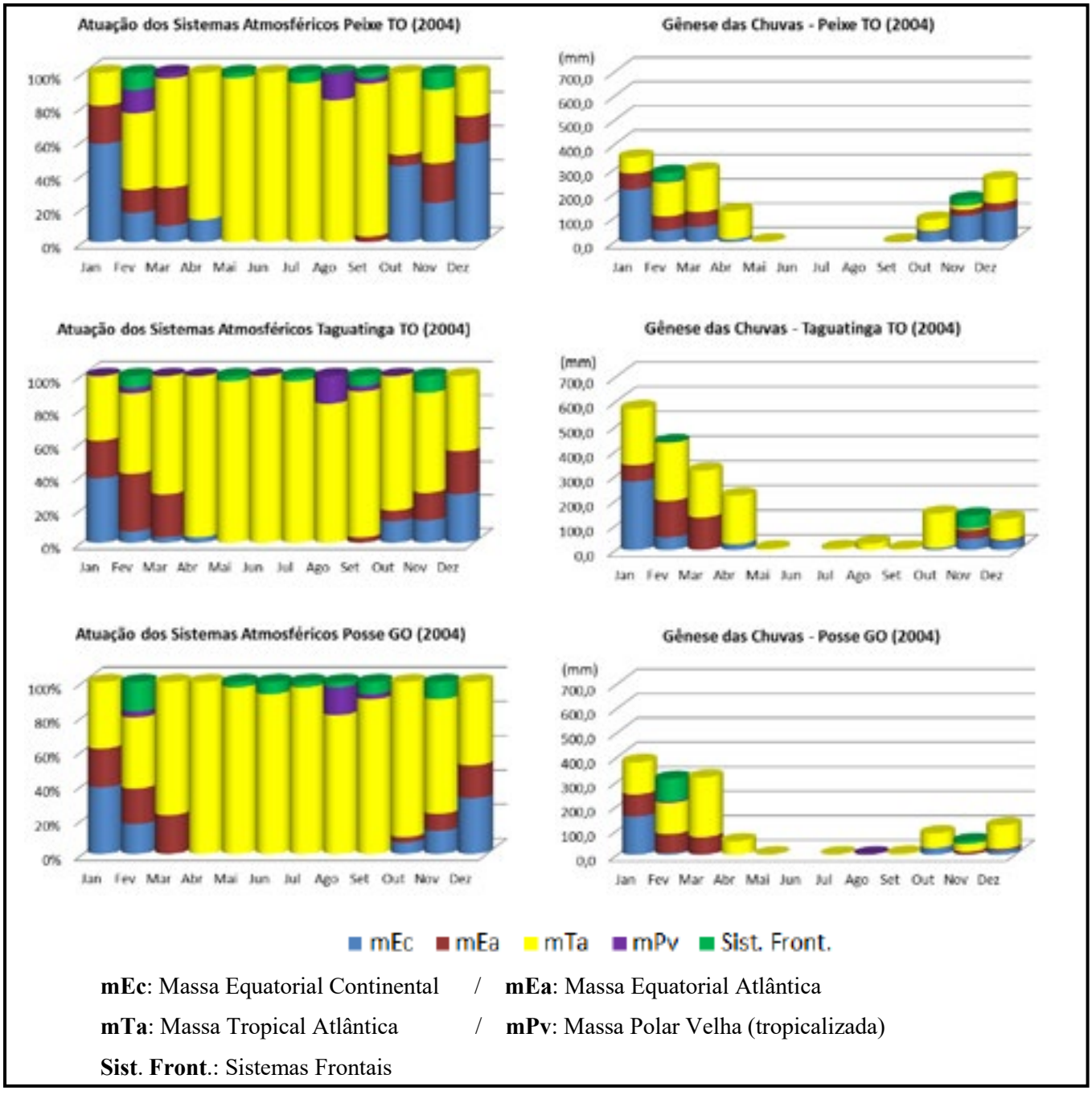
A partir do mês de abril, as chuvas começam a cessar, e a atuação da mTa é dominante nas três localidades. Como já foi constatado anteriormente, os meses de junho, julho e agosto representam o trimestre mais seco do ano. Nesse período, a atuação predominante é da mTa, com raras incursões de sistemas frontais (figura 4).

O mês de setembro, apesar de marcar o retorno das chuvas, não apresenta elevados valores de precipitação. Pode-se considerar, então, que, pelas características locais, o mês de retomadas das chuvas é outubro. Nesse mês, há forte atuação da mTa e também a retomada dos sistemas equatoriais (figura 4).

O ano de 2007, representante do padrão seco, foi o ano mais seco da última década na área de estudo (Figura 3). Foram registradas, naquele ano, inúmeras situações calamitosas que assolaram a região sudeste do Estado do Tocantins. Ao verificar a atuação dos sistemas atmosféricos nas três localidades estudadas, é possível perceber que a atuação da mTa é superior àquela observada nos anos de 2001 (habitual) e 2004 (chuvoso).

Durante os meses de janeiro, fevereiro e março, a atuação da mTa foi dominante, em detrimento dos sistemas equatoriais, continental e atlântico, uma situação diferente dos outros dois anos analisados. A precipitação nesse trimestre foi bastante reduzida. Abril e maio também apresentaram baixos valores de precipitação e foram marcados pelo forte domínio da mTa (Figura 5).

ISBN: 978-85-7282-778-2



mEc: Massa Equatorial Continental / **mEa**: Massa Equatorial Atlântica

mTa: Massa Tropical Atlântica / **mPv**: Massa Polar Velha (tropicalizada)

Sist. Front.: Sistemas Frontais

Figura 4: Participação dos sistemas atmosféricos na gênese das chuvas no ano de 2004 (Chuvoso)

Fonte de dados: INMET/NOAA

ISBN: 978-85-7282-778-2

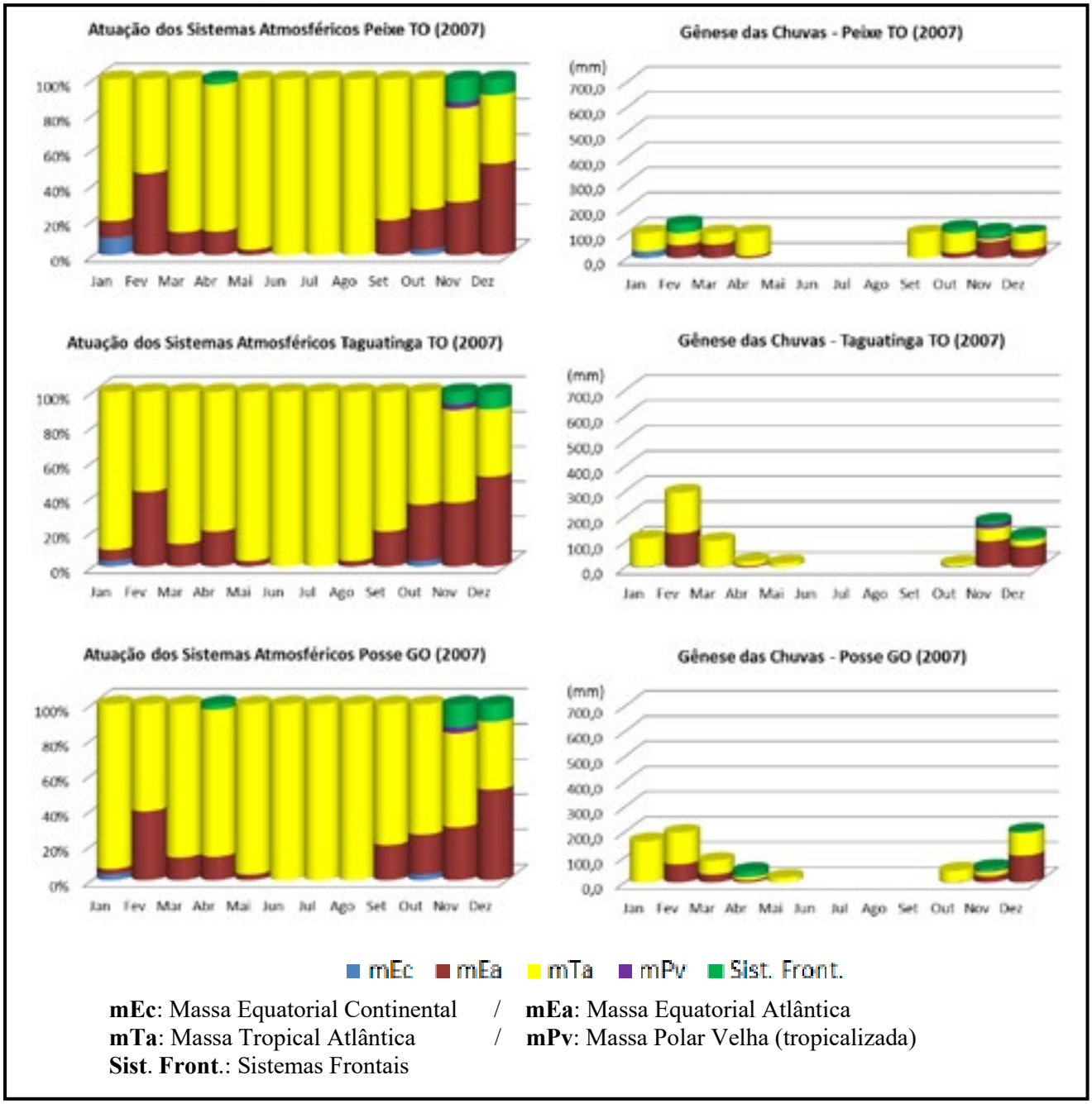


Figura 5: Participação dos sistemas atmosféricos na gênese das chuvas no ano de 2007 (Seco)
Fonte de dados: INMET/NOAA

ISBN: 978-85-7282-778-2

Ao longo desse ano de padrão seco, o período de estiagem foi mais prolongado, apresentando quatro meses de total ausência de chuva nas três localidades. Em Posse (GO) e Taguatinga (TO), não houve chuva de junho a setembro, e, em Peixe (TO), esse período foi de maio a agosto. Durante esse período, o sistema que teve atuação dominante foi a mTa. A retomada das chuvas em 2007 foi tardia em Posse (GO) e Taguatinga (TO), iniciando-se apenas em outubro (Figura 5).

4. Considerações finais

A partir da verificação dos dados da análise rítmica elaborados para as cidades de Peixe (TO), Taguatinga (TO) e Posse (TO), foi possível constatar que, em ano de padrão habitual, no verão, a atuação da mTa é considerável e divide espaço com a mEa e mEc. Quando o centro de ação da mTa está localizado mais a leste do continente, toma seu lugar a mEa, que pode, em alguns casos, alternar com a mEc antes da retomada da mTa. O período de outono-inverno apresenta um predomínio quase absoluto da mTa e de raras incursões de sistemas frontais, e isso ocorre sempre que uma massa polar mais expressiva consegue transpor o planalto central. Na primavera, os sistemas frontais estão mais ativos e atuam sempre que a mTa está deslocada para o oceano atlântico; após a atuação desse sistema e antes da retomada da mTa, ocorre atuação da mEa e, em alguns casos, da mEc.

No que se refere à atuação dos sistemas atmosféricos em relação à posição geográfica das três localidades analisadas, nota-se que a mEc é mais ativa na cidade de Peixe (TO), que fica mais a oeste, e menos ativa em Posse (TO), que está posicionada mais ao sudeste. A mEa apresenta maior atuação nas duas localidades que estão em latitudes mais baixas, Peixe e Taguatinga, e a mTa é mais expressiva em Posse, principalmente no inverno.

Em ano de padrão chuvoso (2004), a dinâmica atmosférica é ligeiramente diferente, pois a atuação da mEc é maior em relação ao ano habitual. Nota-se que, nos três primeiros meses do ano, a mEc apresenta-se bastante ativa nas três localidades e vai perdendo espaço para mTa à medida que o outono-inverno aproxima-se. No início do ano, a atuação da mEa

vem quase sempre sucedida pela mEc antes da retomada da mTa. No outono-inverno, é a mTa que apresenta quase absoluto domínio, sendo que sua atuação é intercalada por raras incursões de sistemas frontais. No início da primavera, intensifica-se a atuação desses sistemas, sobretudo a mPv, nesse ano. A retomada dos sistemas equatoriais ocorre na primavera, intercalando-se entre a atuação predominante da mTa.

A posição geográfica das estações meteorológicas evidencia a abrangência da atuação dos sistemas atmosféricos no espaço. Observa-se que, em Peixe, que fica mais a oeste, a mEa atua mais que nas outras localidades. Em Taguatinga, que está quase na mesma latitude que Peixe, porém mais ao leste, a mEa atua mais que em Peixe e Posse. Nesta última cidade, devido à latitude, os sistemas equatoriais cedem ainda mais espaço para atuação da mTa. Essa mesma característica favorece uma atuação ligeiramente maior dos sistemas frontais em Posse.

O ano de 2007 foi considerado seco para toda a região sudeste do Estado do Tocantins, na qual está localizada a área de estudo. Nesse ano, houve sensível redução da atuação da mEc e novamente é a mTa que tem o domínio predominante da área. Nos meses de janeiro a setembro do ano seco, a mTa teve atuação predominante, com exceção de fevereiro, mês no qual a mEa apresentou-se mais ativa. Os meses de outubro a dezembro também tiveram participação da mEa e de sistemas frontais. As características de atuação espacial dos sistemas atmosféricos é semelhante à dos outros anos, com a mEc atuando mais em Peixe, e a mEa em Taguatinga.

O posicionamento das três estações meteorológicas favoreceu a compreensão da atuação dos sistemas atmosféricos no território da bacia hidrográfica em análise. Os gráficos apresentados permitiram conhecer a atuação dos sistemas atmosféricos e da participação deles na gênese das chuvas, fornecendo, assim, uma compreensão, ainda que preliminar, sobre a dinâmica das chuvas na área de pesquisa.

ISBN: 978-85-7282-778-2

5. Referências Bibliográficas

GERARDI, L. H. **Quantificação em Geografia**. São Paulo: DIFEL, 1981.

MONTEIRO, C. F. A. Da Necessidade de um Caráter Genético à Classificação Climática: algumas considerações metodológicas a propósito do estudo do Brasil Meridional. **Revista Geográfica**, 57, Instituto Pan-Americano de Geografia e História, 1962.

_____. Sobre um Índice de Participação das Massas de Ar e suas Possibilidades de Aplicação à Classificação Climática. Revista Geográfica, 61, Instituto Pan-Americano de Geografia e História, 1964.

_____. Análise Rítmica em Climatologia.Problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de Trabalho. São Paulo: Instituto **Geografia**, Universidade de São Paulo, 1971.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. SUPREM, Rio de Janeiro,1989.

PINTO, P. H. P. **As chuvas no Estado do Tocantins:** distribuição geográfica e gênese das variações rítmicas. 2013. 183f. Dissertação (Mestrado em Geografia) Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Rio Claro, São Paulo, 2013.

PINTO, P. H. P. **A vulnerabilidade Socioambiental na Bacia Hidrográfica do Rio Palma, Estado do Tocantins,** 2017. 147f. Tese (Doutorado em Geografia) Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Rio Claro, São Paulo, 2017.

SILVA, A. A. F. **Variações do ritmo pluvial e a produção de soja no município de Pedro Afonso-TO**. 2013. 229f. Dissertação (Mestrado em Geografia) Universidade Federal do Tocantins, Porto Nacional, 2013.

SOUZA, L. B. Ritmo climático e tipos de tempo no Estado do Tocantins. XII Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica. **Anais**... Goiânia: UFT, 2016

ZAVATTINI, J. A.; BOIN, **Climatologia Geográfica: Teoria e Prática de Pesquisa**. Campinas – SP, Editora: Alínea, 2013.

Agradecimentos: À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao CNPq, pelo fomento à pesquisa.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO 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 REGIÕES HOMOGÊNEAS DE PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO JACUÍ - RS

Jakeline Baratto [(a)], Paulo Miguel de Bodas Terassi [(b)] Cássio Arthur Wollmann [(c)] Emerson Galvani [(d)], José Francisco de Oliveira-Júnior [(e)]

(a) Doutorado em Geografia, Universidade Federal de Santa Maria, jekeline.jake@homail.com

(b) Doutorando em Geografia Física, Universidade de São Paulo, pmbterassi@usp.br

(c) Departamento de Geociências, Univ. Federal de Santa Maria, cassio_geo@yahoo.com.br

(d) Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, egalvani@usp.br

(e) Instituto de Ciências Atmosféricas, Univ. Federal de Alagoas, jose.junior@icat.ufal.br

Eixo: A climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambiental

Resumo

O presente estudo objetiva a identificação das áreas homogêneas de precipitação pluvial da bacia hidrográfica do Alto Jacuí no Estado do Rio Grande do Sul. Foram selecionados os dados de 27 postos pluviométricos, localizados na bacia e próximos a ela, com uma série histórica de 31 anos (1980 a 2010). A metodologia aplicada neste trabalho corresponde à técnica de análise cluster (agrupamento), que tem por finalidade delimitar áreas similares quanto ao padrão pluviométrico. O dendograma foi gerado a partir do software *Statistica* 7.0. Verificou-se a influência do efeito orográfico na pluviosidade média anual do GH I ao GH III de modo gradativo. Desse modo, a orografia também vem a refletir na pluviometria mensal e anual dos postos pluviométricos, por grupos homogêneos.

Palavras chave: análise multivariada, precipitação, orografia, recursos hídricos.

1. Introdução

Os estudos climáticos em bacias hidrográficas atendem aos diferentes segmentos da sociedade civil, especialmente para a gestão dos recursos hídricos. Nas bacias hidrográficas tropicais destaca-se a precipitação pluviométrica como um dos principais componentes de entrada de energia neste recorte espacial, considerando a abundância deste atributo climático.

Dentre as principais técnicas de análise espacial da pluviosidade, tem se destacado na literatura o uso da análise de agrupamento (AA), visto que ela identifica de modo eficiente as semelhanças entre as estações pluviométricas, com isso possibilita uma compreensão detalhada das características climáticas de quaisquer recortes de estudo. A técnica de AA tem sido amplamente empregada em diversas regiões brasileiras (NASCIMENTO et al., 2015; WREGE et al., 2016; TERASSI et al., 2018), o qual identifica características específicas da distribuição espacial pluviométricas em diversas escalas espaciais.

A Bacia Hidrográfica do Alto Jacuí (BHAJ) ganha importância na análise pluviométrica, pois nela se encontra os maiores reservatórios artificiais de usinas hidrelétricas do Rio Grande do Sul e também pelo seu setor agropecuário. Na questão energética a BHAJ conta com quatro 04 Usinas Hidrelétricas – UHE e 04 Pequenas Centrais Hidrelétricas – PCH. Com isso, a bacia hidrográfica ganha destaque pelo aproveitamento dos recursos hídricos para o setor hidroelétrico do estado.

Além do mais a bacia hidrográfica está diretamente ligada à dinâmica do setor agropecuário. Nesse contexto, as maiores demandas hídricas da bacia são referentes às atividades de irrigação e dessedentação animal, sendo que a primeira possui uma demanda hídrica de 1,27 m^3/s, o que corresponde a 46%. Por sua vez, a dessedentação animal possui uma demanda hídrica de 0,51 m^3/s (18,7%) (COAJU, 2009).

Ao considerar a eficácia da utilização da técnica de AA na análise espacial da pluviosidade e a importância da área em estudo no contexto hidrográfico sul-rio-grandense, o presente estudo objetiva a identificação dos setores homogêneos de precipitação pluvial da bacia hidrográfica do Alto Jacuí.

ISBN: 978-85-7282-778-2

2. Materiais e Métodos

A área em estudo está localizada entre as coordenadas geográficas 28°08' a 29°55'S e 52°15' a 53°50'W (Figura 1). A BHAJ abrange uma área total de 12.985 km², e está inserida na Região Hidrográfica do Guaíba (SEMA, 2010).

Os dados pluviométricos para esta pesquisa foram registrados por postos pluviométricos controlados pela Companhia Estadual de Energia Elétrica Geração e Transmissão (CEEE-GT), a Agência Nacional das Águas (ANA), também foram utilizados dados pluviométricos da estação meteorológica da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (Fepagro). Assim, foram selecionados os dados de 27 postos pluviométricos, localizados na bacia ou próximos a ela, com uma série histórica de 31 anos, de janeiro de 1980 a dezembro de 2010 (Figura 1). Optou-se pela escolha de postos no interior e próximos aos limites da bacia hidrográfica para o preenchimento de falhas de registros de dados.

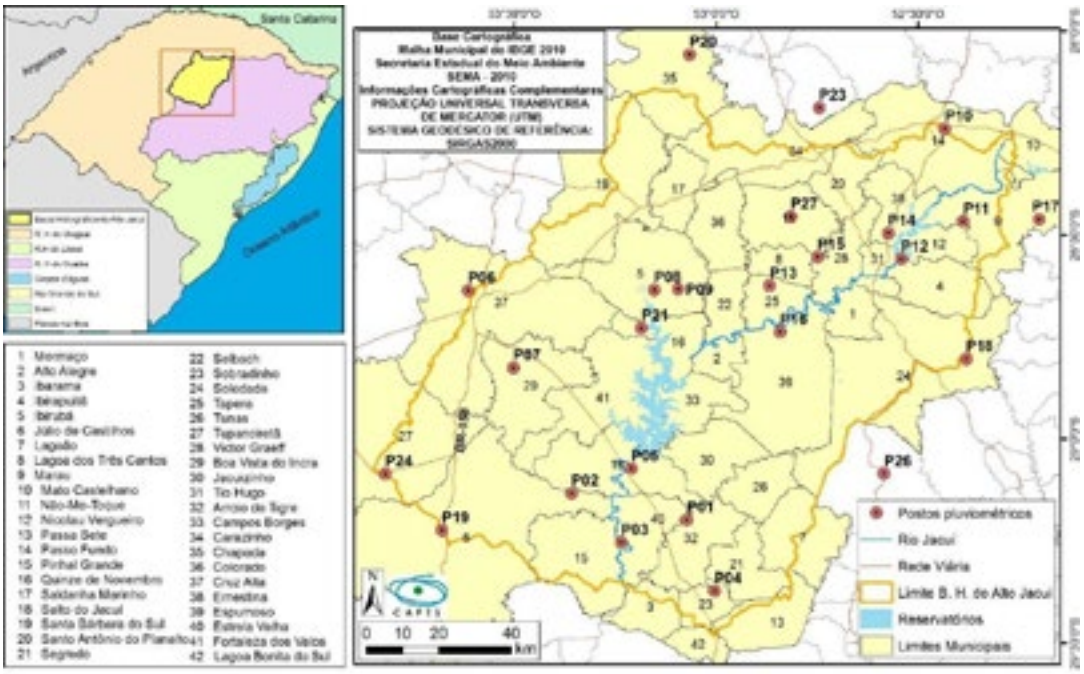


Figura 1 - Localização da bacia hidrográfica do Alto Jacuí (RS).

ISBN: 978-85-7282-778-2

Após a obtenção dos dados, realizou-se a tabulação e organização em planilhas eletrônicas. Na análise preliminar dos dados pluviométricos foram identificadas falhas na série temporal que por sua vez foram preenchidas na aplicação do método utilizado por Zandonadi e Pascoalino (2012). Essa técnica consiste no preenchimento das falhas existentes com o dado real do vizinho mais próximo. Dessa maneira, identificou-se o dado faltante em cada posto, ao proceder esta assimilação, o referido mês e ano que não contivesse o registro, encontrou-se o posto vizinho de menor distância, o qual seria coletado o dado real para o preenchimento das falhas do posto faltante.

A técnica de AA (cluster) foi aplicada para uma análise detalhada das regiões similares pluviométricos da área de estudo. Utilizou-se como medida de proximidade a distância Euclidiana ao quadrado (BRITO et al., 2016), comumente a mais utilizada para a análise de variáveis quantitativas que corresponde a distância geométrica no espaço multidimensional entre duas observações dimensionais (FREITAS et al., 2013).

Usou-se o método Ward (1963), pois propõe que em qualquer fase de análise a perda de informação que resulta do agrupamento de elementos seja medida pela soma dos quadrados dos desvios de cada elemento à média dos elementos do grupo à qual pertente (NASCIMENTO et al., 2015). O dendograma foi gerado a partir do software *Statistica* 7.0 e realizou-se o ponto de corte a partir de uma análise subjetiva que considerou as características do relevo, o regime de pluviosidade e a proximidade espacial entre os postos pluviométricos.

4. Resultados e discussões

A aplicação da técnica de AA identificou quatro grupos homogêneos (GH) distintos na BHAJ (Figura 2). O primeiro grupo (GHI) está localizado na região sul e corresponde à área de menor altitude da bacia hidrográfica. O grupo homogêneo (GII) tem os postos pluviométricos distribuídos no setor centro-norte da BHAJ, em condições intermediárias de altitude em relação ao GH I, de menores elevações, e ao GHIII, de maiores altitudes. O GH III tem a distribuição dos postos a nordeste (NE) da área de estudo, nessa região também estão localizadas as maiores

ISBN: 978-85-7282-778-2

altitudes. O último grupo homogêneo é o GH IV, cujos postos estão distribuídos ao entorno da bacia, especificamente ao noroeste (NW) e sudoeste (SW) da área de estudo (Figura 3).

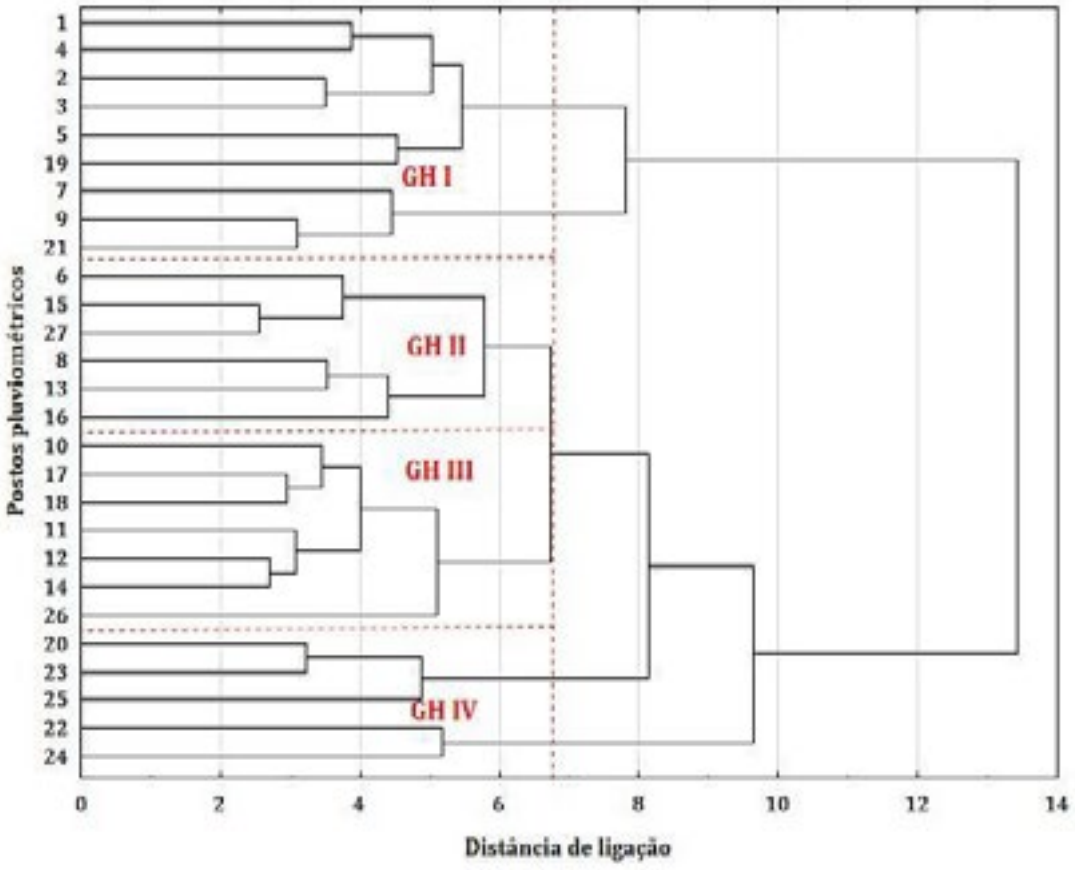


Figura 2 - Dendograma dos postos pluviométricos selecionados para a bacia hidrográfica do Alto Jacuí - RS.

Ao analisar a precipitação total anual entre os grupos, observa-se que na maioria dos anos no GH IV se destaca pelo maior total pluviométrico, com uma média anual de 1896,8 mm. Em contraposição, o GH I obteve predominantemente as menores chuvas acumuladas anuais, sendo que a média para o período é de 1690,1 mm (Figura 4). O GH I tem os postos pluviométricos localizados no sul (S), em condições de menores altitudes e postos pluviométricos situados entre 189 a 440 m de altitude, ao passo que o GH IV tem os postos

ISBN: 978-85-7282-778-2

localizados no setor norte (N) e SW da BHAJ, com altitudes dos postos pluviométricos entre 440 e 593 m e, excepcionalmente, o posto pluviométrico de Dona Francisca a 25 m de altitude.

Os GH II e III estão em condições intermediárias de pluviosidade anual, postos que as médias da série analisada foi de 1787,4 e 1823,8 mm (Figura 4). O GH II caracteriza-se por postos pluviométricos de altitudes entre 360 e 490 m, enquanto que o GH III apresenta postos pluviométricos com altitudes entre 500 a 700 m. Em comparação, verifica-se a influência do efeito orográfico em um aumento de altitude dos postos pluviométricos e da pluviosidade média anual do GH I ao GH III gradativamente, correspondente na literatura sobre o aumento de totais anuais pluviométricos associados ao efeito da orografia em bacias hidrográficas (TERASSI et al., 2017) e conforme Baratto e Wollmann (2015) identificaram para o estado do RS.

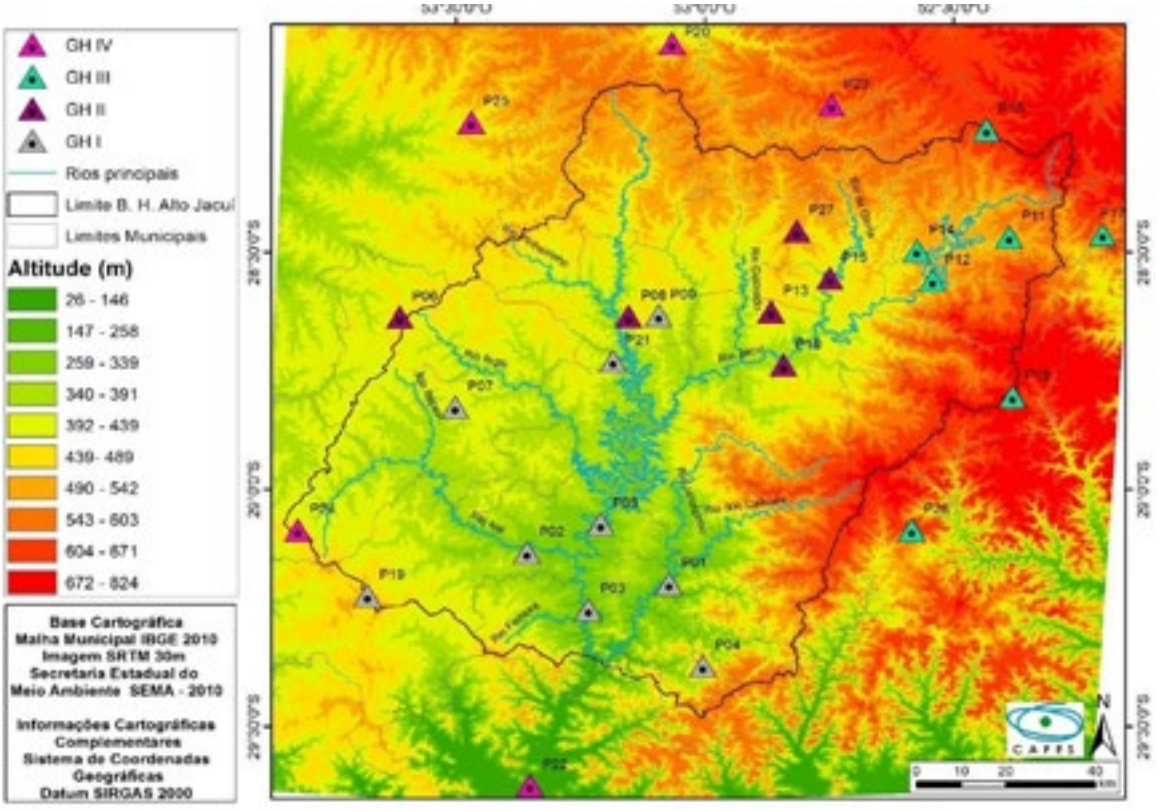


Figura 3 - Distribuição espacial dos grupos homogêneos (GHI, GHII, GHIII e GHIV) e a altimetria (m) da bacia hidrográfica do Alto Jacuí-RS.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Entretanto, observa-se que o GH de maior altitude, não tem seus postos pluviométricos que corresponde àquele de maiores totais anuais, no entanto, os postos do GH IV corresponde ao setor de maior pluviometria da BHAJ, mas não se deu nas maiores elevações dentre os pontos de coleta de dados selecionados. Isto se dá porque, segundo Pelegatti e Galvani (2010) e Terassi et al. (2018), verifica-se a partir de determinadas elevações o limite do efeito orográfico, em que o aumento da altitude é fator determinante para diminuir os totais pluviais, especialmente nos períodos em que as maiores temperaturas são responsáveis pela formação das chuvas convectivas, uma vez que em as maiores altitudes verifica-se a diminuição das temperaturas e, consequentemente, do potencial convectivo das chuvas. Ressalta-se que a maior pluviosidade no GH IV pode estar relacionada à proximidade e influência climática do oeste do Sul do Brasil, no qual Wrege et al. (2016) destaca como a região de maiores totais pluviais anuais.

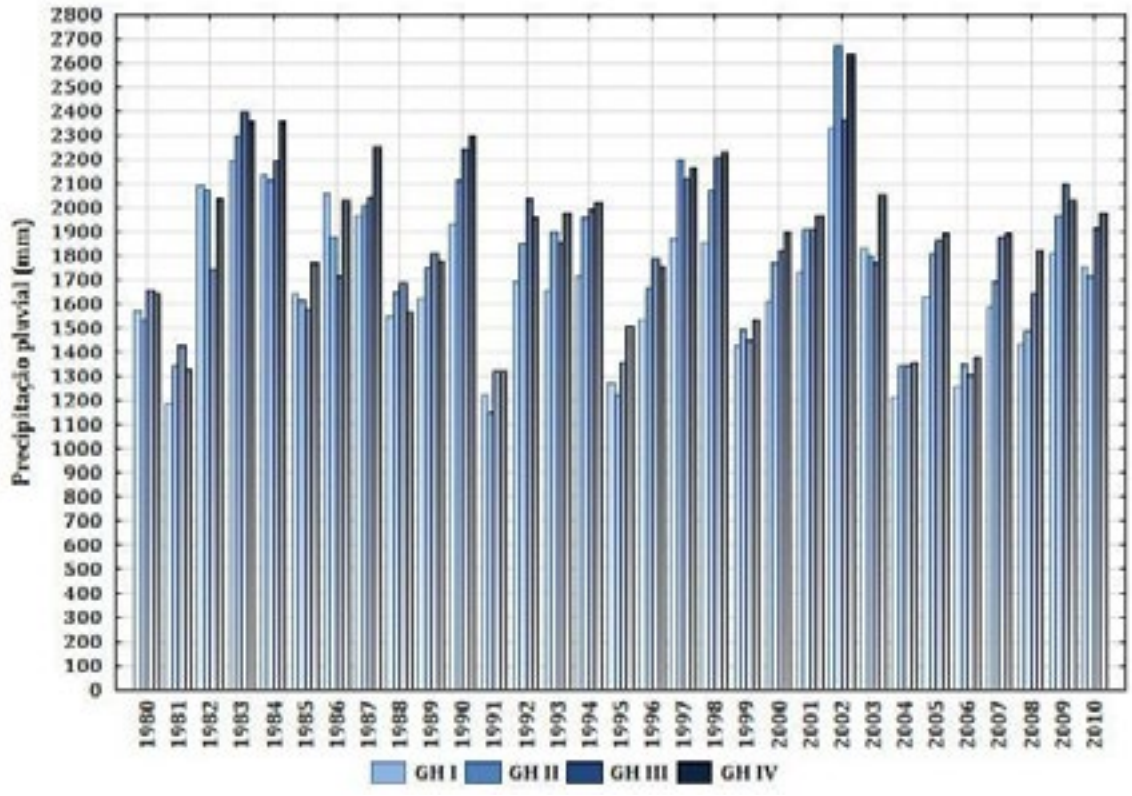


Figura 4 - Distribuição anual da precipitação pluvial média (mm) dos grupos homogêneos (GH) da bacia hidrográfica do Alto Jacuí (RS) no período de 1980 a 2010.

ISBN: 978-85-7282-778-2

A BHAJ caracteriza-se pela homogeneidade da distribuição mensal pluviométrica, sendo que os meses mais chuvosos foram setembro (182,4 mm) e outubro (196,8 mm) e os menos chuvosos foram março (112,9 mm) e agosto (127,5 mm). Esta distribuição regular da pluviosidade é uma característica peculiar da região Sul do Brasil, na qual o clima subtropical e a geração predominante das chuvas, pela atuação da frente polar atlântica (FPA), propicia condições de precipitação ao longo de todo o ano (ROSSATO, 2011).

Observa-se que na maioria dos meses o GH IV foi o que obteve a maior precipitação, entretanto, os meses de julho e agosto são as exceções, pois o GHIII apresentou a maior precipitação nestes períodos. O GH I é o setor de menor precipitação média mensal em quase todos os meses do ano, exceto em março e abril. Analisando a variação da precipitação com relação aos períodos sazonais, os meses de primavera (setembro, outubro e novembro) são os meses com o maior volume em todos os grupos homogêneos (Figura 5). Nessa perspectiva, os valores encontrados pelo estudo, vão em conformidade com o estudo de Sartori (2003), o qual constatou que os meses de primavera são os mais chuvosos na maior parte do território gaúcho e também em conformidade ao identificado com Baratto e Wollmann (2018) para a BHAJ.

Sartori (2003) salienta que no Rio Grande do Sul, a distribuição temporo-espaciais das chuvas refletem três condicionantes: a posição subtropical, a direção dos compartimentos de relevo e a direção geral dos deslocamentos das FPA, que é de sudoeste para nordeste. Dessa maneira, na BHAJ ocorre o aumento dos índices pluviométricos do quadrante sul para o quadrante norte conforme a disposição dos compartimentos geomorfológicos do Rio Grande do Sul, tendo as maiores altitudes ao norte e nordeste e menores altitudes a leste e sudeste. O que é visível na distribuição mensal das chuvas, conforme os grupos homogêneos, que a norte e nordeste tem os maiores índices do que aqueles localizados na porção sul da bacia hidrográfica.

ISBN: 978-85-7282-778-2

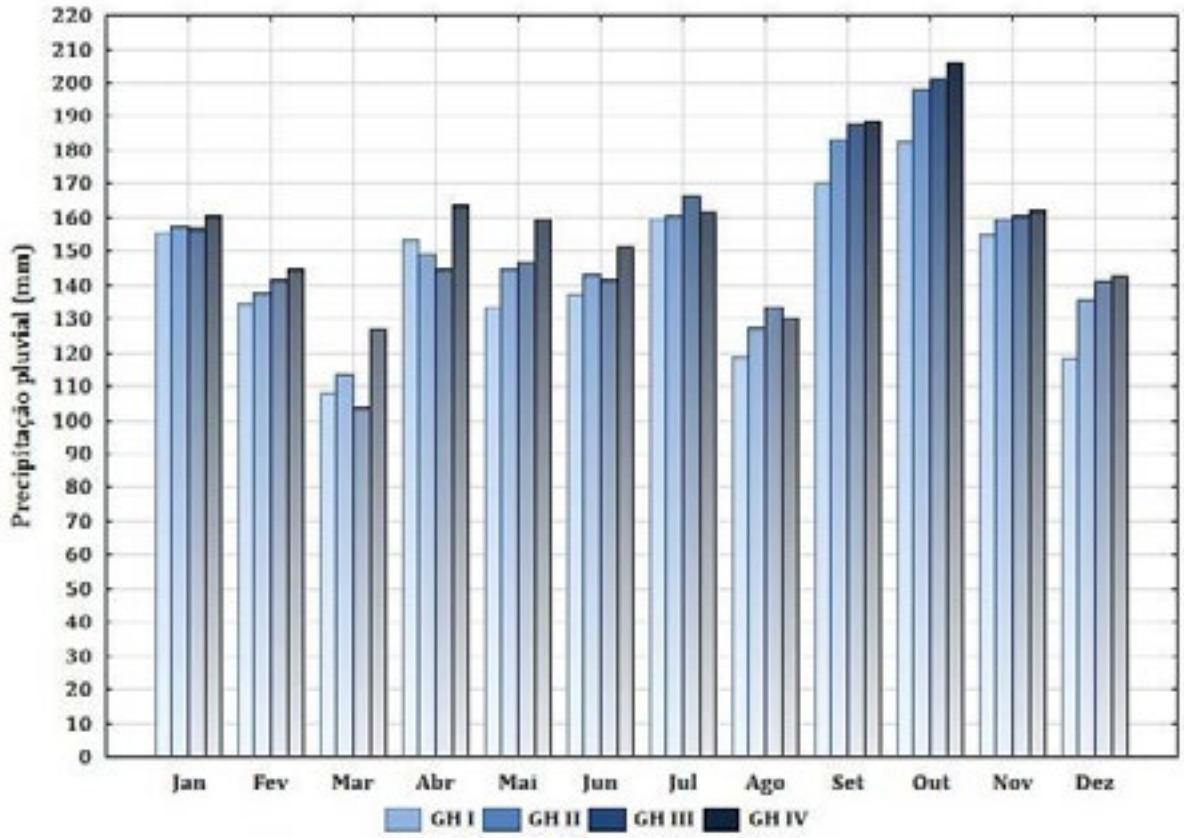


Figura 5 - Distribuição mensal da precipitação pluvial média (mm) para os grupos homogêneos (GH) da bacia hidrográfica do Alto Jacuí - RS no período de 1980 a 2010.

5. Considerações finais

Baseando-se na análise multivariada via técnica de cluster dos dados pluviométricos da bacia hidrográfica do Alto Jacuí, observa-se a formação de quatro grupos homogêneos que têm características similares quanto a altitude e os volumes pluviométricos registrados. Contudo, observou-se que a altimetria é um fator importante na distribuição dos GH. O que vem a refletir na pluviometria mensal e anual dos postos pluviométricos, por grupos homogêneos. A distribuição mensal das chuvas reflete muito mais a dinâmica da circulação regional, e vem a ser visível nos meses de primavera (setembro, outubro, principalmente) que correspondem como os mais chuvosos para todos os GH.

ISBN: 978-85-7282-778-2

6. Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio do Programa Nacional de Cooperação Acadêmica da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Nº Processo: 88881.068465/2014/01 nº 071/2013 CAPES/PROCAD. Os dois primeiros autores agradecem à CAPES pela concessão da bolsa de Doutorado.

7. Referências

BARATTO, J.; WOLLMANN, C.A. Variabilidade sazonal da precipitação pluviométrica dos anos-padrões na bacia hidrográfica do Alto Jacuí, RS. **Geoambiente On-line**, v.30, n.1, p.20-38, 2018.

BARATTO, J.; WOLLMANN, C.A. Perfil topo-oro-pluviométrico do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Interface**, v.10, n.1, p.40-55, 2015

BRITO, T.T.; OLIVEIRA JÚNIOR, J.F.; LYRA, G.B.; GOIS, G.; ZERI, M. Multivariate analysis applied to monthly rainfall over Rio de Janeiro state, Brazil. **Meteorology and Atmospheric Physics**, Berlin, v.129, n.5, p. 469-478, 2016.

BRITTO, P.F.; BARLETTA, R.; MENDONÇA, M. Variabilidade especial e temporal da precipitação pluvial no Rio Grande do Sul: Influência do fenômeno El Niño - Oscilação Sul. **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba, v.3, n.2, p.37-48, 2011.

COMITE DE GERENCIAMENTO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO JACUÍ. **Plano de gerenciamento da Bacia hidrográfica do Alto Jacuí:** Relatório-T2. Passo Fundo, 2009. 75 p.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Atlas Climático do Rio Grande do Sul**. 2011. Disponível em < http://www.cemet.rs.gov.br/conteudo/4731/?Reer%C3%AAncia>. Acesso em: 05 de out. 2017.

FREITAS, J.C.; ANDRADE, A.R.S.; BRAGA, C.C.; GODOI NETO, A.H.; ALMEIDA, T.F. Análise de agrupamento na identificação de regiões homogêneas de índices climáticos no

Estado da Paraíba, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v.6, n.4, p.732-748, 2013.

NASCIMENTO, F.C.A.; ARAÚJO, F.R.C.D.; BRAGA, C.C.; COSTA, E.V.S. Análise dos padrões espaciais e temporais da precipitação no Estado do Maranhão. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v.8, n.2, p.422-430, 2015.

PELLEGATTI, C. H. G.; GALVANI, E. Avaliação da precipitação na Serra do Mar - SP eventos de diferentes intensidade e duração. **Geousp**, São Paulo, v.13, n.27, p.132-148, 2010.

ROSSATO. M.S. **Os climas do Rio Grande do Sul:** variabilidade, tendências e tipologia. 2011. 253 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

SARTORI, M.G.B. A dinâmica do clima no Rio Grande do Sul: indução empírica e conhecimentos científicos. **Terra Livre**, São Paulo, v.1, n.20, p.27-49, 2003.

SECRETARIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. **Bacia Hidrográfica do Alto Jacuí**. Disponível em: <http://www.sema.rs.gov.br/>. Acesso em: 30 de mai. 2016.

TERASSI, P.M.B.; SILVEIRA, H.; OLIVEIRA-JÚNIOR, J.F. Variabilidade pluviométrica e a erosividade das chuvas na Unidade Hidrográfica Pirapó, Paranapanema III e IV - Paraná. **RA'E GA: Espaço Geográfico em Análise**, Curitiba, v.39, n.1, p.76-91, 2017.

TERASSI, P.M.B.; CORREA, M.G.G.; GALVANI, E. Avaliação do potencial erosivo das chuvas na bacia hidrográfica do rio Piquiri - Paraná. **Geoambiente On-Line**, Jataí, v.30, n.1, p.1-19, 2018.

WREGE, M.S.; FRITZSONS, E.; CARAMORI, P. H.; RICCE, W.S.; RADIN, B.; STEINMETZ, S.; REISSER JÚNIOR, C. Regiões com similaridade de comportamento hídrico no Sul do Brasil. **RA'E GA: o Espaço Geográfico em Análise**, Curitiba, v.38, n.1, p.363-382, 2016.

ZANDONADI, L.; PASCOALINO, A. Distribuição temporo-espacial das chuvas nas bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (PCJ). **Revista Geonorte**, v.3, n.5, p.830-843, 2012.

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

IDENTIFICAÇÃO DO ÍNDICE DE ANOMALIA DE CHUVA DA PRÉ-ESTAÇÃO CHUVOSA DE SÃO LUÍS, MARANHÃO

Audivan Ribeiro Garcês Júnior [(a)], Maria Elisa Zanella [(b)]

[(a)] Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Ceará – UFC, Email: audivanribeiro@gmail.com
[(b)] Professora do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Ceará – UFC, Email: elisazv@terra.com.br

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

Este trabalho tem como objetivo analisar a variabilidade das precipitações da pré-estação chuvosa no município de São Luís a partir da aplicação do Índice de Anomalia de Chuva (IAC). Trata-se de uma pesquisa inicial e optou-se por trabalhar apenas com a pré-estação chuvosa, compreendida pelos meses de novembro, dezembro e janeiro. Como resultado identificou-se que cerca de 52,6% dos anos tiveram anomalias positivas, destacando-se as pré-estações dos anos de 1985, 1994 e 2011 considerados extremamente chuvosos. No entanto, 12 anos também tiveram sua pré-estação chuvosa considerada como muito seca, destacando-se os anos de 1983, 2005 e 2015 que tiveram o maior valor de anomalia negativa. Concluiu-se que a aplicação do cálculo do IAC para verificação da pré-estação chuvosa mostra-se como um importante recurso para caracterização das precipitações bem como identificar a severidade das anomalias positivas e negativas.

Palavras chave: Variabilidade. Anomalia de Chuva. Pré-estação chuvosa.

1. Introdução

Nos últimos anos muitos cientistas da Climatologia Geográfica tem buscando respostas para entender a dinâmica climática e relacioná-la com as alterações que ocorrem no espaço geográfico. Salienta-se que a partir da década de 70 com o advento das discussões sobre as mudanças climáticas globais, a sociedade também tenta, de certa forma, encontrar meios e respostas para eventos climáticos que sinalizam estas mudanças.

É sabido que as mudanças climáticas são um tema muito discutido do meio cientifico tendo os que confirmam a hipótese de que alterações no planeta estão cada vez mais evidentes por conta da ação humana, bem como aqueles que refutam este entendimento.

Dentre os elementos que formam o clima, a precipitação é um dos mais estudados. Pesquisas sobre regime de chuvas, volume pluviométrico, eventos intensos de precipitação, secas e estiagens são algumas das temáticas abordadas, isso se deve pelo fato da precipitação ser um elemento com grande variabilidade espacial e temporal, com grande repercussão no espaço, tanto sua abundância quanto sua ausência. Além disso, tem-se a estreita ligação com agricultura e com a manuntenção do abastecimento de água. Assim, é de suma importância compreender a variabilidade do regime de chuvas para que norteie de maneira mais eficiente e eficaz o planejamento urbano, assim como também o planejamento agrícola das áreas de análise.

Várias metodologias e métodos podem ser utilizados para a identificação e caracterização da variabilidade das chuvas, dentre eles o Índice Padronizado de Precipitação (SPI), a Análise de Ritmica, Análise de Agrupamento, Índice de Anomalia de Chuvas (IAC) entre outros. Dentre esses métodos o Índice de Anomalia de Chuvas (IAC) é um dos mais utilizados, por ter procedimentos mais simples e possibilitar a categorização e intensidade dos períodos secos e chuvosos.

Proposto por Rooy (1965), o Índice de Anomalia de Chuvas (IAC) contribui para monitorar os anos de seca e chuva excessiva. É calculado a partir de uma série histórica e possibilita a comparação do regime pluviométrico de um local, bem como a caracterização da variabilidade espacial e temporal da precipitação.

Os trabalhos que utilizaram o IAC em sua metodologia possuem diversos objetivos. Sanches, Verdum e Fisch (2014) analisaram a variabilidade das precipitações anuais no municipio de Alegrete – RS entre os anos de 1928 a 2009 utilizando o IAC. Noronha, Hora e Silva (2016) realizaram uma pesquisa com objetivo de analisar a intensidade da anomalia temporal do regime de chuva na Microbacia de Santa Maria/Cambiocó, no estado do Rio de Janeiro. Moraes e Nery (2014) analisaram a interferência dos eventos de ENOS/Oscilação Sul e da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) na quantidade e na distribuição de chuvas, utilizando ainda o IAC para verificar a variablidade temporal da chuva na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídrícos do Paraíba do Sul.

ISBN: 978-85-7282-778-2

No Nordeste Brasileiro, Silva *et al* (2017) analisaram as precipitações anuais entre 1975 e 2016 em Petrolina – PE, indicando o grau de severidade e duração dos períodos secos e chuvosos. Alves *et al* (2016) calcularam o IAC para diferentes mesorregiões do estado de Pernambuco evidenciando os anos de secas e chuvosos bem como averiguaram os impactos do clima global sobre a distribuição pluviométrica local. Nóbrega, Santiago e Soares (2016) utilizando o IAC buscaram identificar relações entre a variabilidade temporal da precipitação em Pernambuco e as tendências temperaturas da superfície do mar nos oceanos Atlântico Norte, Atlântico Sul, Pacífico Leste e Pacífico Central. Silva *et al* (2018) relacionaram o IAC com a Oscilação Decadal do Pacífico (ODP) e ENOS na Bacia Hidrográfica do Rio Mundaú nos estados de Pernambuco e Alagoas.

Para o estado do Maranhão, Santos e Rodrigues (2016) avaliaram o IAC para a cidade de Imperatriz no Maranhão entre os anos de 1961-1990 e 1991-2011, e encontraram como resultado que o IAC variou significamente entre períodos positivos e negativos. Já para a capital do estado do Maranhão, São Luís, não foi encontrado nenhum trabalho utilizando do método de IAC, desta forma este trabalho buscou analisar a variabilidade das precipitações da pré-estação chuvosa no município de São Luís, a partir da aplicação do Índice de Anomalia de Chuva (IAC). Trata-se de uma pesquisa inicial e optou-se por trabalhar apenas com pré-estação chuvosa, compreendida pelos meses de novembro, dezembro e janeiro, meses que antecedem os maiores acumulados de precipitação, assim a atuação efetiva de importantes sistemas atmosféricos responsáveis por estes acumulados.

1.1. Localização da área

A área em estudo, São Luís, é capital do estado do Maranhão e município mais populoso do estado, com cerca de 1.094.667 habitantes estimativa de 2018 (IBGE, 2019). Localiza-se no norte do Nordeste Brasileiro, entre as coordenadas geográficas 02º 22’ 23” e 02º 51’ 00” de latitude sul e 44º 26’41” e 43º 59’41” de longitude oeste de Greenwich (Figura 1). O território do município está dentro da Ilha do Maranhão com área territorial de 834,785 km², ocupando cerca de 57% da Ilha, tendo como limites as baías de São José e São Marcos e o município de São José de Ribamar. Está inserido na Microrregião Geográfica da Aglomeração Urbana de São Luís juntamente com os municípios de São José de Ribamar, Paço do Lumiar e Raposa e possui uma densidade demográfica de 1.215,69 hab/km² (IBGE, 2019).

ISBN: 978-85-7282-778-2

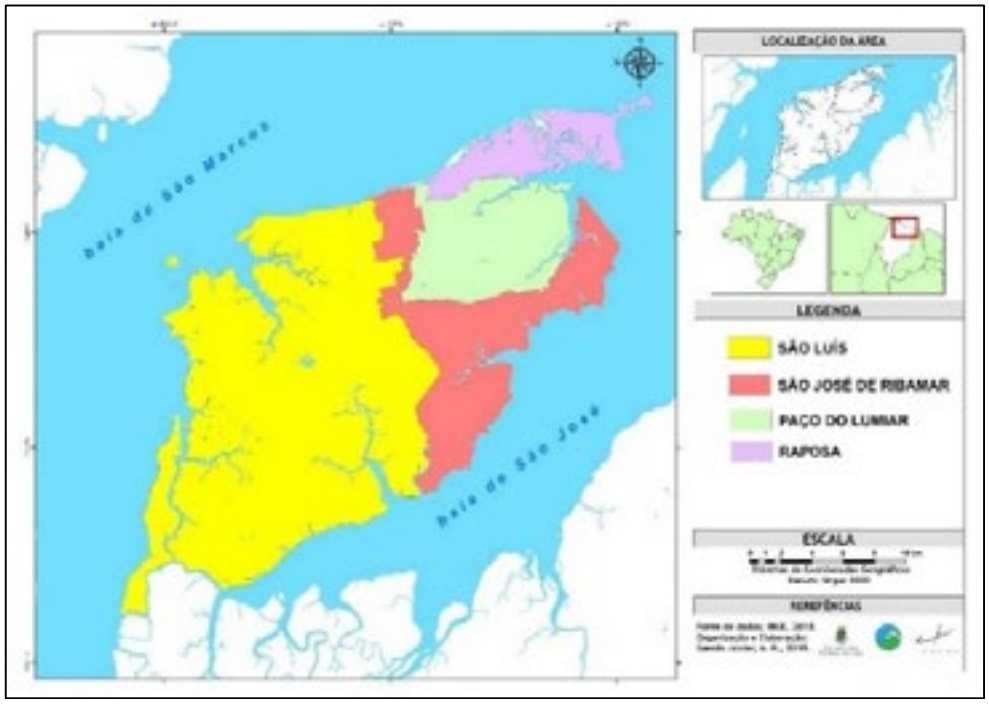


Figura 1: Localização da área de estudo.

A caracterização climática proposta por Mendonça e Danni-Oliveira (2007) para classificação dos domínicos climáticos do Brasil, o norte Maranhense, onde situa-se a cidade São Luís, caracteriza-se por um clima tropical equatorial 2a (com quatro a cinco meses secos). Para Mendonça e Danni-Oliveira (2007, p. 159) este clima "se caracteriza tanto pela influência da maritimidade quanto da continentalidade. As temperaturas, mesmo elevadas ao longo do ano, apresentam pequena variação sazonal e a pluviosidade, maior que os índices térmicos". Em São Luís tem-se duas estações bem definidas, havendo regularidade térmica durante todo ano que são definidas pelo regime pluviométrico, há um período chuvoso, compreendido entre o verão e outono, e outro seco, entre o inverno e a primavera (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Esta definição é possível a partir da compreensão da atuação dos sistemas atmosféricos atuantes sobre a região. Estes estão relacionados às mudanças do equador térmico. Segundo Feitosa (1989) "o sistema que determina a dispersão dessas massas de ar na dinâmica regional é o Anticiclone dos Açores, gerador dos ventos alísios de nordeste, além dos ventos alísios de sudeste", gerados pelo Anticiclone do Atlântico Sul.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Nimer e Brandão (1989 citado por ARAÚJO, 2014, p.94) dizem que "ao longo da depressão equatorial, caracterizada por uma região de pressões relativamente baixas e ventos calmos, o ar instável provoca chuvas e trovoadas bastante intensas". As convergências das massas de ar nestas áreas de baixas pressão no equador geram a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) que é determinante para compreensão do regime pluviométrico de todo norte do nordeste brasileiro.

O período de maior influência da ZCIT é a partir do mês de janeiro, com seu deslocamento meridional, estabelecendo um regime de pluviosidade mais regular nos meses de março e abril, com elevados totais de precipitação (FEITOSA, 1996).

Outros sistemas atmosféricos são relevantes na definição do período chuvoso em São Luís, dentre eles destacam-se os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis – VCANs, que se originam na alta troposfera sobre o oceano e tem sua trajetória normalmente de leste para oeste, caraterizado por possuir um centro de baixa pressão e a região periférica está associada a formação de bandas de nebulosidade, ou seja, o centro do VCAN está associado ao tempo seco enquanto que as áreas periféricas a tempo chuvoso. Atuação dos VCANs na região nordeste da-se de forma relevante entre os meses de dezembro e fevereiro (LOPES, BARBIERI E SANTOS, 2006). Para Araújo (2014), as Linhas de Instabilidades (LI) também são de importante atuação na área de estudo e formam-se sobretudo nos meses de verão no hemisfério sul (dezembro a março), também são causadoras de chuvas e também estão associadas à radiação solar incidente a região, formando as nuvens de tipos *cumulus*.

Destaca-se ainda outros sistemas atmosféricos que são relevantes para pluviosidade do município de São Luís, como os Distúrbios Ondulatórios de Leste – DOL (ondas de leste) e os Complexos Convectivos de Mesoescala – CCM. Os DOLs caracterizam-se pelo deslocamento de campos de pressão iguais para oeste em áreas próximas à linha do equador, possui grande relevância na determinação do período chuvoso do leste do nordeste brasileiro, sua atuação se dá sobretudo nos meses de maio e junho no estado do Maranhão (COUTINHO e FISCH, 2007). Os CCMs são definidos como sendo "conjunto de nuvens frias e espessas de forma circular e crescimento vertical" (BARBIERI, p. 94, 2014), grande parte dos CCMs formam-se durante a madrugada e sua dissipação durante a manhã, caracterizando-se por chuvas intensas em poucas horas.

Com relação às normais climatológicas (1981-2010), segundo INMET a temperatura média anual fica entre 26,7°C, sendo os meses de novembro e dezembro os mais quentes e fevereiro, março e

julho com menores temperaturas. Com relação à pluviosidade, possui acumulado anual normal de 2.199,9mm, sendo os meses de março e abril os mais chuvosos, com 462,1mm e 457,6mm, respectivamente, enquanto o mês mais seco é outubro com 4,7mm. Os ventos predominantes são os de nordeste e apresenta umidade relativa elevada durante todo o ano (INMET, 2019).

A pré-estação chuvosa é definida como o período de transição entre o período de estiagem e chuvosa, desta forma, São Luís caracteriza-se por este período de transição os meses de novembro, dezembro e janeiro, estes meses possuem acumulados médios de 10,5mm, 72,5mm e 226,4mm, respectivamente (Figura 2).

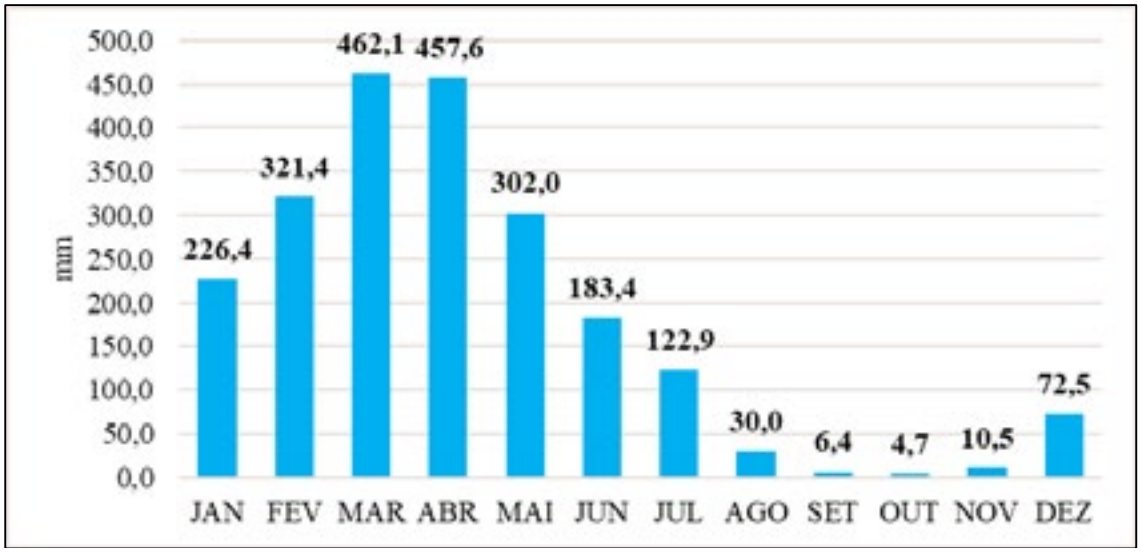


Figura 2: Normais Climatológicas de Precipitação de São Luís-MA (1981-2010).
Fonte: INMET (2019), organizado pelos autores.

2. Materiais e Métodos

Para este estudo utilizou-se os dados da estação meterológica do INMET de São Luís, sendo que a estação está localizada na Área de Proteção Ambiental do Itapiracó (-2.53S; -44.21W), em funcionamento desde 18/11/1924. Foram obtidos dados nas escalas diária e mensal entre novembro de 1980 e janeiro de 2018 no Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa – BDMEP, através do site www.inmet.com.br (INMET, 2019). Salienta-se que os dados foram organizados e descritos no texto por ano, entendendo que, por exemplo, a pré-estação chuvosa do ano de 1981 compreende os meses de novembro e dezembro de 1980 e janeiro de 1981 e assim para os demais anos, assim foram analisadas as pré-estações chuvosas de 1981 a 2018.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Após a coleta dos dados, estes foram organizados e tabulados utilizando as planilhas da Microsoft Excel®, a fim de identificar falhas na série histórica e posteriormente fez-se o tratamento dos dados para aplicação do IAC descrito nas etapas abaixo:

1º Calculou-se o acumulado normal para a pré-estação chuvosa (Novembro, Dezembro e Janeiro) utilizando os dados das normais climaticas de chuva do INMET;

Acumulado normal da pré-estação chuvosa: **309,4mm**

2º Identificou-se na série histórica os anos com acumulados de precipitação acima e abaixo do acumulado normal para a pré-estação chuvosa, e depois fez-se o cálculo das médias dos dez maiores acumulados e dos dez menores da série;

3º Utilizando o software R®, calculou-se do IAC proposto por Rooy (1965), utilizado para identificar a frequência de anos secos e chuvosos e a intensidade, para anos de anomalias positivas e negativas, dado pelas fórmulas abaixo:

- Para anos com anomalias positivas: $IAC = 3 * \left[\frac{N-\bar{N}}{\bar{M}-\bar{N}}\right]$

- Para anos com anomalias negativas: $IAC = -3 * \left[\frac{N-\bar{N}}{\bar{X}-\bar{N}}\right]$

Onde N= precipitação (mm) atual do período analisado (pré-estação chuvosa); $\bar{N}$= precipitação (mm) média da série histórica (mm); $\bar{M}$= média das dez maiores precipitações da série histórica e $\bar{X}$= a média das dez menores precipitações da série analisada. A Tabela I apresenta a classificação do IAC de acordo com a sua intensidade, valores positivos são considerados: chuvoso, muito chuvoso e extremamente chuvoso e valores negativos: seco. Muito seco e extremamente seco.

Tabela I – Classificação da pluviosidade segundo do o IAC.

Índice de Anomalia de Chuva (IAC)	Classe de intensidade
≥ 4	Extremamente chuvoso
Entre 2 e 4	Muito chuvoso
Entre 0 e 2	Chuvoso
0	Neutro
Entre 0 e -2	Seco
Entre -2 e -4	Muito Seco
≤ - 4	Extremamente seco

Fonte: adaptado de Rooy (1965).

ISBN: 978-85-7282-778-2

3. Resultados e Discussões

O Cálculo do IAC permitiu verificar a variabilidade temporal das chuvas nos meses preé-estação chuvosa de São Luís. Percebeu-se que há uma grande variabilidade entre anomalias positivas e negativas, ou seja, houve bastante oscilação do índice padronizado. Com anomalias positivas destacaram-se os anos de 1994 (IAC=5,4), 2011 (4,3) e 1985 (IAC=4,0), sendo considerados **extremamente chuvosos**. Considerados **muito chuvoso** foram os anos de 1982, 1986, 1990 e 2004, já com anomalias positivas e considerados **chuvosos** foram identificados os anos de 1988, 1989, 1991, 1996, 1998, 2000, 2001, 2002, 2003, 2006, 2009, 2017 e 2018. Para esta classificação percebeu-se uma sequência de anos considerados chuvosos entre 2000 e 2003 (Figura 3).

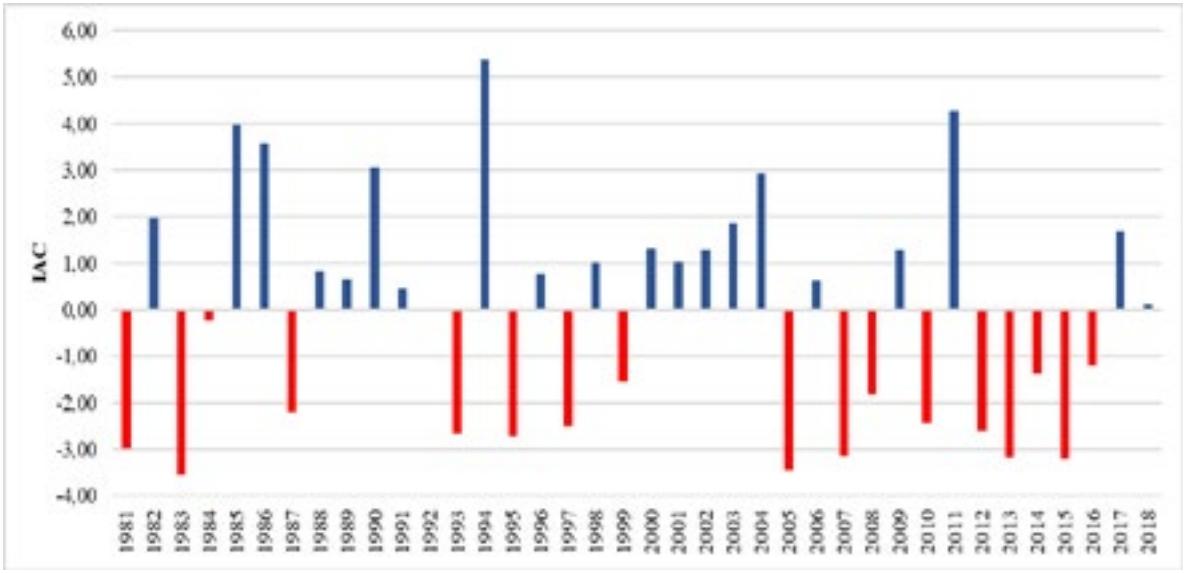


Figura 3: Índice de Anomalias de Chuva de São Luís entre 1981 e 2018.

Com anomalias negativas tem-se os anos de 1984, 1992, 1999, 2008, 2014 e 2016 considerados como **secos**. **Muito seco** indetificou-se os anos de 1981, 1983, 1987, 1993, 1995, 1997, 2005, 2007, 2010, 2012, 2013 e 2015, destcando-se os anos de 2015 (-3,2), 2005 (-3,4) e 2983 (-3,5) com valor encontro de anomalia negativa da série analisada. Para **extremamente seco** não foi encontrado nenhum valor. o ano de 2015 (IAC= -4,2). Percebeu-se uma grande concentração de anomalias negativas na década de 2000, com uma sequência de anos entre 2010 e 2015

Sendo assim, as anomalias positivas representaram cerca de 52,6% da série aalisada, com 3 anos extremamente chuvoso (7,9%), 4 anos muito chuvosos (10,5%) e 13 considerados chuvosos (34,2%). Anomalias negativas representaram 47,4% da amostra, sendo seco 6 anos (15,8%), 12 anos considerados muito seco (31,6%), sendo esta a classificação com maior representatividade (Tabela II).

Tabela II – Quantidade de anos e percentual de acordo com a classificação do IAC.

Classificação	n	%
Extremamente chuvoso	3	7,9
Muito Chuvoso	4	10,5
Chuvoso	13	34,2
Nem Chuvoso Nem Seco	0	0,0
Seco	6	15,8
Muito Seco	12	31,6
Extremamente seco	0	0,0
Total	**38**	100,0

Analisando os climogramas dos anos na qual a pré-estação chuvosa foi considerada extremamente chuvoso (1985, 1994 e 2011), percebeu-se que os anos tiveram acumulados de chuvas acima ou próximos à normal climática, 1985 com 3981,3mm, 1994 com 2720,2 e 1990 com 2713,3mm acumulados no ano. Destaca-se o mês de abril com 849,2mm em 1985, bastante superior à normal para o mês(462,1mm), ano de 1990 o mês de março com 712,4mm e em 2011 também os mês de abril com 621,7mm acumulados.(Figura 4).

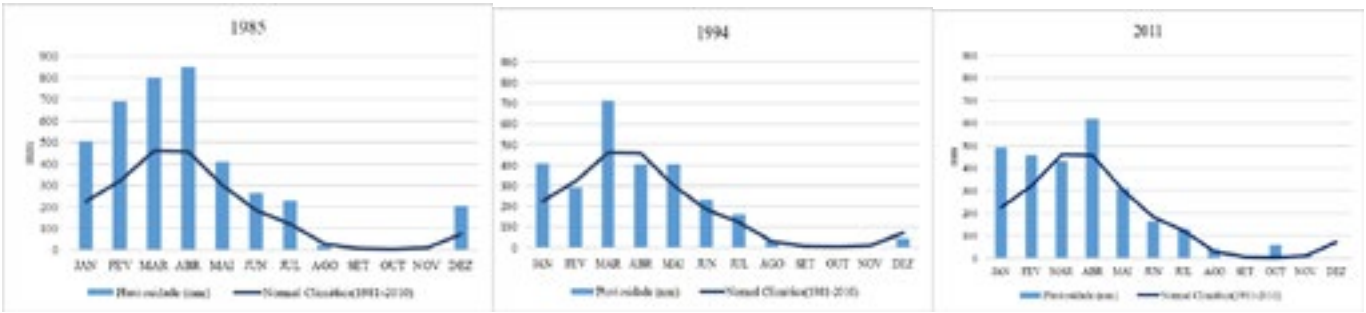


Figura 4: Climogramas dos anos com pré-estação chuvosa extremamente chuvosa.
Fonte: INMET, 2019, organizado pelos autores.

Relacionando os dados obtidos nesta pesquisa com os padrões de ENOS destaca-se que o ano de 2015 foi o ápice do fenômeno de *el niño*, e este ano foi classificado como muito seco com um

dos maiores valores de anomalia negativa (-3,2), já os anos encontrados como extremamente chuvosos (1985 e 2011) foram em anos de *la nina* e 1994 um ano neutro, assim como o ano de 1997 com atuação de um *"super el niño"* foi considerado como muito seco. No entanto essa relação precisa ser melhor analisada e utilizar-se de meios estatísticos para identificar tal correlação, bem como com outros padrões de circulação global como o Dipolo do Atlântico (Figura 5).

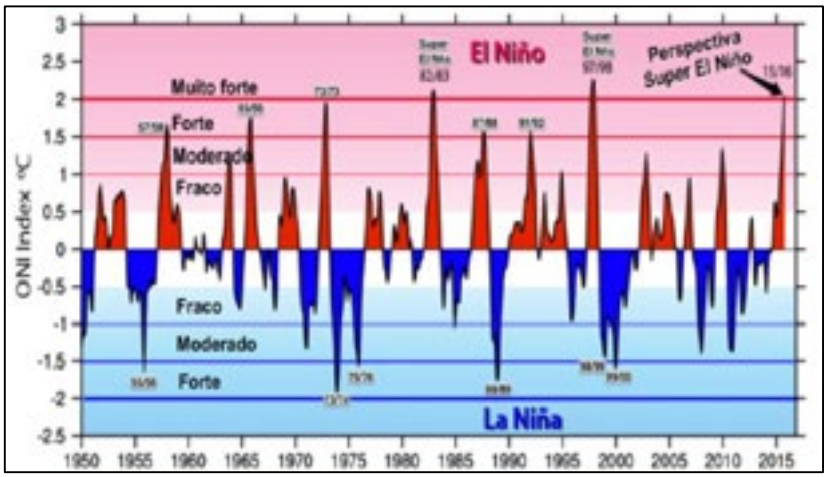


Figura 5: Anomalias de temperaturas da superfície do mar no Pacífico Leste (Índice de ENOS oceânico)
Fonte: SILVA *et al* (2017).

4. Considerações Finais

A aplicação do cálculo do IAC para verificação da variabilidade anual, mensal ou mesmo das pré-estação chuvosa ou estação chuvosa mostra-se com um importante recurso para caracterização das precipitações bem como caracterizar a severidade das anomalias positivas e negativas.

Para São Luís, percebeu-se uma heterogeneidade na disposição das anomalias positivas e negativa, no entanto, identificou-se uma grande quantidade anomalias negativas para a pré-estação chuvosa, sobretudo em anos com acumulados de chuva abaixo da normal climática. Em alguns períodos houve uma sequência de anos com anomalias negativas como de 2012 a 2016, assim como de anomalias positivas entre 2000 e 2003.

Esta pesquisa também permitiu iniciar uma discussão com os dados de precipitação de São Luis sobre a relação correspondência dos valores de IAC com fenômenos de escala global, como o ENOS. Haja vista que alguns autores buscaram relacionar os dados para cidades do Nordeste e encontraram influência da precipitação baseado no IAC (NÓBREGA, SANTIAGO e SOARES, 2016).

ISBN: 978-85-7282-778-2

Além disso, é necessário considerar em pesquisas futuras a relação com o Dipolo do Atlântico, já que há estudos que apontam para favorecimento da precipitação no nordeste brasileiro quando o Dipolo do Atlântico está na fase negativa (anomalia positiva no Atlântico sul) e um favorecimento abaixo da média em fase positivas (anomalia negativa no Atlântico sul) (ANDREOLI e KAYANO, 2007).

Agradecimentos

Os autores agradacem ao Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal do Ceará e ao Laboratório de Recursos Hídricos e Climatologia Geografia pelo apoio técnico-científico e à Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo apoio financeiro.

Referências Bibliográficas

ALVES, J. DE O.; PEREIRA, P. DE C.; QUEIROZ, M. G. de.; SILVA, T. G. F. da; FERREIRA, J. M. da S.; ARAÚJO JÚNIOR, G. do N. Índice de anomalia de chuva para diferentes Mesorregiões do estado de Pernambuco. **Pensar Acadêmico**, Manhuaçu, v. 14, n. 1, p. 37-47, jan/jul, 2016.

ANDREOLI, R.V.; KAYANO, M.T. A importância relativa do Atlântico Tropical Sul e Pacífico Leste na variabilidade de precipitação do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 22, n.1, p.63-74, 2007.

BARBIERI, G. M. L. **Eventos de Chuva extrema associados a sistemas atmosféricos de escala sinótica e escala local no Estado do Ceará**. Tese (Doutorado em Geografia). Programa de Pós-graduação em Geografia. Universidade Federal do Fortaleza, 2014.

COUTINHO, E. C.; FISCH, G. Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOLs) na região do Centro de Lançamento de Alcântara – MA. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.22, n.2, p. 193-203, 2007.

FEITOSA, A. C**. Dinâmica dos processos geomorfológicos da área costeira a nordeste da Ilha do Maranhão**. Rio Claro (SP), 1996. 249f. Tese. (Doutorado em Geografia). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", 1996.

FEITOSA, A. C. **Evolução Morfogenética do Litoral norte da Ilha do Maranhão**. Dissertação. (Mestrado em Geografia) Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, 1989.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/sao-luis/panorama. Acesso em: 02 de fevereiro de 2019.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. **Normais Climatológicas do Brasil** (1981-2010). Disponível em: http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisclimatologicas. Acesso em: 02 de janeiro de 2019.

LOPES, G. M.; BARBIERI, P. R. B.; SANTOS, A. C. S. Influência de um vórtice ciclônico de ar superior no regime de chuvas do estado do Ceará em 2006 (estudo de caso). In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 14, 2006, Florianópolis, **Anais**...Florianópolis, 2006.

MENDONÇA, F. e DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia**: noções básicas e climas do Brasil. v. 1. São Paulo: Oficina de Texto, 2007.

MORAES, M. de P. C.; NERY, J. T. Análise da variabilidade pluvial na unidade de gerenciamento de recursos hídricos do Paraíba do Sul (UGHRI-2). **Revista Brasileira de Climatologia**, Ano 10, Vol. 14, jan/jul, 2014.

NIMER, E. e BRANDÃO, A. M. P. M. **Balanço hídrico e clima da região dos Cerrados**. Rio de Janeiro: IBGE, 1989.

NÓBREGA, R. S.; SANTIAGO, G. A. C. F.; SOARES, D. B. Tendências do controle climático oceânico sob a variabilidade temporal da precipitação no Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, Ano 12, Vol. 18, jan/jul, 2016.

NORONHA, G. C.; HORA, M. de A. G. M DA; SILVA, L. P. da. Análise do Índice de Anomalia de Chuva para a Microbacia de Santa Maria/Cambiocó, RJ. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 31, n. 1, 74-81, 2016.

ROOY, M. P.V. **A Rainfall Anomaly Index Independent of Time and Space.** Notes, v.14, p.43, 1965.

SANCHES, F. de O.; VERDUM, R. FISCH, G. **O** índice de anomalia de chuva (IAC) na avaliação das precipitações anuais em Alegrete/RS (1928-2009). **Revista Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 15, n. 51, p. 73–84, set/2014.

SANTOS, M. da S.; RODRIGUES, R. de Ávila. Índice de anomalia de chuva aplicado em Imperatriz – MA. In: Encontro Nacional de Geografos,18, 2016, São Luís. **Anais**...São Luís: UFMA, 2016.

SILVA, A. R.; SANTOS, T. S. dos; QUEIROZ, D. E DE; GUSMÃO, M. O.; SILVA, T. G. F. da. Variações no índice de anomalia de chuva no semiárido. **Journal of Environmental Analysis and Progress**. V. 02, N. 04, p.377-384, 2017.

SILVA, S. de A.; CANDEIAS, A. L. B.; GOMES, D. D. M.; SOUZA, W. M. de. Variabilidade espaço-temporal da precipitação na Bacia Hidrográfica do Rio Mundaú (PE/AL). **Revista Brasileira de Climatologia**, Ano 14, Vol. 23, jul/dez, 2018.

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

IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DOS EVENTOS EXTREMOS DE PRECIPITAÇÃO EM SÃO LUÍS, MARANHÃO

Audivan Ribeiro Garcês Júnior [(a)], Jacilene dos Santos Castro [(b)], Paulo Roberto Mendes Pereira [(c)], Maria Elisa Zanella [(d)]

[(a)] Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Ceará – UFC, Email: audivanribeiro@gmail.com.

[(b)] Mestre em Geografia pela Universidade Federal do Ceará – UFC, E-mail: jacilene.castro@hotmail.com.

[(c)] Doutorando em Geografia pela Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, E-mail: p.roberto18@hotmail.com.

[(d)] Professora do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Ceará – UFC, Email: elisazv@terra.com.br

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

Esta pesquisa tem como objetivo classificar os eventos de precipitação intensa para o município de São Luís sendo uma importante contribuição para os estudos de climatologia local. Foram utilizados os dados de precipitação diária da estação do INMET entre os anos de 1971 e 2015, considerando apenas os eventos acima de 50mm. Para classificação foi utilizada a técnica estatística dos máximos de precipitação. Foi possível identificar a quantidade de eventos por nível de intensidade, encontrando oito eventos como sendo de intensidade grande, em grande parte estes eventos estiveram associados a atuação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e dos Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN), e ocorreram entre os meses de janeiro e maio.

Palavras chave: Climatologia. Precipitação. ZCIT.

1. Introdução

As repercussões de eventos naturais, tais como enchentes, furacões, ventanias, secas, tornados, nevascas, atividades vulcânicas e outros ganham cada vez mais notoriedade na atualidade por causarem grandes estragos e afetarem diretamente a vida humana.

Estes eventos são ainda mais evidenciados quando ocorrem no contexto das áreas urbanas onde há uma grande concentração de pessoas e por possuir uma rede de infraestrutura capaz de ser afetada por estes fenômenos, como linhas de transmissão de energia, telefone e internet, vias de circulação (estradas, ferrovias e etc.) e outros elementos que compõe um conjunto de relações dentro de uma cidade.

Nesse contexto, os eventos climáticos são os que possuem uma grande relevância haja visto serem os mais evidenciados atualmente, dependendo da posição geográfica do espaço afetado, tais como ondas de calor, tempestades, secas, que geram impactos com grandes repercussões, por exemplo, as secas afetam o abastecimento de água para consumo humano, as grandes tempestades gerando alagamentos, enchentes e inundações. Para Rego e Barros (2014) os eventos de chuvas são os que mais impactam as áreas urbanas, podendo causar alagamentos, deslizamentos de massas, inundações. No entanto, a quantidade e magnitude dos impactos causados pelas chuvas nas cidades dependerem de sua intensidade, é nesse contexto que se insere a análise das chuvas extremas.

A definição de chuva extrema ainda é bastante discutida no âmbito da climatologia e meteorologia. Segundo Conti (2011) as chuvas podem ser consideradas intensas quando ultrapassam o acumulado de 50mm em 24h, podendo ser evidenciando algum impacto nas áreas urbanas a partir deste valor. No estudo de Monteiro e Zanella (2017) para cidades do Ceará também consideraram os acumulados diários maiores de 50mm como chuvas extremas. Para de Araújo *et al* (2008) as chuvas extremas podem ser denominadas também de chuvas máximas podendo ter distribuição irregular tanto no tempo quanto no espaço. Para Barbosa (2007) os eventos extremos de chuva são aqueles que possui desvio superiores ou inferiores aos habituais num determinado período.

Para esta classificação das intensidades das chuvas extremas são utilizadas diferentes técnicas estatísticas para a definição e classificação das intensidades dos eventos pluviométricos, tais como a utilização de medidas separatrizes (quartil, percentil e outros), por análise gráfica (box plot), por medidas de posição e desvios padrão.

O grande desafio atualmente está justamente em melhorar previsão de tais eventos climáticos e no planejamento e gestão das cidades a fim de minimizar os impactos desses fenômenos e preparar a infraestrutura para que suporte a magnitude dos eventos. No caso do Brasil, tem-se as chuvas como um dos elementos climáticos que causam mais impactos nas cidades, dada sua condição tropical com atuação de diversos sistemas atmosféricos causadores de chuvas (tropicais, equatoriais e subtropicais),

ISBN: 978-85-7282-778-2

a presença de grandes florestas, com altas taxas de evapotranspiração como a Amazônia, as características do relevo e a maritimidade, são alguns dos fatores que interagem para gerar essa condição climática no território brasileiro.

Aliado a isso tem-se o crescimento desordenado das cidades brasileiras que sem o devido planejamento criaram espaços mais vulneráveis que são afetadas tanto por condições climáticas normais e que são intensificados quando estes eventos são atípicos, tais como as chuvas extremas.

Nesta pesquisa será analisado uma série de dados de pluviosidade para o município de São Luís utilizando a técnica de máximos de precipitação para definição e classificação dos eventos extremos.

1.1 Caracterização da área

O município de São Luís está localizado na Ilha do Maranhão (Figura 01), está entre as coordenadas de 02º 22' 23" e 02º 51' 00" de latitude sul e 44º 26'41" e 43º 59'41" de longitude oeste de Greenwich. Ocupa cerca de 57% da Ilha, tendo como limites as baías de São José e São Marcos e o município de São José de Ribamar. Está inserido na Microrregião Geográfica da Aglomeração Urbana de São Luís juntamente com os municípios de São José de Ribamar, Paço do Lumiar e Raposa. É a capital do estado do Maranhão e o município mais populoso, com estimativa de 1.082.935 habitantes em 2016 (IBGE, 2016), com área territorial de 834,785 km² e densidade demográfica de 1.215,69 hab/km² (IBGE, 2010).

Figura 01: Localização da área de estudo.

ISBN: 978-85-7282-778-2

A cidade de São Luís está inserida na zona tropical, recebendo altos índices de radiação solar, que irá refletir nas altas temperaturas médias (FEITOSA & TROVÃO, 2006). Segundo proposta de Mendonça e Danni-Oliveira (2007) para classificação dos domínicos climáticos do Brasil, o norte Maranhense, onde situa-se a cidade São Luís, caracteriza-se por um clima tropical equatorial 2a (com quatro a cinco meses secos). Para Mendonça & Danni-Oliveira (2007, p. 159) este clima "se caracteriza tanto pela influência da maritimidade quanto da continentalidade. As temperaturas, mesmo elevadas ao longo do ano, apresentam pequena variação sazonal e a pluviosidade, maior que os índices térmicos".

Em São Luís tem-se duas estações bem definidas, havendo regularidade térmica durante todo ano que são definidas pelo regime pluviométrico, há um período chuvoso, compreendido entre o verão e outono, e outro seco, entre o inverno e a primavera (MENDONÇA & DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Esta definição é possível a partir da compreensão da atuação dos sistemas atmosféricos atuantes sobre a região. Estes estão relacionados às mudanças do equador térmico. Para Sousa (1993), as massas Equatorial Atlântica e Equatorial Continental no sentido norte-sul e noroeste-sudeste, atua de forma preponderante na região, e são responsáveis pela intensa pluviosidade no verão e no outono, período que a radiação é mais intensa sobre o hemisfério sul.

Segundo Feitosa (1989) "o sistema que determina a dispersão dessas massas de ar na dinâmica regional é o Anticiclone dos Açores, gerador dos ventos alísios de nordeste, além dos ventos alísios de sudeste".

Nimer e Brandão (1989 citado por ARAÚJO, 2014, p.94) diz que "ao longo da depressão equatorial, caracterizada por uma região de pressões relativamente baixas e ventos calmos, o ar instável provoca chuvas e trovoadas bastante intensas". As convergências das massas de ar nestas áreas de baixas pressão no equador geram a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) que é determinante para compreensão do regime pluviométrico de todo nordeste brasileiro.

O período de maior influência da ZCIT é a partir do mês de janeiro, com seu deslocamento meridional, estabelecendo um regime de pluviosidade mais regular nos meses de março e abril, com elevados índices de precipitação (FEITOSA, 1996).

Para Araújo (2014), as Linhas de Instabilidades (LI) também são de importante atuação na área de estudo e formam-se sobretudo nos meses de verão no hemisfério sul (dezembro a março),

ISBN: 978-85-7282-778-2

também são causadoras de chuvas e também estão associadas à radiação solar incidente a região, formando as nuvens de tipos *cumulus*.

Outro sistema atmosférico relevante na definição do período chuvoso em São Luís são os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis – VCANs, origina-se na alta troposfera sobre o oceano e tem sua trajetória normalmente de leste para oeste, caraterizado por possuir um centro de baixa pressão e a região periférica está associada a formação de bandas de nebulosidade, ou seja, o centro do VCAN está associado ao tempo seco enquanto que as áreas periféricas a tempo chuvoso. Atuação dos VCANs na região nordeste dar-se de forma relevante entre os meses de dezembro e fevereiro (LOPES, BARBIERI E SANTOS, 2006).

Cabe destacar ainda outros sistemas atmosféricos que são relevantes para pluviosidade do município de São Luís, como os Distúrbios Ondulatórios de Leste – DOL (ondas de leste) e os Complexos Convectivos de Mesoescala – CCM. Os DOLs caracterizam-se pelo deslocamento de campos de pressão iguais para oeste em áreas próximas à linha do equador, possui grande relevância na determinação do período chuvoso do leste do nordeste brasileiro, sua atuação se dá sobretudo nos meses de maio e junho no estado do Maranhão (COUTINHO E FISCH, 2007). Os CCMs são definidos como sendo "conjunto de nuvens frias e espessas de forma circular e crescimento vertical" (BARBIERI, p. 94, 2014), grande parte dos CCMs formam-se durante a madrugada e sua dissipação durante a manhã, caracterizando-se por chuvas intensas em poucas horas.

Com relação às normais climatológicas (1981-2010), segundo INMET a temperatura média anual fica entre 26,7°C, sendo os meses de novembro e dezembro os mais quentes e fevereiro, março e julho com menores temperaturas. Com relação à pluviosidade, possui acumulado anual normal de 2.199,9mm, sendo os meses de março e abril os mais chuvosos, com 462,1mm e 457,6mm, respectivamente, enquanto o mês mais secos é outubro com 4,7mm. Os ventos predominantes são os de nordeste e apresenta umidade relativa elevada durante todo o ano (INMET, 2018).

2. Materiais e Métodos

Para definição dos eventos extremos pluviométricos que foram analisados, organizou-se todos os dados diários de acumulados de precipitação em 24h entre os anos de 1971 a 2015. Os máximos de precipitação foram coletados a partir da série histórica disponibilizada pelo Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa – BDMEP, no site www.inmet.com.br. A estação

ISBN: 978-85-7282-778-2

meteorológica de origem dos dados pertence ao Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, e está localizada na Área de Proteção Ambiental do Itapiracó em São Luís.

As séries históricas foram organizadas em ordem descrente utilizando as planilhas do Microsoft Excel e excluídos os valores abaixo de 50mm, desta forma trabalhou-se apenas com os máximos de precipitação. A partir dos eventos restantes, calculou-se com as fórmulas abaixo as médias dos máximos de precipitação e os desvios padrão de cada município para aplicação da metodologia dos máximos de precipitação.

Para média dos máximos aplicou-se a fórmula: $\bar{x} = \frac{x_1 + \ldots + x_n}{n} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i$

Onde $\bar{X}$ – Média; x – acumulado de precipitação diário; n – quantidade total de eventos; Σ – somatório de todos os acumulados de precipitação.

Para o cálculo do desvio padrão: $\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{X})^2}{n}}$

Onde: σ – desvio padrão; Σ – somatório de todos os acumulados de precipitação; $\bar{X}$ – Média; x – acumulado de precipitação diário; n – quantidade total de eventos.

A metodologia dos máximos de precipitação já descrita e utilizada por Silva (2012) e Monteiro e Zanella (2017) busca o tratamento dos eventos extremos de precipitação diários em classes de intensidade e a identificação do grau de magnitude, utilizando-se da média e do desvio padrão, como descrito pelo esquema abaixo, onde: σ – desvio padrão; $\overline{M}$ – Média; x – acumulado de precipitação diário (Figura 2).

NORMAL	$x < \overline{M}$ máx	Baixa intensidade
NÍVEL I	$\overline{M}$ máx $\ll x < \overline{M}$ máx $+1\sigma$	Intensidade pequena
NÍVEL II	$\overline{M}$ máx $+1\sigma \ll x < \overline{M}$ máx $+ 2\sigma$	Intensidade média
NÍVEL III	$\overline{M}$ máx $+2\sigma \ll x < \overline{M}$ máx $+3\sigma$	Intensidade grande
NÍVEL IV	$\overline{M}$ máx $+3\sigma \ll x$	Intensidade muito grande

Figura 2: Classificação dos eventos.
Fonte: Adaptado de Silva (2012).

ISBN: 978-85-7282-778-2

Os eventos considerados normais foram aqueles entre 50mm e menores que a média das máximas, os eventos de nível I os acumulados diários maiores ou igual a média e menores que a média somada ao valor do desvio padrão, já os eventos de nível II foram os registros maiores ou iguais a média somado ao desvio padrão e menores que a média mais duas vezes o desvio padrão. Para os eventos de nível III considerou-se o intervalo entre o valor encontrado da soma da média das máximas e duas vezes o desvio padrão e a média mais três vezes o desvio padrão, e por fim, os eventos de nível IV foram aqueles maiores ou igual a soma da média das máximas e três vezes o desvio padrão. Assim, utilizando a média das máximas e desvio padrão foi possível definir as classes de níveis e de intensidade.

Após o tratamento estatístico do banco de dados foram selecionados alguns eventos de grande intensidade para caracterização do sistema atmosférico atuante através da análise sinóticas de imagens de satélites meteorológicos (GOES, METEOSAT) disponibilizadas pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC).

3. Resultados e Discussões

O município de São Luís apresenta alta variabilidade pluviométrica intra anual quanto interanual, alguns fatores são determinantes para esta característica, cabe destacar a influência da dinâmica climática global, com influência direta do fenômeno ENOS na pluviosidade de toda região Nordeste, bem como influência a dinâmica das chuvas em grande parte do território brasileiro, como já foi descrito por vários autores e das Temperaturas de Superfície do Mar - TSM sob o Oceano Atlântico (UVO, 1989; SILVA, 2001; SOUSA, 2004).

Na análise das normais climatológicas (1981-2010) identifica-se que há uma concentração representativa das chuvas no primeiro semestre do ano, entre os meses de janeiro e julho, com acumulados máximos nos meses de março (462,1mm) e abril (457,6mm) (Figura 3). É durante estes meses que a Zona de Convergência Intertropical atua com maior relevância na costa norte do Nordeste Brasileiro, diversos trabalhos já evidenciaram a influência da TSM do Oceano Atlântico e do ENOS na precipitação do Nordeste evidenciando que estes fenômenos afetam diretamente o posicionamento da ZCIT e assim determina de os volumes de precipitação serão abaixo ou dentro da normalidade.

ISBN: 978-85-7282-778-2

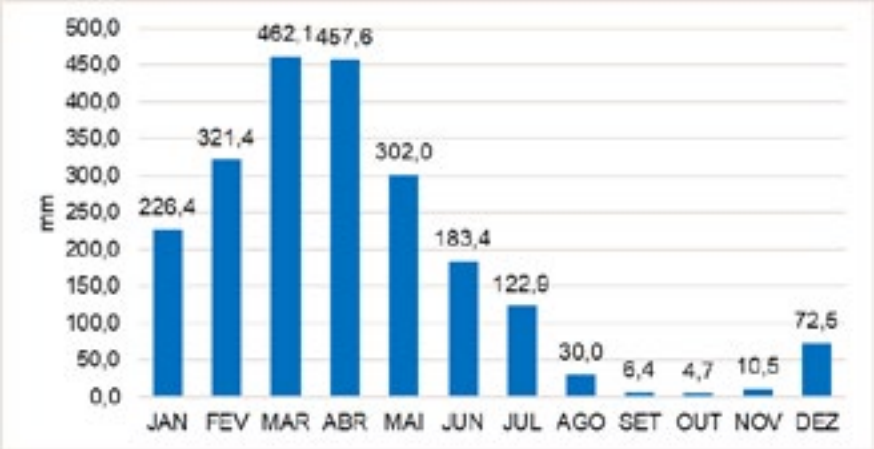


Figura 3: Normais Climatológicas de Precipitação de São Luís-MA.
Fonte: INMET, 2018, organizada pelos autores.

A climatologia local também é marcada pelos eventos que fogem à normalidade, descritos na literatura como eventos extremos, eventos intensos ou eventos adversos. Na climatologia dinâmica as identificações destes eventos são importantes para identificação dos sistemas geradores e quais a frequência de ocorrência dos fenômenos, além de ser importante para gestão e planejamento urbano.

No munícipio de São Luís aplicando a técnica dos máximos de precipitação identificou-se a quantidade de eventos em cada nível de intensidade (Tabela I).

Tabela I: Classificação dos eventos de chuva

CLASSIFICAÇÃO/INTENSIDADE	INTERVALOS	N	%
NORMAL	≤76,8	268	66%
NIVEL I: intensidade pequena	76,8 ⊦ 104,9	82	20%
NIVEL II: intensidade média	104,9 ⊦133,0	34	8%
NIVEL III: intensidade grande	133,0 ⊦ 161,1	16	4%
NIVEL IV: intensidade muito grande	≥161,1	8	2%
TOTAL		408	100%

Os intervalos de acumulados de precipitação foram definidos e a partir desta definição foram identificados a quantidade de eventos em cada nível de intensidade. Os eventos considerados de Nível IV ou de intensidade muito grande foram aqueles com acumulados superiores ou igual a 161,1mm

ISBN: 978-85-7282-778-2

Os eventos considerados normais foram aqueles com acumulados de precipitação menores ou igual a 76,8mm, sendo identificados 268 eventos dentro da normalidade. Cabe salientar que foram selecionados apenas eventos iguais ou superiores a 50mm. Identificou-se ainda 82 eventos de nível I, 34 de nível II, 16 de nível III e 8 eventos de nível IV, de intensidade muito grande. Abaixo encontra-se o quadro com as datas e o acumulado de cada dia (Figura 4).

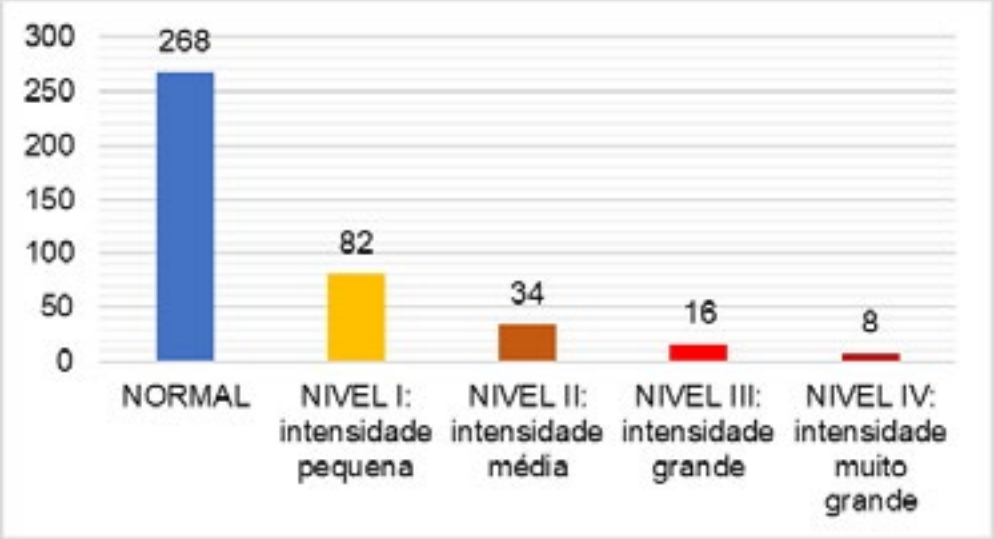


Figura 4: Quantidade de eventos por níveis de intensidade.

Dos oito eventos registrados percebe-se que grande parte são das décadas de 1970 e 1980, destacando o maior acumulado no dia 06 de fevereiro de 1980 com 210mm de precipitação. Para análise sinótica optou-se pelos fenômenos mais recentes. O primeiro trata-se do dia 08 de janeiro de 2011 com acumulado de 187,8mm, este evento foi ocasionado por um Vórtice Ciclônico de Altos Níveis – VCAN, que atuou sobre o Nordeste Brasileiro em grande parte do mês do janeiro de 2011, como destacou a revista Clima Análise do CPTEC, percebe-se na imagem de satélite uma grande nebulosidade sob a costa norte do nordeste, enquanto que em grande parte da Bahia e norte de Minas Gerais uma área de tempo seco, onde encontra-se o núcleo do VCAN. Salienta-se ainda que boa parte da precipitação do mês janeiro na região é originada pela atuação dos VCANs (Tabela II).

ISBN: 978-85-7282-778-2

Tabela II: Eventos de Nível IV

Data	Chuva(mm)
06/02/1980	210
08/01/2011	187,8
11/05/2014	181,6
19/04/1974	177,2
23/02/1974	174,8
25/04/1979	165
13/03/2010	162,2
10/04/1985	161,4

Fonte: elaborado pelos autores (2018).

Já no dia 11 de maio de 2014, com acumulado de 181,6mm, é o evento mais recente. No trabalho realizado por Garcês Júnior *et al* (2016) identificou que a atuação da ZCIT foi o principal sistema atuante no período, destacando ainda que o fenômeno trouxe diversos problemas para o município, tais como enchentes, alagamentos de ruas, deslizamentos de terra, interrupção de energia elétrica e outros (Figura 5).

Figura 5: Imagens de Satélites.

(a) Satélite GOES 12 do dia 08/01/2011; (b) Satélite GOES 13 do dia 11/05/2014; (c) Satélite Metosat canal 2 de 13 de março de 2010. Fonte: www.cptec.inpe.br.

O último evento analisado foi o de 13 de março de 2010, que teve acumulados de precipitação de 162,2mm, este fenômeno de precipitação intensa ocorreu no mês de maior volume de

chuva no município de São Luís, estando sob forte influência da ZCIT, é possível notar na imagem de satélite uma grande banda de nebulosidade sob toda região norte do estado do Maranhão.

4. Considerações finais

A partir da análise histórica de 1971 a 2015 foi possível identificar diversos eventos acima de 50mm registrado pela estação meteorológica do INMET em São Luís, no entanto ao realizar a análise estáticas dos eventos extremos a partir de sua intensidade, foi possível notar que grande parte dos eventos foram classificados como normais ou de pequena intensidade.

Os eventos de intensidade grande ocorreram entre os meses de janeiro e maio, período de maior acumulado de chuva em São Luís, no entanto o mês de abril possuiu maior parte dos eventos. Assim, evidenciando também que a ZCIT possui grande relevância na determinação do período chuvoso na área analisada, além de contar com a participação de outros sistemas atmosféricos como os VCANs no mês de janeiro.

No entanto, cabe destacar que a apesar de apenas oito eventos serem considerados de intensidade grande, estes tiveram valores bem acima limiar definido como intervalo inferior deste nível (161,1mm), assim a partir da análise de três eventos de grande intensidade foi possível identificar que estes causaram grandes repercussões na cidade, destacando alagamentos, enchentes e deslizamentos de terra.

É importante que outras pesquisas sobre a temática sejam realizadas no município de São Luís para que tenhamos uma consistência maior de referencial teórico e prático sobre a climatologia local, além de ter a possibilidade ser um importante embasamento para o planejamento urbano da cidade, na qual se pense uma cidade preparada para eventos pluviométricos extremos.

Agradecimentos

Os autores agradacem ao Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal do Ceará e ao Laboratório de Recursos Hídricos e Climatologia Geografia pelo apoio técnico-científico e à Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo apoio financeiro.

Referências

ARAÚJO, L. E.; SOUSA, F. A. S.; RIBEIRO, M. A. M.; SANTOS, A. S.; MEDEIROS, P. C. Análise estatística de chuvas intensas na bacia hidrográfica do rio Paraíba. **Revista Brasileira de meteorologia,** v. 23, n.2, p. 162-169.

ARAÚJO, R. R. **Clima e vulnerabilidade socioespacial:** uma avaliação dos fatores de risco na população urbana do município de São Luís (MA). Tese. (Doutorado em Geografia). Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Presidente Prudente, São Paulo, 2014.

BARBIERI, G. M. L. **Eventos de Chuva extrema associados a sistemas atmosféricos de escala sinótica e escala local no Estado do Ceará**. Tese (Doutorado em Geografia). Programa de Pós-graduação em Geografia. Universidade Federal do Fortaleza, 2014.

BARBOSA, J. P. M. **Estudo sobre a evolução dos eventos extremos de precipitação no setor paulista da serra do mar**. Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, XVII, São Paulo-SP, 2007.

CONTI, J. B. **Clima e meio ambiente**. 7. Ed. São Paulo: Atual, 2011.

COUTINHO, E. C.; FISCH, G. Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOLs) na região do Centro de Lançamento de Alcântara – MA**. Revista Brasileira de Meteorologia**, v.22, n.2, p. 193-203, 2007.

FEITOSA, A. C. e TROVÃO, J. de R. **Atlas escolar do Maranhão**: espaço geo-histórico e cultural. João Pessoa: Editora Grafset, 2006.

FEITOSA, A. C. **Evolução Morfogenética do Litoral norte da Ilha do Maranhão**. Dissertação. (Mestrado em Geografia) Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, 1989.

GARCÊS JÚNIOR, A. R., MARQUES, L. M., TORRES, M. A. N., AQUINO JÚNIOR, J. **Análise de um episódio de precipitação intensa no ano de 2014 na cidade de São Luís-MA**. In: XII Simpósio Brasileiro e Climatologia Geográfica, Goiânia, 2016.

IBGE**. Resultados do Censo de 2010**. Brasília: IBGE 2010. Disponível em: http://censo2010.ibge.gov.br/resultados.html.

INMET. **Normais Climatológicas do Brasil** (1981-2010). Disponível em: http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisclimatologicas. Acesso em: 02 de abril de 2018.

LOPES, G. M.; BARBIERI, P. R. B.; SANTOS, A. C. S. **Influência de um vórtice ciclônico de ar superior no regime de chuvas do estado do Ceará em 2006** (estudo de caso). In: XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2006, Florianópolis, Anais do XIV CBMET, 2006.

MENDONÇA, F. e DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia**: noções básicas e climas do Brasil. v. 1. São Paulo: Oficina de Texto, 2007.

MONTEIRO, B. J.; ZANELLA, M. E. A metodologia dos máximos de precipitação aplicada ao estudo de eventos extremos diários nos municípios de Crato, Fortaleza e Sobral-CE. **Revista GeoTextos**, vol. 13, n. 2, dezembro 2017.

NIMER, E. e BRANDÃO, A. M. P. M. **Balanço hídrico e clima da região dos Cerrados**. Rio de Janeiro: IBGE, 1989.

REGO, T. L.; BARROS, J. R. **Eventos extremos de precipitação e sistemas atmosféricos em Goiânia - GO**. ANAIS DO X SIMPÓSIO BRASILEIROS DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA. IBSN: 978-85-7846-278-9, p. 250 – 259, Curitiba - Paraná, 2014.

SILVA, CRISTIANO ALVES DA. **Os desastres Pluviométricos nas Grandes e Médias Cidades do Paraná.** 2012. 144 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia do Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

SILVA, I. R. **Variabilidade sazonal e interanual das precipitações na região sul do Brasil associadas às temperaturas dos oceanos Atlântico e Pacífico**. Dissertação (Mestrado em Meteorologia)-Instituto Nacional de pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2001.

SOUSA, E. P. P. de**. Relações entre as anomalias de TSM do Atlântico e Pacífico e as precipitações na Amazônia Oriental**. Dissertação (Mestrado em Meteorologia)-Instituto Nacional de pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2004.

SOUSA, S.B. de. **Caracterização climatológica da zona costeira do Maranhão**. São Luís: SEMA/GERCO, 1993. 40p.

UVO, C.R.B.; NOBRE, C.A. **A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e a precipitação no Norte do Nordeste do Brasil.** Part II: A influência dos ventos e TSM do Atlântico Tropical. Climanálise, v.4, n. 10, p. 39-47, 1989.

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

ILHA DE CALOR: REESTRUTURAÇÃO URBANA E ANÁLISE PRELIMINAR DA ELEVAÇÃO TÉRMICA NO BAIRRO DO PARQUE VERDE – BELÉM – PARÁ

Angelo Bruno Batalha Silva [(a)], Carolina Sozinho da Silva [(b),] Fabricio Evangelista Carrera [(c)], José Edilson Cardoso Rodrigues [(d)]

[(a)] Faculdade de Geografia e Cartografia, Universidade Federal do Pará (UFPA), angelobatalha95@gmail.com;

[(b)] Faculdade de Geografia e Cartografia, Universidade Federal do Pará (UFPA), carolsozinho99@gmail.com;

[(c)] Faculdade de Geografia, Universidade da Amazônia (UNAMA), fabricioevangelista18@gmail.com;

[(d)] Faculdade de Geografia e Cartografia, Universidade Federal do Pará (UFPA), jecrodrigues@yahoo.com.br.

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

Discute a problemática acerca das elevações térmicas impelidas por meio da reestruturação urbana e das cidades na contemporaneidade, vindo a ocasionar a manifestação do fenômeno ilha de calor. Esta pesquisa, de caráter preliminar, tem como objetivo principal, um breve resgate das literaturas relativas aos mecanismos que trazem o entendimento desta temática, como também, uma coleta (in loco) de três diferentes pontos no bairro Parque Verde/Belém - PA, para fins de verificação e análise das temperaturas, feitas em três horários distintos, num determinado dia. Ao final, mediante os dados coletados e as comparações feitas aos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) para o determinado dia, se constatou uma intensa elevação térmica, caracterizando expressivos fatores que contribuem para a formação da ilha de calor.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Palavras chave: ilha de calor; elevação térmica; Parque Verde; reestruturação urbana; urbanização.

1. Introdução

O processo de urbanização nos espaços urbanos contém formas difusas e desordenadas sobre um princípio de produção voltado a hierarquização dos espaços, levando em consideração a reprodução do espaço de vida, e do espaço político do capital, logo se configurando na segregação socioespacial (CARLOS, 2001). Partindo disto, constatamos que, segundo Mendes (2014) na segunda metade do século XX até os dias atuais, houve expressivo crescimento na malha urbana da cidade de Belém (PA) sendo caracterizada pela urbanização desenfreada na área considerada segunda légua patrimonial e, consequentemente, com significativos inchaços populacionais onde a construção de uma avenida codinome Augusto Montenegro recebe a primeiro momento, projetos habitacionais que, mais tarde, se tornam bairros periféricos ao entorno desta avenida, a exemplo do bairro Parque Verde, que nos dias atuais, se encontra sobre intensa modificação morfológica e Reestruturação Urbana (COSTA E CORRÊA, 2009). Neste caso, fica perceptível no espaço urbano que o uso e ocupação irregulares entram em conflito com as questões voltadas à preservação do solo no entorno, mediante a forma como este processo de reestruturação vem a ocasionar metamorfoses nas cidades, uma vez que, as consequências são as alterações dos padrões climáticos em microrregiões, configurando o surgimento de ilhas de calor (SILVA JÚNIOR et. al., 2011). Tais questões motivaram a realização deste trabalho, ainda de caráter preliminar, mas que nos induz a realizar um estudo mais aprofundado sobre o tema abordado.

2. Materiais e Métodos

A pesquisa teve seu desenvolvimento no Bairro Parque Verde em Belém (PA), com coletas de dados de temperatura e localização. Por meio de um termo-higrômetro (Wireless Thermo Hygro) foram coletadas as temperaturas, e com o uso do aparelho GPS (Garmin eTrex 20x) as localizações, de três diferentes pontos no dia 26 de janeiro deste ano,

classificadas como P1, P2 e P3. As medições foram feitas em três horários distintos, 9h, 15h e 18h. Posteriormente, os dados primários (temperaturas e localizações) obtidos no trabalho de campo foram representados por meio de um gráfico de combinação (Gráfico 1). Neste gráfico, houve a comparação das temperaturas médias por hora coletadas nos três pontos, com os dados secundários de médias de temperatura por hora, obtidos no site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). E também, foi elaborado um mapa de localização (Figura 1), identificando a área da posição dos três pontos (P1, P2 e P3).

Figura 1 – Mapa de localização do bairro e dos pontos coletados

3. Discussões e resultados

No gráfico abaixo (Gráfico 1), constata-se uma diferença de até 4ºC entre as temperaturas coletadas nos três pontos (P1, P2 e P3), nos dois primeiros horários (9h e 15h), já às 18h as diferenças são amenas e chegam a 2°C. Durante todas as coletas, o tempo encontrava-se bastante nublado com nuvens baixas, umidade em até 75% e pouca circulação de vento.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Apesar de se localizarem em áreas próximas, as elevações nas temperaturas podem ser ocasionadas também por características relacionadas à paisagem existente em cada um dos pontos. Em P1, encontram-se grandes áreas abertas e desmatadas, condomínios residenciais (horizontais e verticais), além da presença de um shopping e supermercado. Em seguida, o ponto P2, mesmo próximo a regiões arborizadas pertencentes a uma fábrica de refrigerantes, as temperaturas ficaram bem acima da média, provocadas pelo entorno da Avenida Augusto Montenegro, com um cenário diferente, repleto de asfaltos, estruturas de concreto, tijolos, que detêm alto poder de absorção do calor; pouca arborização, intenso fluxo de veículos, dentre outras sucessões de fatores, suscitam a impermeabilização dos solos e a elevação nas temperaturas e sensação térmica. No ponto P3, mesmo com uma pequena quantidade de vegetações espalhadas por quase todo o perímetro, a maior parte dessa área possui grande densidade de moradias, sendo elas, ocupações espontâneas ou residenciais particulares, além de possuir agências bancárias e um posto de combustível, esse conglomerado interfere na circulação dos ventos e as trocas de ar entre as regiões.

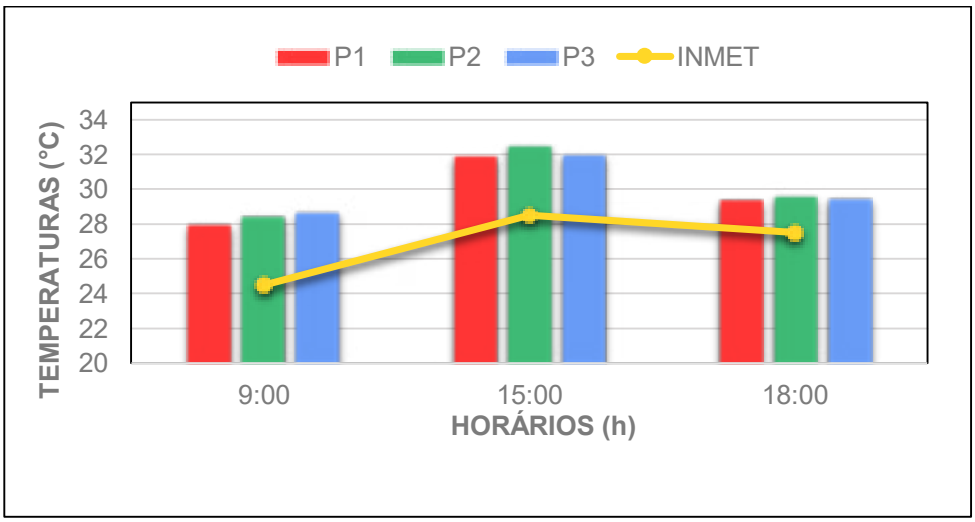


Gráfico 1 – Correlação das temperaturas dos pontos com as do órgão do INMET

ISBN: 978-85-7282-778-2

4. Conclusão

A partir da sucinta revisão bibliográfica sobre urbanização, reestruturação urbana, ilhas de calor e do trabalho de campo realizado na área de estudo - considerando os fatores que contribuem para o surgimento do fenômeno ilha de calor, foi constatado que o bairro do Parque Verde diante de sua intensa modificação espacial provocada pela desenfreada ocupação, uso e impermeabilização do solo; e segundo os dados preliminares coletados na pesquisa exploratória, apresentou um quadro intenso de temperaturas elevadas ao longo destes três distintos horários (pontos) no dia em relação ao INMET, causando assim, sensação de desconforto térmico aos que residem e transitam na área em questão, afirmando a possível existência do fenômeno Ilha de calor.

5. Referências Bibliográficas

CARLOS, Ana Fani Alessandri. **Espaço–tempo na metrópole: a fragmentação da vida cotidiana**. São Paulo: Contexto, 2001.

COSTA, SUELLEN CRISTINA VIDAL; CORRÊA, NB da S. **Qualidade ambiental em áreas de expansão urbana: em estudo de caso sobre a perda da cobertura vegetal do bairro Parque Verde–Belém/PA**. IFPA, Belém, 2009. Disponível em: <http://www.geomorfologia.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos_completos/eixo12/040.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2019.

MENDES, Luiz Augusto Soares. **Espaços elitizados de moradia e consumo: a reestruturação urbana da Avenida Augusto Montenegro no quadro das centralidades da Região Metropolitana de Belém**. Dissertação de Mestrado. PPGEO/UFPA. 2014. Disponível em: <http://www.ppgeo.propesp.ufpa.br/ARQUIVOS/dissertacoes/2013/DISSERTA%C3%87%C3%83O%20LUIZ%20SOARES.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2019.

SILVA JÚNIOR, J. A. et al. **Estudo do Conforto Térmico e o Fenómeno da Ilha de Calor na Cidade de Belém. PA durante o ano 2010**. Simpósio Internacional de climatologia, João Pessoa. ANAIS-IV SIC, 2011. Disponível em: < http://www.sbmet.org.br/sic2011/arq/4620931857884620931857.pdf>. Acesso em 19 jan. 2019.

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

IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS NO PERÍMETRO IRRIGADO POÇÃO DA RIBEIRA – ITABAIANA/SE A PARTIR DA ANÁLISE DE EXTREMOS CLIMÁTICOS.

José Vinícius Almeida [(1)], Daniel Almeida Da Silva [(2)]

[(1)] Departamento de Geografia de Itabaiana (DGEI)/ Universidade Federal De Sergipe, Email: j.vinicius.almeida@gmail.com

[(2)] Departamento de Geografia de Itabaiana (DGEI) /Universidade Federal De Sergipe, Email: danielalmeidaufs@gmail.com

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

Essa pesquisa abordou a relação de como o extremo climático negativo, resultando no déficit dos recursos hídricos, interfere na agricultura. Os entrevistados cultivam a batata doce em maior proporção. O Estado de Sergipe foi o segundo maior produtor de batata doce do país em 2016, e o município de Itabaiana o maior do Estado. Com isso, nota-se a importância da agricultura para o município e o Estado. Um problema é a questão do fornecimento e qualidade da água nos povoados que abrange o perímetro. Houve uma queda na pluviosidade no período entre 2010 a 2016, caracterizando como um extremo climático negativo. Com as chuvas abaixo da média, chegando a mais de 400 mm negativos, houve uma perda na produção agrícola no período analisado, resultando em problemas socioambientais e o perímetro irrigado foi um amenizador desse extremo climático. Com isso, é imprescindível a adaptação desta área a produção agrícola nessas condições.

Palavras chave: Clima; Hidrogeografia; Impactos Socioambientais.

1. Introdução

Um evento extremo pode ser conceituado como uma anomalia ou desvio de comportamento de um padrão médio ou habitual. Os extremos climáticos seja ele denominado positivo ou negativo tem sido realidade no Brasil e no mundo nos últimos tempos. Altos índices de precipitações resultando em enchentes, mortes, desabrigados, impactos econômicos e na saúde pública, já os baixos índices,

ocasionando secas, perdas agrícolas e na pecuária, falta de água para o consumo humano, migrações, além dos impactos citados anteriormente.

O presente trabalho da ênfase ao estudo da área que abrange o perímetro irrigado da Ribeira, localizado na região agreste do Estado de Sergipe (figura 1). Essa pesquisa abordou a relação de como o extremo climático negativo, resultando no déficit dos recursos hídricos, interfere na agricultura, e nas relações sociais, mostrando a importância dessa atividade, para a economia do município e sujeitos envolvidos que tem ela como meio de sobrevivência. Além disso, como o Estado exerce ações para resolver esses problemas e se inserir na lógica do mercado.

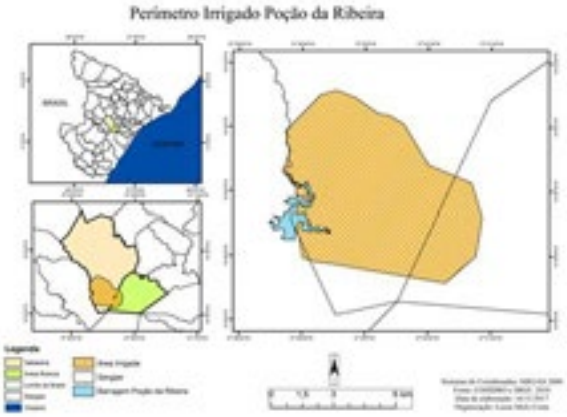


Figura 1 – Mapa de localização do Perímetro Irrigado Poção da Ribeira.

2. Materiais e Métodos

O presente artigo, foi produzido a partir de uma metodologia própria, que envolve etapas diversificadas. Foi realizada revisão bibliográfica a partir de leituras de diversos autores, trabalhos de campo para a área de pesquisa com a finalidade de observa-lá, relacionando as atividades lá inseridas com o extremo climático negativo, verificando a associação destes com o perímetro irrigado, mostrando-o como uma alternativa para os problemas decorrentes dessas relações. Também foi feito campo para órgãos públicos, e bem como na área pesquisada aplicou-se entrevistas e questionários com o objetivo de extrair dados quantitativos e qualitativos para o desenvolvimento do trabalho. Depois da coleta de dados das diversas entrevistas, foi feito o tratamento dos mesmos em laboratório, por meio de tabulação e construção de gráficos e tabelas.

3. Resultados e Discussões

ISBN: 978-85-7282-778-2

Os entrevistados cultivam batata, coentro, mandioca, amendoim, milho, feijão, alface, cebolinha. A batata é o cultivo em maior proporção, seguido por perto da mandioca, já o amendoim, feijão e milho em menores proporções, o que pode ser reafirmado pelos dados da Produção Agrícola Municipal – IBGE (2010-2016). Segundo o observatório de Sergipe, o estado de Sergipe foi o segundo maior produtor de batata doce do país em 2016, produziu 35.086 toneladas, com valor de produção de R$ 36.142.000,00. Porém, o município de Itabaiana foi o maior produtor de batata-doce do país no mesmo ano, produzindo 20.120 toneladas, com isso, há uma maior procura do mercado a esse produto nesse município, o que faz com que o agricultor concentre suas atividades nessa cultura, pois de certa forma tem um mercado garantido.

Relacionando dados de produção com os de precipitação do perímetro irrigado poção da ribeira fica claro a dependência dos recursos hídricos para a produção agrícola. Segundo a COHIDRO, a precipitação média anual do perímetro entre 2010 e 2016 foi:

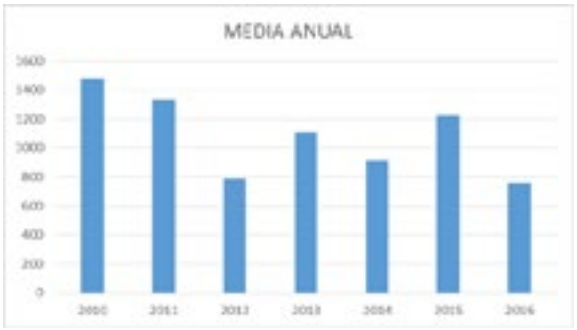


Figura 2- Gráfico de precipitação média anual de 2010 a 2016. Fonte: COHIDRO, 2017.

Nos anos 2012 e 2016, observou-se uma queda na produção, e nos anos em que a precipitação foi maior a produção também foi. Assim, esse extremo climático negativo teve um impacto direto nos cultivos. É nítido a dependência que a agricultura tem dos recursos hídricos, e evidente a importância do perímetro irrigado pesquisado para o desenvolvimento dessa atividade no município de Itabaiana.

Outro problema é a questão do fornecimento e qualidade da água nos povoados que abrange o perímetro. Foi unanime o relato desse problema durante as entrevistas, mostrando a dificuldade enfrentada, e a dura realidade de viver no hábito de busca pela água, pois falta constantemente, e quando a mesma está nas torneiras é em péssima qualidade. Segundo os mesmos essa falta de água é gerada pela frequente interrupção do abastecimento, de acordo com o nível da barragem que abastece os lotes irrigados e as residências. Dessa forma, dando uma maior importância a agricultura em relação ao

ISBN: 978-85-7282-778-2

consumo humano, gerando um certo conflito pelo acesso a água. Outro problema inserido nesse contexto é a péssima qualidade da água que abastece as residências. De acordo com os mesmos essa má qualidade foi depois da construção da barragem com a finalidade de fornecer água para o perímetro. Antes da construção de ambos a população era abastecida por água de rios da região, com perfeitas condições de consumo. A partir do momento que a DESO, empresa responsável pelo fornecimento, começou a fornecer a água da barragem, essa qualidade foi comprometida.

Analisando o gráfico abaixo de variabilidade pluviométrica (Figura 3), nota-se uma queda na pluviosidade no período entre 2010 a 2016, caracterizando como um extremo climático negativo. Com as chuvas abaixo da média, chegando a mais de 400 mm negativos, houve uma perda na produção agrícola no período analisado, resultando em problemas socioambientais.

Figura 3 - Gráfico de variabilidade pluviométrica. Fonte: COHIDRO, 2017.

O perímetro irrigado foi um amenizador desse extremo climático, mesmo com limitadas condições de produzir devido à escassez hídrica. Com isso, nota-se como a agricultura não-irrigada é uma atividade improdutiva, pois, as condições climáticas do Nordeste brasileiro está suscetível a esses problemas.

4. Considerações Finais

Dentre os objetivos dessa pesquisa, analisou-se como a agricultura é dependente dos recursos hídricos, e como ela através do cultivo da batata-doce e entre outras culturas tem importância para a efetivação desta atividade econômica numa escala municipal e estadual, com destaque até nacionalmente. Por essa relevância, se dá a criação do Perímetro Irrigado Poção da Ribeira, para resolver o problema do recurso hídrico e como uma forma de integrar essa área ao mercado, melhorando as relações sociais dos envolvidos. Porém, gerando consequências negativas em torno do acesso a água,

ISBN: 978-85-7282-778-2

interferindo em condições essenciais para o consumo. O extremo climático negativo, é uma realidade enfrentada pelo nordeste brasileiro. E esta foi a realidade no período entre 2010 e 2016 em Itabaiana-SE, causando dificuldades na produção agrícola, que afetaram diretamente as relações sociais da população. Esse extremo que resulta em escassez hídrica interfere diretamente na economia da área afetada, então é imprescindível a adaptação desta área a produção agrícola nessas condições, além de fomentar a irrigação para que ela abranja cada vez mais o território estudado, com a finalidade de resolver o problema causado por esse desastre natural. Outrossim, a pesquisa mostra um ciclo: de quanto a água é importante para a agricultura, a agricultura para o estado, o estado para o bem-estar social, e o perímetro como uma alternativa de funcionamento desse ciclo.

5. Referências Bibliográficas

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 5. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

COSTA, Aldjane Moura. **Perfil social e agrícola do perímetro irrigado Califórnia – Sergipe**. Mestrado em Recursos Hídricos, São Cristóvão, Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos/UFS, 2015, 58p.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS E IRRIGAÇÃO DE SERGIPE. [Internet] Disponível em: <http://www.cohidro.se.gov.br> Acessado em 10.12.2017 22

DE NYS, E.; ENGLE, N.L.; MAGALHÃES, A.R. **Secas no Brasil: política e gestão proativas**. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos- CGEE; Banco Mundial, 2016. 292 p.

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas [Internet] Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/> Acessado em: 08.08.2017

MARENGO, Jose A. Impactos de extremos relacionados com o tempo e o clima - Impactos sociais e econômicos; **Mudança climática – Rumo a um novo acordo mundial**, relatório científico, II Conferência Regional sobre mudanças Globais América do Sul; São Paulo, Novembro de 2007.

OBSERVATÓRIO DE SERGIPE [Internet] Disponível em: <http://www.observatorio.se.gov.br/> Acessado em: 07.08.2017

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

INDICADORES SOCIOAMBIENTAIS: RISCO A DENGUE NA CIDADE DE ITACOATIARA – AMAZONAS

Jane Cabral dos Santos[(a)], Reinaldo Corrêa Costa[(b)]

[(a)]Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, INPA, janecabraldossantos@gmail.com

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

Eixo: 1. Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais.

Resumo

Este estudo analisa os indicadores socias que possam acarretar no desenvolvimento da dengue na cidade de Itacoatiara. E é nessa relação dos indicadores sociais, que este estudo teve como objetivo identificar a dinâmica da formação de áreas de risco associadas ao desenvolvimento da dengue. O estudo foi desenvolvido com base nos dados epidemiológicos e climatológicos disponibilizados pela SEMSA e INMET, respectivamente os resultados evidenciam a correlação dos casos notificados de dengue, com a precipitação e os indicadores sociais que identificam as áreas vulneráveis ao risco epidemiológico. O estudo conclui que o desenvolvimento do *Aedes aegypti* transmissor da dengue possa ocorrer de forma acelerada devido a diversos indicadores, sejam naturais ou sociais, e é preciso atentar que a necessidade de um planejamento preventivo é essencial para obter um monitoramento de possíveis surtos das doenças.

Palavras chave: Risco.Indicadores. Dengue. Clima.

1. Introdução

Os casos relacionados ao mosquito *Aedes aegypti,* transmissor da Dengue, Chikungunya e Zika vêm se agravando no país, tornando-o um problema de saúde pública. Segundo Vasconcelos (2016, p.18): "A sociedade e as autoridades sanitárias do Brasil preocupavam-se com a dengue, a mais importante arbovirose mundial no que diz respeito à morbidade e ao impacto econômico". A importância do conhecimento do perfil socioespacial dos infectados pelas doenças transmitidas pelo *Aedes aegypti*, reflete no planejamento e

operacionalização de políticas públicas de saúde eficazes, visto que o desenvolvimento do *Aedes aegypti* transmissor da dengue pode ser ocasionado por diversos fatores como a fragilidade em relação à administração de planos de combate no que dizem respeito à dengue, as condições climáticas junto aos fatores sociais tornam-se importantes indicadores ao desenvolvimento da doença, e nesse mesmo contexto os elementos climáticos como, precipitação, temperatura e umidade podem potencializar o desenvolvimento da dengue. E é nessa relação dos indicadores socioambientais, que este estudo teve como objetivo identificar a dinâmica da formação de áreas de risco associadas ao desenvolvimento da dengue.

2. Materiais e Métodos

2.1. Área de Estudo

A unidade espacial de análise é a na cidade de Itacoatiara-AM que faz parte da Região Metropolitana de Manaus (RMM) que é composta por treze municípios. O clima de Itacoatiara é caracterizado quente e úmido (INMET, 2018), e existe uma pluviosidade significativa ao longo do ano, mesmo com os meses mais secos ainda há um grande volume de pluviosidade. Itacoatiara tem temperatura média de 26.9°C, e pluviosidade média anual 2261 mm. 75 mm são referentes à precipitação do mês de setembro que é considerado o mês mais seco. E apresentando uma média de 348 mm, o mês de março, que é o mês de maior precipitação.

Figura 1: Localização da cidade de Itacoatiara. Fonte: IBGE, 2010. Elaboração: Cabral, J.S. 2018.

Para este estudo, foram escolhidos os anos de 2016 e 2017 conforme a disponibilidade dos dados da Secretaria Municipal de Saúde (SEMSA), Fundação de Vigilância em Saúde (FVS) de Itacoatiara. Foram utilizados dados mensais das notificações de dengue (SEMSA), e de precipitação pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Desta forma, também foi realizado registros com equipamento fotográfico em trabalhos de campo nos bairros da cidade.

2.2. Procedimentos Teórico-Metodológicos.

Seguindo a teoria proposta por Monteiro (1976) e Mendonça (2004), fundamentados na Teoria Geral do Sistema (TGS) o estudo tem como as seguintes analises, o Sistema Clima Urbano (SCU) que visa compreender a relação clima e sociedade e como essa interação acaba influenciando no clima urbano. O Sistema Ambiental Urbano (SAU) que visa analisar a dinâmica do meio natural com o social. O natural estabelece elementos como relevo, ar, água, vegetação e solo, o social por sua vez estabelece elementos como a habitação, indústria, comércio e serviços, transportes e lazer.

3. Resultados e Discussões

A falta de moradia adequada nas pequenas cidades próximas a capital dificulta as condições de moradia das pessoas de baixa renda e identifica um contexto de áreas inadequadas de moradia. Diante da falta de estrutura urbana e possivelmente ausência de políticas públicas para uma melhor condição de moradia nessas cidades, o que ocasiona o desenvolvimento de diversos problemas como o acesso aos serviços básicos de: saneamento, energia, assistência médica, que de certa forma são oferecidos de formas precárias nas pequenas cidades. A forma que é feita a distribuição espaço temporal desses serviços básicos podem inferir no desenvolvimento de possíveis criadouros para o *Aedes aegypti*, transmissor da dengue, como o acúmulo de lixo e a forma inadequada de armazenamento de água.

3.1. Itacoatiara

Segundo dados da Fundação de Vigilância em Saúde (FVS) os principais focos para o desenvolvimento da dengue na cidade de Itacoatiara estão relacionados com os lixos domiciliares, e também com a ausência de determinados serviços básicos como o abastecimento de água para alguns bairros. Foi identificado que a ausência desses serviços está relacionada à grande parte de bairros considerados periféricos na cidade, visto que esses bairros são os mais vulneráveis ao desenvolvimento da dengue, pois há uma grande predominância de criadouros.

Figura 2: Identificação de criadouros de dengue no bairro Jauary/Itacoatiara-AM
Foto e elaboração: Cabral, J. S. (2018).

As figuras 3 e 4 referem-se aos gráficos de casos notificados de dengue e de precipitação nos anos de 2016 e 2017 na cidade de Itacoatiara, foi identificado que o aumento de números de casos de dengue corresponde aos mesmos meses com o maior índice de precipitação na cidade, dessa forma identifica-se que a variabilidade da precipitação acompanha os números de casos da doença.

Figura 3: Gráfico dos casos notificados de Dengue e Precipitação 2016, Itacoatiara. Fonte: SEMSA (2017)/INMET (2018). Elaboração Cabral, J. S. (2018).

Figura 4: Gráfico dos casos notificados de Dengue e Precipitação 2017, Itacoatiara. Fonte: SEMSA (2017)/INMET (2018). Elaboração Cabral, J. S. (2018).

4. Considerações finais

O estudo analisou a vulnerabilidade socioambiental, associada ao desenvolvimento da dengue, correlacionando os casos notificados de dengue, junto com as médias de precipitação. A falta de moradia adequada é ainda um dos maiores problemas socioeconômicos que contribuem para o aumento de risco epidemiológico, vale ressaltar que a ausência de saneamento básico é um dos indicadores mais comuns no que diz respeito aos criadouros para o desenvolvimento do *Aedes aegypti* transmissor da dengue. Embora o desenvolvimento do *Aedes aegypti* possa se dar de forma acelerada devido a diversos indicadores, sejam, naturais ou sociais é preciso atentar que a necessidade de um

planejamento preventivo é essencial para obter um monitoramento de possíveis surtos das doenças.

5. Referências Bibliográficas

ARAUJO, Wiviany Matozzo de. Políticas públicas de controle da dengue no Estado do Paraná: uma abordagem geográfica. 2013.

ALMEIDA, R. B.; Costa, R. C. 2015 – 2016. Clima e Região Metropolitana de Manaus: Instrumentos para análise de dengue e políticas públicas. Relatório de Iniciação Cientifica. Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia – INPA. Manaus.

COSTA, R. C.2017. Riscos, fragilidades & problemas ambientais urbanos em Manaus. Manaus. INPA.

FILHO, L. C. P. S. 2016. Capacitação em gestão de risco. 2 ed. Porto Alegre: UFRGS

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Disponível no site: (http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default.shtm.). Acessado em: 30/11/2018

Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. Disponível no site: (http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas.). Acessado em 15/12/2018

MENDONÇA, F. 2004. S.A.U. Sistema Ambiental Urbano: uma abordagem dos problemas socioambientais da cidade. In: Impactos socioambientais urbanos. Curitiba: UFPR.

Sistema De Informações Governamentais Do Amazonas – e-siga. Disponível no site: (www2.e-siga.am.gov.br).Acessado em 15/12/2018

VASCONCELOS. C.M. Abordagem Eco-Bio-Social Para o Controle Das Doenças Transmissíveis Pelo *Aedes Aegypti*: Uma Intervenção Em Larga Escala No Brasil. Dissertação de doutorado, Universidade Estadual do Ceará. Fortaleza, Ceará. 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

INFLUÊNCIA CLIMÁTICA E DENGUE EM MUNICÍPIOS GOIANOS: ITAUÇU, INHUMAS E GOIANIRA.

Nelton Nattan Amaral Nunes [(a)], Adriana Aparecida Silva [(b)]

[(a)] Geografia, Universidade Estadual de Goiás, neltonnattan@hotmail.com

[(b)] Programa de Mestrado Interdisciplinar em Territórios e Expressões Culturais no Cerrado, Universidade Estadual de Goiás, ueg.adriana@gmail.com

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais.

Resumo

O presente trabalho apresenta uma abordagem da geografia da saúde, a qual permite a análise da relação entre os aspectos climáticos e sua influencia sobre a saúde pública. A dengue é uma doença relacionada à produção do espaço urbano, tendo associação com determinada características do meio físico, principalmente o clima. Neste estudo, tomamos como exemplo o número de casos de dengue nos municípios de Itauçu, Inhumas e Goianira e, buscamos correlação destes com os dados de temperatura e precipitação relativos ao ano de 2018. Foi possível observar que o município de Itauçu, que apresenta as menores temperaturas e maior precipitação no ano estudo, teve o menor números de casos de dengue (76). Já Goianira e Inhumas, com valores de temperaturas e precipitação muito próximos, apresentaram os maiores números de caso de dengue 896 e 661 respectivamente. Importante dizer que estes dois municípios estão próximos a capital Goiânia.

Palavras chave: geografia da saúde; precipitação. temperatura.

1. Introdução

A Geografia da Saúde é uma área da geografia que estuda a relação entre saúde, meio ambiente e patologias, as quais tem seu desenvolvimento vinculado a fatores naturais e antrópicos conexos. Sua proposta é associar a ocorrencia de determinadas doenças a elementos presentes no ambiente em determinada região, podendo abranger desde a escala global, regional ou local (SILVA et. al., 2007).

No último século foram observadas mudanças climáticas, relacionadas principalmente ao aumento na temperatura do planeta, que podem estar associadas a incidência de diversas patologias, tais como: cólera, malária, dengue, entre outras (MENDONÇA, 2002). Sabemos que a dengue é uma doença infecciosa, causada por um vírus que afeta o ser humano e que constitui um sério problema de saúde no mundo. Seu vetor, o Aedes aegypti mantém características urbanas e alimenta-se de seivas das plantas, porém, as fêmeas desta espécie são hematófagas, ou seja, alimenta-se de sangue também. Ao ingerir sangue infectado, se contamina e transmite a doença ao picar um indivíduo, pelo ciclo homem-Aedeshomem.

Segundo Costa (2001), o mosquito transmissor da dengue, distribui-se geograficamente em uma área caracterizada por altas temperaturas e intensa pluviosidade em determinados períodos. Não está claro os fatores responsáveis pelo aumento nas condições de reprodução e sobrevida deste vetor. Acredita-se que esteja diretamente ligada às questões ambientais e associadas as modificações urbanas, provocadas pelos ser humano, as quais, além de afetar as condições microclimáticas, altera o ambiente, dada a despreocupação com o acúmulo de resíduos sólidos em áreas inadequandas, dentre outros.

Um levantamento da Secretaria de Saúde do Estado de Goiás mapeou os municípios goianos classificando-os de acordo com o risco de ocorrência da dengue, sendo considerados: risco alto, médio e baixo (SES, 2018). Neste estudo propomos analisar três municípios com graus de ocorrência diferenciados, a saber: Itauçu – baixo; Inhumas – médio; Goianira – alto, correlacionando os números da doença com os valores relativos aos parâmetros climáricos temperatura e precipitação obtidos para o ano de 2018.

2. Materiais e Métodos

ISBN: 978-85-7282-778-2

- Área de estudo

O município de Itauçu, pertencente a microrregião de Anápolis, possui população estimada de 9.019 pessoas e uma área de 383,842 km², está distante 66 km da capital Goiânia e faz fronteira com Inhumas, Itaberaí, Araçu e Taquaral de Goiás. Inhumas, também pertencente a microrregião de Anápolis, possui população estimada em 56.598 habitantes, dista 35 km da capital, fazendo fronteira com Itauçu, Goianira, Araçu, Caturaí, Damolândia e Brazabrantes. Já Goianira, pertencente a região metropolitana de Goiânia, possui população de 39.484 habitantes e se localiza a uma menor distância da capital 22 km fazendo limíte com Caturaí, Brazabrantes, Trindade e Santo Antônio de Goiás.

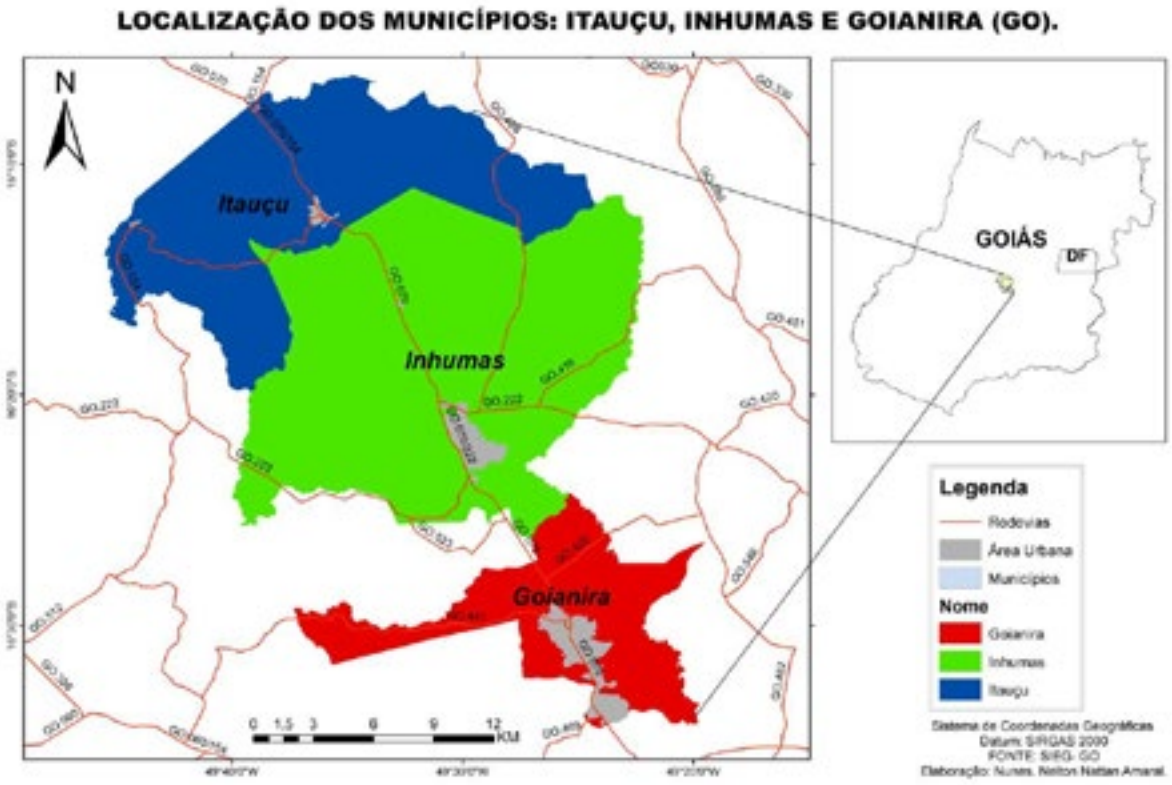


Figura 1- Localização dos Municípios.

- Procedimentos metodológicos

ISBN: 978-85-7282-778-2

Foi realizado resgate bibliográfico de documentos que discutem a temática geografia da saúde, com ênfase na vertente clima e saúde. Coleta de dados relativos aos parâmetros climáticos precipitação e temperatura no site do Instituto Nacional de Meteorologia e de dados relativos ao número de notificações de dengue junto ao site da Secretaria de Saúde do Estado de Goiás. Todos dos dados são relativos ao ano de 2018.

3. Resultados e discussões

A dengue é considerada uma doença de áreas tropicais, em razão da necessidade de temperaturas maiores que 20º C e umidade alta para ocorrer a eclosão dos ovos do mosquito transmissor (COSTA, 2001). Isso justifica os altos números de casos em Goiás, quando em 2018 houveram 106.004 notificações, sendo 30.383 relativas a capital Goiânia (SES, 2018).

Os três municípios estudados se localizam em uma região de clima tropical, com médias de precipitação elevadas e temperaturas médias acima de 20,0 ºC sendo, portanto, áreas consideradas favoráveis para a proliferação do vetor, conforme citada por Costa (2001). Destes municípios Itauçu apresentou os menores índices de temperatura média 22.9 °C e o maior volume de precipitação1605 mm. Já Inhumas e Goianira apresentaram os mesmos índices de temperatura média, sendo 23.1 °C, variando em média de precipitação com 1.516 e 1.469 mm, respectivamente (figura 1).

Nesse contexto, pode-se dizer que as condições climáticas observadas (temperatura e precipitação) favorecem o desenvolvimento e a proliferação de vetores, tendo os municípios de estudos notificados no ano de 2018 os seguintes números de contaminados pela dengue: Itauçu 76 casos; Inhumas 661 casos e Goianira 896 casos.

ISBN: 978-85-7282-778-2

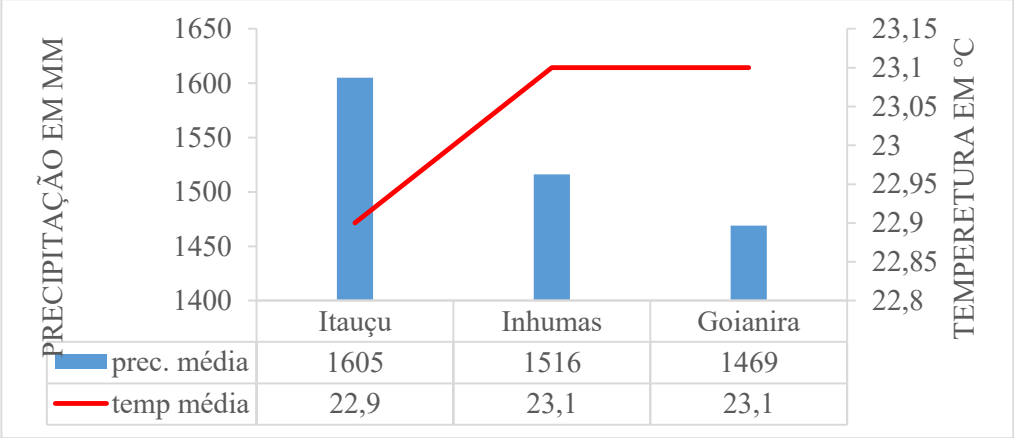


Figura 2 – Gráfico de média de temperatura e precipitação nos municípios estudados no ano de 2018.

Foi possível notar que nos padrões de distribuição de temperatura e preciptação dos municípios são variaveis. Em Inhumas a precipitação do mês de julho foi de 4 mm, mês mais seco, já a maior precipitação ocorreu em janeiro, média de 266 mm. As temperaturas médias variaram em 3.9 °C durante o ano. No mês de julho em Itauçu a precipitação também ficou em 4 mm, já em janeiro chegou a média de 290 mm, já a temperatura média teve uma amplitude de 3.6 °C durante o ano. Em Goianira no mês de julho precipitou 5 mm e em janeiro uma média de 253 mm. Ao longo do ano as temperaturas médias variam 4.4 °C.

O clima tem efeito direto sobre a população tanto de vetores como de vírus da dengue. A temperatura exerce influência sobre as taxas de desenvolvimento, mortalidade e comportamento da população vetorial e, ainda, na replicação viral do mosquito. A literatura indica que o Aedes aegypti está se adaptando a condições climáticas adversas, porém, considerando as características dos municípios estudados, podemos dizer que as maiores temperaturas favorecem o desenvolvimento do vetor e a distribuição da doença.

4.Considerações finais

A abordagem da geografia da saúde permitiu fazer uma correlação entre as características dos parâmetros climaticos locais e o número de casos notificados de dengue em três municípios, levando a associar menores temperaturas ao menor número de casos da doença.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Devemos salientar, no entanto, que a expansão urbana representa um forte fator que influência a disseminação da dengue. Considerando que Itauçu tem a menor área urbana em relação a Inhumas e Goianira, e que, além disso, estes dois ultimos municípios se situam mais proximo a capital Goiânia, o que permite a mobilidade pendular, onde pessoas que residem em Goianira ou Inhumas trabalham em Goiânia, onde ocorre uma maior concetração da contaminação da doença, podendo, considerar que estas pessoas podem ter sido contaminadas em seus trabalhos e não na localidade em que residem.

5. Referências Bibliográficas

COSTA, M. A. R. A ocorrência do Aedes Aegypti na região Noroeste do Paraná: um estudo sobre a epidemia da dengue em Paranavaí - 1999, na perspectiva da geografia médica. Presidente Prudente (Dissertação de Mestrado em Geografia). FCT/UNESP, 2001.

MENDONÇA, F. Elementos de epistemologia da geografia contemporânea. Curitiba: UFPE, 2002. SECRETARIA DA SAÚDE DO ESTADO DE GOIÁS. Boletim epidemiológico 2018. Disponível em: : hppt.www.saude.go.gov.br/index54. Acesso em: 13/01/2019

SILVA, J. S. MARIANO, Z. De F. SCOPEL, I. A influencia do clima urbano na proliferação do mosquito Aedes Aegypti em Jataí(GO) na perspectiva da geografia médica. Hygeia-Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde, Uberlândia, v. 5, n 2, p. 33-46, Dez. 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

INFLUÊNCIA DA PAISAGEM NO MICROCLIMA URBANO EM TRÊS AMBIENTES DE RIO VERDE - GO

Fernando Santiago do Prado [(a)], Márcia Cristina da Cunha [(b)] e Regina Maria Lopes [(c)]

[(a)] Mestrando pelo Programa de Pós – Graduação em Geografia, Universidade Federal de Goiás-UFG-Regional Jataí-GO. Email: fernandonextel17.2@gmail.com
[(b)] Professora e Vice Coordenadora do Curso de Geografia Bacharelado, Universidade Federal de Goiás-UFG-Regional Jataí-GO. Email: marcia1cunha@yahoo.com.br
[(c)] Professora do curso de Geografia Licenciatura/Bacharelado, Universidade Federal de Goiás-UFG-Regional Jataí-GO. Email: lopesgeo@yahoo.com.br

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais.

Resumo

O microclima, diferente das outras escalas climáticas, tem relação estreita com as alterações da paisagem pelo homem, principalmente nas cidades. Assim, o objetivo deste trabalho foi analisar o microclima urbano na cidade Rio Verde – GO em 3 ambientes distintos, destacando o fator vegetação, por meio de dados de temperatura e umidade relativa do ar no período de setembro de 2018. O trabalho demonstrou que, mesmo em condições atmosféricas instáveis, a vegetação dos ambientes atenuou a temperatura do ar.

Palavras chave: vegetação, umidade, temperatura, atmosfera, cidade

1. INTRODUÇÃO

Geiger (1961) caracteriza o microclima, assim como há variabilidade nos padrões dos atributos climáticos, também semelhantemente há variações do clima em áreas menores causadas por várias propriedades do solo e sua umidade, assim como por variações mínimas de declividade e pelo dossel da vegetação em que o revesti.

Portanto, o autor denomina o clima para pequenas áreas microclima, em oposição à macroclima. Sob a ótica de Monteiro (1976), as cidades possuem seus climas característicos, o clima urbano, onde este é a consequência de processos sobre a camada limite urbana e que atuam modificando os climas nas escalas local ou regional.

Monteiro e Mendonça (2003) afirmam que, as características climáticas de áreas urbanas, tendo como produtos climas paralelos à cidade, sendo ilhas de calor, ilhas de frescor,

ISBN: 978-85-7282-778-2

topoclima e microclimas, resultam da alteração da paisagem natural por áreas construídas, sendo intensamente antropizadas.

Em ambientes vegetados, através da evapotranspiração, a energia solar é transformada em vapor d'água ao contrário de calor, assim, atenuando a temperatura da vegetação e do ar e também atenuam a temperatura das superfícies através das sombras ao impedir o calor do sol (AMORIM, 2010 e GARTLAND, 2010).

Lima e Amorim (2010) confirmam que, a umidade relativa do ar está estreitamente relacionada à temperatura, sendo um dos elementos de expressiva relevância quando se trabalha com o clima urbano, uma vez que este intensifica a sensação térmica percebida pelos citadinos e está estreitamente relacionado a outras variáveis climáticas.

Moreira (2012) também registra que, os constituintes naturais (gramas e florestas) utilizam a luz natural para seus processos biológicos (fotossíntese e transpiração), enquanto que os constituintes construtivos (concreto e asfalto) irradiam o calor da luz natural absorvida e, assim, transferindo calor para atmosfera e elevando as temperaturas do entorno.

Barros e Balero (2012) ressaltam que, na primavera, as temperaturas e umidade do ar elevam lentamente e ocorre pela tarde, no final, se dá o início de chuvas torrenciais ou começo da noite e, é nesse período do ano que, as temperaturas máximas alcançam números expressivos por conta da radiação solar e da excessiva ocorrência de dias com céu claro. Porém, o autor afirma que, nessas datas do ano, podem entrar massas de ar polar as quais provocarão decréscimo significativo e equiparando-se as temperaturas do centro-sul do país.

Em relação à circulação dos ventos, Santos (2012) registra que, os fatores modificadores do clima urbano são condicionados por: fluxo de pessoas e veículos e os usos do terreno substituídos por materiais construtivos que provocam menor evaporação e menor perda de calor sensível pela redução da velocidade do ar.

No estudo, os dois primeiros ambientes (Ambiente Limite Urbano e Ambiente Vegetado) de coleta de dados possuem seus terrenos vegetados, sendo o primeiro gramínea sem dossel arbóreo e o segundo serapilheira coberto por dossel arbóreo com fluxos de pessoas marcando horários picos nos inícios e términos dos expedientes de trabalho nos períodos

ISBN: 978-85-7282-778-2

matutino e vespertino, diferente do primeiro ambiente em que os horários pico ocorrem nos períodos noturnos nos inícios e términos das aulas. O terceiro ambiente possui terreno concretado sem dossel arbóreo com fluxos de pessoas igual ao segundo ambiente.

Portanto, o objetivo geral deste trabalho foi analisar o microclima urbano na cidade Rio Verde – GO em 3 ambientes distintos, utilizando dados de temperatura e umidade relativa do ar no período de setembro de 2018.

Especificamente se objetivou comparar as variações na temperatura e umidade relativa dor ar através de técnicas estatísticas e analisar as variáveis climáticas destacando a influência no microclima dos ambientes, em dois episódios no mês de setembro.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo (figura 1) situa-se na área urbana do município Rio Verde – GO, entre as coordenadas 22 k 508306.96 8038496.91 e 508301.76 8026052.44, com 59 km², população urbana de 163.621 conforme IBGE (2018), porte médio, e se encontram distribuídos em 178 bairros.

L.U. (1) A.V. (2) A.N.V. (3)

Figura 1 - Ambientes de estudo: Limite Urbano (1), Ambiente Vegetado (2) e Ambiente Não Vegetado (3) consecutivamente. Fonte. Google Earth PRO e Sentinel 2. Elaboração: autoria própria (2018).

Os ambientes de coleta de dados (figuras 2A, 2B e 2C), denominados Limite Urbano, Ambiente Vegetado e Ambiente Não Vegetado possuem paisagens distintas conforme apresentado na figura 2.

ISBN: 978-85-7282-778-2

2A 2B 2C

Figura 2 - Figuras 2A, 2B e 2C. Registro fotográfico dos pontos de coletas. Organização: autoria própria (2018).

Os locais elegidos e raios adotados para coleta e mapeamento dos dados foi em razão das características da paisagem física intra – urbana de acordo com critérios utilizados por Rocha (2015), sendo instalados em superfícies de gramínea, serapilheira e concreto ordenadamente (figura 3).

Ambientes	Limite Urbano (1)	Vegetado (2)	Não Vegetado (3)
Coordenadas UTM Long. Lat.	503718.84 8033557.61	508863.74 8033060.47	507803.09 8033475.50
Altitude (metros)	781	755	763
Dossel	Aberto	Fechado	Aberto
Orientação da vertente	Nordeste	Noroeste	Noroeste
Declividade (%)	5	4	5
Região	Oeste	Centro	Centro
Morfologia do terreno	Interflúvio	Fundo de vale	Média vertente
Horário de maior calor antropogênico ²	19h - 20h	6:30 - 8:30 9:30 - 11:00 11:30 - 13:00 h	6:30 - 8:30 9:30 - 11:00 11:30 - 13:00 h
Entorno	Cerrado S.S., Cerradão, Agric. e UNIRV	Mata de Galeria	Residencial e Comercial
Superfície (² Maior fluxo de carros e pessoas)	Gramínea	Serrapilheira	Concreto

Figura 3 – Descrição do meio físico dos ambientes de coleta de dados. Organização: autoria própria (2018).

O mês de setembro de 2018, do dia 7 até o 31, definido para coleta e elegido pela disponibilidade de dados, coincidiram com o fim do inverno e início da primavera, a qual

ISBN: 978-85-7282-778-2

sinaliza início da estação chuvosa que se dá tipicamente em outubro para a região da área de estudo.

Para coleta das variáveis climáticas, utilizaram-se dois termohigrômetros instalados fixos a 1.50 metro de altura conforme preconiza a OMC-Organização Mundial do Clima, programados para registrar os dados a cada 30 minutos, dentro de mini-abrigos meteorológicos pintados em branco e utilizaram-se também dados termohigrométricos coletados pela Estação Automática do INMET disponibilizados na página eletrônica da instituição.

Os termohigrômetros foram fornecidos e calibrados pelo laboratório de Climatologia da UFG – Universidade Federal de Goiás, Campus Jataí. No processamento dos dados, utilizamos os *softwares* Google Earth PRO, Arcmap 10.1, BioStat 5.0 e LibreOffice Calc (equivalente ao Excel). Os dados coletados foram alinhados, tabulados e organizados para posterior análise estatística e representação gráfica.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a estatística descritiva dos dados brutos de temperatura do ar (tabela IA) coletados nos três ambientes para o período, verificamos pela amplitude, variância e o desvio padrão, maior homogeneidade dos dados de temperatura do (A.V), seguido do (L.U.) e (A.N.V.) A média aritmética indica que os valores para o (A.V.) se mantiveram abaixo dos outros ambientes, seguido do (L. U.) e do (A. N. V.).

Isso mostra a capacidade da vegetação de atenuar a variação das variáveis climáticas coletadas no ambiente vegetado, contrapondo aos dados de Alves (2016) obtidos em sua pesquisa, em que o ambiente definido com maior densidade vegetacional revelou-se por meio dos termohigrômetros adotados e dados coletados as 9 horas entre os dias 27/07/2013 01/08/2013, maior amplitude dos dados, porém nestes ambientes tais dados mantiveram-se com menores temperaturas em relação ao ambiente com menor densidade vegetacional.

Em relação às temperaturas mínimas, a temperatura reduziu lentamente (A.N. V.), (A.V.) e (L.U.) sequencialmente.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Tabela - I (a e b). Estatística descritiva das amostras da temperatura do ar e U. R. coletadas em setembro.Organização: Autoria própria (2018).

Temperatura do ar (A)

	L. U.	A. V.	A. N.V.
Tamanho Amostral =	573.00	1152.00	1152.00
Amplit. Total	21.80	21.30	24.50
Média Arit.	24.63	24.30	26.00
Variância	26.73	23.80	36.32
Desvio Pad.	5.17	4.88	6.03

b) Umidade relativa do ar (B)

	L. U.	A. V.	A. N.V.
Tamanho. Amostral =	573.00	1152.00	1152.00
Amplit. Total	83.00	79.80	81.20
Média Arit.	51.31	62.13	53.50
Variância	720.61	605.08	632.48
Desvio Pad.	26.84	24.60	25.15

Feito a estatística descritiva dos dados brutos de umidade relativa do ar (tabela IB) coletados, verificamos pela amplitude, variância e desvio padrão, maior homogeneidade dos dados do (A. V.), seguido do (A.N.V.) e (L.U). Os valores para o (A.V.), conforme a média aritmética, mantiveram-se elevados em relação aos outros ambientes, seguido do (L.U.) e do (A.N.V). Esse resultado coincide com o trabalho de Mariano et al. (2016), confirmando os valores higrométricos expressivos em ambientes providos de vegetação.

Na figura 4, notamos maior homogeneidade entre os dados de temperatura mínima, os quais evoluem no período da madrugada (entre 24 h e o nascer do sol), enquanto os dados de temperatura máxima, os quais evoluem pela tarde, para o (L. U.) e (A.N.V.), apresentando mais disparidade dos dados com dois pontos *outlayers* na temperatura máxima.

Figura 4 - Box-Plot. Comparação de temperatura mínima e máxima nos três ambientes no mês de setembro. Organização: Autoria própria (2018).

A diferença da variação das temperaturas máximas e mínimas foi por conta da quantidade de vapor d'água presente no ar dos ambientes. Pois, por meio da evapotranspiração dos vegetais e solo, aumenta quantidade de moléculas de água no ar, a qual tem seu calor específico maior em relação às outras moléculas envolventes e, portanto, precisa de mais

ISBN: 978-85-7282-778-2

energia para o aumento de sua temperatura, assim, mais tempo para atingir suas máximas e mínimas.

Tal pico, diferente das temperaturas do ar máximas e mínimas nos ambientes se assemelham aos do trabalho de Rosa e Cardoso (2016) em que, por diferenças de 1 a 2 horas, os ambientes por suas características vegetais revelaram hora pico de temperaturas diferentes em pontos do cerrado brasileiro de Minas Gerais.

Ainda, nota-se que as médias e quartis das mínimas tiveram decréscimo na sequência (A.N.V.), (A.V.) e, (L.U.). Já para as máximas, o decréscimo de valores foi na sequência (A.N.V.) (L.U.) e, (A.V). Tal sequência indica que o registro de temperatura do ar mínima na noite tiveram seus picos diferenciados entre (L.U.) e (A. V.) pela menor quantidade de energia no ar, uma vez que (L.U.) situa-se em ponto de interflúvio e, portanto, mais próximo da atmosfera, o que favorece as trocas de energia em forma de calor. A sequência das temperaturas do ar máximas aponta que no dia, a quantidade de energia absorvida e reirradiada para atmosfera foi menor no A.V.

Na figura 5, as mínimas de (U.R.), atingidas pela tarde, mantiveram seus valores quartis, médias e extremos decrescendo (A.V.), (A.N.V.) e, (L.U.). Nesse período madrugada, os ambientes que receberam menor irradiação solar direta ou difusa em suas superfícies, rerradiariam menos calor para a atmosfera envolvente, proporcionando maior capacidade para o ar presente conter umidade, o que reduziu o percentual de umidade por conta da falta de fontes de vapor d'água.

Figura 5 - Box-Plot. Comparação da mínima e máxima respectivamente da umidade relativa do ar dos três ambientes no mês de setembro. Organização: autoria própria (2018).

ISBN: 978-85-7282-778-2

No entanto, o (L.U.) em relação ao (A.N.V.), por estar no limite urbano e a sota-vento da cidade, através dos ventos locais a umidade e o calor da atmosfera foram dissipados nesse local em maior quantidade.

As máximas, atingidas pela madrugada antes do sol nascer, em que (L.U.) e (A. N. V.) demonstraram valores de médias, quartis e extremos homogêneos, porém (A. V.) obteve maior valor de U. R. no ar. Este fato se deve ao ambiente coberto por dossel arbóreo, solo revestido e, posição geográfica fundo de vale, a qual por ventos catabáticos e vapor d´água evapotranspirado pelos vegetais e serapilheira adensaram a atmosfera.

Na figura 6, utilizando os dados de temperatura e umidade relativa do ar a cada hora no período 07/09/2018 e 30/09/2018, observamos a variação da temperatura, apresentando decréscimos gradativamente depois do pôr do sol até o fim da madrugada antes do sol nascer e, também acréscimos lentamente após nascer do sol até fim de tarde antes do pôr do sol. Ainda de forma geral verificamos que, à medida que a parábola da temperatura ascende, a umidade descende e, assim, sucessivamente forma-se um padrão microclimático nos ambientes.

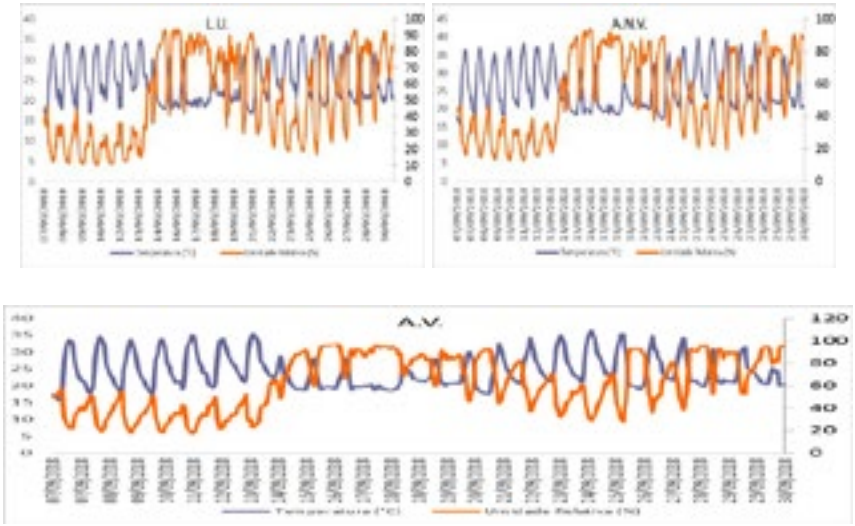


Figura 6 - Gráfico linha da temperatura e umidade relativa do ar dos três ambientes para setembro. Organização: Autoria própria (2018).

Porém, conforme Masiero e Souza (2014), buscando episódios representativos da atmosfera urbana, para verificar as variações microclimáticas nas interações com os

ambientes, optou-se pelo dia 10/09/2018, o qual caracterizou com maior instabilidade e o dia 14/10/2018 com menor instabilidade baseando-se nos dados de nebulosidade e velocidade dos ventos disponibilizados pelo INPE – CPTEC para o período, combinado com dados de velocidade dos ventos disponibilizados pela estação automática INMET do campus UNIRV.

No raio de 200 metros, a paisagem dos três pontos de coletas foi classificada em percentuais de áreas para os parâmetros urbanos área vegetada, área construída / pavimento e solo exposto. Conforme figura 7, sequência em relação ao percentual vegetacional foi (L.U.) , (A.V.) e (A.N.V.).

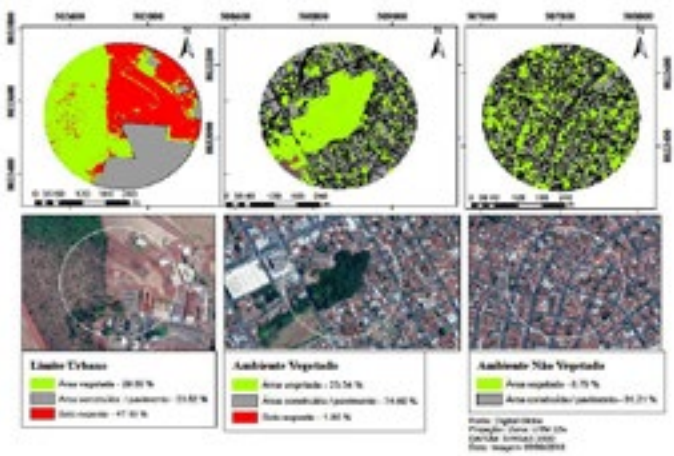


Figura 7 - Porcentagem de variáveis urbanas físicas. Fonte. Google Earth PRO. Elaboração: autoria própria (2018).

Analisando a figura 8, nota-se os valores das mínimas reduziram seguindo o percentual de vegetação dos ambientes, conferindo com os resultados dos pontos estudados no trabalho de Gricoletti e Lazarotto (2016).

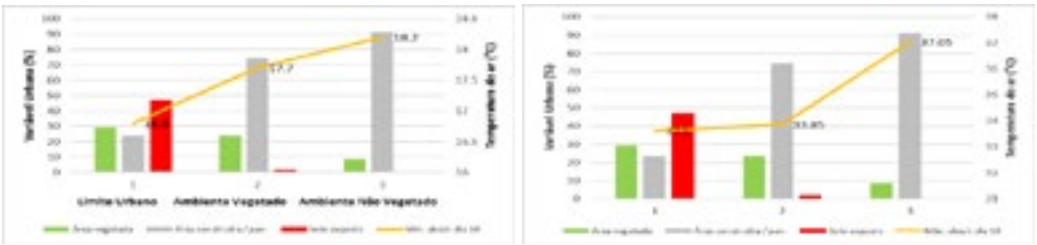


Figura 8 - Gráfico colunas personalizado para variáveis urbanas com temperatura do ar mínima absoluta e máxima absoluta registradas em 10/09/2018 para os três ambientes. Organização: autoria própria (2018).

Da madruga do dia analisado, na análise horária optou-se pelos valores de temperatura do ar registrados as 3, 5 e 6 horas para os ambientes respectivamente, o que pela quantidade de umidade atmosférica envolvente presente acompanhada de condições atmosféricas de calmaria, sem nebulosidade e sem irradiação solar, proporcionaram tais mínimas (16.8, 17.7 e 18.2 consecutivamente).

Na figura 9, revelou-se para o dia 14, com cobertura de nuvens em média 58% e vento local média 3,83 m/s conforme dados das instituições de pesquisa já abordadas, instabilidade no padrão térmico. Os horários de alcance dos picos de temperatura das mínimas (noite) e máximas (dia) aumentaram 7 horas em relação ao dia 10 para atingirem os valores encontrados do dia 14. No entanto, os valores das mínimas demonstraram influências da vegetação por seguir o mesmo padrão encontrado no dia 10.

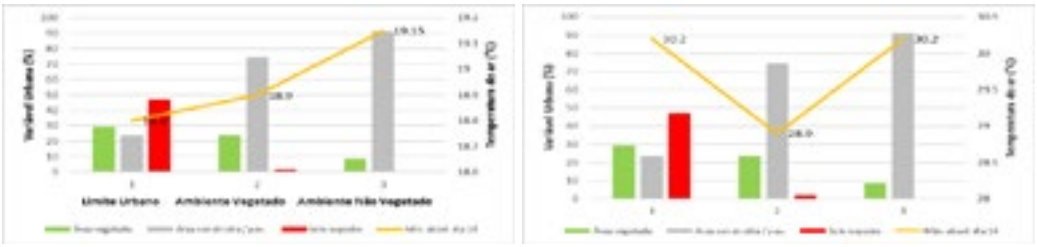


Figura 9 - Gráfico de colunas personalizado para variáveis urbanas com temperatura do ar mínima absoluta e máxima absoluta em 14/09/2018 para os três ambientes. Organização: autoria própria (2018).

Já para as temperaturas máximas, sua queda para o (A.V.) e elevados valores homogêneos, sendo 30.2 e 30.2, entre os (L.U.) e (A.N.V.), é explicado por conta do dossel e morfologia do terreno que impedi maior interação atmosférica com dimensões escalares regionais da atmosfera. Assim, os outros ambientes obtiveram umidades e temperaturas gerando interações por diferentes gradientes de temperaturas e pressões. Os valores encontrados, inferiores ao do dia 10, mostra a atuação da Massa Polar Atlântica em relação a Massa Tropical Atlântida conforme afirmou Luiz (2012) para a região.

Após análises dos microclimas urbanos através do três ambientes com paisagens distintas, percebe-se a importância da vegetação como elemento a ser pontuado no planejamento urbano e zoneamento evitando efeitos atmosféricos extremos que podem causar desconforto e menor rendimento nas atividades do citadino.

ISBN: 978-85-7282-778-2

O microclima assume importante papel em relação as outras escalas uma vez que o mesmo envolve os fenómenos próximos ao solo e, portanto, tem maior interação com o homem e vice – versa, pois a paisagem transformada na conveniência do homem, responde o mesmo através de mudanças, principalmente, termodinâmicas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os microclimas analisados nos três ambientes para os dois episódios atmosféricos, revelaram que conforme aspectos morfológicos, cobertura de dossel arbóreo e massas de ar polar contribuem na variação dos atributos climáticos analisados.

No entanto, o (A.V.) mesmo sendo um microclima localizado em região central da cidade, onde características de antropização são fortemente imputadas, com alterações da paisagem e sua organização espacial natural, a vegetação atenua o campo térmico, transformando a intensa energia irradiada por materiais construtivos e do sol em insumos no seu processo biológico.

REFERÊNCIAS

ALVES, W. S. A vegetação e sua influência no microclima urbano. **Élisée, Rev. Geo.** UEG – Anápolis, v.5, n.1, p.205-221, jan. /jun. 2016.

AMORIM, M. C. C. T. Climatologia e gestão do espaço urbano. **Revista Mercator**. Fortaleza - CE. 2010, p. 71 - 90.

BARROS, J. R.; BALERO, J.C.S. A influência do clima e do tempo do Centro-Oeste do Brasil nas condições de voo na região. **Élisée, Rev. Geo**. UEG - Goiânia, v.1, n.2, p.25-49, jul./dez. 2012.

GARTLAND, L. O que é uma ilha de calor. In: _____ **Ilhas de calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas**. São Paulo: Oficina de Textos. 2010. p. 09-23.

GEIGER, R. **Manual de microclimatologia**: o clima da camada de ar junto ao solo. 4 ed. Lisboa Fundação: Calouste Gulbenkian, 1961, 555p.

GRICOLETTI, G. C.; LAZAROTTO, G. **Influência de variáveis de ocupação do solo no microclima urbano, um estudo de caso em Santa Maria – RS.** In: 7° Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável, 2016, Maceió. ANAIS... Maceió: UFAU / Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, 2016.

MARIANO Z. F. et al. **Análise das umidades máximas e mínimas absolutas nas grandes cidades do cerrado de Goiás: Jataí, Caçu e Iporá.** In: XII SBCG: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOGIA GEOGRÁFICA, 2016, Goiânia – GO. ANAIS... Goiânia: PUC / Escola de Formação de Professores e Humanidades, 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo demográfico,** 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>, acessado em: 03 junho, 2018.

LIMA, G. N.; AMORIM, M. C. C. T. Análise das características noturnas dos elementos climáticos em um episódio de verão no município de Teodoro Sampaio – SP. **Revista Geografia em Atos.** Departamento de Geografia da FCT/UNESP, Presidente Prudente, n. 10, v.1, janeiro a junho 2010, p 01-25.

LUIZ, G. C. **Influência na relação solo-atmosfera no comportamento hidromecânico de solos tropicais não saturados: Estudo de caso-município de Goiânia/GO**. Brasília, DF: UnB. 2012, 271 p. Tese (Doutorado em Geotecnia), Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF.

MASIERO, N. M. G.; SOUZA, D. C. F. C. **Análise das variações de temperatura e umidade relativa do ar em diferentes fitofisionomias de cerrado no parque nacional do Cipó (MG).** In: XII SBCG: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOGIA GEOGRÁFICA, 2016, Goiânia – GO. ANAIS... Goiânia: PUC / Escola de Formação de Professores e Humanidades, 2014.

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

MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e clima urbano.** Tese (Livre Docência) – Faculdade de filosofia, Letras e Ciências Humanas de São Paulo, São Paulo, 1975.

MONTEIRO, C. F. A. - **Teoria e clima urbano.** São Paulo: IGEOG/USP, 1976 (Série Teses e Monografias, n. 25).

MOREIRA, J. F. R.; SILVA, C. A. **Paisagem urbana e áreas Verdes:** Contexto dos parques urbanos de Goiânia. Boletim Goiano de Geografia, Goiânia, v. 32, n. 2, p. 239-254, jul./dez. 2012.

ROCHA, J. R. R. **Microclima do cerrado: características higrotérmicas em Jataí e Caçu (GO).** 2015. 117 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Goiás, Jataí, 2015.

SANTOS, F. M. M. **Influência da ocupação do solo na variação termo-higrométrica na cidade de Cuiabá-MT**. 2012. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, Cuiabá, 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

INFLUÊNCIA DE ELEMENTOS CLIMÁTICOS NOS CASOS DE DENGUE NO MUNICÍPIO DE SALVADOR-BAHIA (2010-2011)

Juliana P. P. dos Santos [(a)], Cassio de Jesus Viana [(a)], Plínio Martins Falcão[(b)]

[(a)] Discentes do curso de Licenciatura em Geografia, Instituto Federal da Bahia (Campus Salvador), bolsistas PIBITI-CNPq e PIBIC-FAPESB, juliana2pere@gmail.com / cassioviana1992@gmail.com

[(b)] Departamento de Geografia, Instituto Federal da Bahia (Campus Salvador), Grupo de Pesquisa Terra&Mar, plinio@ifba.edu.br

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo/

A disseminação do *Aedes aegypti* (vetor da dengue), em Salvador, está relacionado aos condicionantes climáticos dessa cidade. Assim, esse trabalho visa apresentar a influência dos elementos climáticos, precipitação e temperatura, ocorridos de 2010 a 2011, na ocorrência dos casos de dengue da capital baiana. Para atender este objetivo, as etapas seguidas foram: (i) coleta dos casos de dengue da cidade de Salvador disponibilizados na plataforma *online* DATASUS (Departamento de Informática do SUS); (ii) coleta dos volumes de precipitação e médias de temperatura mensal de 2010 a 2011 na plataforma do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). Os resultados permitiram a construção de gráficos que apontaram as reais variações que houveram nesse período em consonância com os casos da enfermidade, que se fizeram mais volumosos, nos dois anos analisados, no período de maior atividade pluviométrica da cidade.

Palavras chave: Dengue; Elementos Climáticos; Salvador.

1. Introdução

A dengue é uma doença reemergente que vem preocupando as autoridades brasileiras porque suas infecções podem provocar formas graves e letais. No Brasil, o vírus da dengue circula desde a década de 1980, causando epidemias. Em Salvador, capital da Bahia (figura 1), vem ocorrendo epidemias desde o ano de 1995 (TEIXEIRA et al., 2001). Segundo a classificação de THORNTHWAITE & MATTHER, o clima da capital baiana é úmido, megatérmico com evapotranspiração potencial > 1140mm, com pouca ou nenhuma deficiência hídrica no ano e precipitações superiores a 100mm em todos os meses (SEI,1998).

Figura 1 – Mapa de localização do município de Salvador, Bahia
Fonte: os Autores

O vetor da dengue, o mosquito *Aedes aegypti*, necessita da disponibilidade hídrica, temperaturas elevadas e disponibilidade de criadouros para a sua reprodução. Logo, localidades como a capital baiana, que apresenta essas características, tornam-se propícias a suas infestações. Assim, esse estudo buscou analisar a influência dos elementos climáticos, precipitação e temperatura, na epidemia de dengue ocorrida na cidade de Salvador nos anos de 2010 e 2011. Se justificando por apresentar respostas para a epidemia ocorrida nesse período, contribuindo com o auxílio, aos órgãos competentes.

2. Materiais e Métodos

As etapas seguidas foram: pesquisa bibliográfica; análise e coleta de dados nas plataformas virtuais do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde do Brasil (DATASUS), do qual foram obtidos os casos de dengue, e do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), da qual foram obtidos os dados de precipitação e temperatura da cidade de Salvador.

3. Resultados e Discussão

Salvador, no ano de 2010 apresentou um dos índices pluviométricos mais elevados da década, somando 1920,7mm no ano, com uma média anual de temperatura de 25,7 ºC. Nesse ano, os casos de dengue, nos primeiros meses, quando as médias de temperaturas foram mais elevadas,

ISBN: 978-85-7282-778-2

registrando 28,2 ºC em fevereiro, e o volume de chuvas inferior a 150mm, não ultrapassaram 200 registros, com exceção de março, que notificou 377 casos. O ano seguinte, apesar do volume de 2169,4mm acumulado ao longo do ano, nesse período, apresentou condições semelhantes à 2010. (figura 2 e 3)

Março, em 2010 e 2011, marcou o início do aumento dos casos da doença, que se elevaram ainda mais no período chuvoso, de abril a agosto. Após este, os casos voltam a diminuir. Nos dois anos, essa época acumulou, respectivamente 1281,7mm e 971mm. Acerca da temperatura, os comportamentos são semelhantes, pois, na região, decrescem na estação chuvosa. Logo, foi nessas condições que a dengue teve mais casos notificados nos anos analisados. (figura 2 e 3)

Após agosto, nos dois anos, o volume de precipitação decresce e as médias de temperatura seguem baixas até outubro, quando voltam a se elevar (figura 3). No entanto, outubro e novembro de 2011 teve um acúmulo de chuva maior que no ano anterior (figura 2). Sabendo que meses com índice pluviométrico alto tendem a notificar mais casos da doença, fatores como as falhas nas notificações devido à confusão com outras doenças febris ou a falta de registro nas unidades de saúde podem ter contribuído para a baixa quantidade de casos (SANTOS, 2014).

Além do clima, o surgimento de um novo sorotipo da doença na cidade, em 2010, pode ter contribuído para o aumento dos casos, sobretudo em 2010, pois em 2009 circulavam três sorotipos (PASSOS; FIGUEIREDO, 2011). Teixeira et al. (2001), ao analisar uma epidemia ocorrida em Salvador, concluiu que a entrada de um novo sorotipo foi o causador dessa epidemia. Todavia, os condicionantes climáticos da cidade, como o alto volume de precipitação mensal e as médias de temperatura acima dos 23º C, foram elementos importantes na reprodução e longevidade do mosquito *Aedes aegypti*. Entendendo que apenas o clima não explica os casos de dengue, mostramos o quadro 1, o qual contém os casos registrados nos dois anos por Distrito Sanitário.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Figura 2 - Precipitação total e casos de dengue em Salvador/BA – 2010 e 2011
Fonte: Elaborado pelos autores com base em dados do DATASUS e do INMET (2018)

Figura 3 – Temperatura média e casos de dengue em Salvador/BA – 2010 e 2011
Fonte: Elaborado pelos autores com base em dados do DATASUS e do INMET (2018)

Quadro 1 – Casos notificados de dengue por Distrito Sanitário, 2010 e 2011

CASOS NOTIFICADOS POR DISTRITO SANITÁRIO DE SALVADOR – 2010 A 2011		
DISTRITO SANITÁRIO	**2010**	**2011**
Centro Histórico	228	187
Itapagipe	462	409
São Caetano / Valéria	200	125
Liberdade	831	280
Brotas	70	232
Barra / Rio Vermelho / Pituba	190	265
Boca do Rio	104	91
Itapuã	140	100
Cabula / Beiru	784	922
Pau da Lima	639	299
Subúrbio Ferroviário	124	117
Cajazeiras	94	55

Fonte: Elaborado pelos autores com base em dados do DATASUS (2018)

ISBN: 978-85-7282-778-2

Em 2010, os Distritos Sanitários que carecem de infraestrutura apresentaram mais casos: Itapagipe, Liberdade, Cabula / Beiru e Pau da Lima (quadro 1). Em 2011, os Distritos com mais casos no ano anterior declinaram, exceto o Cabula / Beiru e Itapagipe. Já os Distritos de classe de renda mais alta, a exemplo do Barra / Rio Vermelho / Pituba, os casos subiram, em 2011. Assim, a ocorrência da dengue em toda a cidade confirma que não se trata de uma doença apenas de caráter periférico.

4. Considerações finais

Comparando os casos de dengue dos dois anos analisados, observa-se a sazonalidade dessa, pois é no período de maior atividade pluviométrica, quando as temperaturas registram valores entre 23 e 27ºC, que os casos são mais numerosos. Assim, sugere-se duas medidas buscando auxiliar o poder público no combate ao vetor da dengue, sendo elas: a) intensificação das operações de combate ao vetor antes do período chuvoso nas áreas mais suscetíveis a infestações; b) e campanhas para conscientização da população nos Distritos Sanitários com maior densidade de casos registrados.

Referências

BARRETO, M. L.; TEIXEIRA, M. G. Dengue no Brasil: situação epidemiológica e contribuições para uma agenda de pesquisa. **Estudos avançados.** v.22, n.64, p. 53-72, 2008.

PASSOS, M. C.; FIGUEIREDO, M. A. A. Mortalidade por dengue no estado da Bahia. **Revista Baiana de Saúde Pública**. Salvador, v. 35, n. 3, p. 687-694, 2011.

SANTOS, M. S. **Incidência da dengue em uma comunidade urbana de Salvador, Bahia: um estudo prospectivo de coorte**. 31 f. Monografia (Formação em Medicina) – Faculdade de Medicina da Bahia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia, 2014.

SEI, Superintendência de estudos econômicos e sociais da Bahia. **Tipologia Climática do Estado da Bahia Segundo Thornthwaite & Matther**, 1998. Disponível em: < http://www.sei.ba.gov.br/site/geoambientais/cartogramas/pdf/>. Acesso em: 20 jan. 2018.

TEIXEIRA, M. G.; COSTA, M. C. N.; BARRETO, M. L.; BARRETO, F. R. Epidemiologia do dengue em Salvador – Bahia, 1995-1999. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Uberaba, v. 34, n. 3, p.269-274, 2001.

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

INFLUÊNCIA DE EXTREMOS DE GELO MARINHO NA POLARIDADE DO MODO ANULAR SUL E IMPACTOS CLIMÁTICOS NO BRASIL

Camila Bertoletti Carpenedo [(a)], Rafael César Silva [(b)]

[(a)] Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, camila.carpenedo@ufu.br

[(b)] Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, rafael77s@ufu.br

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

Neste estudo foi investigada a influência na polaridade do SAM do evento mais extremo de retração e de expansão de gelo marinho no mar de Weddell nos meses de mínima e máxima extensão. Os resultados mostram que os eventos mais extremos de retração (expansão) de gelo marinho contribuíram para um enfraquecimento da polaridade positiva (negativa) do SAM, passando para neutra. Essa relação é mais intensa em setembro por ser o período em que o gelo marinho mais impacta a circulação atmosférica de grande escala devido à sua posição em relação à zona baroclínica do Hemisfério Sul. A capacidade de influência do gelo marinho na polaridade do SAM é um fator importante a ser considerado em estudos futuros, tanto para uma maior destreza nas previsões de tempo e clima, quanto para aprimorar o entendimento do papel do gelo marinho nas conexões climáticas entre a Antártica e o Brasil.

Palavras chave: gelo marinho, Modo Anular Sul, precipitação, temperatura do ar, Brasil

1. Introdução

O gelo marinho é um dos componentes mais importantes da criosfera, afetando diretamente o balanço de energia global devido ao alto albedo das superfícies de neve e gelo.

O gelo marinho é responsável pela formação das massas de ar polar que atingem as latitudes médias e tropicais, afetando as condições de tempo e clima continentais (TALJAARD, 1979; HARTMANN, 2015). Variações na extensão do gelo marinho antártico impactam a circulação atmosférica local, regional e global, da superfície até os níveis médios da troposfera, pois a borda do gelo marinho situa-se em uma região muito sensível, ao sul da zona baroclínica do Hemisfério Sul (PEREIRA, 2007; RAPHAEL; HOBBS; WAINER, 2010; CARPENEDO, 2012; CARPENEDO; AMBRIZZI; AIMOLA, 2013; PARISE et al., 2015; CARPENEDO, 2017).

O Modo Anular Sul (*Southern Annular Mode* - SAM) é o principal modo de variabilidade climática do Hemisfério Sul e afeta as condições de tempo e clima de regiões remotas (THOMPSON; WALLACE, 2000). É caracterizado por anomalias nos campos de pressão, ventos de oeste em torno de 60°S, propagação de sistemas transientes e precipitação no Brasil (SILVESTRI; VERA, 2003; REBOITA; AMBRIZZI; ROCHA, 2009). Estudos mostram que, com uma menor cobertura de gelo marinho existe um aumento da pressão atmosférica e da temperatura do ar sobre o Oceano Austral, reduzindo os gradientes meridionais e enfraquecendo o escoamento zonal em torno de 60°S (RAPHAEL; HOBBS; WAINER, 2010; LIU et al., 2012; TANG; ZHANG; FRANCIS, 2014; PARISE et al., 2015; CARPENEDO; AMBRIZZI, 2016; CARPENEDO, 2017). Esse padrão espacial anômalo de circulação atmosférica, associado a eventos de retração de gelo marinho, é semelhante à fase negativa do SAM (THOMPSON; WALLACE, 2000). Portanto, retração (expansão) de gelo marinho pode induzir à polaridade negativa (positiva) do SAM ou enfraquecimento da polaridade positiva (negativa) (RAPHAEL; HOBBS; WAINER, 2010).

Assim, o objetivo deste estudo foi investigar a influência na polaridade do SAM dos eventos mais extremos de retração e expansão de gelo marinho no mar de Weddell.

ISBN: 978-85-7282-778-2

2. Materiais e Métodos

O índice SAM mensal foi obtido do CPC/NOAA (*Climate Prediction Center/ National Oceanic & Atmospheric Admnistration*). Este índice é construído por meio da projeção das anomalias diárias de altura geopotencial em 700 hPa padronizadas pelo desvio padrão do índice mensal ao sul de 20°S sobre o principal modo do SAM.

Os dados da extensão de gelo marinho para o setor do mar de Weddell (60°W e 20°E), localizado à leste da Península Antártica e ao sul do Atlântico Sul, foram obtidos do *National Snow and Ice Data Center* para o período de 1980 a 2015, totalizando 36 anos de análise. Os meses de menor e maior extensão de gelo marinho são fevereiro e setembro, respectivamente. Desses meses foram selecionados os eventos mais extremos de retração (fevereiro de 1988 e setembro de 1990) e de expansão (fevereiro de 2014 e setembro de 1980).

Os campos atmosféricos foram obtidos das reanálises do ERA-Interim (ECMWF - *European Centre for Medium-Range Weather Forecast Data Server*). O espaçamento horizontal é de 1,5° de latitude x 1,5° de longitude. Neste trabalho foram utilizados os campos de altura geopotencial em 500 hPa (m), vento zonal em 250 hPa (ms^{-1}) e temperatura do ar a 2 m (°C). A série temporal mensal de radiação de onda longa emergente (ROLE) foi obtida da NOAA, com uma grade global de 2,5° de latitude x 2,5° de longitude (LIEBMANN; SMITH, 1996). Os campos médios mensais foram subtraídos da média climatológica de 1981 a 2010 para obtenção das anomalias. Os campos atmosféricos foram analisados durante o evento extremo de gelo marinho (lag = 0) e um mês subsequente (lag = 1).

ISBN: 978-85-7282-778-2

3. Resultados e discussões

3. 1. Extremo de retração de gelo marinho

O índice SAM passou de +0,551 durante o evento mais extremo de retração de gelo marinho no mar de Weddell, em fevereiro de 1988, para -0,219 no mês subsequente, em março de 1988, como também observado em estudos prévios através de experimentos numéricos (RAPHAEL; HOBBS; WAINER, 2010; PARISE et al., 2015). Em relação aos campos atmosféricos anômalos, durante o evento mais extremo de retração o padrão espacial anômalo é semelhante à fase positiva do SAM, com anomalias negativas de altura geopotencial em 500 hPa nas altas latitudes do Hemisfério Sul e anomalias positivas nas latitudes médias (Figura 1a). Desta forma, o jato polar está fortalecido ao redor do continente antártico e enfraquecido nas latitudes médias (Figura 1b), o que indica uma maior frequência de sistemas transientes nas altas latitudes austrais e uma menor frequência nas latitudes médias e sul da região Sul (REBOITA; AMBRIZZI; ROCHA, 2009). Como consequência, há supressão de convecção anômala na região Sul do país (Figura 1c). Por outro lado, há convecção anômala com orientação noroeste-sudeste entre o Amazonas e a região Sudeste do país, semelhante ao padrão espacial da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS, CASARIN; KOUSKY, 1986; NOGUÉS-PAEGLE; MO, 1997; MUZA et al., 2009). Domina anomalias negativas de temperatura do ar no centro-sul do país (Figura 1d).

No mês subsequente ao evento mais extremo de retração de gelo marinho, o padrão de anomalias de altura geopotencial em 500 hPa não possui a configuração espacial do SAM, mas sim um padrão de trem de ondas zonal número 4 entre as latitudes médias e altas do Hemisfério Sul (Figura 1e), com predomínio de intensificação (enfraquecimento) do jato polar no Hemisfério Ocidental e enfraquecimento (intensificação) no Hemisfério Oriental nas altas (médias) latitudes (Figura 2f). Com a crista anômala no Atlântico Sudoeste, há supressão de convecção anômala na região Sul e grande parte da região Sudeste e anomalias positivas de temperatura do ar de até +3°C no sudoeste do Rio Grande do Sul (Figura 1h).

ISBN: 978-85-7282-778-2

Assim como observado no evento mais extremo de retração de gelo marinho em fevereiro de 1988, no evento de setembro de 1990 o índice SAM passou de +1,482 para +0,139 no mês subsequente, em outubro de 1990. Desta forma, houve redução da polaridade positiva do SAM possivelmente associado ao evento mais extremo de retração de gelo marinho no mar de Weddell. Em relação aos campos atmosféricos associados durante o evento mais extremo de retração de gelo marinho em setembro de 1990, a altura geopotencial em 500 hPa apresenta padrão espacial anômalo de fase positiva do SAM, com anomalias negativas nas altas latitudes e anomalias positivas nas latitudes médias (Figura 2a). Esse padrão anômalo resulta em fortalecimento do jato polar nas altas latitudes em torno da Antártica e enfraquecimento ao norte (Figura 2b). Sobre grande parte do país existe um cavado anômalo, além do jato subtropical estar fortalecido sobre a região Sul, Sudeste e Centro-Oeste, o que contribui com convecção anômala (Figura 2c) e resfriamento anômalo em grande parte do Brasil, de até -3°C no Mato Grosso e Mato Grosso do Sul (Figura 2d).

Apesar de apresentar anomalias zonalmente simétricas, não se observa o padrão espacial do SAM um mês após o evento mais extremo de retração de gelo marinho, em outubro de 1990 (Figura 2e), o que é condizendo com índice SAM de +0,139 (fase neutra). Há anomalias negativas de altura geopotencial em 500 hPa nas altas latitudes do Hemisfério Ocidental, inclusive a Península Antártica e Passagem de Drake, associadas a fortalecimento do jato polar (Figura 2f), e anomalias positivas nas altas latitudes do Hemisfério Oriental, associadas a enfraquecimento do jato polar. Entre as latitudes médias e extratropicais do Hemisfério Sul existe um cinturão de anomalias positivas de altura geopotencial em 500 hPa. O jato subtropical está enfraquecido sobre a região Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil, o que contribui com supressão de convecção anômala principalmente entre a região Norte e Sudeste do Brasil (Figura 2g), com um padrão espacial semelhante à região de atuação da ZCAS (CASARIN; KOUSKY, 1986; NOGUÉS-PAEGLE; MO, 1997; MUZA et al., 2009), indicando assim uma menor atividade convectiva da mesma.

ISBN: 978-85-7282-778-2

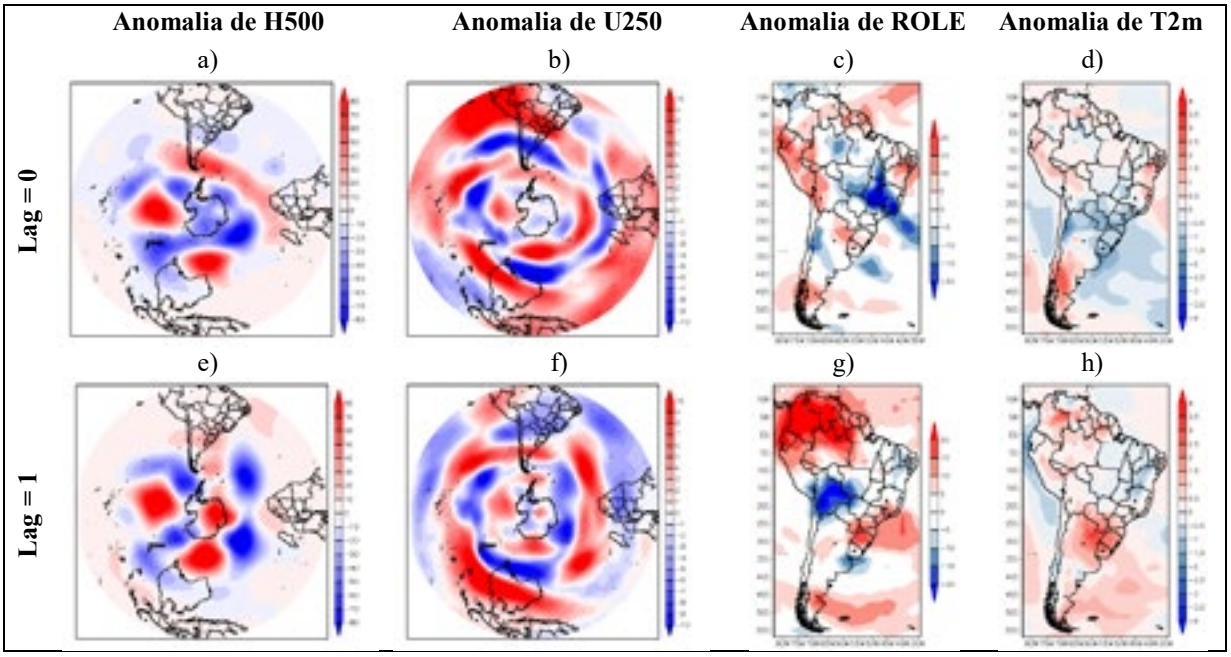


Figura 1. Anomalia mensal de (a, e) altura geopotencial em 500 hPa (H500, m), (b, f) vento zonal em 250 hPa (U250, ms^{-1}), (c, g) radiação de onda longa emergente (ROLE, Wm^{-2}) e (d, h) temperatura do ar a 2 m (T2m, °C) durante (lag=0) e 1 mês após (lag=1) o evento mais extremo de retração de gelo marinho no mar de Weddell em fevereiro de 1988.

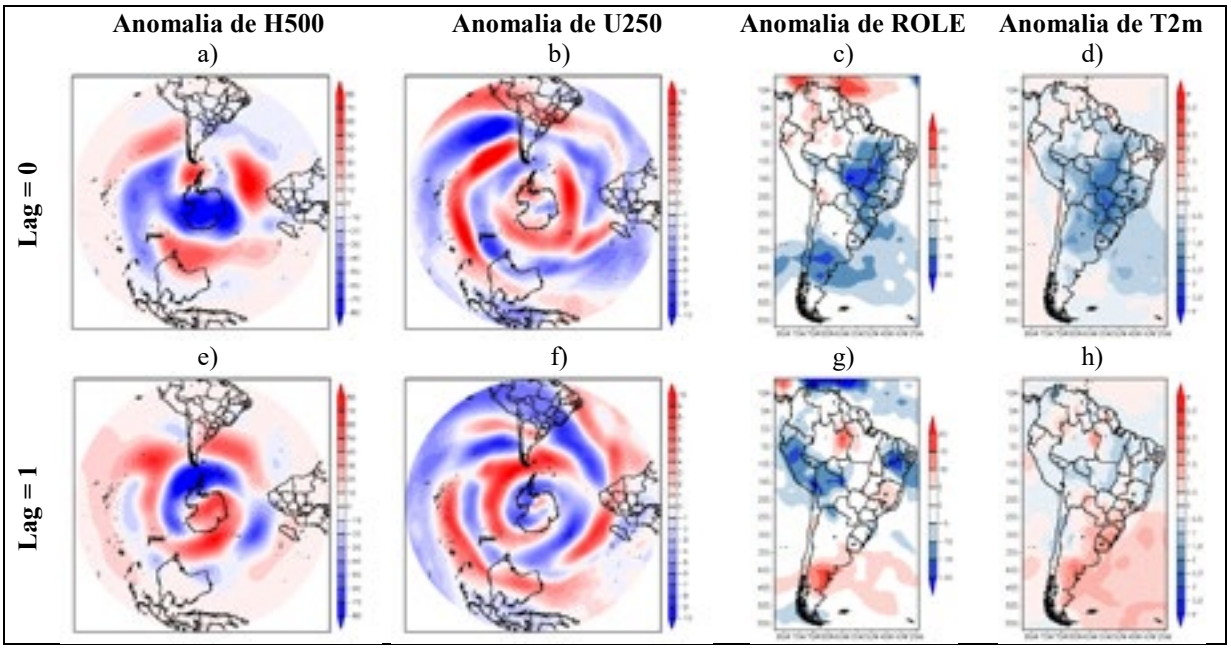


Figura 2. Similar à Figura 1, mas em setembro de 1990.

ISBN: 978-85-7282-778-2

3. 2. Extremo de expansão de gelo marinho

Durante o evento mais extremo de expansão de gelo marinho no mar de Weddell, em fevereiro de 2014, a polaridade do índice SAM era de +0,322 passando para +0,467 no mês subsequente, ou seja, houve um reforço da polaridade positiva do SAM. Isso ocorre possivelmente associado ao evento de expansão de gelo marinho, em que existe uma redução da temperatura do ar no Oceano Austral, fortalecimento do cinturão circumpolar de baixa pressão, intensificação dos gradientes meridionais e, assim, fortalecimentos do escoamento zonal de oeste em torno de 60°S (RAPHAEL; HOBBS; WAINER, 2010; LIU et al., 2012; TANG; ZHANG; FRANCIS, 2014; PARISE et al., 2015; CARPENEDO; AMBRIZZI, 2016; CARPENEDO, 2017). Esse padrão anômalo de circulação atmosférica é semelhante à fase positiva do SAM (THOMPSON; WALLACE, 2000). Desta forma, eventos de expansão de gelo marinho podem induzir à polaridade positiva do SAM ou fortalecer a polaridade positiva (RAPHAEL; HOBBS; WAINER, 2010).

Tal fato pode ser observado através das anomalias de altura geopotencial em 500 hPa, em que durante o evento extremo de gelo marinho existe um padrão espacial semelhante à fase positiva do SAM, o qual é reforçado no mês subsequente (Figuras 3a, 3e). Portanto, o jato polar é fortalecido ao redor do continente antártico (Figuras 3b, 3f). No sul da América do Sul existe um cavado anômalo, enquanto no Atlântico Sudoeste há uma crista anômala, mais intensos um mês após o evento extremo. Na região extratropical do Brasil, o jato subtropical é enfraquecido durante o evento extremo, contribuindo com supressão de convecção anômala em grande parte da região Sul, toda a região Sudeste e centro-sul do Mato Grosso do Sul (Figura 3c) e aquecimento anômalo de até +3°C no estado de São Paulo (Figura 3d). No mês subsequente ao evento extremo, o jato subtropical é fortalecido na região Sul, Sudeste e Centro-Oeste do país, contribuindo com convecção anômala principalmente na região Sul (Figura 3g) e resfriamento de até -2°C (Figura 3h).

ISBN: 978-85-7282-778-2

Em setembro de 1980, durante o evento mais extremo de expansão de gelo marinho no mar de Weddell, a polaridade do índice SAM era de -1,701 passando para +0,577 no mês subsequente, ou seja, a polaridade do SAM passa de muito negativo para positivo. Isso ocorre possivelmente associado ao evento de expansão de gelo marinho (RAPHAEL; HOBBS; WAINER, 2010). Desta forma, o padrão espacial de altura geopotencial em 500 hPa durante o evento extremo é de fase negativa do SAM, ou seja, anomalias positivas nas altas latitudes austrais e anomalias negativas nas latitudes médias (Figura 4a), o que resulta em enfraquecimento do jato polar ao redor da Antártica (Figura 4b). O jato subtropical é fortalecido sobre grande parte da região Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil, resultando em convecção anômala (Figura 4c) e anomalias negativas de temperatura do ar, com desvios de até -3,5°C no Mato Grasso do Sul (Figura 4d).

No mês subsequente ao evento mais extremo de expansão de gelo marinho no mar de Weddell, em outubro de 1980, com a polaridade positiva do SAM de +0,577 o padrão espacial anômalo de altura geopotencial em 500 hPa é de fase positiva do SAM, com anomalias negativas sobre a Antártica e positivas nas latitudes médias (Figura 4e), resultando em fortalecimento do jato polar (Figura 4f). Sobre grande parte da região Sul, Sudeste e Centro-Oeste do país o jato subtropical está enfraquecido, o que contribui com a supressão de convecção anômala no norte do Mato Grosso do Sul, sul do Mato Grosso, Goiás, Tocantins, Minas Gerais, sudoeste da Bahia e Maranhão (Figura 4g) e anomalias positivas de temperatura do ar de até +1,5°C nos estados de Goiás, Mato Grosso e Tocantins (Figura 4h).

ISBN: 978-85-7282-778-2

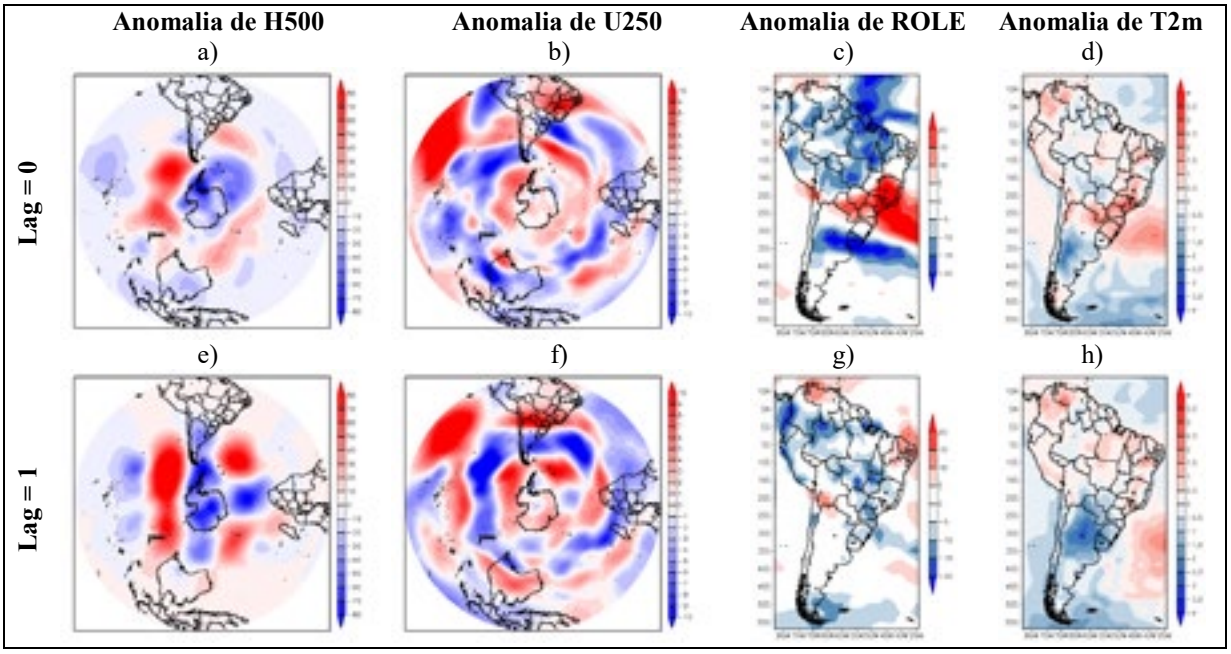


Figura 3. Similar à Figura 1, mas para o evento mais extremo de expansão de gelo marinho no mar de Weddell em fevereiro de 2014.

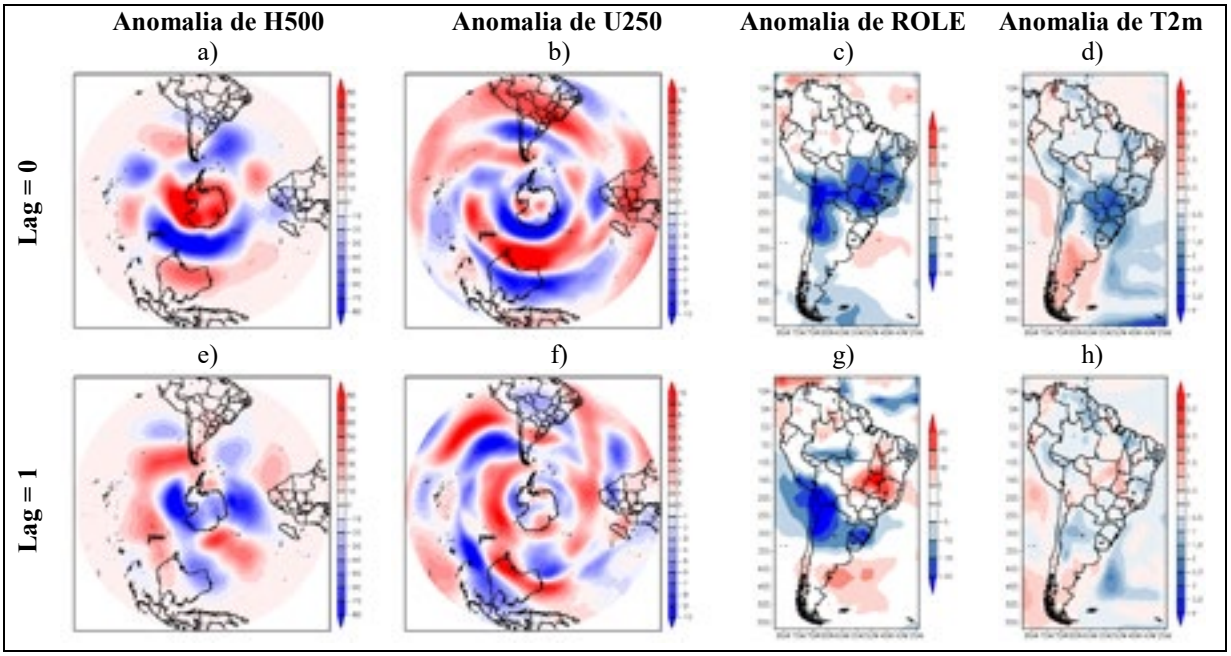


Figura 4. Similar à Figura 1, mas para o evento mais extremo de expansão de gelo marinho no mar de Weddell em setembro de 1980

ISBN: 978-85-7282-778-2

4. Considerações finais

Os eventos mais extremos de retração (expansão) de gelo marinho no mar de Weddell desde 1980, durante os meses de mínima e máxima extensão, em fevereiro e setembro, respectivamente, contribuíram para um enfraquecimento da polaridade positiva (negativa) do SAM, passando para neutra. Essa relação é mais intensa no mês de setembro, por ser o período em que o gelo marinho mais impacta a circulação atmosférica de grande escala devido à sua posição em relação à zona baroclínica do Hemisfério Sul, localizada em torno de 60°S (KIDSTON et al., 2011). Assim, variações na extensão do gelo marinho podem influenciar significativamente os gradientes meridionais de temperatura do ar na zona baroclínica, deslocando o jato polar da sua posição climatológica e resultando em atividade anômala no cinturão circumpolar de baixas pressões (YUAN, 2004; KIDSTON et al., 2011; SONG *et al.*, 2011). A capacidade de influência do gelo marinho na polaridade do SAM é um fator importante a ser considerado em estudos futuros, tanto para uma maior destreza nas previsões de tempo e clima, quanto para aprimorar o entendimento do papel da cobertura de gelo marinho nas conexões climáticas entre a Antártica e a América do Sul.

Referências Bibliográficas

CARPENEDO, C. B. **Interações entre os ciclones extratropicais e a variabilidade extrema do gelo marinho nos mares de Bellingshausen-Amundsen e no mar de Weddell, Antártica.** 2012. 152 p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

CARPENEDO, C.B.; AMBRIZZI, T.; AIMOLA, L.A.L. **Possíveis relações entre a variabilidade interanual do gelo marinho antártico e a precipitação na América do Sul**. Ciência e Natura, v. esp., p.72-74, 2013.

CARPENEDO, C.B. **Bloqueios atmosféricos associados à variabilidade extrema do gelo marinho antártico e impactos na América do Sul.** Tese (Doutorado em Meteorologia) – IAG/USP. São Paulo, 2017.

CARPENEDO, C.B.; AMBRIZZI, T. Células de circulação meridional durante os eventos extremos de gelo marinho Antártico. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.31, p.251-261, 2016.

CASARIN, D.P.; KOUSKY, V.E. Anomalias de precipitação no sul do Brasil e variações na circulação atmosférica. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.1, p.83-90, 1986.

HARTMANN, D.L. **Global physical climatology.** Newnes, 2015.

KIDSTON, J.; TASCHETTO, A.S.; THOMPSON, D.W.J.; ENGLAND, M.H. The influence of Southern Hemisphere sea-ice extent on the latitude of the mid-latitude jet stream. **Geophys Res Lett**, v.38, 2011.

LIEBMANN, B.; SMITH, C.A. Description of a Complete (Interpolated) Outgoing Longwave Radiation Dataset. **B Am Meteorol Soc**, v.77, p.1275-1277, 1996.

LIU, J.; CURRY, J.A.; WANG, H.; SONG, M.; HORTON, R.M. Impact of declining Arctic sea ice on winter *snowfall.* **P Natl Acad Sci USA,** v.109, p.4074-4079. 2012.

MUZA, M.N.; CARVALHO, L.M.V.; JONES, C.; LIEBMANN, B. Intraseasonal and Interannual Variability of Extreme Dry and Wet Events over Southeastern South America and the Subtropical Atlantic during Austral Summer. **J Climate**, v.22, p.1682-1699, 2009.

NOGUÉS-PAEGLE, J.; MO, K.C. Alternating wet and dry conditions over South America during summer. **Mon Wea Rev**, v.125, p.279-291, 1997.

PARISE, C.K.; PEZZI, L.P.; HODGES, K.I.; JUSTINO, F. The Influence of Sea Ice Dynamics on the Climate Sensitivity and Memory to Increased Antarctic Sea Ice. **J Climate**, v.28, p.9642-9668, 2015.

PEREIRA, J. **Influência do Gelo Marinho Antártico no Setor Austral e Sudoeste do Atlântico Sul**. 144p. Tese (Doutorado) – Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

RAPHAEL, M.N.; HOBBS, W.; WAINER, I. The effect of Antarctic sea ice on the Southern Hemisphere atmosphere during the southern summer. **Clim Dynam**, v.36, p.1403-1417, 2010.

REBOITA, M.S.; AMBRIZZI, T.; ROCHA, R.P. Relationship between the Southern Annular Mode and Southern Hemisphere Atmospheric Systems. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.24, n.1, p.48-55, 2009.

SILVESTRI, G.E.; VERA, C.S. Antarctic Oscillation signal on precipitation anomalies over southeastern South America. **Geophys Res Lett**, v.30, n.21, 2003.

SONG, H.-J.; CHOI, E.; LIM, G.-H.; KIM, Y.H.; KUG, J.-S.; YEH, S.-W. The central Pacific as the export region of the El Niño - Southern Oscillation sea surface temperature anomaly to Antarctic sea ice. **J Geophys Res**, v.116, n.D21113, p.1-12, 2011.

TALJAARD, J.J. Synoptic meteorology of the Southern Hemisphere. Meteorology of the Southern Hemisphere, Meteorology. Monography, n°.35, **American Meteorological Society**, p.139-211, 1972.

TANG, Q.; ZHANG, X.; FRANCIS, J.A. Extreme summer weather in northern mid-latitudes linked to a vanishing cryosphere. **Nat Clim Change**, v.4, p.45-50, 2014.

THOMPSON, D.W.J.; WALLACE, J.M. Annular Modes in the Extratropical Circulation. Part I: Month-to-Month Variability. **J Climate**, v.13, p.1000-1016, 2000.

YUAN, X.J. ENSO-related impacts on Antarctic sea ice: a synthesis of phenomenon and mechanisms. **Antarct Sci**, v.16, n.4, p.415-425, 2004.

ISBN: 978-85-7282-778-2

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

INFLUÊNCIA DO RELEVO E USO DO SOLO NAS VARIAÇÕES DE TEMPERATURA DO AR E DO SOLO NOS BAIRROS MANGABEIRAS E VENDA NOVA EM BELO HORIZONTE-MG NOS DIAS 02 E 03 DE JUNHO DE 2018

Ana Barbini de Moraes Araújo [(a)], Isabella Aparecida Marquezine [(b)], Karoline Eva Ramos Lima[(c)], Mayara Pinheiro Aragão[(d)]

[(a)] Depto. Geografia - Instituto de Geociências, UFMG, anabarbini@gmail.com

[(b)] Depto. Geografia - Instituto de Geociências, UFMG, isabella.marquezine1@gmail.com

[(c)] Depto. Geografia - Instituto de Geociências, UFMG, karol_16@live.com

[(d)] Depto. Geografia - Instituto de Geociências, UFMG, mayara.aragao17@gmail.com

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

O propósito deste artigo foi apresentar os resultados iniciais de pesquisa realizada em Belo Horizonte, relativa às variações de tempertura do ar e do solo e umidade relativa do ar em dois bairros da cidade situados nas regionais Mangabeiras e Venda Nova. Os procedimentos incluiram dados horários obtidos em campo durante dois dias de mensurações (02 e 03/06/2018), sob condições de tempo estável e quente. As tomadas foram realizadas de forma simultânea com psicrômetros de funda e termômetros de contato para as tomadas em superfície. Os resultados mostraram relação significativa de variação dos atributos com as características de relevo e uso do solo, indicando maior disponibilidade de calor no bairro da regional Venda Nova.

Palavras chave: temperatura, umidade relativa do ar, urbanização.

1. Introdução

As grandes cidades apresentam diversos fatores como adensamentos demográficos, a retirada indiscriminada de cobertura vegetal, a emissão de poluentes, impermeabilização do solo e tantos outros fatores capazes de alterar os elementos climáticos do local. O chamado

clima urbano, ou clima da cidade, pode ser caracterizado como sendo o produto direto das alterações ocorridas no meio ambiente natural provocadas pelas mais variadas atividades antrópicas, como aponta Assis (2001).

Estas condições climáticas urbanas resultam de alterações da paisagem natural e da substituição desta por um ambiente construído, gerando mudanças em certos termos do balanço de energia. Entre outras variáveis, as propriedades térmicas dos materiais de construção e a substituição da superfície vegetal por estes estão entre os principais fatores ligados à cidade responsáveis pela mudança climática local. Isso se dá, pois, a energia absorvida pela vegetação é utilizada em processos metabólicos, enquanto que nos materiais, especialmente os utilizados nas edificações, quase toda energia absorvida é transformada em calor sensível e, sendo assim, nas cidades o fluxo de calor sensível é maior.

A elevada capacidade térmica dos materiais aumenta o potencial de estoque de calor no tecido urbano, provocando aumento da temperatura do ar devido à irradiação do calor acumulado. Isso também favorece o aumento da temperatura noturna, visto que o calor acumulado ao longo do dia é liberado durante a noite, gerando grande amplitude térmica.

Porém, não se deve deixar de lado as influências que o relevo proporciona à estas localidades, podendo intensificar ou até mesmo amenizar tais alterações. No caso dos bairros Venda Nova e Mangabeiras, o relevo pode alterar o comportamento climático em nível local, principalmente a temperatura, a umidade relativa do ar e a orientação dos ventos conforme destacam Jardim e Silva (2016). O relevo pode facilitar ou dificultar a circulação das massas de ar, a formação de precipitações e nebulosidade, influenciando diretamente os fatores climáticos como temperatura e umidade. Portanto, formas de relevo com presença de morros e colinas com vales fortemente entalhados como no bairro Mangabeiras, tendem a favorecer a queda de temperatura, enquanto o bairro Venda Nova, que apresenta formas de suavemente ondulado e vales abertos, favorece o aumento de temperatura.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Como exemplo, pode-se mencionar a dissertação de mestrado de Santos (1999) apud Assis (2010 p.37), onde ela analisa os tributos da forma urbana mais significativos na alteração das condições de conforto térmico em determinada região urbana. Ao realizar um trabalho de campo ao longo da Avenida Afonso Pena (da Praça Sete até o Parque das Mangabeiras), a autora constata que fatores do clima urbano como o adensamento das construções e a excessiva impermeabilização do solo, influenciaram de forma significativa os elementos climáticos como temperatura e umidade, não descartando o efeito da topografia e da altitude em seus resultados.

O bairro Mangabeiras está localizado cerca de 4,5 km do centro (que se encontra em um dos três bolsões de calor de Belo Horizonte) e é considerado um dos bairros com temperaturas mais "amenas" na capital. Em contrapartida, o bairro Venda Nova situa-se cerca de 13 km do hipercentro e faz parte de um dos três bolsões de calor.

No final da Avenida Afonso Pena formou-se um bairro planejado chamado Mangabeiras, localizado ao pé da Serra do Curral, uma região de altitude elevada, com uso e ocupação do solo predominantemente residencial, além de vazios urbanos e áreas verdes como o Parque Mangabeiras e a própria Serra do Curral que é a principal unidade geomorfológica de Belo Horizonte, apresentando-se como barreira que divide as águas das bacias do ribeirão Arrudas em Belo Horizonte e Ribeirão dos Cristais em Nova Lima. O relevo do bairro caracteriza-se por cristas com vertentes ravinadas com declividades superiores à 45º e vales alongados, possui desníveis entre os vales de 100 m em média. Essas elevações funcionam como barreiras orográficas na passagem de umidade, o que causa nebulosidade na região durante algumas épocas do ano.

O bairro Venda Nova situa-se num ambiente de alta densidade demográfica e uma das regiões de ocupação mais antiga da cidade, existente desde 1918. O relevo é caracterizado por colinas extensas de topos suavizados e vales alongados e está sujeito a forte amplitude térmica com um aquecimento diurno elevado, uma vez que a radiação solar não sofre impedimentos por

ISBN: 978-85-7282-778-2

conta da ausência de obstáculos naturais e, devido à baixa altitude e áreas rebaixadas envolvidas por colinas e serras, há predomínio de calmaria e ventos fracos segundo Assis (2010).

Há fatores capazes de influenciar os microclimas de determinados pontos, a partir de interferências como a geometria e o desenho urbano, o tipo de cobertura do solo e material de construção, a redução na velocidade do vento, emissão de calor pelas atividades antrópicas, redução na taxa de evapotranspiração e poluição atmosférica e a presença excessiva de material particulado (MONTEIRO, 1990).

Os fatores citados fazem parte do *clima urbano* e contribuem para a formação de "ilhas de calor" ou "núcleos de aquecimento" que Assis (2010) caracteriza como as atividades humanas associadas ao fluxo natural de energia que produzem certas modificações no balanço de radiação, influenciando porções de áreas urbanas onde a temperatura é mais elevada do que as áreas circunvizinhas.

Levando em consideração a topografia, além das influências do clima urbano, Assis (2010) aponta que, além do tipo de uso e ocupação do solo, destacam-se como importantes controles climáticos a topografia e a presença de áreas verdes de grandes dimensões.

Os fatores que fazem parte do clima urbano podem ser classificados como fatores de nível local. Para Conti (1995) a influência das alterações provocadas pelas atividades do homem no clima, exige dos estudos esse nível e a análise e deve necessariamente descer a uma variação diária dos elementos. Fatores como as altitudes dos dois bairros e o relevo são apontados como topoclima. O autor (Idem, 1995) o classifica como uma categoria taxonômica especial, onde as características da topografia (declividade, exposição, forma do terreno) produzem alterações principalmente na quantidade de calor recebido do Sol.

Considerando que a cidade de Belo Horizonte possui feições geográficas distintas, o objetivo deste artigo é analisar aspectos da influência do relevo e uso do solo nas variações de temperatura e umidade relativa do ar considerando a realidade de dois bairros: Mangabeiras, situado em um dos pontos mais altos da cidade, na base da Serra do Curral, divisor local das

ISBN: 978-85-7282-778-2

bacias dos rios Doce e São Francisco, e Venda Nova, localizado em área de baixa altitude e relevo plano nas proximidades da região da Lagoa da Pampulha.

2. Caracterização da área de estudo

As localidades estudadas no presente artigo integram os bairros Venda Nova e Mangabeiras (figura 1), localizados na cidade de Belo Horizonte (19º 46' 35"S e 43º 51' 47"W) na região central do estado de Minas Gerais, com área de 331,401 km², população estimada de 2.523.794 habitantes em 2017 e densidade demográfica de 7.167 hab./km² segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

O bairro Venda Nova (19° 48' 53" S e 43° 57' 37" W) localiza-se na região noroeste de Belo Horizonte com altitude entre 748 m e 799 m. O uso e ocupação do solo é predominantemente destinado a residências de até dois pavimentos, sua população é estimada em 16.879 habitantes (IBGE) e densidade demográfica entre 24.000 e 224.000 hab./km² (ASSIS, 2010). O bairro encontra-se na zona de clima tropical de altitude da depressão de Belo Horizonte. A morfologia do terreno configura-se em relevo suavemente ondulado com presença de amplas colinas de topos achatados e vales abertos de fundo chato do Ribeirão Pampulha-Onça, segundo Assis (2010). Venda Nova é caracterizado como um dos três "núcleos de aquecimento" da cidade devido à baixa altitude e alta densidade populacional e impermeabilização do solo, o que faz com que a temperatura do ar sofra um aumento em relação às áreas com solo permeável, uma vez que o calor é retido em maior intensidade.

O bairro Mangabeiras (19°57'27"S e 43°54'48"W) situa-se na região centro sul de Belo Horizonte, possui entre 1200 e 1508 m de altitude, uso e ocupação do solo dividido em áreas residenciais de até dois pavimentos, vazios urbanos e áreas verdes. A população do bairro é estimada em 6.974 habitantes (IBGE) e densidade demográfica de 0 a 5.000 hab./km² (ASSIS, 2010). O bairro situa-se na zona de clima tropical de altitude das serras do quadrilátero ferrífero. Assis (2010) aponta que o bairro se caracteriza por relevo montanhoso da Serra do Curral com escarpas com vertentes retilíneas ravinadas e vales encaixados em forma de "V". Por conta da

ISBN: 978-85-7282-778-2

altitude elevada, baixa densidade populacional, presença de parques no entorno e a proximidade com a Serra do Curral, as temperaturas tendem a ser mais "amenas" em relação às demais regiões de Belo Horizonte.

Figura 1 – Localização da área de estudo. Destaque para os bairros Mangabeiras e Venda Nova. Destaque também para o centro de Belo Horizonte. Fonte: http://idesisema.meioambiente.mg.gov.br.

3. Procedimentos metodológicos

Para a obtenção de dados e embasamento teórico do artigo foram utilizados materiais bibliográficos diversos, como livros, revistas/periódicos, artigos, dissertações, teses, conteúdo veiculado pela internet etc. e consulta a bancos de dados meteorológicos, como INMET.

Para a coleta e construção dos dados empíricos, realizou-se visitas à campo nas duas localidades em estudo. O grupo se dividiu nos dias 02 e 03 de junho de 2018, no horário de 07 às 15 horas, para a obtenção de dados em campo (temperatura do ar, do solo, umidade relativa do ar e nebulosidade), realizadas em intervalo de tempo de 30 minutos. Foram utilizados dois termômetros específicos para mensurar a temperatura do ar e do solo. A temperatura do ar foi medida com o psicrômetro, com o qual é possível obter dados da temperatura do ar seco e úmido. Já a umidade relativa e absoluta do ar inferiu-se através de cálculos e auxílio de tabelas. A temperatura do solo foi obtida por meio de um termômetro digital em área de solo exposto e coberto por vegetação.

ISBN: 978-85-7282-778-2

A aparelhagem utilizada para a mensuração dos dados foi proveniente cedida pelo Instituto de Geociências – IGC da UFMG. Para a correta utilização dos instrumentos de medição, o grupo contou com o auxílio do professor de Climatologia, Carlos Henrique Jardim, em aula prática da disciplina.

O método de análise inclui aspectos da análise rítmica (MONTEIRO, 1971) que incluiu a construção de gráficos de temperatura do ar, do solo e umidade relativa. Levou-se em conta nos resultados os dados coletados pelo grupo como a intensidade dos ventos e nebulosidade, além de imagens de satélite e carta sinótica, com o intuito de verificar a influência das massas de ar.

Utilizou-se, também, como fonte de consulta para análise dos dados a tese de doutorado de Wellington Lopes Assis (ASSIS, 2010), atualmente professor do Instituto de Geociências da UFMG. O trabalho do professor conta com mapas de relevo, temperatura e umidade de Belo Horizonte, oferecendo embasamento para a comparação e definição dos dados coletados.

4. Resultados

Nos dois dias de coleta de dados (02 e 03 de junho de 2018) o tempo em Belo Horizonte se apresentou estável e com as condições semelhantes nos dois dias. A região de Belo Horizonte encontrava-se em zona de aquecimento pré-frontal, com média de temperatura relativamente alta e pouca nebulosidade.

Conforme verifica-se na figura 2, há presença da massa polar do Atlântico Sul (mPa) e do Pacífico Sul (mPp), levando o ar frio e seco em direção a região intertropical. Percebe-se também a presença do ASAS (Anticiclone do Atlântico Sul) caracterizado como zona de alta pressão, confinado entre a ZCIT e a frente fria (FPA). O encontro da mPa e mPp com o ASAS resulta na frente fria (FPA), zona de instabilidade de baixa pressão caracterizada pela presença de nuvens.

ISBN: 978-85-7282-778-2

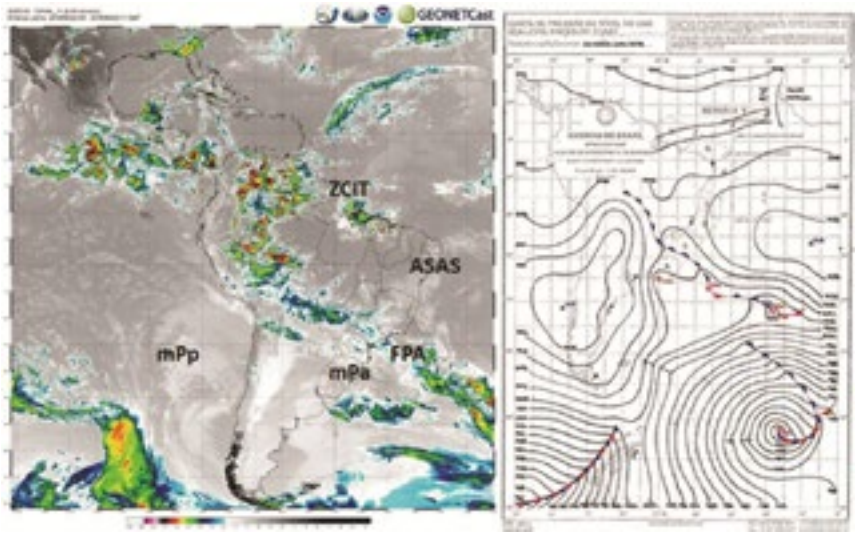


Figura 2 – Imagem de satélite e carta sinótica do dia 02 de junho/2018 destacando a presença das massas de ar. Fonte: <https://www.marinha.mil.br/chm/dados-do-smm-cartas-sinoticas/cartas-sinoticas> e <http://satelite.cptec.inpe.br/acervo/goes16formulario.logic>. Acesso em: 04 jun 2018.

Partindo para a análise dos dados coletados, observa-se através dos gráficos da figura 3 que a temperatura do ar seco do bairro Venda Nova se manteve quase todo o tempo mais alta em relação ao Mangabeiras, com uma média de 2,5°C de diferença. Sábado, no horário mais quente do dia, a temperatura chegou a 28°C às 14:30 horas da tarde em Venda Nova, enquanto no Mangabeiras, no mesmo horário o termômetro registrou 23,5°C, período em que a diferença chegou à 5,5°C. No domingo verificou-se situação parecida. Registrou-se em Venda Nova a temperatura de 29°C às 13:30 h, enquanto no Mangabeiras, no mesmo horário, a temperatura registrada foi de 24°C, revelando a diferença de 5°C entre os bairros.

Figura 3 – Gráficos de temperatura do ar seco. Fonte: elaboração própria, 2018.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Essa diferença de temperatura pode ser explicada por alguns fatores. O Mangabeiras, caracterizado por relevo montanhoso e localizado próximo a Serra do Curral, está entre 1200 e 1508 metros de altitude. Por sua altitude e por não haver nenhum obstáculo natural e construído, possui boa ventilação, proporcionado pelo escoamento do ar frio da Serra do Curral. Os altos índices da vegetação arbórea desta região, também contribui que, além do sombreamento provocado pelas árvores, favorece as trocas úmidas de calor. A evapotranspiração permite o resfriamento do ar por meio da umidificação, que desempenha o papel regulador térmico, pois absorve tanto a radiação solar quanto a terrestre. Analisando o uso e ocupação do solo, o Mangabeiras apresenta baixo índice de impermeabilização do solo, residências de até dois pavimentos e baixa densidade demográfica, fatores que favorecem a baixa irradiação de calor para o ar.

Já o bairro Venda Nova, além da altitude mais baixa, entre 748 e 799 metros, o relevo suavemente ondulado com presença de amplas colinas de topos achatados e vales abertos, contribui com menor circulação de ar e ventos mais fracos. Além disso, não há presença de grandes interpostos topográficos que impedem a chegada de radiação solar, favorecendo o aumento da temperatura. O alto nível de desmatamento em função da urbanização deste bairro fez com que atualmente haja baixa quantidade de cobertura vegetal, o que facilita o aquecimento do ar e, consequentemente, o aumento das médias de temperatura. Além disso, o uso e ocupação do solo desse bairro é caracterizado por profunda impermeabilização, tráfego intenso de veículos, alta densidade demográfica, grande número de residências, o que aumenta ainda mais a irradiação de calor.

Esse fato foi comprovado por Assis (2010). O autor analisou os dois pontos citados (e outros) por 10 dias, verificando a presença de um núcleo de calor na região de Venda Nova e registrando as temperaturas mais frias na região do Mangabeiras.

De acordo com a figura 4, relativa a temperatura do solo, foi registrado em Venda Nova máxima de 40°C às 13 horas, enquanto no mesmo horário registrou-se 29,5°C no

ISBN: 978-85-7282-778-2

Mangabeiras, evidenciando diferença 10,5°C. A incidência de radiação solar em Venda Nova associada ao uso e ocupação do solo, relevo e altitude já enumerados anteriormente, intensificaram o aumento da temperatura, transmitindo ainda mais calor para o ar neste bairro. Além disso, o excesso de impermeabilização do solo em Venda Nova contribui para o aquecimento da temperatura do ar, pois o concreto e asfalto apresentam calor sensível maior do que o do solo não impermeabilizado.

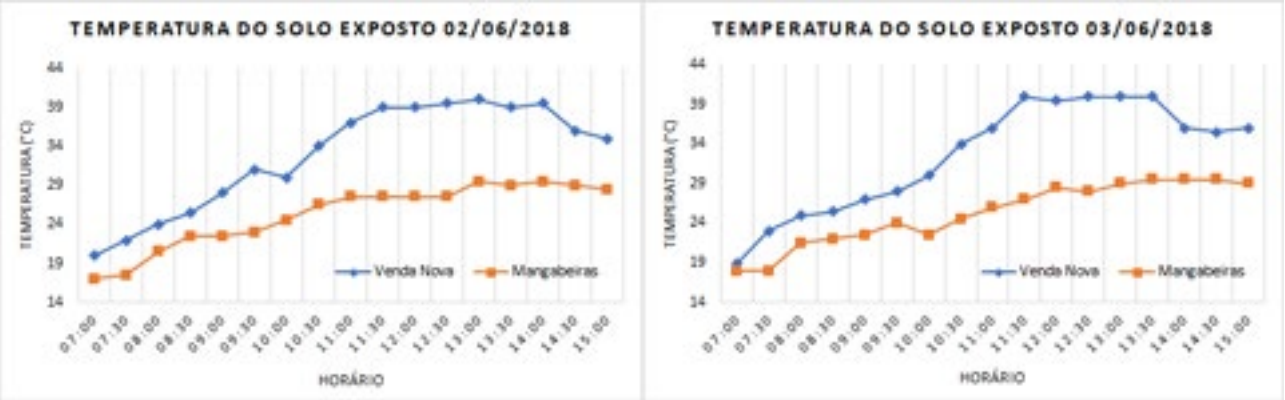


Figura 4 – Gráficos de temperatura do solo exposto. Fonte: elaboração própria, 2018.

Analisando os dados coletados de umidade relativa nos dois bairros, não foi possível constatar grandes diferenças. Nos dias de medições os valores de umidade foram semelhantes em ambos os pontos. No sábado, a umidade relativa do ar em Venda Nova teve uma média de 59%, enquanto no Mangabeiras a média foi de 56%. No domingo, a média de Venda Nova ficou em 49% e no Mangabeiras 59%, se revelando 10% maior. Na análise feita por Assis (2010) houve a mesma constatação e pode ser explicada pela influência da altitude, proximidade com a serra e alto índice de vegetação no Mangabeiras. Já em Venda Nova, apesar de baixa altitude e baixo índice de vegetação há grande proximidade do bairro com a Lagoa da Pampulha, que se localiza a uma distância de aproximadamente 3,5 km, o que proporciona grande evaporação para toda a região e, consequentemente, verifica-se médias de umidade relativa altas em relação aos demais pontos da cidade.

ISBN: 978-85-7282-778-2

5. Considerações Finais

Em termos gerais, as mensurações assumiram características pontuais e haveria necessidade de novas observações em situações diferenciadas de ocupação, relevo e ação das massas de ar. No entanto, esse tipo de constatação é importante para o planejamento urbano e ambiental.

Nas duas observações, constatou-se que a aglomeração urbana, aliada a outros fatores como a capacidade térmica dos materiais, a presença de áreas verdes, a densidade populacional e o relevo, contribui para o acúmulo diferenciado de energia e a consequente variação dos elementos climáticos nas grandes cidades. A região do Mangabeiras, detentora de uma maior altitude, menor concentração populacional e maiores áreas verdes em relação à Venda Nova, apresenta características climáticas mais amenas. Em Venda Nova, apesar de baixa altitude e baixo índice de vegetação, existe a proximidade do bairro com a Lagoa da Pampulha, favorecendo com que a umidade relativa do ar fosse maior quando comparada à do Mangabeiras.

De qualquer modo, os estudos relativos ao clima nos grandes centros urbanos e os fatores que o influenciam não se esgotam por meio deste estudo que, por sua vez, pode oferecer caminhos para o planejamento urbano aliado ao conforto térmico e adensamento populacional nos grandes centros.

6. Referências Bibliográficas

ASSIS, Wellington Lopes. **Análise do campo térmico e hídrico de Belo Horizonte.** Tese (Pós-Graduação em Geografia) – Departamento de Geografia - Instituto de Geociências – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2001.

_____, Wellington Lopes. **O sistema clima urbano do município de Belo Horizonte na perspectiva têmporo-espacial.** Tese (Pós-Graduação em Geografia) – Departamento de Geografia - Instituto de Geociências – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Centro de Hidrografia da Marinha. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/chm/dados-do-smm-cartas-sinoticas/cartas-sinoticas>. Acesso em 04 jun. 2018.

CONTI, José Bueno. **As escalas do clima**. São Paulo: Departamento de Geografia- Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas-Universidade de São Paulo, 1995. Apostila de curso.

FRANCISCO, Rubia Cecília Augusta. **Clima urbano:** um estudo aplicado a Belo Horizonte. Tese (mestrado em Arquitetura) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

IDE-SISEMA. Disponível em: <http://idesisema.meioambiente.mg.gov.br>. Acesso: 24 abr. 2018.

Inmet. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede_estacoes_auto_graf>. Acesso: 03 abr. 2018.

MENDONÇA, Francisco. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina dos Textos. 2007.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. Análise rítmica em climatologia: problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho. **Climatologia**, n.1, São Paulo, IG, USP, 1971.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. Adentrar a cidade para tomar-lhe a temperatura. **GEOSUL**, Florianópolis, v.5, n.9, p.61-79. 1990.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. **Análise Rítmica em Climatologia: problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho.** Universidade de São Paulo - Instituto de Geografia - São Paulo: IGEOG/USP, 1971.

RIBEIRO, Antonio Giacominni. As escalas do clima. **Boletim de Geografia Teorética**, n.23, p.288-294, 1993.

JARDIM, Carlos Henrique; SILVA, Marina Rozendo. Extremos de temperatura do ar em Belo Horizonte: variabilidade natural e influência do clima urbano. **Revista do Departamento de Geografia** - Universidade de São Paulo. Volume Especial – 2016.

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

INTERCEPTAÇÃO DA PRECIPITAÇÃO EM POVOAMENTOS DE *Pinus taeda L.* NO MUNICÍPIO DE RIO NEGRINHO- SC

Daniel Ribeiro Lange [(a)], Fernando Helmuth Syring Marangon [(b)], Irani dos Santos [(c)]

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

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

[(c)] Departamento de Geografia, Universidade Federal do Paraná, irani@ufpr.br

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais.

Resumo/

A interceptação é o processo de interferência da vegetação na precipitação que altera seu trajeto até o solo e ocasiona sua redistribuição espacial e temporal. Com o objetivo de quantificar os componentes do processo de interceptação neste trabalho utilizaram-se medições da precipitação total, precipitação interna e o escoamento de tronco em povoamentos homogêneos de Pinus taeda L., com idades de quatro e seis anos, no município de Rio Negrinho-SC. Os componentes avaliados foram monitorados com resolução de 0,1 mm para a precipitação interna, 0,0025 mm para o escoamento de troco e resolução temporal instantânea, em três eventos ocorridos em setembro de 2017. As diferentes idades das florestas nas quais o processo foi avaliado apresentam distintos padrões de cobertura do dossel e, assim, oferecem um importante subsídio para os estudos de hidrologia comparativa. Os resultados obtidos demonstram um comportamento similar nos três eventos avaliados. A floresta de pinus com quatro anos apresenta maiores precipitações internas e menores escoamentos de tronco em comparação com o experimento localizado na floresta com seis anos.

Palavras chave: interceptação; *Pinus taeda L.*; monitoramento

1. Introdução

A interceptação é a primeira fase da parte terrestre do ciclo hidrológico. Pode ser definida como o processo de interferência da vegetação na precipitação que altera seu trajeto até o solo, ocasionando sua redistribuição espacial e temporal (TUCCI, 1993; GIGLIO, 2013). Durante a interceptação a chuva é fracionada basicamente em três parcelas: 1) parte é interceptada e armazenada pela vegetação e evapora (perda por interceptação); 2) outra parte cai livremente sobre o solo, sem interferência da vegetação, ou depois de ser interceptada e gotejar; e 3) parte alcança o solo escoando pelos troncos (HEWLETT, 1969; LIMA, 1975).

O processo de interceptação é condicionado pelos seguintes fatores: vegetação (densidade de cobertura, formato das folhas, porte e formato dos troncos, características do dossel); características do evento (intensidade da precipitação, volume total precipitado); condições meteorológicas (intensidade de vento, umidade e temperatura do ar, radiação solar); e umidade antecedente da planta. Por sua vez, a interceptação afeta os processos hidrológicos subsequentes: infiltração da água no solo; erosão; escoamento superficial; e regimes de vazão (TSIKO *et al*., 2012; SÁ *et al*. 2015).

Nos estudos sobre hidrologia os efeitos dos usos da terra, incluindo modificações na cobertura vegetal, tradicionalmente recebem muita atenção. Em meados dos anos 1930 diversas áreas em bacias experimentais começaram a ser monitoradas. Os estudos desenvolvidos a partir dessa prática serviram para uma redução drástica da perda do solo, conservação dos canais de escoamento, manejo de pastagens, controle do escoamento superficial, melhora da qualidade da água, redução da perda química do solo, atividade de recuperação de áreas degradadas e como base cientifica para modelos de bacias preocupados com o uso racional dos recursos ambientais (HIBBERT, 1967; BOSCH e HEWLETT, 1991; HARMEL *et al.,* 2007; SSEGANE, 2013). No entanto, essas pesquisas normalmente dizem respeito a áreas localizadas no hemisfério norte e em clima temperado, o que evidencia uma lacuna existente em estudos dessa natureza para as condições brasileiras. Essa situação se dá

ISBN: 978-85-7282-778-2

em virtude da grande extensão territorial do Brasil, alto custo do monitoramento, e estudos hidrológicos tradicionalmente voltados para o setor de energia elétrica (SANTOS, 2009).

Este trabalho tem como objetivo quantificar a chuva total, chuva interna, o escoamento de tronco e as perdas por interceptação em povoamentos de *Pinus taeda L.*, com idades de quatro e seis anos. Foram avaliados três eventos monitorados em povoamentos de pinus no município de Rio Negrinho/SC durante o mês de setembro de 2017. O monitoramento utilizou básculas automáticas que realizam medições instantâneas e possibilitaram a discretização temporal das fases do processo.

Adicionalmente, foram mensurados o diâmetro à altura do peito (DBH) e o índice de cobertura (C) das árvores próximas aos experimentos, como forma de caracterizar a vegetação representativa em cada local.

O Município de Rio Negrinho abriga porções ocupadas por povoamentos de *Pinus taeda L.* em diferentes fases de desenvolvimento. Esses diferentes padrões oferecem um importante subsídio para os estudos de hidrologia comparativa. Os experimentos foram conduzidos nas bacias experimentais implementadas e mantidas pelo Laboratório de Hidrogeomorfologia (LHG – UFPR).

2. Materiais e métodos

2.1 Área de estudo

Os experimentos estão localizados no município de Rio Negrinho -SC, nas bacias experimentais dos rios Sagui e Saci (Figura 1). As bacias possuem áreas de drenagem de 0,24 Km² e 0,18 Km², respectivamente. Suas coberturas da superfície são caracterizadas, predominantemente, por povoamentos de *Pinus taeda L*. Ambas são contribuintes da bacia do Rio Negro, afluente do rio Iguaçu.

A área apresenta altitude média de 960 m. Os solos predominantes são do tipo Cambissolos, originados de rochas sedimentares (argilitos e siltitos) formadas em um ambiente glacial e periglacial (SILVIA e BORTOLUZZI, 1987). O clima segundo Koppen, é

ISBN: 978-85-7282-778-2

do tipo Cfb, com temperatura média anual entre 15,5ºC e 17,0ºC. A umidade relativa do ar varia entre 80 a 86%. A precipitação anual entre 1360 e 1670 mm, distribuídos entre 138 e 164 dias de chuva. (EPAGRI/CIRAM, 2017). A vegetação nativa é caracterizada como uma transição entre as unidades fitogeográficas de Floresta Ombrófila Mista e Floresta Ombrófila Densa. A principal atividade econômica da região, segundo a Prefeitura Municipal de Rio Negrinho (2017) é o reflorestamento da espécie *Pinus taeda L*.

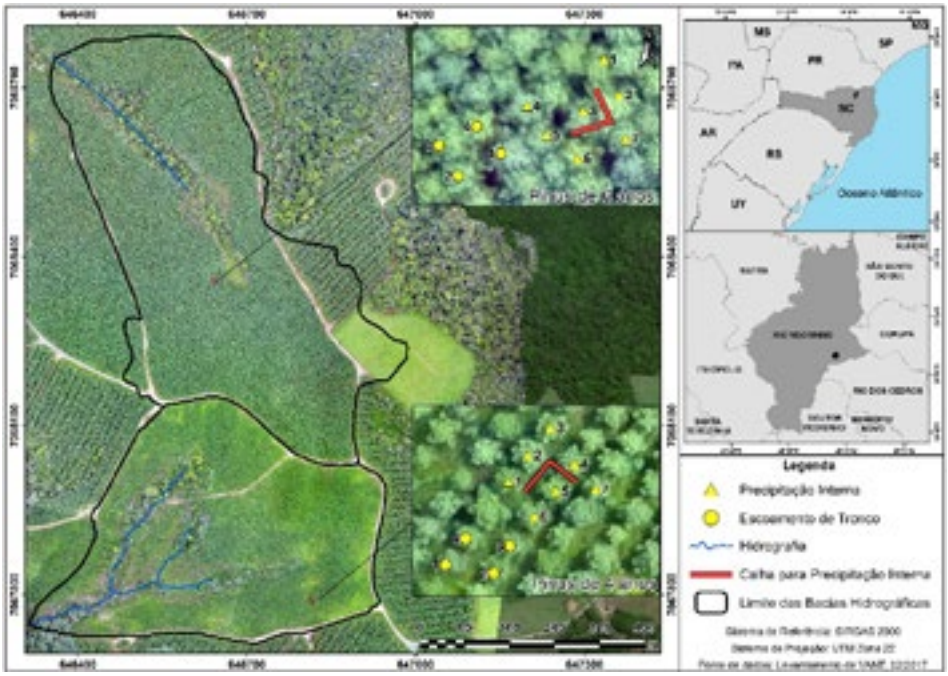


Figura 1 – Cartograma de localização e parcelas de monitoramento.

2.2 Monitoramento hidrológico

Ambos os experimentos estão localizados sob povoamentos com características aproximadamente uniformes, de acordo com as respectivas idades de plantio. Os pontos amostrais foram selecionados de maneira a estarem circundados por, ao menos, 30 metros de floresta com características similares, com o intuito de assegurar condições micrometeorológicas representativas das vegetações avaliadas. Os locais de monitoramento

ISBN: 978-85-7282-778-2

da interceptação estão indicados na Figura 1, sendo que a floresta com idade de seis anos está localizada ao norte e a de quatro anos ao sul.

De acordo com Horton (1919), a melhor forma de obter as taxas de interceptação de uma floresta é a realização do balanço hídrico do dossel. Isso pode ser expresso pela equação:

$$I = P_g - P_i - S_f$$

em que I é a perda por interceptação; P_g é a precipitação total externa; S_f é o escoamento de tronco; e P_i é a precipitação total interna, definida por:

$$P_i = T_f + D_i$$

em que T_f é a precipitação interna livre (não interceptada); e D_i é o gotejamento de parte da chuva interceptada pelo dossel.

A precipitação total externa (P_g) foi monitorada a cerca de um quilômetro dos experimentos, em local sem interferência da vegetação.

Os sistemas de medição da precipitação total interna (P_i) são compostos por duas calhas coletoras, cuja área total de captação é de 0,6 m². As calhas coletoras foram instaladas perpendicularmente às linhas de plantio das árvores em uma altura de, aproximadamente, um metro acima do solo. Os volumes de água captados pelas calhas coletoras são mensurados em pluviômetros, tipo basculante, com resolução de 0,1 mm (BRAGA *et al*., 2009).

Para mensurar o escoamento de tronco (S_f) foram fixados anéis de borracha ao redor do tronco de quatro exemplares de cada idade (Figura 2). Os anéis coletores se conectam a mangueiras que conduzem a água por gravidade até um pluviômetro do tipo basculante, com resolução de 0,0025 mm.

O registro das alturas de P_i e S_f foram realizados de maneira automatizada e com resolução temporal instantânea (registro individual das basculadas). Foram utilizados *data loggers* do modelo IPSUM EVENTUS, desenvolvido pelo Laboratório de Monitoramento

Eletrônico (LME) da Universidade Federal do Paraná, e projetado para registrar a ocorrência de eventos com máxima discretização no tempo.

Figura 2 – Experimentos para medição do escoamento de tronco e calhas para medição da precipitação interna. A) Pinus com 4 anos; B) Pinus com 6 anos.

Como parâmetro para se distinguir os eventos ao longo da série de medições, foi adotado o tempo mínimo seis horas sem precipitação externa (precipitação inferior a um mm), metodologia apresentada por Wischmeier e Smith (1958).

Para o cálculo do índice de cobertura vegetal (C), foi utilizado um ortomosaico com resolução de 6,33 cm. As imagens foram obtidas utilizando um veículo aéreo não tripulado (VANT) modelo Phantom 3, marca DJI. Por meio do ortomosaico foram delimitadas parcelas de 150 m² relativas as áreas de monitoramento da precipitação interna e escoamento de tronco, nos distintos estágios vegetacionais.

O diâmetro à altura do peito (DBH) foi mensurado nas 11 árvores constituintes de cada experimento, sendo sete delas relacionadas ao monitoramento da precipitação interna (P_i) e quatro relacionadas ao monitoramento do escoamento de tronco (S_f).

As medidas de diâmetro foram realizadas a uma altura de 130 cm do solo (PAUL *et al*., 2017). Pois, em árvores de plantio extensivo com fins comerciais, o tronco abaixo desta altura é irregular e, normalmente, não circular (GREGOIRE; ZEDAKER; NICHOLAS, 1990).

3. Resultados e Discussões

A Tabela 1 apresenta os valores obtidos de índice de cobertura vegetal (C) e diâmetro à altura do peito (DBH) nos experimentos em florestas plantadas com idades de três e seis anos.

Tabela 1 – Características das florestas de *Pinus taeda* avaliadas

Idade	C	DBH (mm)		
		μ	σ	C.V.
3 Anos	53%	124	16	0,13
6 Anos	92%	180	19	0,11

μ = valor médio, σ = desvio padrão e C.V. = coeficiente de variação

A Tabela 2 apresenta um resumo das características dos três eventos monitorados durantes o mês de setembro do ano de 2017. São apresentados a duração dos eventos, a precipitação total externa (P_g), a intensidade máxima em 10 minutos (i_g Máx), e os componentes de precipitação interna (P_i) e escoamento de tronco (S_f). Apresenta-se também a proporção da parcela precipitada que é interceptada pela vegetação, não atingindo o solo (I).

Tabela 2 – Caraterísticas dos eventos monitorados.

Ev.	Duração (horas)	$\sum P_g$ (mm)	i_g Máx. (mm/10 min)	P_i (%)		S_f (%)		I (%)	
				4 Anos	6 Anos	4 Anos	6 Anos	4 Anos	6 Anos
1	5,17	1,180	0,236	85%	42%	3%	1%	12%	56%
2	19,83	5,900	0,236	75%	49%	4%	14%	22%	37%
3	48,83	52,491	4,052	86%	54%	8%	32%	5%	14%

Nota-se que a precipitação interna (P_i) é maior no experimento com pinus de quatro anos em todos os eventos, independente da intensidade da precipitação. Isso se deve ao pinus mais novo possuir um dossel com menor cobertura e consequentemente uma menor área de captação, permite maior passagem da água na forma de chuva livre. Já o pinus com seis anos, com maior fator de cobertura, apresenta maior capacidade de captação da precipitação, cuja parcela sofrerá perda por evaporação ou redistribuição na forma de escoamento de tronco.

ISBN: 978-85-7282-778-2

A Figura 3 apresenta a relação entre os diâmetros médios das árvores constituintes dos experimentos nas florestas com idades de quatro e seis anos em comparação com os volumes escoados pelo tronco (S_f) nos três eventos apresentados na Tabela 2.

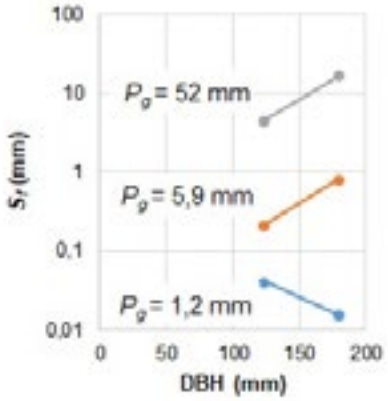


Figura 3 – Relação entre o escoamento de tronco (S_f) e o diâmetro do tronco à altura do peito

Nota-se, de maneira geral, que as alturas escoadas pelos troncos (S_f) apresentam relação direta com o diâmetro dos troncos (DBH) das vegetações analisadas. Exceções a este comportamento ocorrem em eventos cuja precipitação total (P_g) é inferior à capacidade de armazenamento do dossel da vegetação com idade de seis anos. Nestes casos, há pouca ou nenhuma disponibilidade de volume para escoar pelo tronco até o solo. Portanto, no evento cuja precipitação total externa foi de apenas 1,2 mm (linha azul) a altura escoada pelo tronco é maior na vegetação com menor DBH (pinus com quatro anos). Já nos demais eventos, cujas precipitações totais são iguais ou superiores a 5,9 mm, o escoamento de tronco é maior na vegetação com maior DBH (pinus com seis anos).

A Figura 4 apresenta a discretização temporal das alturas acumuladas durante os três eventos apresentados na Tabela 2. São apresentadas as informações de precipitação total externa (P_g), e os componentes de precipitação interna (P_i) e escoamento de tronco (S_f). medidos nos experimentos das vegetações com idades de quatro e seis anos.

ISBN: 978-85-7282-778-2

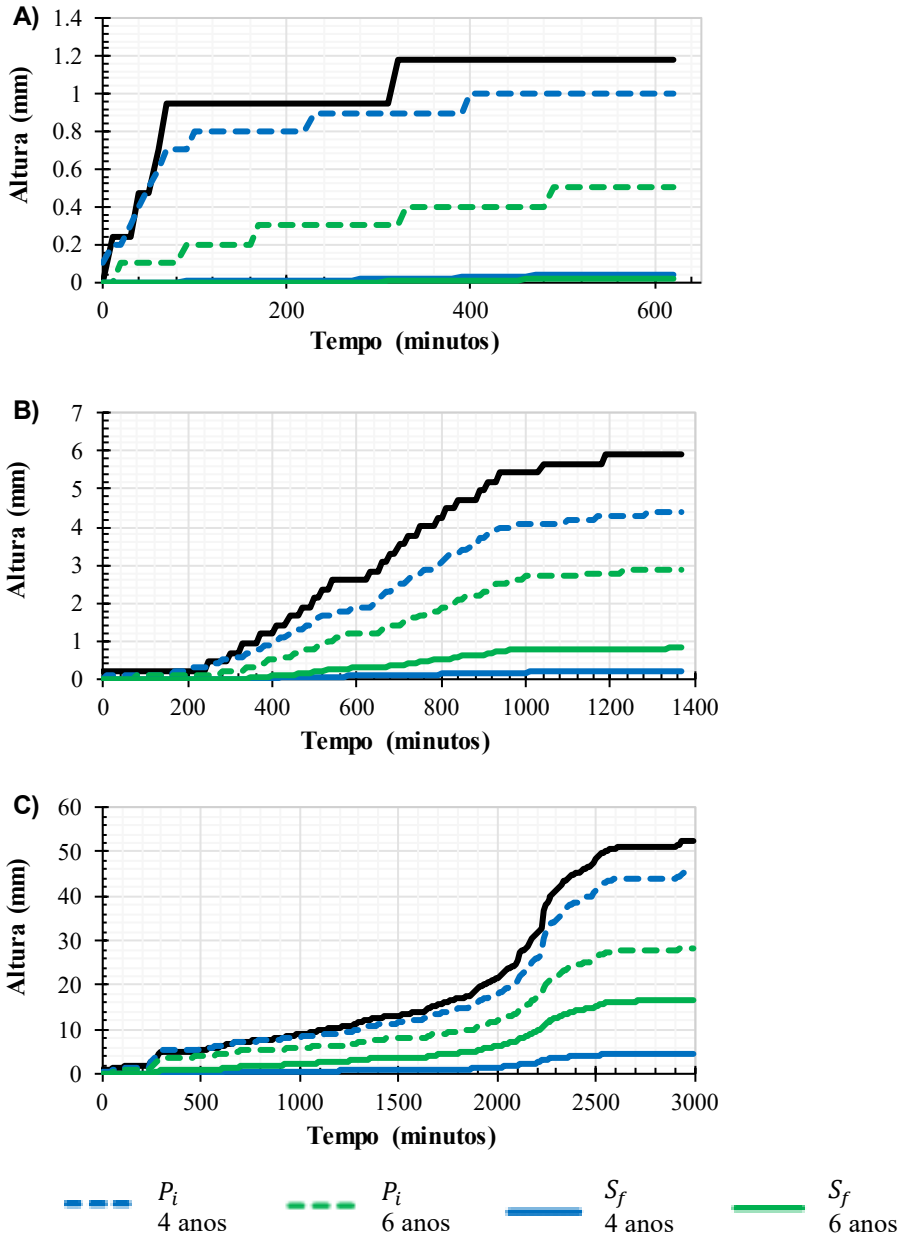


Figura 4 – Discretização temporal dos eventos monitorados, conforme apresentados na Tabela 2
A) Ev. 1, com duração de 5,17 horas e P_g = 1,18 mm; B) Ev. 2, com duração de 19,83 horas e P_g = 5,90 mm; e C) Ev. 3, com duração de 48,83 horas e P_g = 52,49 mm.

Pode-se notar, pela análise da Figura 4, que independente da intensidade da precipitação o comportamento é similar durante os três eventos, sempre com as precipitações

ISBN: 978-85-7282-778-2

internas maiores no pinus de quatro anos. Isso se deve ao fato de que o dossel da vegetação menos desenvolvida apresenta um reservatório menor para armazenamento da chuva. Consequentemente, uma maior proporção da altura precipitada atinge livremente o solo e uma proporção menor fica disponível para escoar pelo tronco ou para retornar para a atmosfera por evaporação.

4. Considerações Finais

Os resultados obtidos demonstram um comportamento similar nos três eventos avaliados. A floresta de pinus com quatro anos de idade apresenta maiores precipitações internas em comparação com o experimento localizado na floresta com seis anos de idade. Em relação ao escoamento de tronco, obteve-se que, para os eventos de precipitação cuja precipitação total externa foi igual ou superior a 5,9 mm, esta componente é maior no pinus com seis anos. Enquanto que no evento de menor magnitude (P_g = 1,18 mm) o escoamento de tronco foi maior na vegetação com quatro anos de idade. Estes resultados corroboram com a literatura sobre o tema, sendo que quanto maior a idade da vegetação, maior é o índice de recobrimento espacial de seu dossel. O dossel, por sua vez, atua como um reservatório que, quanto maior, diminui a área disponível para a precipitação interna livre. Consequentemente, quanto maior a capacidade de armazenamento da precipitação pelo reservatório do dossel, maior é o volume disponível para o processo de evaporação. Caso a precipitação total externa supere a capacidade de armazenamento do dossel, a proporção da chuva que escoará pelo tronco é maior nas vegetações mais bem desenvolvidas.

ISBN: 978-85-7282-778-2

5. Referências Bibliográficas

BOSCH, J.M; HEWLETT, J.D. A review of catchment experiments to determine the effect of vegetation changes on water yield and evapotranspiration. **Journal of Hydrology**, v. 55, 1982. p. 3-23.

BRAGA, S. M.; SANTOS, I. FERNANDES, C. V. S.; KOBIYAMA, M. Desenvolvimento de um sistema automático de baixo custo para medição indireta da interceptação. **Anais. XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, 2009.

CHAFFE, P. L. B; KOBIYAMA, M. YAMASHIKI, Y; TAKARA, K. Is interception information important for rainfall-runoff modeling? **Annual Journal of Hydraulic Engineering, JSCE**, Vol.54, fevereiro, 2010.

PREFEITURA MUNICIPAL DE RIO NEGRINHO. Informações gerais. Disponível em <http://www.rionegrinho.sc.gov.br/caracteristicas.htm>. Acessado em 04 de novembro de 2017.

EPAGRI/CIRAM. Zoneamento agroecológico e socioeconômico. Disponível em: <http://ciram.epagri.rct-sc.br:8080/cms/zoneamento/zae.jsp>. Acesso em: 06 de agosto de 2017.

GIGLIO, J. N.; Interceptação da chuva em pequena bacia experimental coberta por Floresta Ombrófila Mista.194f. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Ambiental). Universidade Federal de santa Catarina, Florianópolis, 2013.

GREGOIRE, T. G.; ZEDAKER, S. M.; NICHOLAS, N. S. Modeling relative error in stem basal area estimates. **Canadian Journal Of Forest Research**, v. 20, n. 5, p.496-502, maio 1990. Canadian Science Publishing. http://dx.doi.org/10.1139/x90-065.

HARMEL, R.D.; BONTA, J.V.; RICHARDSON, C.W.; The original USDA-ARS experimental watersheds in Texas and Ohio: contributions from the past and visions for the future. **American Society of Agricultural and Biological Engineers**, 2007, p.1669-1675.

HORTON, R. E. Rainfall Interception. Monthly Weather Review. V.4 (9), 1919, p.604-623.

LIMA, W.P. **Hidrologia Florestal Aplicada ao Manejo de Bacias Hidrográficas.** Disponível em: <http://www.ipef.br/hidrologia/hidrologia.pdf>. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2008. Acessado em 28 de fevereiro de 2017.

PAUL, Keryn I. *et al*. Measurements of stem diameter: implications for individual- and stand-level errors. Environmental Monitoring And Assessment, v. 189, n. 8, p.1-14, 26 jul. 2017. Springer Nature. http://dx.doi.org/10.1007/s10661-017-6109-x.

SALEMI, L.F.; GROPPO, J.D.; TREVISAN, R.; MORAES J.M.; LIMA, W.P; MARTINELLI, L. A. Aspectos hidrológicos da recuperação florestal de áreas de preservação permanente ao longo dos corpos de água. **Revista Instituto Florestal**. São Paulo, v.23, n.1, 2011, p.69-80.

SÁ, J. H. M.; CHAFFE, P. L. B., OLIVEIRA, D. Y. Análise comparativa dos modelos de Gash e de Rutter para a estimativa da interceptação por Floresta Ombrófila Mista. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. vol. 20, n.4, 2015, p. 1008 – 1018.

SANTOS, I. Monitoramento e modelagem de processos hidrogeomorfológicos: mecanismos de geração de escoamento e conectividade hidrológica. 167 f. **Tese** (Doutorado em Geografia). Departamento de Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2009.

SSEGANE, H.; AMATYA, M.; CHESCHEIRA, G.M.; SKAGGS, W.R.; TOLLNERI, E.W.; NETTLES, J.E. Consistency of hydrologic relationships of a paired watershed approach. **American Journal of Climate Change**, v2, 2013, p.147.

SILVA, L.C.; BORTOLUZZI, C.A. (Org). Texto explicativo para o mapa geológico do Estado de Santa Catarina. Florianópolis: 11º Distrito do Departamento Nacional de Produtos Minerais, Coordenadoria de Recursos Minerais da Secretaria da Ciência Tecnológica, Minas e Energia, 1987.

TSIKO, C. T.; MAKURIRA, H.; GERRITS, A. M. J.; SAVENIJE, H. H. G. Measuring forest floor and canopy interception in a savannah ecosystem. **Physics and Chemistry of the Earth.** V.47–48, 2012, p.122–127.

TUCCI, C.E.M.; CLARKE, R.T. Impacto das Mudanças da Cobertura Vegetal no Escoamento: Revisão. **Revista Brasileira de Recursos Hidricos**, v. 2, n.1, 1997.

WISHMEIER, W.H.; SMITH, D.D. Rainfall energy and its relationship to soil loss. Transactions American Geophysical Union, Washington, v.39, 1958, p.285-291.

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

Influência do El Niño-Oscilação Sul (ENOS) nos índices pluviométricos da cidade de Belém-PA

Augusto Maciel Costa [(a)], José Edilson Cardoso Rodrigues [(b)]

[(a)] Faculdade de Geografia e Cartografia, Universidade Federal do Pará, augustocosta080@gmail.com

[(b)] Faculdade de Geografia e Cartografia, Universidade Federal do Pará, jecrodrigues@yahoo.com.br

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

O índice pluviométrico de Belém-PA caracteriza-se por ser um dos maiores registrados entre as capitais brasileiras, resultado de uma combinação de fatores que estão associados principalmente a sua geografia. Dentre todos os fenômenos atuantes na região, este trabalho teve como enfoque a ação do El Niño Oscilação Sul (ENOS) na cidade de Belém, mostrando que este interfere de forma negativa nos índices pluviométricos, em especial nos meses do terceiro trimestre, com redução de até 28,9% no volume de chuva, chegando a ter anualmente uma redução média de 6,7% nos períodos de atuação dos fenômenos associado ao ENOS.

Palavras chave: El Niño, La Niña, Precipitação, ENOS.

1. Introdução

O El Niño Oscilação Sul (ENOS) é um fenômeno meteorológico que tem como agentes de atuação o El Nino, caracterizado pelo aquecimento incomum das águas superficiais nas partes centrais e leste do oceano Pacífico, e o La Niña que é responsável pelo resfriamento atípico das águas do pacífico (MENDONÇA; MORESCO, 2007). A cidade de Belém tem uma geografia muito favorável para os altos índices pluviométricos, estando a pouco mais de 100 km da faixa continental e muito próxima a Linha do Equador, sofre influência direta da Zona de Convergência Intertropical – ZCIT, que de acordo com Vianello e Alves (1991 apud BASTOS, et al. 2002, p.21), é uma massa de ar caracterizada pela convergência dos ventos alísios, de ventos fracos e de precipitações intensas.

A pluviosidade de Belém-PA é em média, superior aos 3.000 mm por ano, podendo variar bastante no período de um ano, em grande consequência do El Niño e do La Niña, o primeiro caracteriza-se em quantidades inferiores à média nos índices pluviométricos, enquanto o segundo, o contrário. Este trabalho tem como objetivo constatar o quanto o ENOS influência nos índices pluviométricos e na quantidade de dias chuvosos em Belém-PA, de acordo com cada um dos dois agentes de atuação para o período que compreende os anos de 1997 a 2018.

Figura 1 - Mapa de Localização

2. Materiais e Métodos

A princípio, foi feito um estudo a conhecimento dos anos que tiveram influência do ENOS, as informações obtidas foram extraídas do site do CPTEC/INPE de acordo com a Tabela I, em seguida foi feita aquisição dos dados de precipitação e dias chuvosos para o período de

estudo, estes foram obtidos no site do INMET, a qual este possui uma estação meteorológica em Belém-PA que se encontra na latitude -1.411228º e longitude 48.439512º.

Foram tiradas as médias aritméticas dos dados de precipitação e dias chuvosos para os períodos estudados, separando-os por fenômeno afim de comparação, para então serem retratados em gráficos e tabelas. O mapa de localização foi elaborado na versão 10.5 do software ArcGis, a qual foi utilizado a base cartográfica do limite municipal do Estado do Pará, e imagem de satélite da área da estação meteorológica, extraídos do Google Earth Pro versão 7.3.2.

Tabela I - Periodização do El Niño e La Niña

EL NIÑO		LA NIÑA	
ANO	INTENSIDADE	ANO	INTENSIDADE
1997/1998	Forte	1998/1999	Fraca
2002/2003	Moderado	1999/2000	Moderada
2006/2007	Moderado	2007/2008	Moderada
2009/2010	Moderado	2010/2011	Moderada
2015/2016	Forte	2017/2018	Moderada

De acordo com a Tabela I, os anos de 1998, 2007 e 2010 estavam presentes em ambos os eventos, para então, uma análise mais detalhada, estes foram tratados de forma isolada, já que juntos, esses dados comprometeriam nos resultados, já que ambos possuíam dados em comum, estes foram retratados como “El Niño/La Niña”. Para comparação, foi abordado os anos que não tiveram influência alguma do ENOS, a quais são os anos: 2001, 2004, 2005, 2012, 2013 e 2014 estes foram classificados como “Neutro”.

3. Resultados e Discussões

Tabela II - Média de precipitação e dias chuvosos anuais

Fenômeno	Precipitação (mm)	Dias chuvosos	Prec. Diária (mm)
El Niño	3.186	255	12,49
La Niña	3.392	259	13,10
La Nina/El Niño	3.095	263	11,77
Neutro	3.452	267	12,93

Na Tabela II, constatou-se que o Neutro tem a maior acumulação anual, que em relação o El Niño/La Niña, o volume de chuva foi 11,5% superior. O El Niño possui menor número de

dias chuvosos, 12 a menos que o Neutro, enquanto o La Niña apresentou a maior média diária no volume de chuva, cerca de 11,3% a mais que o El Niño/La Niña.

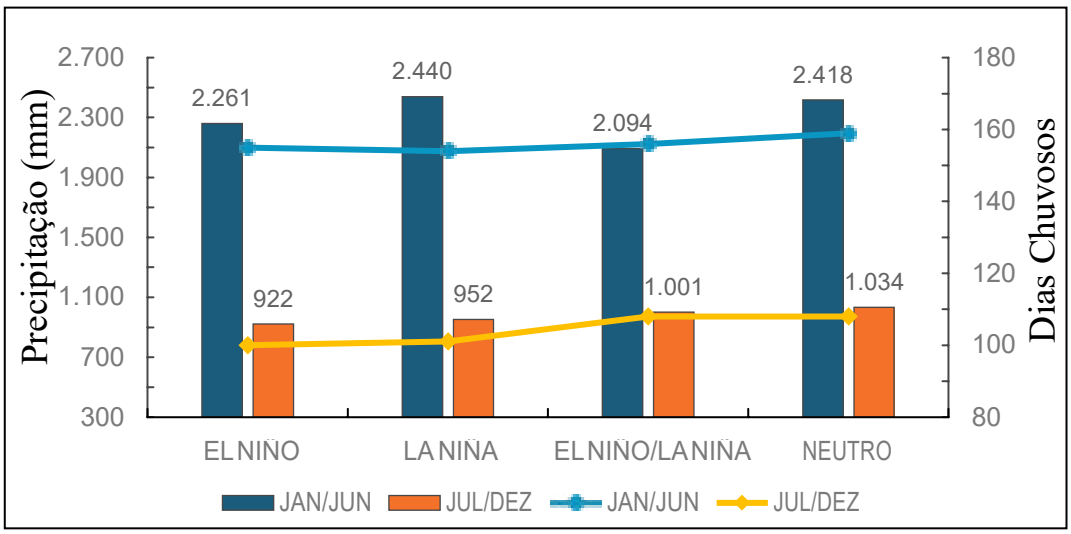


Figura 2- Precipitação e dias chuvosos por semestre

Na Figura 2 observa-se que o La Niña se destaca por ter o maior índice pluviométrico para os seis primeiros meses, enquanto o El Niño/La Niña, apresenta redução de até 14,2% no volume de chuva para o período, já no segundo semestre, o El Nino apresenta redução de até 10,8% no índice. Quanto os dias chuvosos, o primeiro semestre varia discretamente entre 154 a 159 e no segundo, 100 a 108 dias de chuva. Vale destacar, que o segundo semestre tem uma redução que chega 42% na precipitação média diária, ficando então, abaixo dos 10 mm para o período em quaisquer agentes de atuação.

Tabela III - Precipitação acumulada por trimestre

Evento	1° Trimestre		2° Trimestre		3° Trimestre		4° Trimestre		Total
	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm
El Niño	1.290	40,5%	971	30,5%	369	11,6%	553	17,4%	3.183
La Niña	1.408	41,5%	1.032	30,4%	376	11,1%	576	17%	3.392
El Niño/La Niña	1.131	36,5%	963	31,1%	399	12,9%	602	19,5%	3.095
Neutro	1.387	40,2%	1.031	29,9%	519	15%	515	14,9%	3.452
Média	1.304	39,7%	999	30,5%	416	12,7%	562	17,1%	3.281

Na Tabela III é possível notar como cada evento atua em cada trimestre. Aqui, o El Niño apresenta todos seus índices abaixo da média, enquanto o La Niña apresenta os maiores índice

pluviométricos nos dois primeiros semestres, ao contrário do El Niño/La Nina para o período, embora o mesmo apresenta o maior índice pluviométrico do quarto trimestre, sendo este o único período que o ENOS tem atuação positiva para todos os eventos, o volume de chuva chega a ser em média 12% superior ao neutro. No terceiro trimestre, o ENOS se mostrou extremamente negativo, em especial o El Niño que apresentou redução que chegou a 28,9% no volume de chuva. E por fim, vale destacar a distribuição muito semelhante do volume de chuva do El Niño e La Niña em termos percentuais em todos os trimestres.

4. Considerações Finais

Ao analisar todos os dados corresponde ao período estudado, comprovou-se uma influência mais negativa do que positiva do ENOS nos índices pluviométricos, mas na quantidade de dias chuvosos não houve tamanha influência, apresentado uma redução máxima de 4,5% em um ano, na atuação de El Niño.

Para os índices pluviométricos, este chegou a variar positivamente entre 17% no último trimestre a -28,7% no período do terceiro trimestre. Em um ano, variou negativamente entre 2,1% a 10,3%, apresentando redução média de 6,7% no índice pluviométrico nos anos de influência do ENOS, enquanto no período semestral, o índice se variou entre 0,9% a -13,4% no primeiro semestre, enquanto no segundo semestre variou negativamente entre 3,2% a 10,8% em relação aos anos sem ENOS.

5. Referências

BASTOS, T. X. et al. **Aspectos climáticos de Belém nos últimos cem anos.** Embrapa Amazônia Oriental. p. 31, Belém, 2002.

MENDOÇA, F.; MORESCO, I.; OLIVEIRA, D. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil.** Oficina de Textos. São Paulo, 2007.

TORRES, F.; MACHADO, P. **Introdução à climatologia.** Cengage Learning. São Paulo, 2011

CPTEC/INPE. **Monitoramento do El Niño durante djf-2019**. Disponível em <http://enos.cptec.inpe.br/>. Acesso em: jan. 2019.

INMET. **Dados históricos**. Disponível em <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep> Acesso em: dez. 2018.

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

Interação da precipitação no município de Aruanã/GO

Vinicius Martins Batista (a) , Rafael Gustavo Gonçalves dos Anjos Brito Ferreira (b)

(a) Departamento de Ciências Ambientais/IESA, Universidade Federal de Goiás, Email: vmb616@gmail.com (b) Departamento de Ciências Ambientais/IESA, Universidade Federal de Goiás, Email: rafa.anjos.ferreira@gmail.com

Eixo1: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e sócio ambientais

Resumo

O presente estudo trata da relação entre a pluviometria e a dinâmica da bacia do rio Araguaia no município de Aruanã/GO, por meio da análise de dados pluviométricos coletados de estações da ANA. Para a analise foi feita uma breve caracterização climática da área e observações sobre o rio através de imagens de satélite. Palavras chave: pluviometria, relação, rio Araguaia.

Palavras chave: pluviometria, relação, rio Araguaia.

1. Introdução

A chuva tem influência na dinâmica de bacias hidrográficas, agindo com transporte de sedimentos para o leito de rios podendo afetar inclusive o nível dos mesmos. A presença de ilhas e praias de areia formadas ao longo do rio Araguaia também pode ser afetada pelo clima. Segundo Ayoade, 1996 “A distribuição sazonal da precipitação é tão importante quanto o volume total, tanto nas áreas tropicais como nas extratropicais”, logo uma análise temporal da intensidade pluviométrica média mensal se faz necessária para a análise climática de dada região. Logo o estudo do clima

enriquece a compreensão da dinâmica da bacia hidrográfica do rio Araguaia através da análise temporal integrada de fatores pluviométricos e fluviométricos.

2. Metodologia

Para a contemplação, foram utilizados a análise de aparelhos pluviométricos localizados no município de Aruanã (14°45'00''S e 51°0'00''W), para a organização dos valores de precipitação em planilha Excel analisando os eventos em milímetros dentro de uma escala mensal analisando os totais decorridos da precipitação no município. Os dados foram coletados através de uma plataforma virtual disponibilizado pelo Agritempo, sendo organizados em totais mensais analisando os eventos devidamente eventos extremos de precipitação dentro de um mês e o total anual dentro de um ano. Com os eventos pluviométricos observado dentro do município, a relevância de sua interação com a bacia do Araguaia denota-se o volume d'água, se ocorrerá um balanço hídrico expressivo através de elaboração de bases cartográficas, com a utilização de software ArcMap (Arcgis 10.1) referente a bacia em questão dentro do ano trabalhado, com as imagens analisadas retiradas do sensor OLI do satélite Landsat8. Durante o processo cartográfico foi criado um shape com a da área de APP do rio e do município, considerando área de APP com uma margem de 100 metros da borda do rio segundo o Artigo 4º do capítulo II da lei nº 12.651/2012, considerando sua largura média no município de aproximadamente 160m. As imagens analisadas são um zoom da área urbana do município para melhor análise.

3. Resultados

Deve-se ressaltar que por parte da coleta de dados foram utilizados através de uma plataforma virtual que possibilitou o acesso e download de dados de precipitação do município de Aruanã. Pela organização dos dados em sisu, nota-se que dentro dos meses com um nível pluviométrico mais intenso aconteceu durante os meses de

dezembro com 365,19mm, em novembro com um total de 287,88mm e janeiro com um total de 228,45mm já os totais pluviométricos mais baixos decorreram nos meses de julho com total de 1,5mm ,junho e agosto com um total de 0mm, tendo em vista que o total anual do ano de 2014 foi de 1620,45mm, como pode-se observar na figura 1.

2014	
Janeiro	228,45
Fevereiro	219,57
Março	193,98
Abril	157,53
Maio	26,28
Junho	0
Julho	1,5
Agosto	0

Figura 1: Tabela de pluviosidade mensal em Aruanã Elaborador: Próprio Autor

Figura 2: Gráfico pluviométrico de Aruanã

A relação entre o clima e a planície aluvial do rio Araguaia é destacada uma vez que "do ponto de vista genético das formas de acumulação, a planície aluvial do rio Araguaia pode ser considerada como uma planície "polifásica", por sua superfície refletir profundas mudanças climáticas e ambientais" (BAYER et al, 2008) A pluviosidade afeta a bacia hidrográfica do rio Araguaia de forma que em meses no período de chuvoso o rio fica mais cheio e há um maior transporte de sedimentos como é possível observar na carta imagem do mês de Janeiro, sendo que esse foi um dos meses com maior intensidade pluviométrica (Figura 3). Já no período de estiagem a baixa pluviosidade faz com que o nível do rio abaixe, expondo os depósitos de sedimentos concentrados nas margens do rio, como se observa na carta imagem de junho, um dos meses com menor pluviosidade, na figura 4.

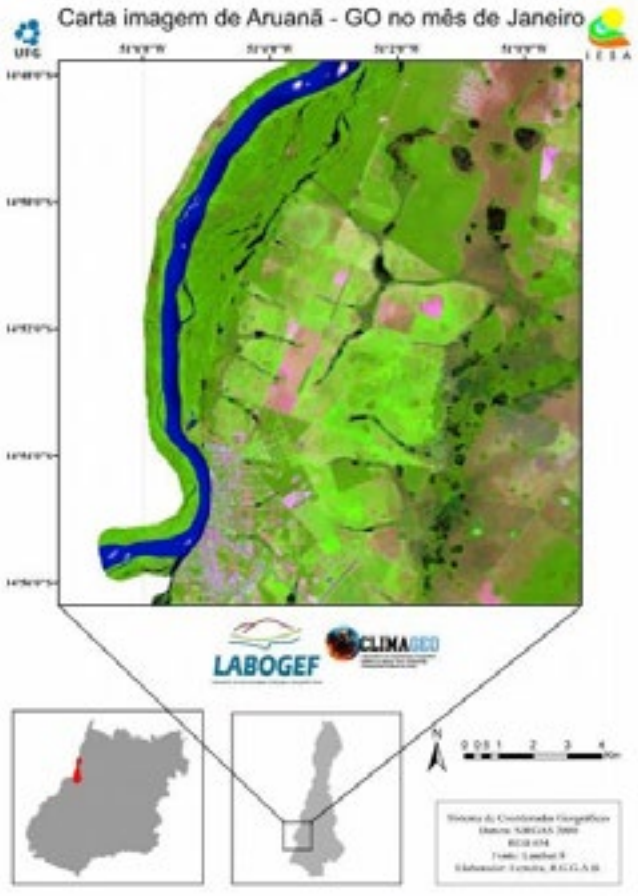


Figura 3: Carta imagem do mês de janeiro

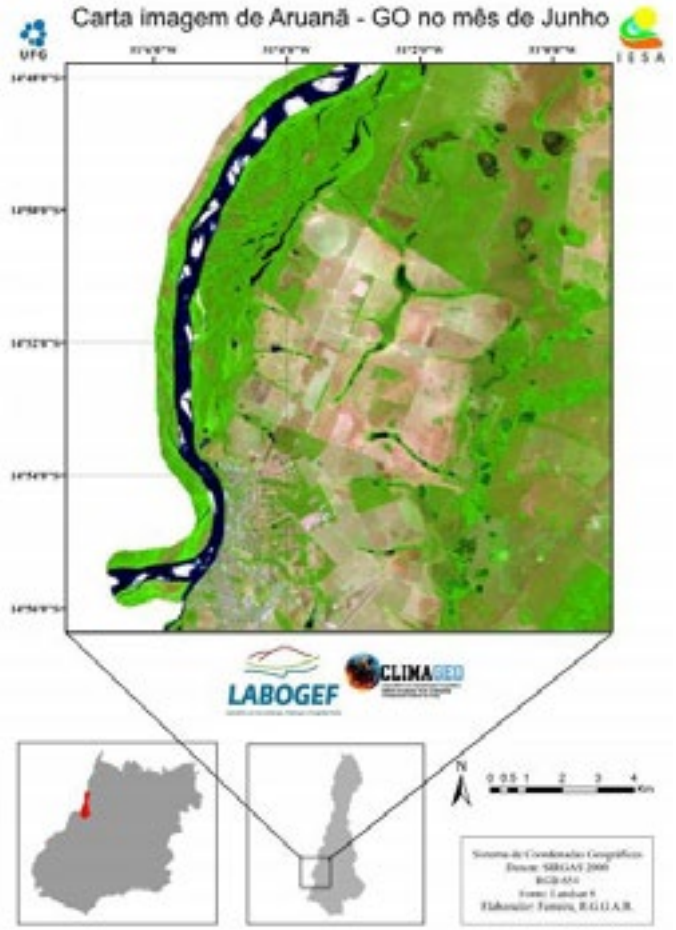


Figura 4: Carta imagem do mês de junho

4. Conclusões

A região possui 2 estações bem definidas pela intensidade pluviométrica, sendo elas um inverno sem chuva e um verão mais chuvoso, caracterizando o clima da região como tropical. A chuva tem influência direta na dinâmica do rio, uma vez que durante períodos chuvosos observa-se um nível maior do rio e a ausência de depósitos expostos, já em períodos de estiagem o rio encontra-se mais vazio e com depósitos de sedimentos expostos mais próximos às margens.

5. Referências

BAYER, MAXIMILIANO; DE CARVALHO, THIAGO MORATO. PROCESSOS MORFOLÓGICOS E SEDIMENTOS NO CANAL DO RIO ARAGUAIA. REVISTA DE ESTUDOS AMBIENTAIS, V. 10, N. 2, P. 24-31, 2008.

FISCH, GILBERTO. PRECIPITAÇÕES EXTREMAS EM ALEGRETE (RS): UM ENSAIO SOBRE SUA OCORRÊNCIA NO SÉCULO XX.

FABIO SANCHES ROBERTO VERDUM 2. AYOADE, J. O. INTRODUÇÃO À CLIMATOLOGIA PARA OS TRÓPICOS. SÃO PAULO: DIFLE, 1986.

WOLLMANN, CÁSSIO ARTHUR; BARATTO, JAKELINE. ANÁLISE DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA NO ENTORNO DO RESERVATÓRIO DA USINA HIDRELÉTRICA DE DONA FRANCISCA EM AGUDO/RS ISMAEL LUIZ HOPPE1.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO 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 ARIDEZ NO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE

Tuana Raquel de Medeiros Aprígio [(a)], Raila Mariz Faria [(b)], Rebecca Luna Lucena [(c)], Sara Fernandes de Souza [(d)], Aline da Silva Cardozo [(e)], Alíbia Deysi Guedes da Silva [(f)]

[(a)] Departamento de Geografia, UFRN/CERES, tuanamedeiros.geo@gmail.com
[(b)] Departamento de Geografia, UFRN/CERES, railafaria@gmail.com
[(c)] Departamento de Geografia, UFRN/CERES, rebeccaosvaldo@yahoo.com.br
[(d)] Departamento de Geografia, UFRN/CERES, souzafsara@gmail.com
[(e)] Departamento de Geografia, UFRN/CERES, alinecardozo15@outlook.com
[(f)] Departamento de Geografia, UFRN/CERES, alibia.ifrn@hotmail.com

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

Como a precipitação exerce importantíssimo papel na manutenção da vida em todas as suas formas, assim como no desenvolvimento social, o objetivo principal desta pesquisa foi analisar a aridez no estado do Rio Grande do Norte através da aplicação dos índices de Aridez de Thornthwaite e Gaussen e Bagnouls, utilizando dados de precipitação, evapotranspiração e temperatura do ar para oito municípios do estado do RN. A análise se utiliza da normal climatológica de 1981 a 2010. Considerando as características dos municípios localizados tanto no litoral, quanto no interior do RN, percebe-se a necessidade da adequada gestão dos recursos hídricos com práticas de economia de água e com o aproveitamento na estação chuvosa, possibilitando a homogeneização na distribuição dos recursos hídricos durante todo o ano, incluindo os meses secos, sendo viável também a interação entre municípios circunvizinhos, com vistas a adaptação às condições de semiaridez as quais o RN está submetido.

Palavras chave: Rio Grande do Norte. Aridez. Índices de Arides.

1. Introdução

O Nordeste do Brasil (NEB) é a segunda região mais populosa do país, com 57,36 milhões de habitantes, e a terceira maior em dimensão territorial, com 1.554,291 Km², segundo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017). Essa região apresenta uma área de 65,6% inserida na região semiárida, de acordo com os critérios estabelecidos pelo Ministério

da Integração Nacional (BRASIL, 2017), onde prevalece um balanço de água negativo e alto índice de aridez (GIULIETTI et al, 2004). O NEB é composto por nove estados, dentre eles o Rio Grande do Norte (RN), ao qual esta pesquisa se destina.

O RN, apesar de pequeno, possui uma diversidade climática elevada, uma vez que apresenta, em seu território clima úmido, subúmido e semiárido. Assim, as taxas de precipitação e evaporação, principais responsáveis pela situação hídrica no estado, mostram-se distintas espacialmente o que promove significativa diversidade climática e ecológica, diferenciando áreas segundo os recursos hídricos disponíveis no sistema superfície-atmosfera. A maior parte do estado encontra-se inserida na região Semiárida, aproximadamente 93,4%, a qual se destaca por apresentar maior fragilidade ante os efeitos climáticos, especialmente associados às irregularidades da precipitação pluvial que resulta em déficit hídrico (AMBRIZZI et al, 2007). Marengo et al (2011) acrescentam que isso expõe a região a uma possível aridização e subsequente susceptibilidade à desertificação.

Dessa forma, percebe-se a importância do conhecimento da realidade climática local para um melhor planejamento do uso e otimização dos recursos hídricos, de modo que todos os municípios possam se desenvolver em consórcio com o clima, ou recorrer, quando necessário e possível, a outras localidades que tenham tais recursos disponíveis.

Nesta perspectiva o presente trabalho tem como objetivo analisar a aridez no estado do Rio Grande do Norte através da aplicação de dois importantes Índices de Aridez (IA), sendo estes o de Thornthwaite e o de Gaussen e Bagnouls para oito municípios do estado, com o intuito de elucidar os valores e a distribuição espacial das variáveis utilizadas, gerando informações que auxiliem no planejamento dos recursos hídricos nos níveis municipal e estadual.

2. Materiais e Métodos

Para a realização desse trabalho foram selecionadas as variáveis precipitação, temperatura e evapotranspiração potencial, presentes na última Normal Climatológica disponibilizada pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), compreendendo o período

ISBN: 978-85-7282-778-2

de 1981 a 2010, e aplicados dois índices de aridez: o de Thornthwaite e o de Gaussen e Bagnouls.

Thornthwaite (1948) definiu Índice de Aridez (IA) como a diferença entre a evapotranspiração de referência (ET_0) e a precipitação dividida pela ET_0, esta definição considera oferta (precipitação) e demanda hídrica (ET_0), comumente utilizada para expressar o grau árido em regiões áridas ou semiáridas e pode ser aplicada nas escalas mensal e/ou anual. O IA pode ser usado ainda para se fazer classificação climática, contribuindo para um melhor entendimento das variações nas condições ambientais entre úmidas e secas, e assim melhor gerir os recursos hídricos nas suas diversas aplicações (ZHANG et al, 2015). Neste trabalho, o Índice de Aridez (IA) de Thornthwaite, utilizado hoje pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) com a finalidade de classificar as áreas áridas da Terra, foi aplicado segundo a Fórmula: IA = P/PET, onde P é a Precipitação anual e PET a Evapotranspiração Potencial anual.

Os valores do IA e a respectiva classificação climática encontram-se na Tabela I.

Tabela I – Classificação do Índice de Aridez de Thornthwaite.

Índice de Aridez	Classes Climáticas
IA ≥1,00	Úmido
0,65<IA<1,00	Subúmido Úmido
0,50 < IA ≤ 0,65	Subúmido Seco
0,20< IA ≤0,50	Semiárido
0,05< IA ≤ 0,20	Árido
IA≤0,05	Hiperárido

Fonte: Lopes et al (2017).

Para expor os valores do IA de Thornthwaite, foi realizado o mapeamento do estado do RN através de técnicas de cartografia de mapeamento temático gradual, utilizando-se o programa Qgis 2.18.20.

Já o índice de aridez de Gaussen e Bagnouls (também chamado de índice de meses secos ou índice xerotérmico de Gaussen) define o número de meses secos, onde os meses em que a coluna das precipitações estiver sob a curva térmica (curva ombrométrica) são

considerados secos (TORRES; MACHADO, 2008). Este índice permite diferenciar as regiões bioclimáticas (Nimer et al, 2013) e é expresso através da Fórmula: mês seco = P≤2T, onde P representa a precipitação mensal e T a temperatura média mensal. Os valores do Índice de aridez de Gaussen e Bagnouls e a respectiva classificação climática estão postos na Tabela II.

Tabela II – Classificação do Índice de Aridez de Gaussen e Bagnouls.

Número de meses secos	Tipo Climático
0	Chuvoso
1 – 2	Transicional
3 – 4	Seco tênue
6	Seco médio
7 – 8	Seco acentuado
9 – 11	Subdesértico
12	Desértico

Fonte: Adaptado de Torres e Machado (2008).

3. Resultados e discussões

Aplicando-se o Índice de Aridez de Thornthwaite, observou-se incialmente que os municípios de Natal e Ceará Mirim foram os únicos, em relação aos analisados do RN, que obtiveram classificação como subsumido úmido, apresentando susceptibilidade climática "muito baixa" à desertificação. Esses resultados, foram esperados, uma vez que a região leste do RN apresenta maiores acumulados de precipitação pluvial do estado, influenciados principalmente pelos sistemas meteorológicos denominados de Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e pelos Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOL) (CAVALCANTI et al, 2009; CAVALCANTI, 2012; HASTENRATH, 2012; SILVA et al, 2012; OLIVEIRA et al, 2013).

Por outro lado, os municípios de Apodi, Mossoró, Macau, Cruzeta, Florânia, e Caicó apresentaram alta susceptibilidade à desertificação, com destaque para Macau que teve o menor valor de IA, com média de 0,22, seguido por Caicó com 0,23 (Tabela III), sendo que o primeiro, apresentou maior quantidade de meses secos quando aplicado o IA de Gaussen (Tabela IV).

ISBN: 978-85-7282-778-2

Todos os 6 municípios citados anteriormente apresentam, portanto, susceptibilidade muito alta à desertificação. Essa susceptibilidade está associada, de forma oposta à parte leste do RN, aos menores valores de precipitação cujos acumulados anuais são inferiores, em média, a isoieta de 800,0 mm.

Tabela III – Resultado Índice de Aridez de Thornthwaite para a média anual por município do RN (1981-2010).

Municípios	Índice de Aridez	Classificação Climática
Apodi	0,353352	Semiárido
Caicó	0,237144	Semiárido
Ceará Mirim	0,739038	Subúmido Úmido
Cruzeta	0,308108	Semiárido
Florânea	0,365602	Semiárido
Macau	0,227448	Semiárido
Mossoró	0,348956	Semiárido
Natal	0,934985	Subúmido Úmido

Tabela IV – Resultado Índice de Aridez de Gaussen e Bagnouls para a média anual (número de meses secos) por município do RN (1981-2010).

Municípios	Nº de meses secos	Tipo Climático
Apodi	7	Seco acentuado
Caicó	7	Seco acentuado
Ceará Mirim	4	Seco tênue
Cruzeta	7	Seco acentuado
Florânea	7	Seco acentuado
Macau	8	Seco acentuado
Mossoró	7	Seco acentuado
Natal	4	Seco tênue

A seguir, observa-se a Figura 1, referente aos acumulados mensais de precipitação pluvial e a variação mensal de temperatura (multiplicadas por 2), como visto na Fórmula 2, que expressa a curva ombrotérmica de Gaussen para todos os municípios aqui analisados.

De maneira geral, observou-se que, exceto Natal e Ceará Mirim, todos os municípios apresentaram período mais chuvoso entre março e abril influenciados pela ZCIT que nesse período incursiona-se mais ao sul da linha do equador (SOUZA; CAVALCANTI, 2009; HASTENRATH, 2012). Para as localidades de Natal e Ceará Mirim os maiores acumulados de

ISBN: 978-85-7282-778-2

precipitação não são influenciados diretamente pela ZCIT, esta observação foi identificada no mês de junho, quando coincide a ocorrência dos DOL's, predominantes na costa leste do Nordeste do Brasil (OLIVEIRA et al, 2013) (ver Figura 1).

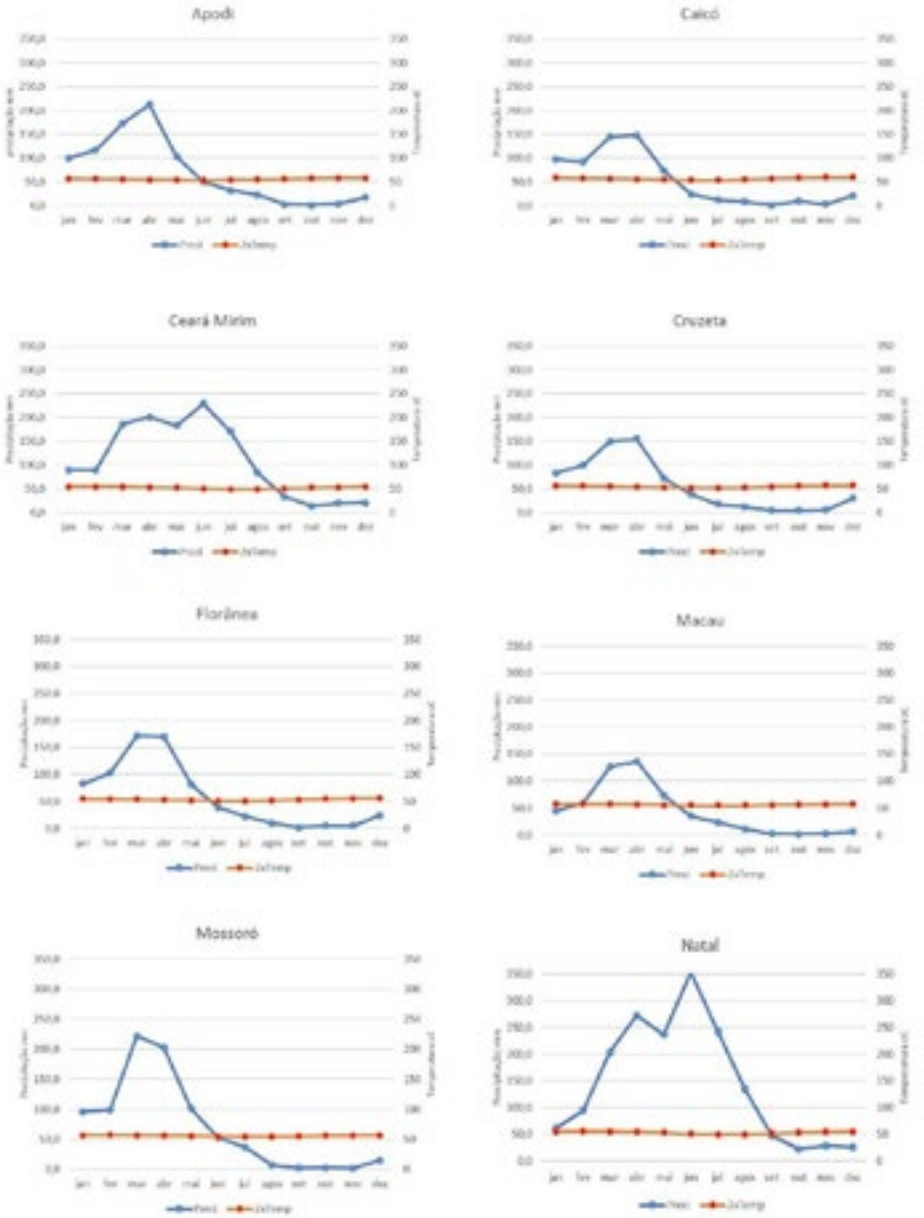


Figura 1 – Curva ombrotérmica de Gaussen para os municipios de Apodi, Caicó, Ceará Mirim, Cruzeta, Florânea, Macau, Mossoró e Natal.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Em termos de temperatura média do ar mensal, percebe-se que a variação foi pequena para todos os municípios, justificada pela localização latitudinal dos mesmos, situados próximas a linha do equador, onde há uma maior distribuição de energia com pouca oscilação durante todo do ano.

Ainda sobre a Figura 1, nota-se que alguns municípios apresentam características semelhantes a outros que estejam em mesmas condições no que se refere ao fatore geográfico continentalidade/maritimidade (o que já era esperado) e pela diferenciação de sistemas sinóticos atuantes no litoral e no interior do estado.

Segundo a classificação do IA de Gaussen e Bagnouls, os municípios de Apodi, Caicó, Cruzeta, Florânea e Mossoró apresentaram média de 7 meses secos para o já referido período. Nesses municípios, a precipitação está concentrada entre os meses de fevereiro a abril, fazendo referência ao trimestre chuvoso no interior do RN (LUCENA et al, 2013) e também ao período de atuação da ZCIT no norte do Nordeste do Brasil (MOLION e BERNARDO, 2002). Já os municípios de Ceará Mirim e Natal apresentaram comportamento totalmente diferente dos demais, uma vez que estão localizados no litoral leste do estado, onde as condições atmosféricas e características geográficas lhes são próprias.

Ceará Mirim e Natal apresentaram apenas 4 meses secos, sendo a precipitação pluvial distribuída de forma homogenia nos demais meses, com maior intensidade entre os meses de abril a junho, sendo o dado mais alto registrado no mês de junho para ambos os municípios (Ceará Mirim com ~230 mm e Natal com ~350 mm). Diferentemente, os municípios ao interior apresentaram menores valores de chuva, a exemplo de Macau que apresentou baixa precipitação e o maior número de meses secos, somando um total de 8, ficando sua precipitação concentrada entre os meses de fevereiro e maio, registrando maior valor no mês de abril (~136 mm).

A Figura 2 representa a Climatologia da aridez para os 8 municípios em questão, segundo a classificação do IA de Thornthwaite, o que expressa forte relação com os resultados obtidos através do IA de Gaussen e Bagnouls. Nesta, os municípios de Ceará-Mirim e Natal

obtiveram os maiores resultados de IA (>0,70), sendo classificados como "subúmidos úmidos" (Tabela 4, Figura 2), representando também menor susceptibilidade ao processo de desertificação em virtude da homogênea e abundante distribuição de água no sistema durante, praticamente, todo o ano. Essa precipitação, cabe ressaltar, está totalmente relacionada aos sistemas sinóticos atuantes no litoral leste, como é o caso dos já citados Distúrbios Ondulatórios de Leste e também da brisa marítima que promovem maior concentração de umidade.

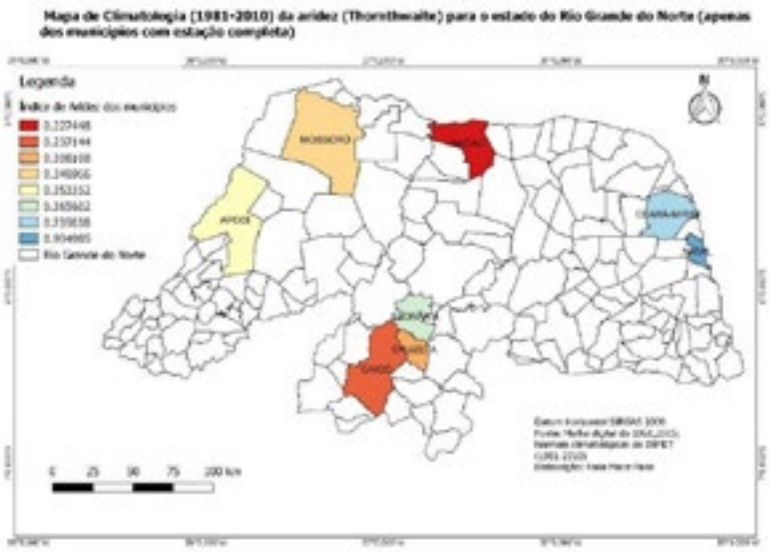


Figura 2 – Mapa de Climatologia da aridez para 8 municípios do estado do Rio Grande do Norte, segundo o IA de Thornthwaite.

Já os demais municípios, incluindo Macau que, apesar de estar situado no litoral, também apresenta condição de semiaridez, apresentaram alta susceptibilidade a desertificação, uma vez que no interior do RN a água evapora, em média, 5 vezes mais que a quantidade de água que precipita (LUCENA, 2016). Tal fato se explica por diversos fatores, considerando que são vários os sistemas sinóticos que exercem influência sobre o interior do estado, sendo o de maior importância a ZCIT, originada do encontro dos ventos alísios de nordeste e de sudeste relacionados as massas de ar Equatorial Atlântica e Tropical Atlântica, respectivamente.

Outros sistemas importantes que também atuam são o *El Niño* Oscilação Sul (ENOS), os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCANS), as Instabilidades Tropicais (IT) e, por fim, e com menor influência sobre a região semiárida, as Ondas de Leste (KANE, 1993; AIRES; NASCIMENTO, 2011). Nesse contexto vemos a interação tanto do Oceano Atlântico quanto do Pacifico, através do *El Niño* e *La Ninã*, no que concerne a promoção de chuvas no NEB, mais precisamente no RN. Outro fato a ser considerado nesse conjunto de fatores geográficos e elementos do clima que promovem a condição de semiaridez no interior do RN refere-se a direção predominante dos ventos e a continentalidade, favorecendo a costa leste em detrimento da faixa costeira norte e interior do estado, repercutindo em condições naturais e socioeconômicas locais.

4. Considerações finais

A partir dos resultados, conclui-se que Apodi, Mossoró, Macau, Cruzeta, Caicó e Florânia se apresentaram como os mais áridos, onde segundo a aplicação do índice de aridez de Thornthwaite obtiveram "alta" susceptibilidade ao processo de desertificação, ao mesmo tempo em que nestes houve uma menor intensidade de precipitação e maior intensidade de evaporação, agravando sua condição de estresse hídrico. Os municípios de Natal e Ceará Mirim, onde há maior precipitação, apresentaram menor susceptibilidade à desertificação, já Macau e Caicó foram os que apresentaram menores valores de IA, sendo os mais áridos e mais susceptíveis à desertificação dentre todos, para o período.

Com relação ao índice de aridez de Gaussen e Bagnouls, Macau foi aquele que apresentou maior número de meses secos (8), seguido por Caicó, Cruzeta, Florânea, Mossoró e Apodi (7), sendo que os demais municípios (Ceará-Mirim e Natal) apresentaram homogeneidade na distribuição da precipitação, apresentando poucos meses secos.

Como essa pesquisa mostrou que no interior do estado do RN, assim como litoral norte, a semiaridez é bem acentuada em comparação ao litoral leste, que apresenta outra condição climática e geográfica, percebe-se que deve haver uma gestão adequada dos recursos hídricos,

ISBN: 978-85-7282-778-2

através do armazenamento e posterior distribuição das águas, principalmente nos períodos de escassez mais intensa para os municípios com essas características climáticas.

A prática do armazenamento em cisternas tem ajudado bastante a população rural de alguns municípios do interior no que concerne ao aproveitamento das águas pluviais para diversos fins, inclusive o da agricultura de subsistência. Nesse contexto, cabe dar destaque a um importante método de irrigação que visa o uso consciente da água, que é a irrigação por gotejamento, indicada para pequenas plantações que são orientadas em fileira. Aqui também damos destaque a viabilidade do reuso de águas cinzas, devidamente tratada.

Em suma, com as práticas acima citadas e o aproveitamento na estação chuvosa, tanto no litoral quanto no interior do estado do Rio Grande do Norte, seria possível uma homogeneização na distribuição dos recursos hídricos durante todo o ano, incluindo os meses secos, sendo viável também a interação entre municípios circunvizinhos, com vistas a adaptação às condições de semiaridez as quais o RN está submetido.

Agradecimentos

Ao Centro de Ensino Superior do Seridó (CERES/UFRN) pelas mudanças que proporciona à vida de tantas pessoas no interior do Semiárido nordestino.

Referências Bibliográficas

AIRES, R.; NASCIMENTO, F. R. Variações pluviométricas em microbacias no vale do Jaguaribe, CE. **Revista da Casa da Geografia de Sobral.** Sobral, vol. 13, n. 1, p. 83-97, 2011.

AMBRIZZI, T.; ROCHA, R.P.; MARENGO, J.A.; PISNITCHENCO, I.; NUNES, L.A.; FERNANDEZ, J.P.R. **Cenários regionalizados de clima no Brasil e América do Sul para o Século XXI:** Projeções de clima futuro usando três modelos regionais. Relatório 3. CPTEC/INPE; IAG/ USP; FBDS. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Diretoria de Conservação da Biodiversidade. 108 pp, 2007.

BRASIL, MI - Ministério da Integração. **Resolução nº 115, 23/ 11/ 2017.** Aprova a Proposição nº 113/2017, que acrescenta municípios a relação aprovada pela Resolução CONDEL nº 107,

de 27 de julho de 2017. Brasília: Diário Oficial da União, 5 de dezembro de 2017, p. 32. Disponível em: sudene.gov.br/images/arquivos/semiarido/arquivos/resolucao115-23112017-delimitacaodosemiarido-DOU.pdf. Acesso em: 07/2018.

CAVALCANTI, I. F. A.; FERREIRA, N. J.; SILVA, M. G. A. J.; DIAS, M. A. F. da S. **Tempo e clima no Brasil.** São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

CAVALCANTI, I.F.A. Large scale and synoptic features associated with extreme precipitation over South America: A review and case studies for the first decade of the 21st century. **Atmospheric Research**, v. 118, p. 27-40, 2012.

GIULIETTI, A.M.; BOCAGE NETA, A.; CASTRO, A.; GAMARRA-ROJAS, C.; SAMPAIO, E.; VIRGÍNIO, J. et al. Diagnóstico Da vegetação Nativa Do Bioma Caatinga. **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**, pp. 48–90, 2004.

HASTENRATH, S. Exploring the climate problems of Brazil's Nordeste: A review. **Climatic Change**, v. 112, n. 2, p. 243–251, 2012.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE.** Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/areaterritorial/principal.shtm>. Acesso em: 06/2018.

Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. **Normais Climatológicas do Brasil (1981-2010)**. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisclimatologicas>. Acesso em: 06/2018.

KANE, R. P. Rainfall characteristics in different parts of Northeast Brazil. **Revista Brasileira de Geofísica**. Rio de Janeiro, vol 11, n. 1, p. 7-22, 1993.

LOPES; I.; SANTOS, S. M.; LEAL, B. G.; MELO, J. M. M. Variação do índice de aridez e tendência climática à desertificação para a região semiárida do nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Geografia Física**. V. 10 N. 04 (2017) 1014-1026.

LUCENA, R. L. **Análise climatológica do município de Caicó/RN: subsídios à avaliação do conforto humano.** (TESE) Departamento de Geografia, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2016. 152 p.

LUCENA, R. L.; FERREIRA, A. M.; FERREIRA, H. F. P. de A.; STEINKE, E. T. Variabilidade climática no município de Caicó/RN: secas e chuvas num arquétipo do clima semiárido do Nordeste brasileiro. **CLIMEP – Climatologia e Estudos da Paisagem.** Rio Claro (SP) – Vol.8 – n.2 –, p. 67 – 89. Julho/dezembro/2013.

MARENGO, J. A.; ALVES, L. M.; BESERRA, E. A.; LACERDA, F. F. **Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro**. Campina Grande-PB, 2011.

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

OLIVEIRA, P.T.; LIMA, K.C.; SILVA, C.M. S.. Synoptic environment associated with heavy rainfall events on the coastland of Northeast Brazil. **Advances in Geosciences**, v. 35, p. 73, 2013.

SOUZA, P.; CAVALCANTI, I.F.A. Atmospheric centres of action associated with the Atlantic ITCZ position. **International journal of Climatology**, v. 29, n. 14, p. 2091-2105, 2009.

THORNTHWAITE, C.W. An approach toward a rational classification of climate. **Geographical Review**, v.38, n.1, p.55–94, 1948.

Torres, F. T. P.; Machado, P. J. O. (2008) **Introdução à Climatologia.** Ubá: Ed. Geographica. 2008, 214p.

ZHANG, K. X.; PAN, S. M.; ZHANG, W.; et al. Influence of climate change on reference evapotranspiration and aridity index and their temporal-spatial variations in the Yellow River Basin, China, from 1961 to 2012. **Quaternary International**, v. 380–381, p. 75–82, 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

MENSURAÇÃO DA TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE TERRESTRE NA ZONA URBANA DO MUNCÍPIO DE AÇAILÂNDIA, MARANHÃO NO ANO DE 2018

Lucas Vinicius de Aguiar Alves [(a)], Filipe Salomão de Sousa Ferreira [(b)], Paulo Roberto Mendes Pereira[(c)] Josué Carvalho Viegas[(d)]

[(a)] Departamento de Geociências/UFMA – Campus Bacanga, lucasvinyaa@gmail.com
[(b)] Departamento de Geociências/UFMA – Campus Bacanga, salomao.filipe2@gmail.com
[(c)] Departamento de Geografia/UNICAMP – Campinas, p.roberto18@hotmail.com
[(d)] Departamento de Geografia e Turismo/UC - Coimbra, josueviegasgeo@hotmail.com

Eixo: A climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo/

Este trabalho tem objetivo relacionar a Temperatura de Superfície Terrestre (TST) em graus Celsius (°C), na zona urbana do município de Açailândia, Maranhão, com o uso e cobertura da terra. Os procedimentos metodológicos da pesquisa consistiram na aquisição de uma imagem TIRS/Landsat 8, referente a julho de 2018, a qual se aplicou as técnicas de classificação do uso e ocupação da terra e mensuração da TST. Na pesquisa, realizou-se o registro fotográfico de pontos da cidade em que se observou diferentes tipos de uso e ocupação *in loco*, a fim de se demonstrar sua relação com a disparidade da TST. Na pesquisa, se concluiu que é possível estebelecer uma nítida relação entre o uso e ocupação da terra e a temperatura de superfície terrestre nas diferentes áreas observadas. Os resultados apontam que as ásreas mais antropízadas registraram temperaturas de superfície mais elevadas, demonsta-se dessa forma a influência no clima local urbano do município.

Palavras chave: Açailândia. Temperatura de Superfície Terrestre. Uso e Cobertura da Terra.

1. Introdução

O estudo do Clima urbano pode ser relacionado as mudanças da paisagem na cidade. A cidade, em decorrência das transformações realizadas em seu espaço geográfico, apresenta paisagens antropogênicas, que podem vir a influenciar o clima local. As condições

geradas pela humanidade – cobertura artificial do solo, edificações, retirada da cobertura vegetal – próprias do processo de crescimento de áreas urbanizadas, podem influenciar as condições climáticas locais ao longo do tempo, na medida em que as mudanças na paisagem ocorrem.

Este trabalho busca fazer contribuições aos estudos de clima local urbano no Maranhão, em especial, na cidade de Açailândia, visto que a área de estudo passou por grandes

transformações espaciais desde o início dos anos 1980 e no entanto, quase não há pesquisas climatológicas a respeito do município. A natureza do trabalho se conecta diretamente a proposta do evento ao discutir a relação entre o clima urbano e a dinâmica da pasiagem, neste caso, provocada pela ação da humana.

Em sensoriamento remoto, os termos "uso e cobertura da terra" são frequentemente empregados incorretamente ou ainda confundidos, se achando que a simples aquisição de imagens já se trata da aplicação de técnicas de classificação de uso e cobertura da terra, utilizando-se para isso, a mera interpretação visual de imagens (RODRIGUES, 2018).

Entretanto como o uso da terra está associado às práticas sociais, econômicas e culturais que ocorrem em uma determinada área, não se pode extrair as informações diretamente das imagens (RODRIGUES, 2014). Para esta tarefa, é necessária a aplicação de técnicas de classificação em um Sistema de Informações Geográficas (Ambiente SIG), no qual o pesquisador conforme seus conhecimentos técnicos e teóricos, extrairá as informações desejadas, a exemplo, a Temperatura de Superfície de Solo (TST) neste trabalho.

Neste sentido, estre trabalho busca fazer uma mesuração da temperatura de superfície terrestre (em escala Celsius) no município de Açailândia nos ano de 2018, relacionando os resultados com o uso e ocupação da terra na cidade. Os resultados da pesquisa apontam para a nítida diferença de temperaturas de superfície terrestre conforme o uso e ocupação nas diferentes áreas observadas.

2. Materiais e método

Para a realização desta pesquisa, foi realiza a aquisição de imagens de Satélite do sensor *TIRS/LandSat 8*, disponível no no servidor *Earth Explorer* (NASA, 2017). Para o mapeamento da cobertura e uso da terra, foi ultilzado tecnicas de processamento digita de imagem, utlizinado o *software SPRING®.* Inicialmente foi realizada a composição colorida utilizando as bandas do infravermelho, vermelho verde, voltada para o realce da vegetação, foi realizada a manipulação de histograma, com intuito de melhoramento qualidade visual da imagem a partir da , sendo realizado o realce linear, que consiste em um espalhamento de forma igual em toda a imagem, pois sua função de transferência é uma reta (função de 1º grau),

não ocorrendo modificação das características de reflectâncias originais dos alvos (SANTOS; PELUZIO; SAITO, 2012

Posteriomente foi realizada a segmentação, um processo de agrupamento de pixels que possuem características semelhantes (PEREIRA, 2017), trata-se da separação de uma imagem em regiões discretas, contíguas e que não se interceptam, constituindo, semanticamente, para tanto foi utilizado o algóritmo crescimento de regiões, que consiste em agrupar pixeis com valores próximos a partir de pâmetros de limiar e similaridade, em valores de agrupamentos de área e quantidade de pixel, que serão agrupados em cada região (MENESES; ALMEIDA, 2012)

O algoritmo de crescimento de regiões forma os segmentos a partir de um pixel "semente", e por distância euclidiana, vai agrupando outros pixels a partir de comparações com as outras regiões próximas,. (SANTOS; PELUZIO; SAITO, 2010), sendo para a imagem trabalhada estabelecido limiar de similaridade/área 10/100 que permitiu uma classificação mais apurada, e com uma confusão baixa, sendo estes valores definidos após uma série de testes (tentativa/erro) e também seguindo a literatura especificada imagem.

A classificação da cobertura e uso da terra foi realizada a partir do algoritmo de distância de *Battacharya*, um classificador supervisionado, na qual utiliza informações associadas a amostras associadas as classes observadas. tância de Bhattacharyya, seguindo a seguinte equação (MENESES; ALMEIDA, 2012).

$$B(pi, pj)= ½(m1-m2)jΣ(mi-mj)+ ½ \ln (/Σ(mi-mj/)/(/Σi/1/2*/Σj/1/2))$$

Onde: B = distância de Bhattacharyya; Pie pj= pixels nas classes i e j; miemj= médias das classes i e j; T = matriz transposta; ln = logaritmo neperiano; iej = classes dentro do contexto.

A segunda etapa conistiu nos processos de mensuração da temperatura de superfície para a área de estudo, sendo adaptada de Correa e Coelho (2013) que realizaram a mensuração de temperatura de superfície terrestre em Vitória, Espírito Santo. A técnica foi aplicada no limite urbano do município a fim de se comparar as temperaturas em várias áreas com o uso e ocupação da terra nelas, sendo utilizada a banda 10 - Infravermelho Termal/TIRS 1 (10.6 - 11.19 μm) 100 m - tratada e disponibilizada com pixel de 30 metros (COELHO e CORREA,

2013).

Inicialmente foi realizada a transformação nsformações de número digital para valores de radiância,seguindo os parâetros disponiveis pela USGS (2013), sendo realizada no software Qgis 2.18.10, para tanto utilizou-se a sehuinte formula:

$$\rho\lambda = M_\rho * Q_{cal} + A_\rho$$

Onde: $p\lambda$ = radiancia espectral em w/m²; M_p = fator multiplicativo disponível durante a aquisição da imagem; Q_{cal} = pixel da imagem na qual se pretende a conversão; Ap = representa o fator aditivo disponível na aquisição da imagem.

Já para a transformação de radiancia em temperatura utilizou a ração de temperatura terrestre, adaptada de Coelho e Correa (2013) foi aplicada em ambiente *QGIS.* A equação é descrita da seguinte forma:

$$T = \frac{K2}{\ln\left(\frac{K1}{L\lambda} + 1\right)} - 273{,}15$$

Nesta equação, T corresponde a temperatura efetiva no satélite em Kelvin (K). K1 representa a constante de calibração 1, correspondente a 774,89. K2 representa a constante de calibração 2, correspondente a 1321,08. L_λ representa a radiância espectral, dada em w/(m² sr μm). A equação inclui também a transformação de graus Kelvin (K) em Celsius (°C) mediante a subtração – 273, 15. Após a aplicação desta fórmula, é gerada uma camada *raster* com as classes de temperatura de Superfície (TST) no ambiente QGIS.

Posteriormente, a imagem foi transformada em *shapefile* e inserida no *software QGIS*, onde foi feita a sobreposição do *shapefile* correspondente a zona urbana (delimitada pelos setores censitários urbanos segundo Classificação do IBGE (2010) do município de Açalândia. A partir disso, As categorias geradas a partir da classificação do uso e ocupação da terra foram: urbano, solo exposto, mata ciliar e vegetação secundária.

A fim de se ter uma melhor compreenssão do fenômeno estudado, foram feitos mais dois procedimentos:

a) Em ambiente *QGIS*, foi feito um transecto no mapa de TSTo qual percorreu áreas com

temperaturas diversas ao longo de sua extensão;

b) Com base neste transecto, também foi feito oregistro fotográfico de diversos pontos na cidade, demonstrando em campo a relação das diferentes temperaturas registradas ao longo do transecto com o uso e cobertura da terra observados nas áreas visitadas. Nos locais visitados, foi feita a coleta de coordenadas usando um aparelho GPS modelo *Garmin GPSMap 78s.*

3. Resultados e discussões

3.1 Localização e situação geográfica do município de Açailândia

Segundo dados do IBGE (2017), a cidade de Açailândia está situada a 47° 30' 23.97" O e 4° 57' 4.96" S, possui uma área de 5.806,44 Km², em que estão assentados cerca de 110 mil habitantes. Na imagem abaixo, estão destacados os setores censitários[1] que compõem a zona urbana do município de Açailândia (67 setores censitários), área de estudo neste trabalho.

Figura 1 - Localização da zona urbana do município de Açailândia.

A ocupação do município se iniciou em 1958, com as obras da Rodovia Belém-Brasília, quando trabalhadores se assentaram no local. No entanto, conforme o IBGE (2017), Açailândia só veio a se tornar município a partir da promulgação da lei Estadual n° 4295, de

[1] Setor censitário é a unidade territorial de controle cadastral da coleta, constituída por áreas contíguas, respeitando-se os limites da divisão político-administrativa, dos quadros "urbano" e "rural legal' e de outras estruturas territoriais de interesse, além dos parâmetros de dimensão mais adequados à operação de coleta (IBGE, p. 13, 2010).

06-06-1981, sendo desmembrada de Imperatriz.

Naquela época, a atividade madeireira junto a instalação de siderúrgicas em virtude da construção da ferrovia Carajás e Norte-Sul (IBGE, 2017), já atraiam um grande número de pessoas, sinalizando a cidade como um dos agrupamentos humanos mais significativos do estado e demonstrando também que ela tinha grande potencial de crescimento.

3.2 Classificação climática do município de Açailândia

Basicamente, o clima do Estado do Maranhão é classificado em dois grupos: Tropical Equatorial úmido e Tropical Equatorial Subúmido CPRM (2011). Esta dissonância é observada no sentido Oeste-Leste. Na medida em que se aproxima a porção oriental do Estado, o Clima observado é mais quente e seco. A cidade de Açailândia situa-se na porção ocidental, apresentando um perfil climático do tipo Quente úmido.

Segundo CPRM (2011), o município registra temperaturas que oscilam entre 21,7°C e 32,2°C. Sobre o clima:

> [...] é tropical (AW') úmido com dois períodos bem definidos: um chuvoso, que vai de novembro a abril, com médias mensais superiores a 242 mm e outro seco, correspondente aos meses de maio a outubro. Dentro do período de estiagem, a precipitação pluviométrica variou de 11,4 a 107,6 mm e no período chuvoso, de 116,6 a 304,7mm, com média anual em torno de 1.63 mm (CPRM, 2011).

Sobre a precipitação, assim como em parte do Estado do Maranhão, o regime pluviométrico no município de Açailândia pode ser dividido em duas estações bem definidas:

> O período chuvoso, que se concentra durante o semestre de dezembro a maio, apresenta registros estaduais da ordem de 290,4 mm e alcança os maiores picos de chuva no mês de março. O período seco, que ocorre no semestre de junho a novembro, com menor incidência de chuva por volta do mês de agosto, registra médias estaduais da ordem de 17,1mm (CPRM, 2011).

3.3 Uso e ocupação da terra

Conforme a classificação oficial do IBGE (2014) a Zona Urbana de Açailândia se situa na porção Sul do município, ocupando uma área de cerca de 17 Km². Na sede do município se encontra o entroncamento rodoviário entre a BR – 010 e BR – 222. Na figura abaixo, mostra-se a classificação do uso e ocupação da terra na zona urbana do município de Açailândia, dividida em cinco classes: urbano, solo exposto, mata ciliar e vegetação secundária.

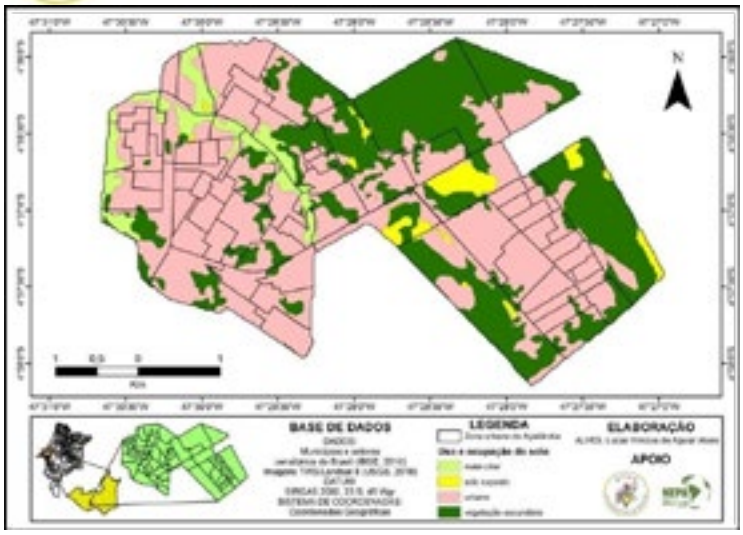


Figura 2 – Classificação do uso e ocupação do solo no município de Açailândia

Análises feitas no software *QGIS 4.0* revelam a área de cada classe de uso e cobertura da terra na zona urbana de Açailândia: Urbano (9,63 Km²), Vegetação Secundária (3,81 Km²), Solo exposto (2,95 Km²) e Mata ciliar (0,93 Km²). Na cidade, existe ainda o Distrito Industrial Pequiá (Polo Econômico Químico Industrial de Açailândia), localizado na zona rural do município, a 20 Km da sede onde se encontram cinco grandes siderúrgicas.

Radiação solar e temperatura de superfície terrestre

A radiação solar é o principal modo de propagação de energia no SSA (Sistema Superfície-Atmosfera), uma vez que é por meio da radiação que energia do Sol chega à Terra (MENDONÇA e DANNI-MOREIRA, 2007, p. 33). Os elementos que compõem a superfície terrestre apresentam diferentes comportamentos quando expostos a radiação solar, ora absorvendo ou refletindo mais energia solar, ora absorvendo ou refletindo menos energia solar. Este fenômeno varia conforme as propriedades físicas dos elementos terrestres.

Em uma cidade, é possível observar ambientes urbanos e naturais que apresentam diferentes temperaturas em suas superfícies. As diferentes intensidades de temperatura de superfície estão relacionadas com os tipos de materiais que recebem incidência solar, as suas características físicas propriamente ditas.

A este respeito, pode se afirmar:

> Entre as propriedades físicas dos corpos, destaca-se o *albedo,* comumente dado em porcentagem, que se caracteriza pela capacidade que os corpos apresentam de refletirem a radiação solar que sobre eles incide [...]. Um dado corpo que apresente

> elevado albedo terá, em consequência, uma baixa intensidade de absorção de energia, já que maior parte dela foi refletida (MENDONÇA e DANNI-MOREIRA, 2007, p. 35).

Atendendo estas peculiaridades, o satélite Landsat 8 trouxe o sensor TIRS (*Thermal Infrared Sensor,* Sensor Termal Infravermelho), capaz de medir a temperatura na superfície terrestre. As bandas 10 e 11 estão no infravermelho termal, ou TIRS - elas vêem calor. Em vez de medir a temperatura do ar, como fazem as estações meteorológicas, elas relatam o próprio solo, que costuma ser muito mais quente (NASA, 2018).

Ainda segundo a NASA (2018), o Sensor Infravermelho Térmico - TIRS mede a temperatura da superfície terrestre em duas bandas térmicas com uma nova tecnologia que aplica a física quântica para detectar o calor.

3.4 Temperatura de Superfície Terrestre (TST) na zona urbana de Açailândia

No mapa a seguir, são destacados diferentes locais visitados na cidade que registraram temperaturas diferenciadas devido ao uso e ocupação do solo. As temperaturas estão categorizadas em cinco classes, compreendidas entre 27 a 37 °C. Os locais são descritos como: área arborizada (A), Praça (B), solo exposto (C) vegetação secundária (D), corpo hídrico (E), área urbanizada (D) e corpo hídrico (G).

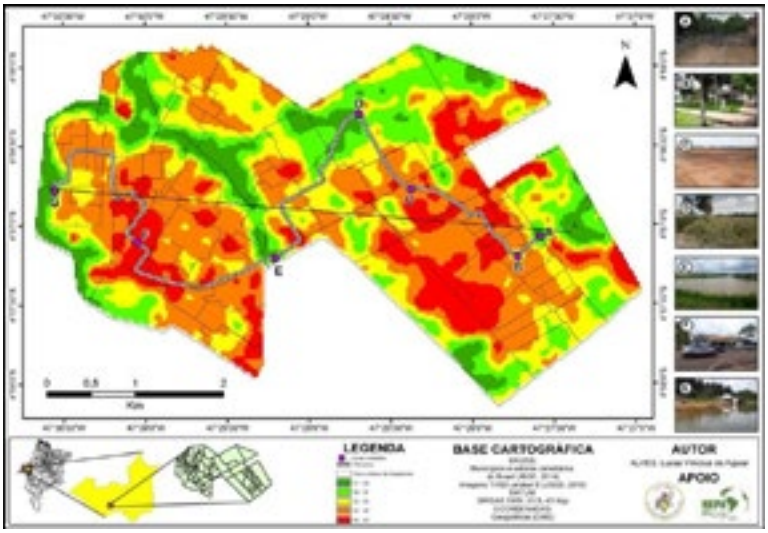


Figura 3 - Temperatura de Superfície Terrestre na zona urbana de Açailândia

Ao se fazer uma sobreposição das classes do mapa de uso ocupação do solo com as classes do mapa de TST, se percebe uma clara relação entre a intensidade das temperaturas e o os diferentes tipos de uso e ocupação do solo observados ao longo da cidade. Conforme já demonstrado neste trabalho, na superfície terrestre, os elementos artificiais tendem a registrar temperaturas mais altas.

As manchas de coloração amarela, laranja e vermelha no mapa, com temperaturas mais altas, estão concentradas nas áreas mais urbanizadas, bem como em áreas de solo exposto . Em contrapartida, as manchas de coloração esverdeada se concentram nas áreas de mata ciliar e vegetação secundária.

Entre os pontos vistados, foi feito um transecto em ambiente *QGIS* de 10 Km de extensão (traço branco no mapa acima) demonstrando a oscilação de temperatura de superfície terrestre conforme o local visitado. O percurso é descrito na figura baixo abaixo a partir de um gráfico de temperatura em função da distância percorrida.

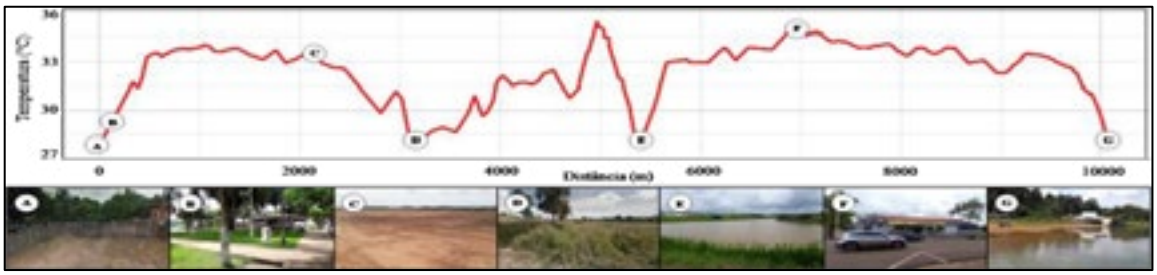


Figura 4 – Percurso de TST na zona urbana de Açailândia.

Na primeira área (A, figura 3 e 4), é observada uma área arborizada de um terreno particular, com coordenadas 4° 57’ 04,97’’ S e 47° 27’ 36,38’’ O, onde a temperatura de superfície registrada foi próximo a 27°C. Próximo a esta localidade, fica a Praça do Patizal (B, figura 3 e 4), de coordenadas 4° 57’ 10,8’’ S e 47° 27’ 42,48’’ O. onde foi registrada uma temperatura levemente superior. As imagens demonstram a importância das áreas verdes na amenização da temperatura de superfície.

Em C na figura 3 e 4, é retratada a área de construção de um futuro Residencial às margens da BR 222, de coordenadas 4° 56’ 41,91’’ S e 47° 28’ 16,17’’ O. Em contrapartida as figuras anteriores, a área se encontra com solo exposto em virtude das obras de terraplanagem,

que removeram a antiga cobertura vegetal. As temperaturas foram registradas de 33 a 37°C, compreendendo as colorações laranja e vermelho no mapa (figura 4).

Em D, figura 3 e 4, é demonstrada uma área de vegetação secundária. A área em questão se trata de lotes e terrenos a venda. Também é possível observar algumas residências já construídas próximo ao local, demonstrando alguns indícios do início do processo de crescimento urbano nesta área.

Nas figuras 3 e 4 (E) é retratada a Lagoa represada do Joaquim, às margens da BR 222, Km 683, representada no mapa por C, cujas coordenadas são 4° 57’ 11,13’’ S e 47° 29’ 12,25’’ O. As temperaturas foram registradas nestes locais entre 27 a 29 °C (colorações esverdeadas). Ao longo do curso dos córregos, a presença de mata ciliar, a umidade proveniente dos corpos hídricos e da vegetação bem como a proteção desta contra a incidência solar, garantem condições microclimáticas que amenizam a temperatura na superfície destes locais.

Uma importante observação a ser feita respeito dos resultados obtidos, é o fato de altas temperaturas (33 a 37°C, colorações de laranja a vermelho) terem sido registradas no centro da cidade (representado por F na figura 4 e 5), de coordenadas 4° 57’ 06,94’’ S e 47° 30’ 18’’ O. A área possui grande urbanização, abrigando o coração financeiro de Açailândia, onde se encontram as principais agências bancárias do município. Materiais artificiais muito comuns nos grandes centros urbanos como asfalto, concreto metais e outros, possuem grande capacidade de absorção da energia solar.

Por último, o ponto descrito em G, na figura 3 e 4, retrata um curso d’água localizado no Bairro Jacu, afleunte do Rio Açailândia, de coordenadas 4° 56’ 44,46’’ S e 47° 30’34,03’’ O. O ponto de visita registrou uma das temperaturas mais baixas em virtude da presença de água. No mapa da figura 4, as franjas esverdeadas correspondem a dois cursos d’água, descritos como afluentes do Rio Açailândia.

3.7 Considerações finais

Neste trabalho foi possível estabelecer uma relação de influência entre o uso e ocupação do solo na zona urbana do município de Açailândia com a sua Temperatura de Superfície Terrestre. Os diversos locais visitados em função de seu uso e ocupação do solo

apresentaram diferentes valores de TST. Áreas menos antropizadas revelaram ser menos quentes que as áreas mais antropizadas.

É possível afirmar que o fenômeno abordado neste estudo poderá se intensificar conforme o crescimento urbano da cidade Açailândia. O fenômeno de ampliação da temperatura de superfície terrestre está diretamente relacionado com o crescimento urbano de uma cidade. Neste trabalho, se faz uma recomendação sobre a preocupação do clima urbano no planejamento e gestão urbana de uma cidade.

Referências bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023/2002**, de 29 de setembro de 2002. Fixa a ordem a dos elementos das referências e estabelece convenções para transcrição e apresentação da informação originada do documento e/ou outras informações. Portal da Justiça eleitoral [da república federativa do Brasil].

_____. **NBR 10520/2002,** de 15 de Agosto de 2002. Esta Norma especifica as características exigíveis para apresentação de citações em documentos. Disponível em:<<<http://www.usjt.br/arq.urb/arquivos/nbr10520- original.pdf>>>. Acesso em 03 jun. 2018.

COELHO, André Luíz Nascentes; CORREA, Wesley de Sousa. **Temperatura de superfície Celsius do sensor TIRS/Landsat-8:** metodologia e aplicações. Curitiba: Rev. Geogr. Acadêmica v.7, n.1 (2013). ISSN 1678-7226 p. 31-45.

COMISSÃO DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS DO BRASIL. **Relatório**

diagnóstico do município de Açailândia. Acesso em 15 dez. 2018. Disponível em:< http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/15303/rel_acailandia.pdf?sequence=1>.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. **Earth Explorer – Home.** Disponível em:< https://earthexplorer.usgs.gov/>. Acesso em 04 jan. 2019.

_____. **Thermal Infrared Sensor (TIRS).** Disponível em:<https://landsat.gsfc.nasa.gov/thermal-infrared-sensor-tirs/>. Acesso em 04 dez. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico 2010:** Aglomerados subnormais informações territoriais. Disponível em:<http://atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil_m/sao-luis_ma>. Acesso em 03 jan. 2018.

_____. **IBGE downloads/geociências.** Disponível em:<

https://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm>. Acesso em dez. 2018.

_____. **Monografias municipais Nordeste/Maranhão - Açailândia.** Acesso em 21 dez. 2018. Disponível em:< https:// https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2980/momun_ne_ma_acailandia.pdf>.

MENDONÇA, Francisco; DANNI-OLIVEIRA, Inês Moresco. **Climatologia:** noções básicas e climas no Brasil. 1 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. D. **Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto.** Brasília: Universidade de Brasília, 2012.

_____. **Landsat 8 bands.** Disponível em:<https://landsat.gsfc.nasa.gov/landsat-8/landsat-8-bands/>. Acesso em 04 dez. 2018.

PEREIRA, P. R. M. **As transformações históricas e a dinâmica atual da paisagem do município de Pedro do Rosário, Baixada Maranhense – MA.** Presidente Prudente: UNESP (dissertação de mestrado em Geografia), 2017

RODRIGUES, Taíssa Caroline Silva. **Classificação da cobertura e do uso da terra com imagens worldview-2 de setores norte da Ilha do Maranhão por meio do aplicativo *interimage* e de mineração de dados.** 2014. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Programa de Pós-graduação em Sensoriamento Remoto, Instituto Nacional de Pesquisas Espacais (INPE), São José dos Campos. 110 f

RODRIGUES, T. C. S. **Estudo da cobertura e uso da terra na microrregião do Gurupi, Amazônia maranhense, entre os anos 1976 - 2016 por meio da aplicação do sensoriamento remoto e SIG's.** 2018. Presidente Prudente: Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade Estadual Paulista, 2018.

SANTOS, A. R. dos; PELUZIO, T. M. de O.; E SAITO, N. S. **SPRING 5.1.2 passo a passo**: aplicações e práticas. Alegre- ES: CAUFES, 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

MONITORAMENTO HIDROCLIMÁTICO - FASE III DA BACIA RIO DE UNA, ITAETÊ-BA

Ângela Carine Felix de Oliveira Matos [(a)], Jémison Mattos dos Santos [(b)]

Suílian Sampaio de Jesus [(c)]

[(a)] Departamento de Ciências Humanas e Filosofia/UEFS, cari226677@gmail.com

[(b)] Departamento de Ciências Humanas e Filosofia/UEFS, jemisons@uefs.br

[(c)] Departamento de Ciências Humanas e Filosofia/UEFS, ssj.uefs@gmail.com

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

Este estudo faz parte de um projeto guarda-chuva extensionista (ÁGUA DA VIDA) realizado desde 2010, na Escola Família Agrícola (EFA), em Itaetê-BA. E objetiva compartilhar os resultados do Monitoramento Hidroclimático (2011-2018) como: o índice pluviométrico registrado no ano de 2012 (93,0 mm) caracterizando o como um período de longa estiagem, e no ano de 2015(119,25mm). Assim revelar a importância dos dados climáticos para o planejamento das atividades agrícolas, desenvolvidas pela comunidade local. Inicialmente fez-se um levantamento bibliográfico; em seguida a aquisição de dados secundários de chuva e temperatura, por meio de consultas nos sites: Agência Nacional das Águas (ANA), Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).
Por fim, foram elaborados tabelas e gráficos no Programa *Estatístico R, e* a confecção do balanço hídrico visando analisar e compreender a variabilidade pluviométrica, a dinâmica das águas e a marcha da temperatura em Itaetê-Ba, por exemplo, os períodos de escassez ou excedente hídrico.

Palavras chave: Monitoramento Hidroclimático; Semiárido; Escola Família Agrícola

1. Introdução

Esta pesquisa foi realizada no município de Itaetê-Ba, inserida no semiárido nordestino brasileiro, que possui clima que varia de seco a subúmido e precipitações médias anuais entre 243 mm a 1125 mm (KARMANN et al, 2000). Apresenta características singulares, principalmente, neste tipo de bioma que é condicionado por irregularidades da precipitação, ou seja, conta com uma instabilidade climática que influencia os rios, os solos e o uso e cobertura vegetal dessa região. O município está

localizado nas coordenadas geográficas com latitudes 12° 59' S, Longitude: 40° 58' O, e com altitude de 399m (IBGE, 2010).

Esse estudo serve também como ferramenta para orientar os agentes da EFA no levantamento, manuseio e interpretação de um conjunto de dados climatológicos, no entendimento a respeito do clima local. A estação meteorológica automática utilizada (de nome Una) está inserida na Bacia do Atlântico, no trecho leste, na subbacia do rio Paraguaçu e Jiquiriça.

Segundo o manual da Agência Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural (ANATER, 2016) define-se monitoramento como uma ação contínua utilizada para acompanhar e tomar decisões corretivas na gestão e informar as partes interessadas sobre a evolução dos resultados planejados. Já o termo hidroclimático designa a relação entre a precipitação pluviométrica e o clima local.

Em resumo é a relação em acompanhar durante certo período o comportamento climático de uma dada região. Por intermédio da análise dos dados, obtidos através do monitoramento hidroclimático é possível auxiliar a comunidade no planejamento das atividades agrícolas. Assim pode-se evitar perdas na produção, principalmente, durante longas estiagens, que ocorrem ciclicamente.

O objetivo principal está em oferecer (disponibilizar) um conjunto de dados climáticos vinculado a EFA visando capacitar tecnicamente a comunidade, para facilitar a compreensão das informações e também servir de suporte para o desenvolvimento das atividades agrícolas e aquelas ligadas ao ambiente.

2. Materiais e Métodos

Iniciou-se a pesquisa através do levantamento bibliográfico e cartográfico. Faz-se um destaque para algumas das principais referências utilizadas: Karmann *et al* (2000), ANATER(2016), IBGE (2010), dentre outras.. A aquisição dos dados secundários ocorreu através da consulta em sites institucionais, tais como, Agência Nacional das Águas (ANA), Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), para compor um banco de

dados (precipitação e da temperatura referente ao período de 2011-2018. Com apoio deste foram elaborados gráficos e tabelas, utilizando programa *Estatístico R.*

Além da confecção do balanço hídrico, para representar a dinâmica das águas em Itaetê, que favorece a análise dos períodos de excedentes, armazenamento e déficit hídrico para ao final tecer algumas considerações a partir dos resultados obtidos.

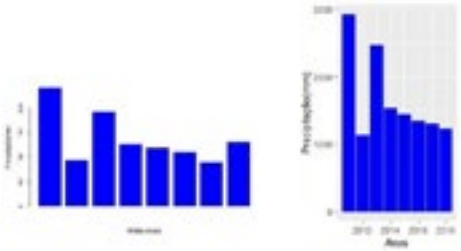
3. Resultados e discussões

O monitoramento hidroclimático está vinculado ao processo de popularização das ciências na EFA, a fim de disponibilizar um conjunto de dados climáticos visando facilitar a compreensão da realidade local por meios das informações de chuva e temperatura.

É de conhecimento geral que as irregularidades pluviométricas atingem toda a região Nordeste do País e, não é diferente em Itaetê. Pode-se confirmar na figura 1-a, que exibe os valores médios anuais obtidos (respectivamente, 243 mm e 204,8mm,) referentes a 2011 e 2013, que demonstram condições atípicas para região do semiárido nordestino.

Ao analisar a série constatou-se que o menor índice pluviométrico registrado foi 93,0 mm para o ano de 2012 (figura 1-b). É importante enfatizar que neste mesmo ano ocorreu um período de seca prolongada, no qual colocou vários municípios nordestinos em estado de emergência. Sendo notável que o índice de precipitação oscilou significativamente, afetando negativamente as atividades agrícolas no município em questão.

Figura 01-a) esquerda - total pluviométrico anual no período de 2011 a 2018. b) direita - média anual de precipitação de 2011 a 2018, ambos na bacia do rio Una.



A figura 02-a) representa as variações termopluviométricas para 2015, nos meses de junho a agosto verificou-se uma maior concentração das precipitações e, consequentemente, menor valores de temperatura, típico de um inverno chuvoso. O mês setembro foi o mais seco, com valores de chuva em torno de 8,5 mm e a temperatura 23,2°C.

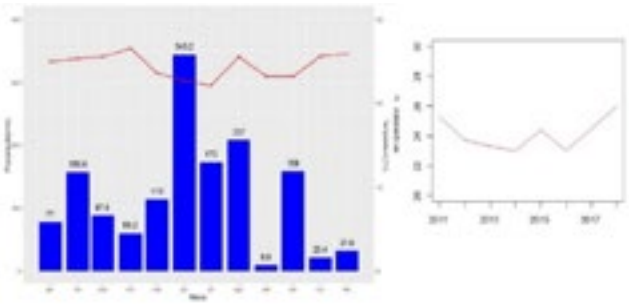


Figura 02- a) esquerda –Termopluviometria mensal de Itaetê-BA (2015). b) direita-Temperaturas médias de Itaetê-BA(2011-2018)

Já a temperatura mínima registrada foi de 22.63°C e a máxima foi de 26.55°C (em abril), para o ano de 2012. Por meio da análise dos dados foi possível identificar que 2015 alcançou-se uma temperatura média em torno de 24,5°C, caracterizando o ano mais quente dentro do período de tempo investigado (figura 02-b).

4. Considerações

A análise da precipitação e temperatura possibilitou entender o comportamento sazonal de ambos. E que a precipitação por sua vez, é um fator climático muito importante para o regime hidrológico da bacia hidrográfica do Una, por ser a principal unidade de entrada (“*input”)* de água na bacia. Para além dos dados reafirmamos que este tipo de pesquisa é indispensável, pois cria um vínculo entre a Universidade e a comunidade, bem como são produzidos conhecimentos e experiências práticas que contribuem para a melhoria das condições socioambientais locais e a formação acadêmica e pessoal dos discentes.

Por fim, ficou evidente que os dados trabalhados servirão para auxiliar o planejamento das atividades socioprodutivas na EFA e, também, possivelmente, proporcionará o aproveitamento mais eficiente dos recursos naturais da bacia do Rio Uma (p.ex: dos hídricos).

Agradecimentos

Agradecemos aos participantes do projeto de extensão ÁGUA DA VIDA, desenvolvido na Universidade Estadual de Feira de Santana; coordenado pela equipe do Laboratório de Estudo da Dinâmica e Gestão de Ambientes Tropical (GEOTRÓPICOS) com o apoio da comunidade EFA de Itaetê. Agradecemos também a Pró-reitoria de Extensão (PROEX) pelo apoio logístico e disponibilização das bolsas aos discentes.

Referências Bibliográficas

ANATER. Disponível em: www.anater.org/clipping-noticias. jsp/Acesso em: 11/01/2019

IBGE**.** Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/ acesso em 12/19/2018

INMET. Dados meteorológicos da estação meteorológica de observação de superfície Automática do Una-Ba. Disponível em: http://www.inmet.gov.br/porto/ Acesso em:10/01/2019

KARMANN, I. PERREIRA, R. MENDES, L. **Poço Encantado, Chapada Diamantina (Itaetê), BA Caverna com lago subterrâneo de rara beleza e importância científica**. SGEP91, 2000.

MENDONÇA, Francisco. OLIVEIRA, Danni. MORESCO, Inês. **Climatologia**: Noções básicas e clima do Brasil. São Paulo. Oficina de Textos. 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 de coleta, tabulação e formatação de dados pluviométricos

Julio Eduardo Mafra Ribeiro[a], XXXX [b], Rafael Rodrigues da Franca [c]

[a] Estudante de Graduação em Geografia, Universidade de Brasília, julioedumr@gmail.com
[b]Departamento/Faculdade, Universidade, Email

(c) Professor Adjunto, Departamento de Geografia, Universidade de Brasília, rrfranca@unb.br

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais:

Teoria e metodologias em climatologia

Resumo

No Brasil há enormes dificuldades em desenvolver pesquisas com dados meteorológicos, sejam pelas inconsistências nas séries históricas ou pela dificuldade de aquisição perante as entidades detentoras destes dados. Este trabalho buscou sistematizar e estruturar esse tipo de informação, levando em conta os empecilhos que são encontrados ao longo da pesquisa climatológica, seguindo o material proposto por Zavattini e Boin (2013). Foi consultada a base de dados da Agência Nacional de Águas, o Hidroweb, e com o *software* Microsoft Excel 2013 foi possível tabular e organizar os dados para futura aplicação no Sistema de Informação Geográfica (SIG).

Palavras chave: Dados Meteorológicos, Precipitação, Climatologia, Metodologia

1. Introdução

A pesquisa em Climatologia Geográfica dispõe de técnicas e procedimentos metodológicos que buscam elucidar a interação de fenômenos e variáveis atmosféricas com o espaço geográfico. No entanto, a tarefa do pesquisador dessa área não é fácil, já que costuma se deparar com dificuldades ainda na etapa preliminar de obtenção e levantamento de dados e séries históricas.

No Brasil, dois importantes bancos de dados ambientais merecem destaque: o Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), e o Portal Hidroweb, mantido pela Agência Nacional de Águas (ANA). Ambos têm acesso fácil, livre e gratuito e disponibilizam dados de milhares de localidades em todo o país.

O banco de dados do INMET é o mais completo banco de dados meteorológicos do Brasil. O órgão faz medições oficiais desde 1909 e atualmente possui mais de 600 estações automáticas e convencionais. No Hidroweb, por se tratar de um banco de dados hidrológico, além de dados pluviométricos são disponibilizados dados sobre nível de cursos d'água, qualidades, vazões e sedimentos. O Hidroweb reúne dados de estações operadas por órgãos diversos – a própria ANA, CPRM, Embrapa, entre outros de expressão estadual e municipal.

Este artigo tem como objetivo apresentar os principais passos na obtenção de dados meteorológicos brutos, sua estruturação e formatação para posterior aplicação em um Sistema de Informação Geográfica (SIG). Além dessas etapas de coleta e tabulação de dados, são apresentadas algumas metodologias para classificar anos em categorias habituais e excepcionais.

Os dados meteorológicos levantados nessa pesquisa são de precipitação pluvial e a área de estudo é o Distrito Federal. A obtenção dos mesmos se deu a partir do acesso ao banco de dados da Agência Nacional de Águas (ANA), o Hidroweb (figura 1).

Figura 1: Captura de tela do portal da Agência Nacional de Águas, o Hidroweb.

2.Materiais e Métodos

A aquisição dos dados foi por meio de acesso gratuito ao sítio do Hidroweb, na aba 'Medições Históricas' (Disponível em <http://www.snirh.gov.br/hidroweb/publico/medicoes_historicas_abas.jsf>). Foram selecionados dados de 41 estações pluviométricas, com séries temporais de períodos distintos.

Desse modo, foi necessário estabelecer um período de tempo comum a todas as localidades (estações meteorológicas). Segundo a Organização Meteorológica Mundial (OMM), deve-se optar preferencialmente pelo uso de períodos de Normais Climatológicas (1901-1930; 1931-1960; 1961-1990).

No caso da presente pesquisa, onde foram encontradas estações com registros a partir de 1960 até anos recentes (2016/2017), estabeleceu-se como mais adequado o recorte temporal 1979-2009 (31 anos), período no qual mais de 90% das estações apresentaram dados consistentes e com poucas falhas.

As tabelas construídas a partir dos dados coletados foram criadas no Microsoft *Excel* 2013, com o formato '.csv' (texto separado por vírgula), adequado para uso posterior no SIG. Os dados pluviométricos foram organizados em intervalos anuais e mensais.

Uma etapa importante no tratamento estático de dados climatológicos é a classificação dos anos em normais ou excepcionais. Para tanto, sugere-se a aplicação do método proposto por Monteiro (1973a; 1973b) que se baseia no cálculo do coeficiente de variação anual da pluviosidade (CVa). O CVa é calculado a partir do desvio (diferença) entre o total de precipitação anual (Pa) e o total anual médio (Pm). Esse resultado é transformado em percentual por meio da equação abaixo: CVa=(Pa-Pm)*100/Pm A tipologia proposta por Monteiro para definição de anos habituais (normais) e extremos – secos e chuvosos, é a seguinte: 1) Ano habitual – apresenta coeficiente de variação de pluviosidade entre -15% a +15%; 2) Ano habitual tendente a seco – apresenta CVa de -30% a -15%; 3) Ano habitual tendente a chuvoso – apresenta CVa entre +15% a +30%; 4) Ano seco – apresenta CVa igual ou superior a -30%; e 5) Ano chuvoso - apresenta desvios iguais ou maiores a +30%. Os cálculos foram realizados no Microsoft *Excel 2013*.

3.Resultados e Discussões

Após a etapa inicial de obtenção dos dados pela *internet* foi criada uma tabela para auxiliar na definição do recorte temporal de análise. Foi empregado o método booleano (STONE, 1954) para identificar visualmente quais estações continham medições registradas ao longo do período, onde '0' representa ausência de informação e '1' a presença de informação (figura 2). O exame minucioso dos dados resultou na escolha do período 1979-2009 por se aquele que, concomitantemente, apresentou maior quantidade de estações com dados disponíveis e menor quantidade de falhas (vazios).

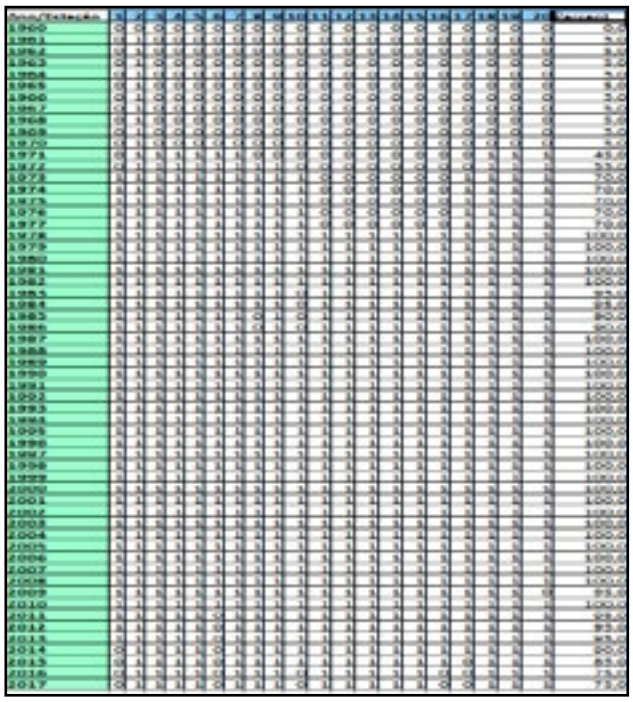


Figura 2: Lista de estações e cobertura temporal de dados.

Após a homogeneização temporal das séries de dados foi criada uma tabela no Microsoft *Excel* 2013 (figura 3), com colunas constando as seguintes informações: código da estação, número para controle interno da pesquisa, nome da estação, operadora correspondente, período de vigência da estação, Unidade Federativa, e informações primordiais para utilização no SIG, longitude (x), latitude (y) e altitude (z).

Código	Numero	Estação	Operadora	Período	UF	Longitude	Latitude	Altitude
1547002	1	Planaltina	FURNAS	1973-2013	DF	-47.613	-15.453	991
1547004	2	Brasília	INMET	1961-2018	DF	-47.922	-15.790	1159
1547008	3	ETE Sul	CAESB	1971-2018	DF	-47.908	-15.841	1005
1547009	4	ETE Norte	CAESB	1971-2018	DF	-47.876	-15.743	1010
1547010	5	Contagem	CAESB	1971-2018	DF	-47.878	-15.636	1242
1547011	6	Colégio Agrícola	CAESB	1971-2010	DF	-47.696	-15.666	966
1547013	7	Taguara	CAESB	1971-2018	DF	-47.620	-15.631	1053
1547015	8	ETE Sobradinho	CAESB	1972-2018	DF	-47.811	-15.660	1040
1547016	9	CPAC - Principal	EMBRAPA/PAGRO	1973-2016	DF	-47.700	-15.583	1007
1547017	10	Santa Maria	CAESB	1978-2018	DF	-47.952	-15.670	1078
1547018	11	Jockey Club	CAESB	1978-2018	DF	-47.998	-15.806	1103
1547019	12	ETA Cabeça de Veado	CAESB	1978-2018	DF	-47.845	-15.890	1064
1547021	13	Barreiro DF-130	CAESB	1978-2018	DF	-47.626	-15.838	998
1547022	14	Rio Preto	CAESB	1978-2018	DF	-47.482	-15.791	890
1547025	15	CPAC - Chapada	EMBRAPA/PAGRO	1978-2015	DF	-47.700	-15.591	1175
1548000	16	Brazlândia (Quadra 18)	ANA	1973-2014	DF	-48.201	-15.680	1108
1548005	17	Cama ETE Alagado	CAESB	1971-2018	DF	-48.045	-16.032	980
1548006	18	Taguatinga ETA RD	CAESB	1971-2018	DF	-48.117	-15.792	1269
1548007	19	ETA Brazlândia	CAESB	1971-2018	DF	-48.190	-15.659	1098
1548009	20	Jatobazinho	CAESB	1978-2009	DF	-48.092	-15.711	1206

Figura 3: Tabela com as estações coletadas, estruturada com as informações de coordenadas geográficas.

O cálculo do CVa para cada ano da série de dados permitiu a classificação dos mesmos nas categorias habitual, seco ou chuvoso, conforme metodologia proposta por Monteiro (1973a; 1973b) e descrita no item Materiais e Métodos. Os resultados foram utilizados na confecção de um quadro-síntese e um pluviograma anual, o que permitiu obter uma visão geral do comportamento dos dados.

O quadro-síntese (figura 4), mostra, por meio do cálculo do CVa, a classificação de cada ano, conforme a tipologia sugerida por Monteiro. Os dados foram ordenados de modo a exibir, de cima para baixo, dos menores aos maiores CVa's médios anuais da série (considerando as 41 localidades). Nesse caso, 2007 é o ano mais seco na área de estudo, enquanto 1992 o mais chuvoso. As cores empregadas nesse quadro foram: branca para valores de -15% a +15% (ano habitual); vermelho-claro para valores de -30% a -15% (ano habitual tendente a seco); azul-claro para valores entre +15% a +30% (ano habitual tendente a chuvoso); vermelho para valores superiores a -30% (ano seco); e azul para valores superiores a +30% (anos chuvosos).

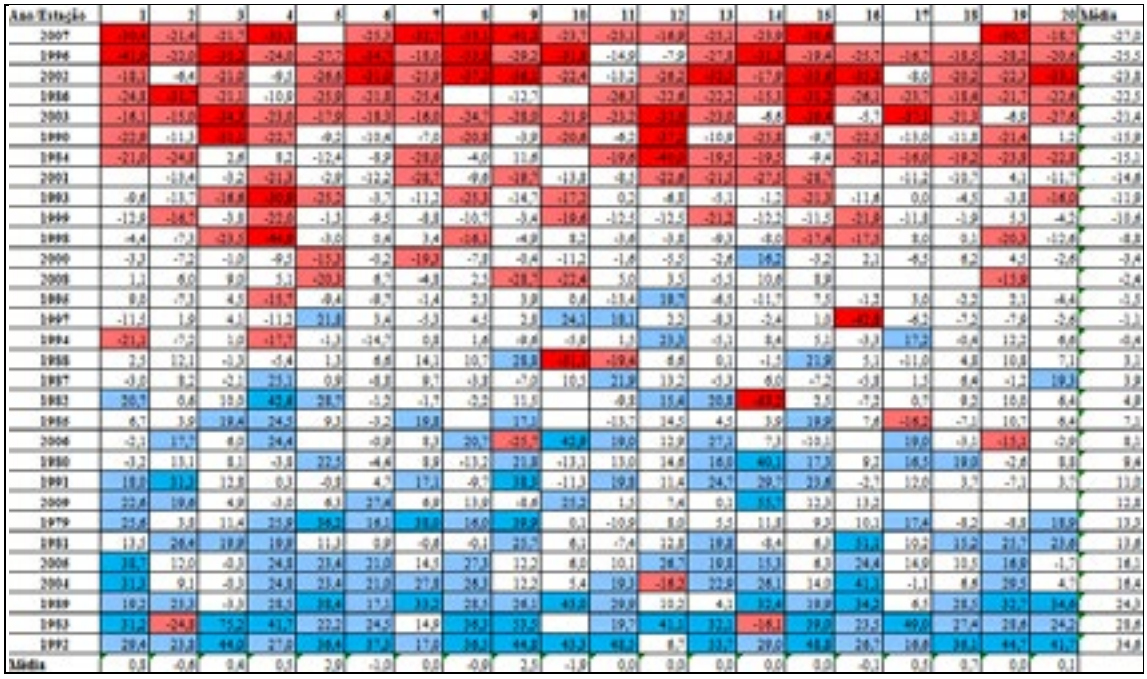


Figura 4: Quadro-síntese do CVa classificando, de cima para baixo, os anos mais secos aos mais chuvosos

Já a figura 5, apresenta o pluviograma que antecedeu o quadro-síntese acima. Nele são mostrados os volumes anuais de precipitação pluvial de todas as 41 estações ao longo de todo o período de estudo (1979-2009). Seguindo a mesma classificação e cores para o exemplo do CVa acima, temos os anos em branco, como os anos habituais, os anos em vermelho-claro, sendo os normais-secos e os vermelhos, os secos. Já as cores azuis representam anos normais-chuvosos (azul claro), e chuvosos (azul). Os espaços deixados em branco representam falhas e inconsistências nas séries.

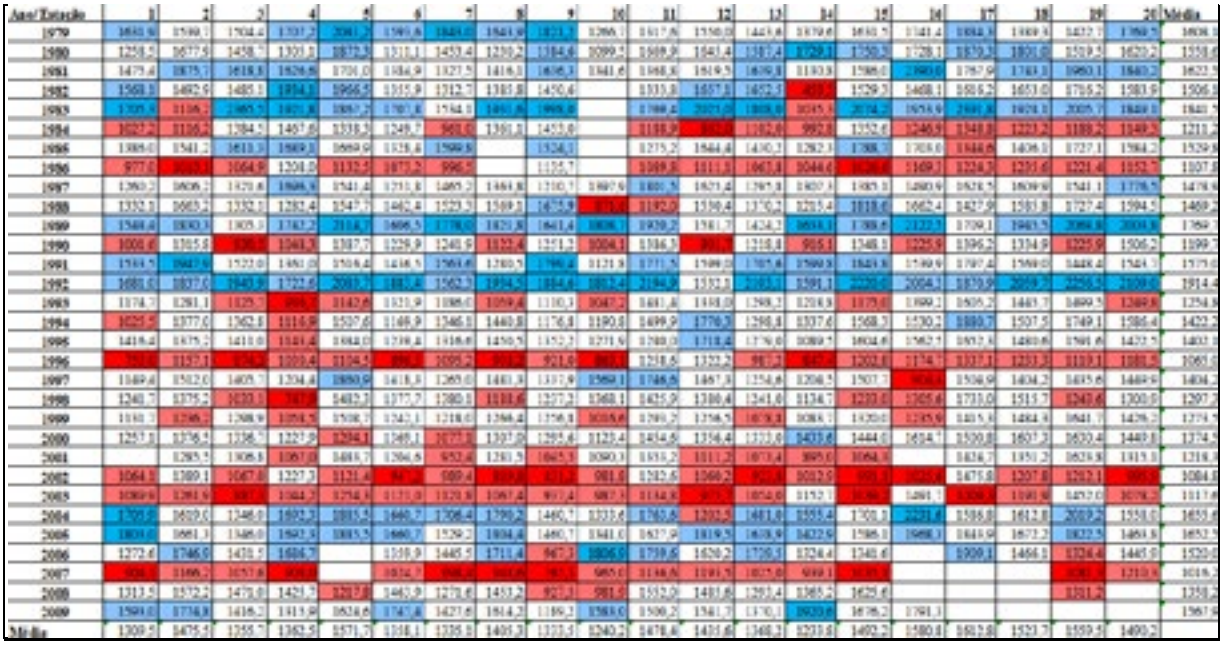


Figura 5: Pluviograma anual do período de 1979-2009 elaborado pelo LCGEA – UnB

Por fim, uma outra forma de sintetizar informação e obter uma visão geral do comportamento dos dados na área é o pluviograma de dados mensais, apresentado na figura 6. Ele apresenta as médias mensais de cada estação para o período de 1979-2009. Ele permite determinar, por exemplo, as estações seca e chuvosa nas localidades.

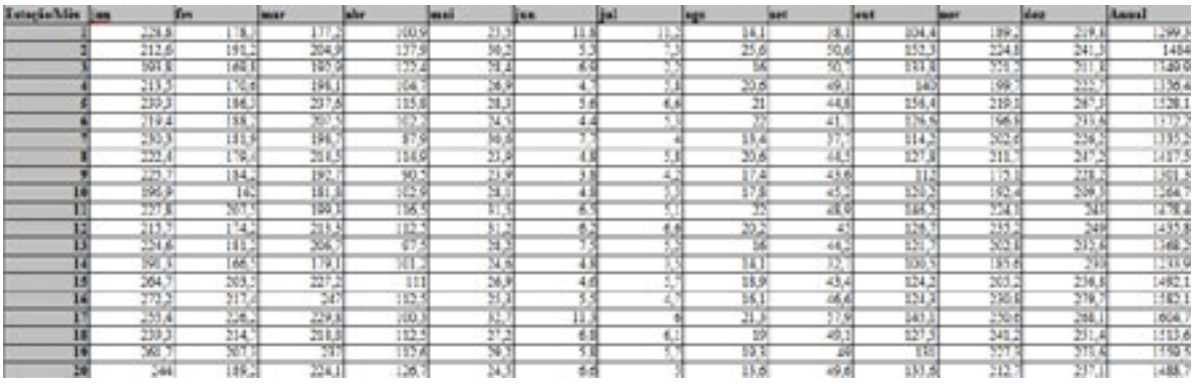


Figura 6: Pluviograma mensal para o período de 1970-2009 confeccionado pelo LCGEA- UnB

4.Considerações finais

Com a metodologia proposta por Zavattini e Boin (2013), a estruturação dos dados brutos de pluviosidade ocorreu de maneira satisfatória. Dado que falhas e inconsistências em séries climatológicas são inevitáveis, a metodologia proposta se mostrou funcional, pois padronizou o recorte temporal da pesquisa, permitindo comparações entre diferentes localidades, o que foi crucial para o seu andamento, já que no Brasil a aquisição de dados dessa natureza apresenta obstáculos diversos.

É dever de organismos estatais facilitar o acesso de pesquisadores aos seus bancos de dados, contudo muitas vezes são estabelecidas restrições a partir da égide da segurança nacional. Tais dificuldades, heranças de governos autoritários do século passado, são inconcebíveis nos dias atuais. Estas entidades precisam entender que nesses novos tempos o apoio à pesquisa científica é primordial para o desenvolvimento técnico-científico do país.

Espera-se que com o Decreto nº 7.724, de 16 de maio de 2012, que regulamentou a Lei nº 12.527, de 18 de novembro de 2011, conhecida como Lei de Acesso à Informação no Brasil, que tem como objetivo primordial garantir o direito fundamental de acesso à informação, indicando como diretrizes básicas a publicidade como princípio geral, o sigilo como exceção, a divulgação de informações de interesse público independentemente de solicitação, a cultura da transparência e o controle social da administração pública, segundo a leitura da mesma, possa viabilizar cada vez mais o acesso a tais dados.

5. Referências Bibliográficas

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Hidroweb – Sistema de informações hidrológicas. Disponível em <http://hidroweb.ana.gov.br> Acesso em 20 ago. 2018.

BRASIL. Lei nº 12.527, de 18 de novembro de 2011. Regula o acesso a informações previsto no inciso XXXIII do art. 5º, no inciso II do § 3o do art. 37 e no § 2o do art. 216 da Constituição Federal; altera a Lei no 8.112, de 11 de dezembro de 1990; revoga a Lei no 11.111, de 5 de maio de 2005, e dispositivos da Lei no 8.159, de 8 de janeiro de 1991; e dá

outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 18 dez. 2011c. Disponível em: . Acesso em: 05/02/2019

MONTEIRO, C. A. de F. **A dinâmica climática e as chuvas no Estado de São Paulo: estudo geográfico em forma de atlas.** São Paulo: USP/IGEOG, 1973a.

MONTEIRO, C. A. de F. **O clima e a organização do espaço no Estado de São Paulo: Problemas e perspectivas.** São Paulo: USP/IGEOG, 1973b.

STONE M.H. : "Free Boolean rings and algebras," An. Acad. Brasil. Ci. 26 (1954), pp. 9–17.

ZAVATTINI, J. A.; BOIN, M. N. **Climatologia Geográfica: teoria e prática de pesquisa.** Campinas: Alínea, 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

MODIFICAÇÕES NA TEMPERATURA DE SUPERFICIE EM DECORRÊNCIA DE MUDANÇAS DO USO DO SOLO: ESTUDO DE CASO DA ÁREA DE UM PARQUE EÓLICO EM IBIAPINA-CE

Francisca Mairla Gomes Brasileiro [(a)]; Maria Elisa Zanella [(b)]

[(a)] Departamento de Geografia, Universidade Federal do Ceará, Email: mairlagomesgeoufc@gmail.com
[(b)] Departamento de Geografia, Universidade Federal do Ceará, Email: elisazv@terra.com.br

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

Este trabalho visa analisar a espacialização das Temperaturas de Superfície Terrestre (TST) do município de Ibiapina e entender as interferências do parque eólico na determinação destas, tendo em vista, as modificações nos elementos climáticos ocasionadas pela implantação da indústria eólica. A metodologia utilizada perpassou o uso do sensoriamento remoto, com a extração das informações a partir da transformação de escalas de cinza em temperaturas de superfície, correlacionadas com a análise da cobertura vegetal, através do Índice de Vegetal por Diferença Normalizada (NDVI). A partir da construção da base cartográfica foi possível identificar que o parque eólico têm a capacidade de gerar um microclima específico em seus limites, tendo em vista, que a instalação das torres para geração de energia eólica provocou modificações no uso do solo, através da retirada da vegetação local e incremento de novos materiais que tem respostas diferenciadas a radiação.

Palavras chave: Climatologia, Temperatura de Superfície, Parque Eólico, uso e ocupação do solo.

1. Introdução

A indústria eólica, apesar de não emitir gases de efeito estufa e ser considerada limpa e renovável, apresenta em escala local impactos significativos largamente estudados tanto no âmbito social quanto no ambiental. Percebe-se que os novos usos da terra, advindos da instalação das torres eólicas, alteram significativamente os elementos do clima, isto se dá, principalmente, pela alteração da cobertura vegetal na área das torres e pela construção de vias de acesso.

O clima, principalmente o elemento temperatura, modifica-se a partir dos usos que são realizados nas diferentes áreas da superfície terrestre, principalmente quando se tem a modificação intensa e contínua dos fatores geográficos (MENDONÇA, 2007). Convém entender que tais modificações interferem na dinâmica natural e no bem-estar das diversas comunidades populacionais. Dentre as modificações que podem ocorrer no clima local devido

ao uso da terra, citamos o aumento substancial da temperatura de superfície que trata de um parâmetro que se constitui do fluxo de calor dado, em relação à quantidade de radiação absorvida e emitida pelos corpos dispostos no espaço geográfico (AYOADE, 2001).

Essa alteração pode ser justificada a partir da supressão da vegetação para o alocamento dos aerogeradores e construção de estradas necessárias ao acesso e a manutenção do parque eólico. Destaca-se que a retirada da vegetação é restrita ao entorno das torres eólicas e equipamentos correlatos, entretanto, qualquer alteração na paisagem gera implicações na espacialização das temperaturas de superfície, inclusive a mudança de uma área vegetada para área de solo exposto. A vegetação é um importante elemento que interfere nos parâmetros climáticos, por esta razão sua retirada é preocupante, tendo em vista que a mesma desempenha o papel de reguladora da umidade e da temperatura, uma vez que as árvores atuam como uma barreira à radiação solar direta (MENDONÇA, 2007).

Outro fator que corrobora com a ideia de alteração dos elementos climáticos, diz respeito à implantação de novos corpos em áreas direcionadas a instalação de parques eólicos, a saber, os aerogeradores constituídos de diversos materiais como o concreto, alumínio, aço, vibras de vidro, estruturas metálicas e ferro, que tem respostas diferenciadas em relação à absorção e emissão de radiação, podendo contribuir com o aumento da temperatura do solo, além da interação destes com os elementos que compõem o microclima da área.

Esses diferentes objetos dispostos na paisagem exercem respostas espectrais diferentes em contato com a radiação solar, como nos esclarece Mashiki & Campos “a radiação eletromagnética recebida pelos materiais de diferentes composições presentes na superfície terrestre emite ondas de radiação proporcionais a sua temperatura” (2013, p. 143).

Neste contexto, esta pesquisa buscou analisar as modificações na temperatura de superfície na área do Parque Eólico Malhadinha em Ibiapina - Ceará, ocasionadas pela mudança no uso e ocupação do solo a partir da instalação das torres eólicas. Entende-se que o aumento na temperatura de superfície terrestre (TST) é um indicativo de que há modificação na

ISBN: 978-85-7282-778-2

temperatura do ar e, por conseguinte, nos demais elementos constituintes do clima, visto que a TST interage com a temperatura do ar, modificando-a.

1.1 Caracterização da área de estudo

A área de estudo está localizada no noroeste cearense, na microrregião da Ibiapaba, sob as coordenadas 3º 55' 24''S e 40º 53' 22''W, apresentando uma área territorial de 414,90 km² (Figura 1). A altitude fica em torno de 878,42 metros, pois o município está situado na Chapada da Ibiapaba, que consiste em um relevo dissimétrico cuestiforme, constituído de um front escarpado, em território pertencente ao Ceará, e um reverso suave em direção ao Piauí (SANTOS & SOUZA, 2012). Esta condição de relevo favorece condições climáticas diferenciadas quanto ao regime de chuvas, apresentando médias pluviométricas anuais de 1.646,5 mm.

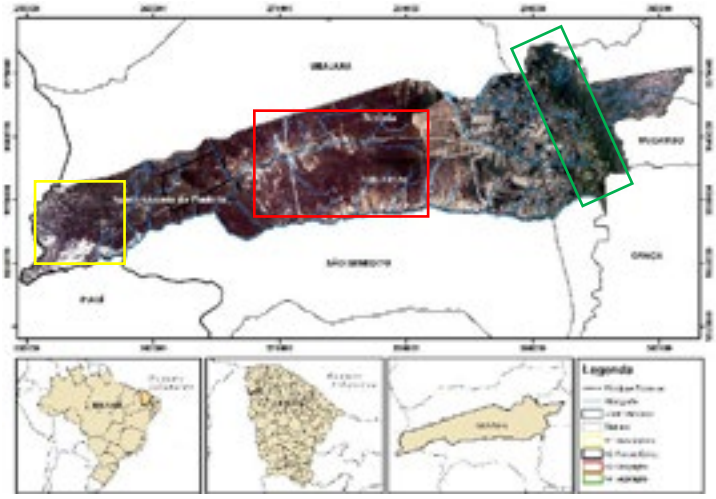


Figura 1 - localização do Município de Ibiapina. Fonte: elaborado pelas autoras

Segundo o Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE) a vegetação local é constituída pelas variantes Carrasco, Floresta Subcaducifólia Tropical Pluvial e Floresta Subperenifólia Tropical PluvioNebular. Os tipos climáticos predominantes são o Tropical Quente Úmido, o Sub-úmido e o Semiárido Brando. A geologia é constituída por rochas sedimentares, compostas por conglomerados e arenitos paleozóicos inerentes a Formação Serra

ISBN: 978-85-7282-778-2

Grande. Identifica-se ainda a presença de arenitos e calcários originários do cambriano, além de granitos que datam do pré-cambriano (IPECE, 2017; BENVENUTI & FEITOSA, 1998).

Ibiapina dista de Fortaleza, capital do estado do Ceará, cerca de 261,17 quilômetros em linha reta. O município apresenta um contingente populacional, de acordo com o censo do IBGE de 2010, de 23.808 habitantes. A renda municipal gira em torno dos serviços, comércio, construção civil, indústria e agropecuária. Acerca desta, destaca-se as atividades desenvolvidas no âmbito da prática da agricultura, como o plantio de culturas de sequeiro tradicionais como milho e feijão, comuns a todo o estado. Destaca-se também a produção de frutíferas, como maracujá, banana, coco etc., e outras culturas como cana-de-açúcar e café. Segundo a Agência de Desenvolvimento do Estado do Ceará (ADECE) em 2014 identificou-se a existência de 35 tipos de culturas, que juntas representaram cerca de 2,968 hectares total de área plantada.

No que tange à indústria eólica, verifica-se a expansão da mesma na chapada da Ibiapiaba. Atualmente, a região conta com mais de três complexos eólicos instalados e em fase de instalação (ABEEólica, 2018). Nesta pesquisa, buscou-se analisar o Parque Eólico Malhadinha, situado no distrito de Santo Antônio da Pindoba pertencente ao município de Ibiapina. O parque tem uma capacidade instalada de 23,1 KW, com 11 torres eólicas dispostas na paisagem, totalizando uma área de 110 quilômetros. A partir da análise de imagens de satélite observa-se que as mudanças na paisagem local tiveram início no ano de 2013, a partir do processo de instalação das turbinas eólicas e construção de infraestrutura para realização da obra. Em 2014, já se visualiza o parque eólico com todas as torres instaladas, entretanto, o início de sua operação comercial data de outubro de 2016.

2. Materiais e Métodos

Para obtenção dos dados de temperatura de superfície do solo (TST) e o índice de vegetação utilizou-se o sensoriamento remoto e as técnicas de geoprocessamento, com o emprego do software ArcGis 10.4®. Os anos analisados foram escolhidos tendo por base a inserção dos aerogeradores, deste modo, o ano de 2010 representa a fase anterior ao parque eólico, e o ano de 2014, o período posterior ao alocamento das torres eólicas. Ademais, buscou-

ISBN: 978-85-7282-778-2

se analisar o comportamento da temperatura em diferentes tipos de tempo, logo, optamos por imagens que compreendessem a estação seca (setembro e outubro) e chuvosa (abril e maio).

Os satélites escolhidos para obtenção das imagens foram o Landsat 5 e 8, a partir do uso da banda termal, com resolução espacial de 30 m. O processamento digital (PDI) para obtenção dos dados de temperatura se utilizou das equações citadas por Pires & Ferreira Junior (2015) e teve como etapas, primeiramente a conversão dos dados de temperatura em radiância espectral. Posteriormente, foi realizado o cálculo para obtenção dos dados de Temperatura em Kelvin. E por fim, transformou-se os dados de temperatura de Kelvin para graus Celsius, realizando a subtração dos dados gerados anteriormente pelo valor da temperatura do ponto de congelamento da água ao nível do mar.

Para sabermos o comportamento da vegetação utilizou-se o índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) que objetiva identificar a distribuição da vegetação e as áreas onde predominam solos expostos. Este índice foi desenvolvido por Rouse et al (1973) para identificar o crescimento da vegetação e análise das condições das culturas. O intervalo do índice varia de – 1 a + 1, ou seja, quanto mais próximo a -1, verifica-se a escassez de cobertura vegetal e quanto mais próximo de +1, maior a probabilidade de existência de vegetação. Tais dados foram obtidos a partir de uma matemática simples entre as bandas do vermelho e do infravermelho próximo.

3. Resultados e discussões

Para a compreensão dos dados obtidos, convém destacar os tipos de uso que se estabeleceram no município, pois estes têm relação direta na determinação das temperaturas de superfície e no índice de vegetação. Deste modo, para o trabalho elencou-se quatro áreas amostrais com usos diversos, a saber, a primeira representativa de solo exposto e baixo porte de vegetação, destacada nos mapas pelo quadro amarelo. A segunda imagem indica a área do parque eólico, com a localização dos aerogeradores e vias de acesso, representada pelo quadro preto. A terceira compreende a área de maior modificação pela ocupação urbana, vias de acesso

ISBN: 978-85-7282-778-2

e solo exposto, destacadas pelo quadro vermelho. E, por fim, a quarta área, representativa de vegetação arbórea, identificada pelo quadro verde (Figura 2).

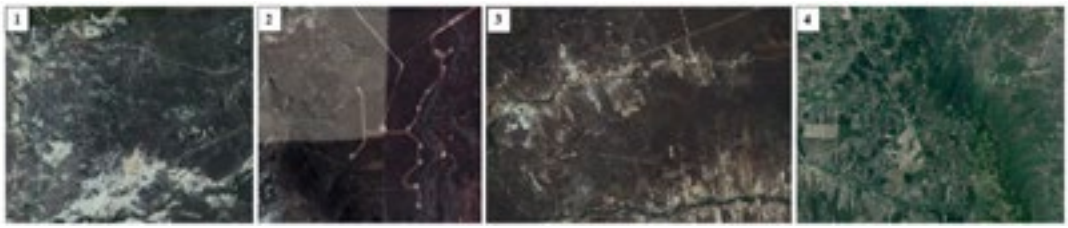


Figura 2 – Mosaico representativo das áreas amostrais destacadas no trabalho. Fonte: *Google Earth*. Organizado pelas autoras

A partir da análise das cartas termais verificou-se variações significativas no padrão de distribuição das temperaturas entre os dois anos analisados. O mapa referente ao período chuvoso de 2010 (Figura 3), apresentou a maior espacialização das baixas temperaturas, com exceção da região oeste do município, no limite com o estado do Piauí, que apresentou predominantemente temperaturas de superfície que oscilaram entre 25,1°C e valores superiores aos 30°C (quadro amarelo). Na área que viria a ser o parque eólico (quadrante preto) observa-se temperaturas que oscilam entre valores menores que 23°C e iguais a 26°C, diferentemente do que se observa na carta termal do ano posterior.

No que concerne ao período chuvoso do ano de 2014, a carta termal (Figura 3) evidenciou locais com temperaturas superiores aos 30°C, com destaque para a porção central do município (quadrante vermelho) e áreas superiores aos 27 °C, localizadas na porção oeste (quadro amarelo). Estas temperaturas estão associadas, respectivamente, a área de densa ocupação e solo exposto, relacionado a áreas agricultáveis e as infraestruturas básicas, como por exemplo, estradas. Estes pontos foram os que apresentaram maiores temperaturas no período seco e chuvoso do ano de 2014.

As temperaturas inseridas dentro do quadrante preto representam as variações encontradas na área do parque eólico, o mesmo apresenta temperaturas que oscilam de 26,1°C a 27 °C. Em relação as áreas circundantes aos aerogeradores, observa-se temperaturas que oscilam entre 25,1° a 26 °C, configurando cerca de 2°C de diferença entre as áreas. Em

ISBN: 978-85-7282-778-2

comparação com a carta termal do período chuvoso de 2010, se observa as modificações na TST, além de evidenciar o efeito direto do parque na definição de temperaturas, tendo em vista que sua espacialização e os novos usos estabelecidos, proporcionaram um padrão de temperaturas advindos de sua localização no espaço geográfico, onde verifica-se um delineado que segue o padrão de estabelecimento dos aerogeradores.

As menores temperaturas para o período chuvoso de 2014 foram encontradas nas áreas com maior predominância da vegetação, áreas em azul no mapa, identificadas pelo quadro na cor verde. Na porção oeste, divisa com o estado do Piauí, as temperaturas oscilaram entre 26,1 e 30°C, representada pelo quadro em amarelo, estas são ocasionadas por extensas áreas com menor presença de vegetação ou área de expansão agrícola.

No que concerne ao NDVI (Figura 3), visualiza-se que para o ano de 2010 a predominância dos valores compreendidos entre as classes 0,40 a 0,46, tendo como valor máximo de predominância da vegetação igual a 0,77, diferentemente do que se verifica para o mesmo período de 2014. Tais diferenciações podem ser compreendidas a partir de dois fatores definidores, a saber, as condições climáticas observadas para o mês estudado e as alterações do uso do solo, como se observa no quadrante vermelho e preto, a partir da expansão da ocupação populacional e incremento de novos equipamentos na paisagem, como o parque eólico. Convém esclarecer que o padrão de vegetação expresso pelo quadro verde no período chuvoso de 2010, não condiz com realidade observada, pois são resultantes de interferências atmosféricas na imagem, entretanto, para o restante do município a imagem permanece válida, tendo em vista que o presente artigo visou analisar a área no entorno do parque eólico.

Para mesmo período de 2014 (Figura 3), as áreas que apresentam maiores temperaturas são também as que tem a menor presença de cobertura vegetal e, neste aspecto, o parque também se insere. Após o cruzamento dos dados cartográficos, verifica-se que a ausência de cobertura vegetal está associada à ocupação humana, solo exposto e vias de acesso. Observa-se para este período menor presença da vegetação, com valores que não ultrapassam a taxa de 0,65, ficando restrita as maiores classes de vegetação (0,40 a 0,46) ao setor leste do município,

ISBN: 978-85-7282-778-2

que está associado a unidade de conservação da chapada da Ibiapaba. Corroborando as afirmativas tecidas no trabalho o parque eólico se destaca na imagem a partir de seu delineado, apresentando classes menores, valor de 0,29, o que denota ausência de vegetação. Deste modo, as variações das temperaturas superiores aos 27°C estão associadas ao uso do solo, a partir da ocupação populacional, assim como, as práticas agrícolas. Neste contexto, como representado no mapa, o parque eólico se equipara a área de solo exposto e de ocupação com padrões de vegetação e temperaturas semelhantes.

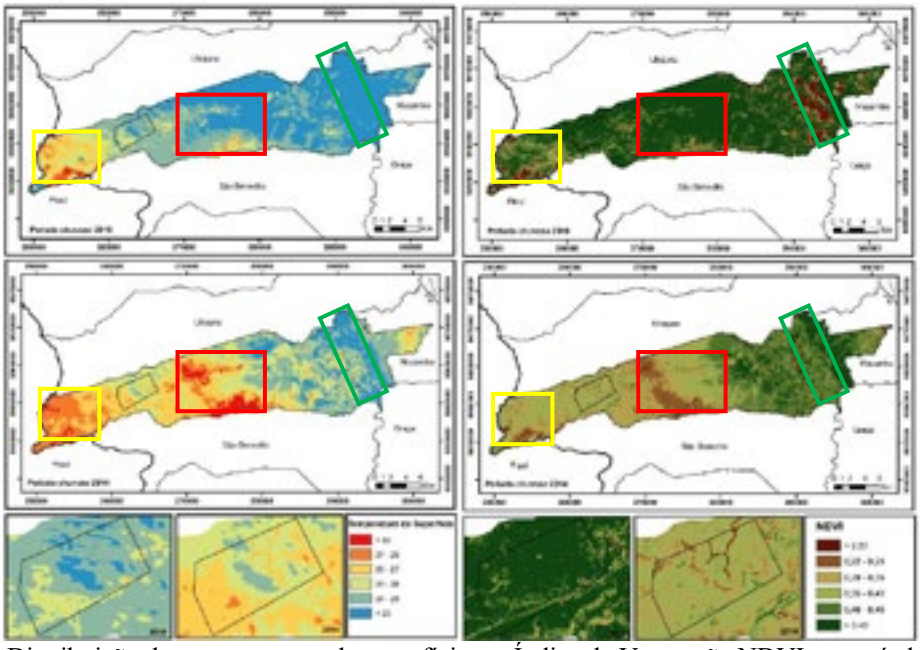


Figura 3 – Distribuição das temperaturas de superfície e o Índice de Vegetação NDVI no período chuvoso.
Fonte: elaborado pelas autoras.

Para o período seco, nota-se que em 2014 (Figura 4), em comparação com o ano de 2010, houve um aumento exponencial nas temperaturas máximas e mínimas e a expansão das áreas com temperaturas elevadas, onde cerca de 65% da área do município apresentou temperaturas superiores aos 30°C, diferentemente do que se observou no ano de 2010 que apresentou somente 27% de áreas recobertas por tais temperaturas. Para esse ano observa-se a predominância de temperaturas inferiores aos 30°C, com uma distribuição de 73% da área do município. Infere-se, que as modificações na distribuição das temperaturas para o ano de 2014,

resultam das mudanças no uso do solo, a saber, a expansão territorial dos pequenos povoados e, consequente, aumento das áreas construídas, a presença de solos expostos devido a retira da cobertura vegetal, construção de vias e espacialização de materiais como concreto, metal, pavimento, que apresentam diferentes respostas a absorção da radiação.

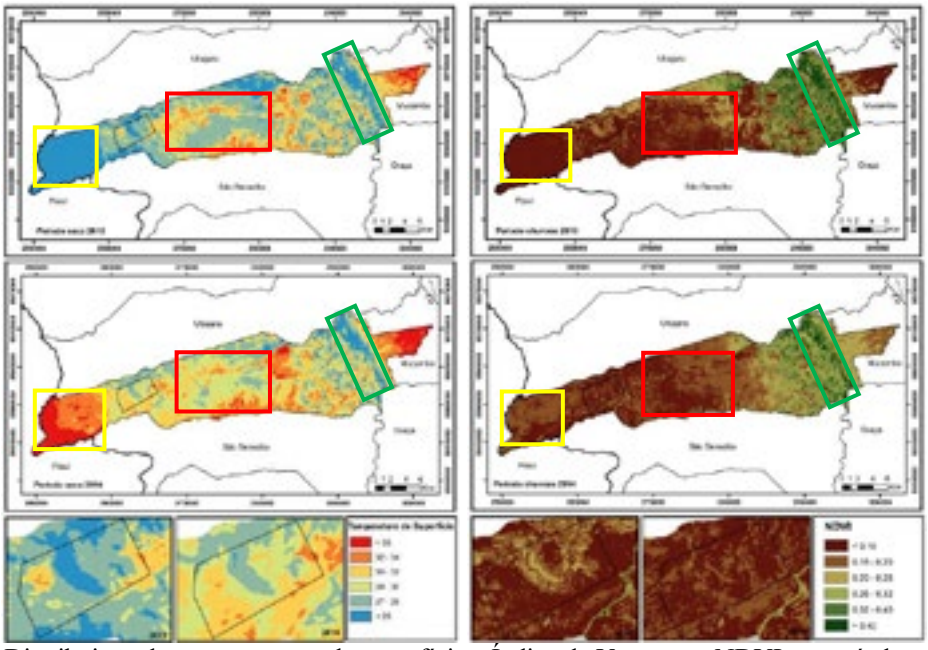


Figura 4 – Distribuição das temperaturas de superfície e Índice de Vegetação NDVI no período seco. Fonte: Elaborado pelas autoras.

Neste contexto, o local onde o parque eólico está situado (Figura 4), se inseriu como umas das áreas que apresentam temperaturas mais acentuadas (quadro preto), com valores que variaram entre 29° a 32°. Além dessa, outras regiões se destacam na determinação de temperaturas elevadas, como nas porções leste, limite com o município de Mucambo, e oeste do município, na divisa com estado do Piauí, tais modificações estão associadas ao padrão de resposta da vegetação das depressões, a caatinga, ao regime pluviométrico, que diminui drasticamente no segundo período do ano.

A área com menor temperatura, assim como no período chuvoso do referido ano, está restrita à unidade de conservação (quadro verde) pertencente a Chapada da Ibiapaba, com temperaturas de 21,1°C. Verifica-se ainda que algumas áreas de plantio de culturas

ISBN: 978-85-7282-778-2

sobressaíram no período seco com altas temperaturas (> 32°C), evidenciando o solo exposto após o período de safra das culturas irrigadas e de sequeiro.

O NDVI do período seco (Figura 4) corrobora com as informações das temperaturas obtidas nas cartas termais do referido período, onde se verifica a expansão das áreas sem cobertura vegetal, encontradas principalmente nas regiões com predominância de vegetação de caatinga caducifólia, que no período seco devido à adaptabilidade as condições climáticas de escassez de chuvas, perdem as folhas para sobreviverem à estiagem. Contudo, na região de maiores altitudes onde predomina uma condição climática diferenciada pela ação do relevo, a vegetação permanece com vigor nas duas estações do ano.

4. Considerações Finais

O sensoriamento remoto se mostrou capaz de identificar as variações na temperatura de superfície, advindas, principalmente, das diferenciações no uso do solo. Observa-se para o período chuvoso dos anos analisados, baixas amplitudes térmicas, resultantes da configuração das temperaturas máximas que foram menores do que as apresentadas no período seco. Já para a estação seca, observa-se a expansão da TST acima dos 30°C estando associadas as áreas com maior ocupação e solo exposto, evidenciadas na porção central do município (quadro vermelho) e nos extremos leste e oeste. As temperaturas mais amenas, inferiores aos 26°C, estão associadas a unidade de conservação da Chapada da Ibiapaba, no setor leste do município (quadro verde) apontando a capacidade que a vegetação apresenta na amenização das temperaturas.

No que tange ao parque eólico, verificamos que o mesmo tem a capacidade de gerar um microclima próprio, a partir da determinação de um padrão de temperaturas que está diretamente relacionado ao estabelecimento espacial dos aerogeradores. Isto se comprova quando se observa os mapas referentes ao ano de 2010, período anterior ao parque, que evidenciam que a TST local era homogênea, com valores de 23° a 25°, no período chuvoso, e, no período seco, 27° a 29°, não apresentando o delineado observado nas cartas termais do ano posterior.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Em contrapartida, as temperaturas na área do parque eólico posterior a sua instalação, denotam modificações no padrão observado. Observa-se que no período chuvoso de 2014, a TST oscilou entre 26° e 27°, e para o período seco, a TST observada se elevou para valores entre 29° e 32°, indicando aumento da temperatura local. Estas informações se revelam no mapa de temperatura do ano de 2014, que corresponde ao ano posterior a instalação do parque e são resultado, das diferenciações climáticas interanuais, mas, também, da influência das alterações na vegetação para alocamento das torres eólicas e estruturação de vias de acesso, indicadas pelo índice NDVI e imagens históricas do *Google Earth*.

Agradecimentos

Agradecemos o financiamento da pesquisa pelos projetos, PRONEM FUNCAP/CNPq Proc. PNE 0112-00068.01.00/16, análise socioambiental da implantação de parques eólicos no Nordeste: perspectivas para a sustentabilidade da geração de energia renovável no Brasil, coordenado pela Profa. Maria Elisa Zanella. E aos projetos CAPES PGPSE Proc. 88887.123947/2016-00, Sistemas Ambientais costeiros e ocupação econômica do Nordeste e CAPES PRINT Proc. 88887.312019/2018-00, Tecnologias socioambientais e metodologias integradas na sustentabilidade territorial: alternativas comunitárias frente as mudanças climáticas, ambos coordenados pelo Prof. Jeovah Meireles.

Referências Bibliográficas

ABEEÓLICA. **Números ABEEólica: novembro de 2018.** Disponível em: http://abeeolica.org.br/2018/11/?post_type=docs&tax=dados-abeeolica>. Acesso em: 28/01/19.

ADECE. **Produção agrícola em 2014**. Disponível em: http://www.adece.ce.gov.br/index.php/agronegocio/producao-agricola. Acesso em: 28/01/2019.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 6. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

BENVENUTI, S. M. P; FEITOSA, F. A. C (orgs). **Diagnóstico do município de Ibiapina**. Disponível em:<http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/16138/Rel_Ibiapina.pdf?sequence=1>. Acesso em 28/01/19.

IPECE. **Perfil Básico Municipal 2017 de Ibiapina**. Ano I, 2017. Disponível em: <http://www.ipece.ce.gov.br/perfil_basico_municipal/2017/Ibiapina.pdf>. Acesso em: 03/09/2018.

MASHIKI, M. Y; CAMPOS, S. Influência do uso e ocupação do solo na temperatura aparente da superfície no município de Botucatu/SP. **Revista energia na agricultura**. Botucatu, vol. 28, n.3, p.143-149, 2013.

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

PIRES, G. E. FERREIRA JUNIOR, L. G. Mapeamento da temperatura de superfície a partir de imagens termais dos satélites Landsat 7 e Landsat 8. **Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto** - SBSR, João Pessoa-PB, Brasil, 25 a 29 de abril de 2015, INPE.

ROUSE, J.W. *et al.* **Monitoring the vernal advancement of retrogradation of natural vegetation**. Greenbelt: National Aerospace Spatial Adminitration, 1973. 371p. NASA/GSFC Type III, Final Report.

SANTOS, F. L. A; SOUZA, M. J. N. Caracterização geoambiental do Planalto cuestiforme da Ibiapaba – Ceará**. Revista Geonorte**, Edição Especial, v.2, n.4, p. 301 – 309, 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

MUDANÇAS CLIMÁTICAS E SEUS IMPACTOS NA DINÂMICA GLOBAL

Luana Maria Soares Nunes[1], Tayran Oliveira dos Santos[2]

[1]Departamento de Ciências Geográficas/Universidade Federal de Pernambuco, Email: luaxnunes@gmail.com

[2]Departamento de Ciências Geográficas/Universidade Federal de Pernambuco, Email: tayran.santos311@gmail.com

Eixo: A climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

As mudanças climáticas apresentam grandes impactos em nosso ecossistema e tem despertado a atenção da comunidade científica nos últimos anos por conta das variações no clima em todo o planeta. Sendo assim, o objetivo da pesquisa foi promover uma reflexão sobre a ação antrópica no processo de mudanças climáticas e os impactos socioambientais causados pelas mudanças na dinâmica do clima. A pesquisa foi feita a partir de uma revisão bibliográfica, apontando os principais autores que estudam sobre o clima, fazendo-se um panorama sobre as mudanças climáticas no Brasil e no Nordeste brasileiro. Este estudo possibilitou uma reflexão e aprofundamento sobre o aquecimento global, uma vez que, o mesmo deixa de ser um fator natural e passa a ser visto como um problema ambiental, o que faz com que a humanidade repense o modo de agir e venha a ter uma melhor relação com o meio ambiente.

Palavras chave: mudanças climáticas, aquecimento global, meio ambiente

1. Introdução

A variação do clima é um fenômeno natural, que apresenta mudanças intensas em algumas fases ao longo da história da Terra. No entanto, a velocidade e a intensidade com que essas mudanças vêm acontecendo nas últimas décadas, mais precisamente a partir do século 19, é considerado por uma gama de pesquisadores da comunidade cientifica, um evento atípico na história do planeta. Os impactos decorrentes da mudança do clima e a possibilidade de que o fenômeno fique mais intenso e irreversível levou a discussões a partir da década de 80 sobre um esforço internacional para combater o problema. É nesse contexto que foi criado em 1988 o Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC), que reúne cientistas do mundo

todo para realizar estudos e projeções, analisando informações científicas, técnicas e dados socioeconômicos mundiais para compreender as mudanças climáticas.

Desde então, o IPCC tem publicado diversos documentos e pareceres técnicos. O primeiro Relatório de Avaliação sobre o Meio Ambiente (Assessment Report) foi publicado em 1990. Já o segundo relatório do IPCC foi publicado em 1995 e acrescentou diversos elementos às discussões, resultando na adoção do Protocolo de Kyoto 2 anos depois.

Este protocolo é um acordo internacional entre os países integrantes da Organização das Nações Unidas (ONU), firmado com o objetivo de reduzir a emissão de gases causadores do efeito estufa e o consequente aquecimento global, criando diretrizes para amenizar o impacto dos problemas ambientais causados pelos modelos de desenvolvimento industrial e de consumo vigentes no planeta.

O terceiro relatório do IPCC foi publicado em 2001, nele a ação humana é considerada como um dos fatores que mais causam mudanças no ciclo natural do clima, sobretudo através da emissão de gases como o dióxido de carbono (CO2), óxido nitroso (N2O) e metano (CH4), que causam o efeito estufa.

O IPCC estima que até o fim deste século a temperatura da Terra deve subir entre 1,8ºC e 4ºC, o que aumentaria a intensidade de tufões e secas. Nesse cenário, um terço das espécies do planeta estariam ameaçadas, além disso populações estariam provavelmente mais vulneráveis à doenças e desnutrição. O grupo também calcula que o derretimento das camadas polares pode fazer com que os oceanos se elevem entre 18 cm e 58 cm até 2100.

A estimativa do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima é de que mais de 1 bilhão de pessoas poderão ficar sem água potável. Sendo assim o objetivo desse Resumo é: Abordar as mudanças climáticas numa escala do macro para o micro, além de debater a participação antrópica no processo de mudanças climáticas e discutir sobre os impactos socioambientais que afetarão a dinâmica do clima.

ISBN: 978-85-7282-778-2

2. Materiais e Métodos

O levantamento deste estudo consistiu numa revisão bibliográfica documental, utilizando-se dos trabalhos dos autores e também dados das organizações que pesquisam sobre as mudanças climáticas globais.

Contudo, sabe-se que é muito divulgado que o nosso planeta passará por mudanças. Com a intervenção antrópica em todo os meios naturais e havendo cada vez mais desgaste dos recursos da natureza é possível já se fazer uma previsão de que ao longo dos anos o planeta sofrerá com essas alterações, mesmo havendo uma diminuição significativa na emissão de gases poluentes.

Os maiores castigados serão os países tropicais como o Brasil, podendo acontecer inundações por conta da intensidade das tempestades e períodos longos de estiagem. Nessas duas situações, a pecuária e a agricultura poderão ser prejudicadas, assim como a sobrevivência de diversas espécies. Outro ponto alarmante é o aumento do nível do mar, que devido ao aumento da temperatura média do planeta ocasionou o derretimento das geleiras.

2.1. Mudanças Climáticas no Brasil

No Brasil existem diversos estudos sobre essa problemática, identificando que ele também está suscetível a tais efeitos. Segundo o IPCC (2007ª) o Brasil teve um aquecimento de cerca de 0,7 ºC nos últimos 50 anos, valor mais alto que a maior estimativa de aumento médio global, de 0,64 ºC. Segundo Carlos A. Nobre v. 59, n. 3, p. 22-27, 2007, "a população e as atividades são sensíveis ao clima, a natureza e o nível das mudanças no futuro podem ser muito importantes para a vida no país".

As mudanças climáticas podem variar de região para região, visto que, enquanto umas cidades sofrem com alagamentos no sul e no sudeste, outras sofrem pelo evento da seca, como é o caso da região nordeste e algumas partes da região norte. As mudanças observadas no clima são avaliadas pelo Grupo de Trabalho I (GT I) do IPCC no Terceiro Relatório (TAR) Climate Change, The Scientific Basis (IPCC, 2001).

ISBN: 978-85-7282-778-2

Alguns estudos mostraram que as mudanças climáticas podem resultar em um colapso da Floresta Amazônica, que é uma rica fonte de biodiversidade, oxigênio e água doce. Contudo, a característica de mudança climática na região não é o único processo sobre o qual é preciso atuar na floresta. O desmatamento direto é uma ameaça mais imediata e pode afetar o clima não só na Bacia Amazônica como também além de seus limites.

2.2. Mudanças Climáticas no Nordeste

A região nordeste sempre sofreu com grandes índices de secas, mas também com grandes índices pluviométricos em algumas macrorregiões. Segundo o autor José A. Marengo (2007) desde o século XVII, quando os portugueses chegaram à região que se encontram relatos de secas. Kane (1989) indicou para o Nordeste que em 29 anos de El Niño, durante 137 anos no período 1849-1985, apenas 12 foram associados a secas na região.

Hastenrath (2001) identificou tendência de longo prazo na chuva do Nordeste e do setor do Atlântico Tropical adjacente, caracterizado por um deslocamento da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e banda de chuvas mais para o Sul da sua posição climatológica. Isto poderia explicar as tendências positivas de chuva no Nordeste, identificadas por Hastenrath e Greischar (1993) e Marengo et al. (1998), e que aparecem detalhadas nos mapas de anomalias globais de chuva no IPCC-TAR (2001 a). Assim, as consequências das mudanças climáticas podem ter impactos sociais e econômicos graves, como o aumento do desemprego, especialmente no setor agrícola, problemas de saúde e aumento da migração para áreas urbanas do mesmo estado ou para outras regiões, como é o caso do grande fluxo migratório que ocorreu para a região sudeste na década de 1960, a migração para a região norte no final do século XIX, esses eventos intensificaram ainda mais o processo chamado de êxodo rural.

3. Considerações Finais

Como apresentado nesse resumo, o clima vem mudando consideravelmente, ocasionando problemas como degradação de terras, ar de má qualidade, aumento da temperatura, mortes por falta da qualidade da água, aumento de secas e cheias, maior absorção

da energia solar e aumento de desastres naturais. Logo, o problema das mudanças climáticas passou de ser um problema natural no tangente aos problemas ambientais, isso faz com que tenhamos que repensar nosso modo de agir com a Terra, pois a expectativa de vida humana está sendo afetada. Na década de 80, as evidências científicas relacionando as emissões de Gases do Efeito Estufa (GEE) causadas por atividades antrópicas, começaram a despertar o interesse público para o problema das mudanças climáticas e suas futuras implicações no ambiente global. (CENAMO, 2004).

No Brasil essa situação é bem distribuída em todo o país, em alguns lugares acontecem secas e em outras enchentes. Em 1990, após o IPCC, o assunto das mudanças climáticas ganhando destaque, exigindo soluções políticas e sociais. No caso mais específico do Nordeste esse problema gera o êxodo rural, a infertilidade do solo, a fome e os mais diversos tipos de mazelas sociais, obrigando todos a ter uma visão mais sustentável do uso dos recursos naturais da região, pois as causas naturais das mudanças climáticas não podem e nem devem ser menos fatais do que o fator antrópico.

É notório que a aceleração da urbanização trouxe efeitos catastróficos ao clima e, consequentemente, à saúde das pessoas. Além disso, as causas e efeitos das mudanças climáticas interligam o passado, o presente e o futuro da história da humanidade, interferindo na vida humana, nos níveis pessoais e globais (UNESCO, 2014a).

Agradecimentos

Agradecemos primeiramente a Deus pelo dom da vida. A nossa família por apoiar nossos sonhos e projetos. E por fim aos nossos amigos por sempre nos motivar.

4. Referências

BASCHER R, Cane M. **Climate variability, climate change and malaria. In: Casman EA, Dowlatabadi H. The contextual determinants of malaria.** Washington DC: RFF Press; 2002. p. 189-215.

CENAMO, M. C. **Mudanças Climáticas, o Protocolo de Quioto e o Mercado de Carbono**.2004. Disponível em: http://www.cepea.esalq.usp.br/pdf/protocolo_quioto.pdf
Cox et al. 2008; Good et al. 2008; Marengo et al. 2008a; b; Tomasella et al. 2010a;

Instituto de Pesquisas Espaciais, Centro de Previsão do Tempo e Estudo do Clima. El Niño e La Niña. São José dos Campos: INPE; 2006. Disponível em: http://www.cptec.inpe.br/enos/

IPCC. **Climate change 2014: impacts, adaptation, and vulnerability.** EUA, 2014.

IPCC. **Climate change 2007ª: Climate change the physical science basis.** EUA, 2007ª.

MARENGO, José A. **Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI.** Brasília: MMA, 2007. 2a edição.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Mudanças Climáticas.** Brasília: MMA, 2011.

NOBRE, Carlos A., Gilvan Sampaio, and Luis Salazar. **"Mudanças climáticas e Amazônia."** *Ciência e Cultura* 59.3 (2007)

R. P. Kane, **Proc. Indian Acad. Sci. (Earth Planet Sci.),** (1989).

S. Hastenrath, J. **Geophysical Research,** 105, (2001).

S. Hastenrath, L. Greischar, **Journal of Climate,** 6, (1993).

UNESCO. **Década da Educação das Nações Unidas para um Desenvolvimento Sustentável, 2005-2014: documento final do esquema internacional de implementação. Brasil,** 2005. 113 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

O AVANÇO DA FRIAGEM NO BRASIL DURANTE QUATRO EVENTOS DE FRENTES FRIAS FORTES QUE PASSARAM POR CUIABÁ-MT NOS ANOS DE 1996, 2001, 2010, 2013

Emanuelle Cristina Amorim de Jesus [(a)], Rodrigo Marques [(b)]

[(a)] Mestranda do Programa de Pós-graduação em Geografia, UFMT, Email: emanuelle.amorim@gmail.com
[(b)] Docente do Programa de Pós-graduação em Geografia, UFMT, Email: rodrigomarques@ufmt.br

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e sociambientais

Resumo

Este trabalho tem o objetivo de avaliar o avanço de quatro frentes frias fortes que passaram por Cuiabá no período de 23/06/1996 a 04/07/1996, 12/06/2001 a 23/06/2001, 09/07/2010 a 20/07/2010, 16/07/2013 a 27/07/2013, alcançando o Norte e Nordeste do Brasil. Foram considerados dados de temperatura máxima, mínima, umidade relativa do ar e precipitação obtidos de estações climatológicas do INMET e CPTEC. Também foram realizadas observações nas imagens de satélite e análises das informações do Boletim Climanálise. Os dados foram organizados em uma tabela Excel e interpolados por meio do procedimento de Ponderação do Inverso da Distância (IDW) com uso do software ArcGis 10.5 para cada variável coletada. Os resultados demonstraram que as Frentes Frias que chegaram à Cuiabá-MT no período indicado avançaram para outras regiões no país, influenciadas, sobretudo pelas correntes de jato em altos níveis que se intensificaram causando o fenômeno de friagem.

Palavras chave: Frente Fria, intensidade, variáveis meteorológicas, friagens

1. Introdução

O continente sul-americano, por evidenciar uma extensa continentalidade, partindo aproximadamente 12ºS até 50ºS de latitude, está propenso a situações de sistemas sinóticos em toda a sua dimensão (Cardozo et al., 2015). Cavalcanti e Kousky (2009) destacam que as Frentes Frias atingem a América do Sul ao longo de todo o ano, sendo conduzidas de sudoeste para nordeste sobre o continente e nas proximidades do oceano atlântico. No inverno, esse fenômeno atua junto a massas de ar de latitudes altas, que geralmente, provocam geadas e friagens no sudeste e sul do Brasil, chegando também a avançar em latitudes baixas algumas vezes, especialmente, no oeste da Amazônia e na extensão costeira da região nordeste.

Em Mato Grosso, há poucos estudos relacionados às condições atmosféricas atuantes, sobretudo, pesquisas referentes às passagens de frentes frias, com destaque para Rosa (2017) que realizou uma análise temporal da atuação das Frentes Frias em Cuiabá nos anos de 1996 a 2015 e propôs a categorização das frentes conforme sua intensidade, sendo detectadas neste período 333 frentes frias. Assim, este trabalho tem o objetivo de avaliar o avanço de quatro frentes frias fortes identificadas por Rosa (2017) que passaram por Cuiabá e avançaram para o Norte e Nordeste do Brasil no período de 23/06/1996 a 04/07/1996, 12/06/2001 a 23/06/2001, 09/07/2010 a 20/07/2010, 16/07/2013 a 27/07/2013.

2. Materiais e métodos

2.1 Dados

Os dados foram obtidos por meio do site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e no Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), a partir das estações meteorológicas convencionais, sendo consideradas as variáveis: Temperatura Máxima absoluta diária (ºC), Temperatura Mínima absoluta diária (ºC), Umidade Relativa do Ar média (%) e Precipitação Acumulada (mm). Foram avaliadas imagens de satélite GOES/NOAA no canal infravermelho do CPTEC/INPE e comparados com o boletim CLIMANÁLISE/CPTEC. Foram utilizadas 202 estações convencionais meteorológicas no Brasil, conforme Figura 01: Para este trabalho foram consideradas 04 frentes frias consideradas fortes em Cuiabá, com período de atuação, conforme Tabela I:

Tabela I - Período das Frentes Frias Intensas em Cuiabá

Inicial	Final
23/06/1996 a	04/07/1996
12/06/2001 a	23/06/2001
09/07/2010 a	20/07/2010
16/07/2013 a	27/07/2013

ISBN: 978-85-7282-778-2

Figura 1- Localização das estações Meteorológicas INMET/CPTEC utilizadas neste trabalho

2.3 Etapas da inserção dos dados coletados

Após coleta de dados nos institutos (INMET e CPTEC), a etapa seguinte consistiu em computar estes dados no Software R, filtrando-os e categorizando-os. Posterior a esse tratamento, os valores das variáveis filtradas foram exportados e convertidos em uma planilha Excel para inseri-los em uma tabela de pontos em um projeto ArcMap. Logo após a plotagem dos pontos, os dados foram interpolados por meio do procedimento de Interpolação pela Ponderação do Inverso da Distância (IDW) para cada variável coletada, utilizando o software ArcGis 10.5, mapeando a área das estações meteorológicas convencionais e identificando as Frentes Frias que passaram por Cuiabá e o avanço delas na área de estudo indicada.

3. Resultados e discussões

3.1. Análise Geral

Os resultados mostraram que os sistemas frontais de intensidade forte que passaram por Cuiabá-MT (1996-2013) avançaram para outras regiões do Brasil, alcançando o norte do estado de Mato Grosso, Rondônia, Acre, extremo noroeste do Amazonas, noroeste do Pará, centro sul de Roraima e centro sul da região nordeste. As frentes que se deslocaram e avançaram sobre essas regiões causaram queda nas temperaturas máximas e mínimas

ISBN: 978-85-7282-778-2

absolutas, em alguns episódios estes valores de queda ultrapassaram mais de 20ºC entre a pré-frontal e a passagem da frente. Na maior parte dos episódios de frentes analisadas, a umidade relativa do ar sofreu aumento significativo e alguns registros de precipitação. Outro fator determinante para o avanço destas frentes refere-se à influência das correntes de jatos em altos níveis que também facilitaram a entrada das frentes no continente brasileiro, sobretudo, os Jatos subtropicais que ficaram posiconados e com maior frequência no período indicado sobre a América do Sul e intensificaram a passagem das frentes. Tendo em vista que em virtude da velocidade do ar mais intenso e da atuação dos anticiclones na retaguarda deste sistema, impulsionaram massas de ar frio que contribuiram para a ocorrência do fenômeno Friagens no interior do continente, proporcionando assim o declínio acentuado da temperatura.

3.2. Frente Fria 1996 (23/06 a 04/07)

Observou-se nas imagens de satélite GOES/NOAA no canal infravermelho que no dia 23/06 uma onda frontal atuava no oceano pacífico Sul e já se aproximava do Chile. O Boletim Climanálise CPTEC/INPE (1996) apontou que em 26/06 o último sistema frontal atuante do mês, originou uma frontogênese no litoral do Paraná, associado a um ciclone no Oceano Atlântico, no litoral de Santa Catarina. Este sistema teve rápido deslocamento, encontrando-se no dia 30/06 sobre o litoral de Vitória-ES. A Figura 02 demonstra que Cuiabá-MT no dia 25/06 apresentava ação de pré-frontal, onde a temperatura máxima atingiu 29,5ºC, mínima de 19,4 ºC e umidade relativa do ar em 58,5%. Por sua vez, em 29/06, foi registrada queda na temperatura, apontando máxima de 13ºC, mínima de 7ºC e umidade relativa do ar em 77%. Esta Frente Fria atingiu outros municípios de Mato Grosso, em 29/06, Alta Floresta-MT no norte do estado, indicou mínima de 10,8ºC e umidade relativa do ar de 75%. Já em domínio pré-frontal, na data de 26/06, Alta Floresta-MT atingiu mínima 18,1ºC.

Na região Norte do país, a Frente Fria atingiu o extremo noroeste do Amazonas, conforme a Figura 2. Em São Gabriel da Cachoeira-AM, a máxima alcançada foi de 20,5ºC em 01/07, derrubando a máxima em 10,7ºC, uma vez que em 27/06 na pré-frontal, a máxima

ISBN: 978-85-7282-778-2

foi de 31,2ºC. Este sistema frontal também alcançou o noroeste do Pará, em Óbidos-PA, no dia 02/07 a máxima registrada foi de 26ºC com umidade relativa do ar em 93,25%, já em 29/06 (pré-frontal) a máxima foi de 32,8ºC e umidade relativa do ar em 77,75%. No Acre a frente fria alcançou o noroeste do estado. Cruzeiro do Sul-AC registrou máxima de 31,9ºC em 26/06. Já em 29/06, a máxima foi de 17,8ºC, mínima de 11,2ºC e precipitação acumulada de 4,70mm. A frente fria também atingiu Vilhena-RO, a mínima registrada em 27/06 foi de 19,5ºC e umidade relativa do ar de 89% . Por sua vez, em 29/06, a mínima foi de 7,4ºC, causando queda abrupta de 12,1ºC na mínima registrada, já a umidade relativa do ar foi de 56% em 29/06. Em Roraima, o avanço da frente alcançou Boa Vista-RR, onde a máxima foi de 31,5ºC, mínima de 22,6ºC, umidade relativa do ar em 92% e precipitação acumulada de 34,80 mm em 30/06, na pré-frontal em 02/07 ocorreu queda na temperatura, visto que a máxima registrada foi de 23,4ºC, mínima de 20,5ºC, umidade relativa do ar em 96,5% e precipitação acumulada de 3,40mm. A frente fria alcançou o sul da região nordeste, Vitória da Conquista-BA em 28/06 (pré-frontal) registrou máxima de 30ºC, mínima de 18,8ºC, umidade relativa do ar em 62%, não houve precipitação. Já em 01/07 houve queda na temperatura máxima e mínima, que apresentaram respectivamente 18,2ºC e 9,6 ºC, umidade relativa do ar em 97% e precipitação acumulada em 1,6mm.

No período indicado, a menor temperatura máxima registrada foi no município de São Joaquim-SC que apresentou máxima de 3ºC em 28/06, a menor temperatura mínima apontada foi em Bagé-RS que atingiu -3,9ºC na data de 29/06. Já Torres-RS, registrou o maior acumulo de precipitação em 27/06, com 74,5mm. São Joaquim-SC e São Gabriel da Cachoeira-AM apresentaram 100% de umidade relativa do ar em 27/06 e 02/07, respectivamente.

ISBN: 978-85-7282-778-2

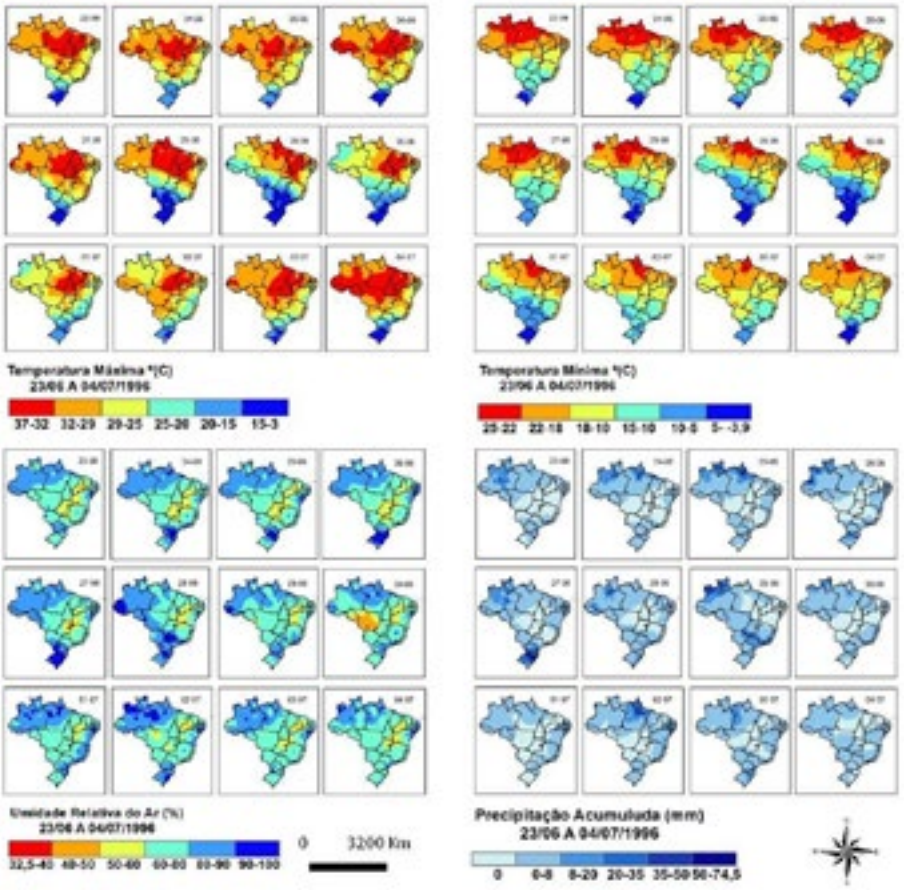


Figura 2 - Friagem que atuou entre Frente Fria ocorrida em 23/06 a 04/07/1996

3.3. Frente Fria 2001 (12/06 a 23/06)

O Boletim Climanálise CPTEC/INMET (2001) afirmou que oito sistemas frontais atuaram no mês de junho de 2001. Nas imagens de satélite GOES/NOAA, percebe-se que no dia 13/06 a atuação de um sistema frontal no Pacífico Sul que se deslocou para o continente, avançando pela Argentina e alcançando o Brasil, neste mesmo período já havia uma Frente Fria atuante na região sul do Brasil. Conforme a Figura 3, Cuiabá-MT em 16/06 apresentava ação de pré-frontal, registrando máxima de 35,4ºC, mínima de 23ºC, umidade relativa do ar em 51,75% e não houve precipitação. Já em 19/06, os termômetros registraram máxima de 14,4ºC e mínima de 11,8ºC e umidade relativa do ar de 76,75% em 10/06. A frente fria avançou para o norte do estado, Matupá-MT registrou máxima de 33 ºC e mínima de 18ºC em

ISBN: 978-85-7282-778-2

18/06, já em 19/06, houve queda nas temperaturas máximas e mínimas, que apontaram 20,2ºC e 13ºC, respectivamente. Foi observado o avanço da frente fria para região norte até o extremo noroeste do Amazonas, bem como, nos estados do Acre, Rondônia, noroeste do Pará e centro sul de Roraima. No noroeste do Amazonas, São Gabriel da Cachoeira-AM em 17/06 (Pré-frontal) apresentou máxima de 33,4ºC, mínima de 21,1ºC e umidade relativa do ar 86%, a precipitação acumulada foi de 5,8mm. Já em 20/06 a máxima foi de 22,6ºC, mínima de 18,3ºC, umidade relativa do ar de 93,7% e precipitação acumulada de 4,6mm.

No Acre, em Rio Branco-AC em 16/06 (pré-frente) apontou máxima de 31,1ºC, mínima de 20,1ºC, umidade relativa do ar em 89,25%, não ocorreu precipitação, por sua vez em 18/06, os termômetros alcançaram 16,2ºC de máxima, mínima de 11,8ºC, umidade relativa do ar em 91% e precipitação acumulada em 27,5mm. No Pará em 19/06 (pré-frontal), no município de Óbidos-PA, médio norte do estado, o registro de temperatura máxima foi de 32,1ºC, mínima de 23,1ºC, umidade relativa do ar em 83,2%, não houve precipitação. Já em 22/06 houve queda na temperatura, uma vez que a máxima e mínima registradas foram de 24,8ºC e 22ºC, a umidade relativa do ar alcançou 95% e registrou precipitação acumulada de 10,7mm. Em Vilhena-RO, a frente fria derrubou a temperatura mínima em 9,5ºC, uma vez que em 20/06, ela foi de apenas 9ºC comparado ao dia 17/06 que apontou 20,5ºC de temperatura mínima. Caracaraí-RR, no centro sul do estado, registrou máxima de 33ºC, mínima de 21,6ºC e umidade relativa do ar de 88% em 15/06 (pré-frente), não apontando precipitação. Já em 21/06 a máxima foi de 25,5ºC, mínima de 19,8ºC, aumento na umidade relativa que chegou a 93,5% e com incidência de precipitação acumulada em 9 mm. A menor temperatura encontrada neste período foi registrada em 22/06 no município de Bom Jesus-RS apresentando mínima de -4,8ºC, máxima de 7,4ºC. Já o maior índice de umidade relativa do ar ocorreu em Vilhena-RO que apontou 100% no dia 17/06. Natal-RN apresentou o maior volume de precipitação acumulado, com 153,1mm em 17/06.

ISBN: 978-85-7282-778-2

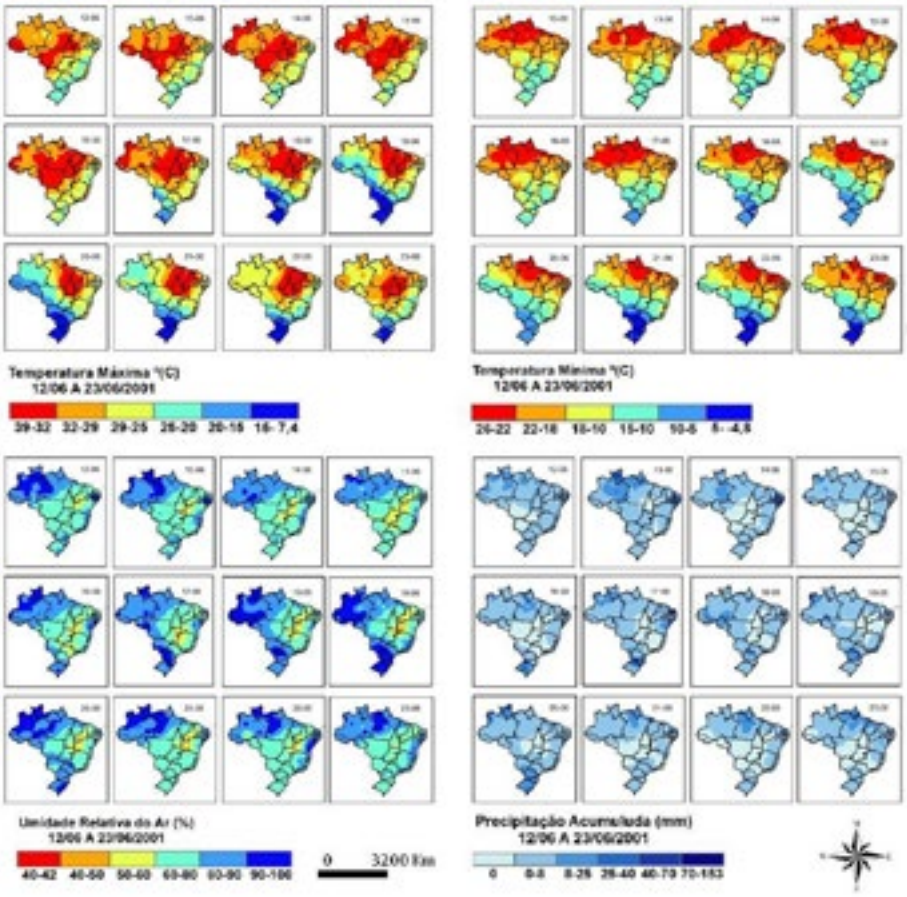


Figura 3 - Frente Fria ocorrida entre 12/06 a 23/06/2001

3.6 - Frente Fria 2010 (09/07 a 20/07)

Oito sistemas frontais foram registrados no Brasil em Julho. O mais intenso deles, ocorreu na 2ª quinzena, no qual o seu ingresso deu-se pelo interior do continente e esteve relacionado à entrada de uma acentuada massa de ar frio que resultou em geada no Sul e Sudeste do país, bem como, ocasionou o fenômeno de friagem nas Regiões Centro-Oeste e Norte do Brasil, sendo ele intensificado pela corrente de jato em altos níveis. (CLIMANÁLISE, 2010). Conforme a Figura 4, Cuiabá-MT em 13/07 apresentou ação de pré-frontal, registrando máxima de 35,1ºC, mínima de 15,3ºC, umidade relativa do ar em 70,5% e precipitação acumulada de 02 mm. Já em 18/07, os termômetros registraram queda na temperatura máxima que chegou a 12,3ºC, derrubando em 22,8ºC a máxima, a mínima

ISBN: 978-85-7282-778-2

registrada foi de 9,1ºC, a umidade relativa do ar era de 70,5% e alcançou 86,8%, não houve precipitação. A frente fria avançou sobre o centro sul do estado, em Diamantino-MT a máxima registrada foi de 35,6 ºC e mínima de 20,4ºC em 12/07, já em 14/07, houve queda nas temperaturas máximas e mínimas, que apontaram 24,8ºC e 12,2ºC, respectivamente. A umidade relativa do era de 59% e alcançou 76% em 13/07. Na figura 07, observa-se também o deslocamento da frente fria para a região norte até o noroeste do Amazonas, bem como, nos estados do Acre e Rondônia. No Amazonas, São Gabriel da Cachoeira-AM, noroeste do estado, a máxima foi de 35ºC, mínima de 22ºC, umidade relativa do ar 91% e precipitação acumulada de 4,20 mm em 16/07 (pré-frontal). Por sua vez, em 18/07 a máxima apontada foi de 22,6ºC, mínima de 18,3ºC. A umidade relativa do ar em 17/07 registrou 94,5% e precipitação acumulada de 23,4mm. No Acre, em Rio Branco-AC no dia 13/07 a máxima apontada foi de 34ºC, mínima de 20,7ºC, umidade relativa do ar em 78,5%, não ocorreu precipitação. Já em 17/07, os termômetros alcançaram 14,7ºC de máxima, mínima de 12,1ºC, umidade relativa do ar em 73,75%, também não ocorreu precipitação. No noroeste do estado, Cruzeiro do Sul-AC, apontou máxima em 13/07 de 33,4ºC, mínima de 21,8ºC, umidade relativa do ar em 82,75%, não houve precipitação. Já em 17/07, a máxima e mínima registradas foram de 15,8ºC e 12,5ºC, a umidade relativa do ar alcançou 93,25% e registrou precipitação acumulada de 5,7 mm. Em Vilhena-RO, a frente fria derrubou a temperatura máxima em 15,6ºC, uma vez que em 12/07 (pré-frontal) ela alcançou 32,1ºC comparado ao dia 17/07 que apontou 16,5ºC. Já as mínimas nestas datas foram de 20ºC e 8,20ºC, respectivamente. Na região nordeste, a frente fria avançou sobre o centro sul da Bahia, em 14/07 Itiruçu-BA apresentou máxima de 27,3ºC e mínima de 17,2ºC, não houve precipitação. Já em 16/07 a máxima registrou queda, chegando a 19,7ºC, mínima de 16,3ºC e apontando precipitação acumulada de 5,2mm. A menor temperatura mínima encontrada neste período foi em São Joaquim-SC com mínima em -1,8ºC em 13/07, a menor máxima em Passo Fundo-RS que registrou 6,8ºC na mesma data.

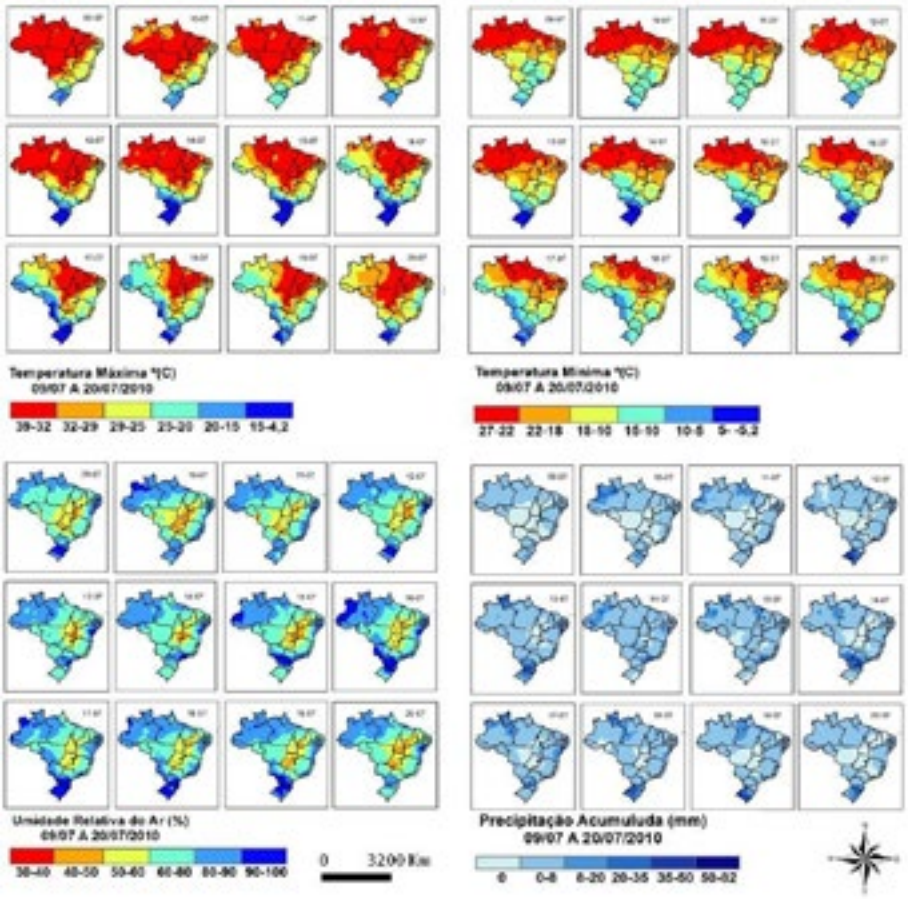


Figura 4 - Frente Fria ocorrida entre 09/07 a 20/07/2010

3.8 - Frente Fria 2013 (16/07 a 27/07)

Dos seis sistemas frontais atuaram no território brasileiro em julho, o quinto e sexto apresentaram características subtropicais, sendo o quinto dele na segunda quinzena do mês, o mais continental e relacionado à massa de ar frio, influenciando na queda de temperatura no sul da Região Norte e oeste da Região Centro-Oeste. (CLIMANÁLISE, 2013). A Figura 5 mostra que em Cuiabá-MT no dia 22/07 apresentou ação de pré-frontal, registrando máxima de 36ºC, mínima de 15,4ºC. Já em 24/07, os termômetros registraram 12,7ºC de máxima e 5,6ºC de mínima derrubando assim em 23,3ºC a máxima e em 9,8ºC a mínima, a umidade relativa do ar era de 75,6% e alcançou 80,6% em 23/07, não houve precipitação no período. No avanço para o centro do estado, em Diamantino-MT, a máxima registrada foi de 35,6 ºC e

ISBN: 978-85-7282-778-2

mínima de 20,4ºC em 21/07 (pré-frontal). Já em 24/07, houve máxima de 18,3°C e mínima de 9,8ºC. A umidade relativa aumentou de 66,5% para 74% em 22/07.

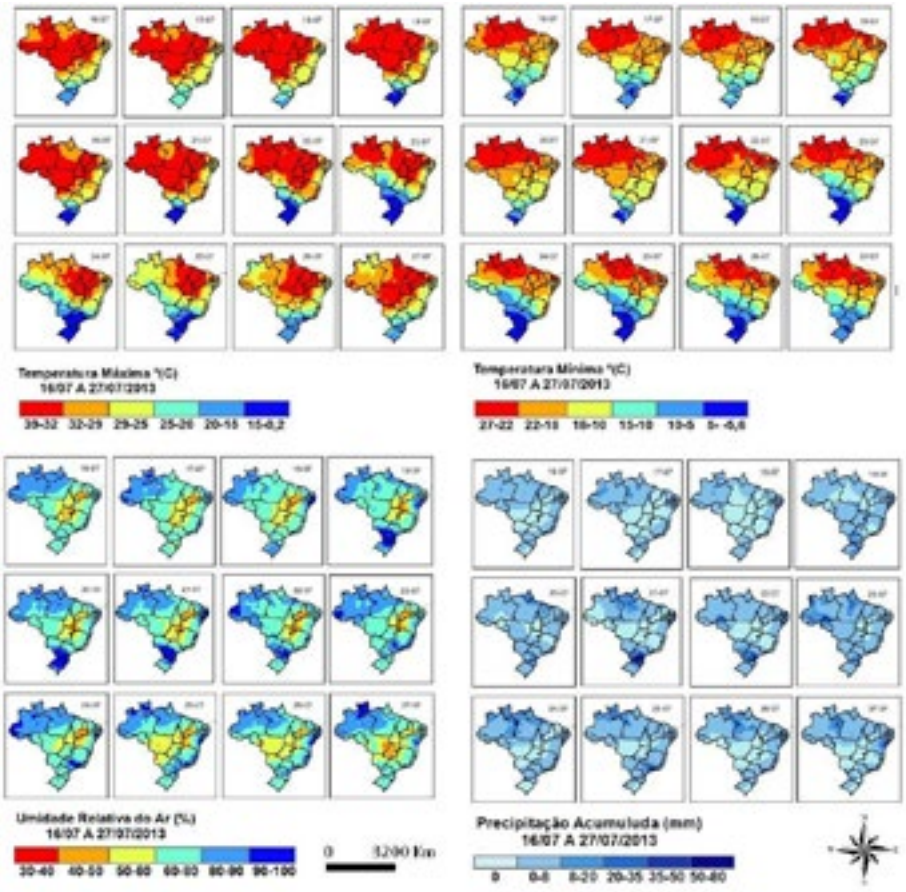


Figura 5 - Frente Fria ocorrida entre 16/07 a 27/07/2013

Na região norte, a frente fria avançou até o noroeste do Amazonas, bem como, nos estados do Acre e Rondônia. No Amazonas, São Gabriel da Cachoeira-AM, noroeste do estado, apontou máxima de 33,9ºC, mínima de 23,8ºC, umidade relativa do ar de 82,5% em período pré-frontal. Já em 26/07 a máxima apontada foi de 23,9ºC, mínima de 19ºC. A umidade relativa do ar em 17/07 registrou 91% e precipitação acumulada de 15,6mm em 24/07. No Acre, em Tarauacá-AC, noroeste do estado, a máxima registrada em 21/07 (pré-frente) foi de 33,2ºC, mínima de 21,6ºC, umidade relativa do ar em 83,25%, não houve

ISBN: 978-85-7282-778-2

precipitação, já em 24/07, a máxima e mínima registradas foram de 20,5ºC e 13,1ºC, a umidade relativa do ar alcançou 92%, não houve precipitação no período. Em Vilhena-RO, a frente fria derrubou a temperatura máxima em 13,7ºC, uma vez que em 22/07, ela alcançou 30,8ºC comparado ao dia 24/07 que apontou 17,1ºC. Já as mínimas nestas datas foram de 17,1ºC e 7,7ºC, respectivamente. As menores temperaturas registradas ocorreram em São Joaquim-SC, entre 23/07 e 24/07, apresentando mínima de -5,6ºC.

4 .Considerações finais

Os resultados alcançados demonstraram que as frentes frias fortes analisadas que chegaram à Cuiabá, avançaram sobre outras regiões no Brasil, alcançando o norte do estado de Mato Grosso, Rondônia, Acre, extremo noroeste do Amazonas, noroeste do Pará, centro sul de Roraima e o centro sul da região nordeste. Também se constatou que as correntes de altos níveis (Jatos subtropicais) mais frequentes e posicionadas na América do Sul nesta época (inverno) contribuiram para o deslocamento das frentes frias para latitudes mais baixas ao penetrar o interior do continente brasileiro, causando o fenômeno da friagem.

5. Referências Bibliográficas

CARDOZO, A. B.; REBOITA, M.S., GARCIA, S.R. **Climatologia de Frentes Frias na América do Sul**. In: Revista Brasileira de Meteorologia – Ano 11 – vol 17 – JUL/DEZ 2015.

CAVALCANTI, I. F. A.; KOUSKY, V. E. **Frentes frias sobre o Brasil**. In: Cavalcanti, I. F. A.et al. (orgs). Tempo e Clima no Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2009, p.136-147.

CPTEC, **Centro de previsão de tempo e estudos climáticos**. Base de dados. Disponível em:< http://bancodedados.cptec.inpe.br/downloadBDM/>. Acesso em: 10 nov. 2018.

_____. **Boletim Mensal Climanálise.** Vários números, 1996-2013. Disponível em: < http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/> Acesso em: 14 jan. 2019. **Imagens de Satélite.** Várias imagens, 1996-2013. Disponível em: < http://satelite.cptec.inpe.br/acervo/goes16.formulario.logic?i=br. Acesso em: maio. 2018.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. **Estações e Dados**. Banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa (BDMEP). Disponível em: < http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep.> Acesso em: maio. 2018.

ROSA, G. R. **Análise temporal da atuação das frentes frias em Cuiabá-MT:** 1996-2015. Dissertação de mestrado. Departamento de Geografia-UFMT, 2017.

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

ANÁLISE DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA NO MUNICÍPIO DE SALVADOR – BA

Ivonice Sena de Souza[(a)], Ana Paula Sena de Souza[(b)], Rafael Vinícius de São José[(c)], Emanuel Fernando Reis de Jesus.[(d)]

[(a)] Programa de Pós-Graduação em Ciências da Terra e do Ambiente, Universidade Estadual de Feira de Santana-BA, anappaullasouza@yahoo.com.br

[(b)] Programa de Pós-Graduação em Ciências da Terra e do Ambiente, Universidade Estadual de Feira de Santana-BA, vonisouza@yahoo.com.br

[(c)] Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, SP, zerafavini16@gmail.com

[(d)] Departamento de Ciências Humanas e Filosofia, Universidade Estadual de Feira de Santana-BA, emanuelfreis@hotmail.com

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais.

Resumo

O estudo do clima é de singular relevância, sobretudo, em função da sua interferência na dinâmica processual da natureza. Este artigo tem por objetivo analisar uma série de dados de precipitação pluviométrica do município de Salvador, numa série de 25 anos (1978-2003) e construir um quadro com os registros de desastres ambientais provocados pela pluviosidade no município de Salvador (1995-2005). Para tanto, fez-se necessário realizar pesquisa bibliográfica, bem como coleta, análise e interpretação de dados pluviométricos. Adicionalmente, organizou-se um quadro com os dados pluviométricos para o município de Salvador, no fragmento temporal de 1978-2003. O resultado destas análises demonstrou que a média histórica para o município de Salvador foi de 20533,8 mm, sendo os anos 1989 e 1993 considerados o mais e o menos chuvoso, respectivamente, com valores anuais de 3041,7 mm e 1235, 4 mm. Constatou-se, também, que segmento temporal de 1995 a 2005, o maior registro de desastres ambientais desencadeados pelas precipitações pluviométricas ocorreu em 1999, apresentando o maior número de feridos. No entanto, embora este ano tenha apresentado o maior número de ocorrências, observou-se que o maior índice de mortes e desabrigados ocorreu em 1995.

Palavras chave: hidrometeoro, impactos ambientais, clima urbano**.**

1. Introdução

A climatologia é um dos ramos da Geografia Física e tem como preocupação estudar a evolução dos fenômenos meteorológicos e sua espacialização, ou seja, tem como objeto o

estudo geográfico do clima (STEINKE, 2012). Sob esta ótica, pode-se perceber que o estudo da climatologia, como subdivisão da Geografia Física, adquire um caráter mais antropocêntrico.

Sendo assim, o estudo do clima é de singular relevância, sobretudo, em função da sua interferência na dinâmica processual da natureza. Adicionalmente, este componente físico atua na constituição dos solos, na decomposição das rochas, na elaboração das formas superficiais da Terra, no regime dos rios e das águas subterrâneas, no aproveitamento dos recursos econômicos, na natureza e no ritmo das atividades agrícolas, nos tipos de cultivos praticados, nos sistemas de transportes e, inclusive, na distribuição dos seres humanos na Terra (TORRES e MACHADO, 2008).

O clima de cada local é caracterizado pela temperatura, pressão atmosférica, umidade etc. Esses elementos meteorológicos são influenciados pelos fatores geográficos do clima, que por sua vez, correspondem às características geográficas dos lugares que diversificam as paisagens, como, por exemplo, a latitude, o relevo, a continentalidade/maritimidade e as atividades antrópicas (SOUZA e MIRANDA, 2013).

O ser humano, também, pode influenciar o clima deliberadamente ou inadvertidamente e um dos maiores impactos antrópicos sobre o clima, são as cidades. O homem tem exercido um impacto tão grande nas áreas urbanas que o clima urbano é totalmente distinto, em suas características, do clima das áreas rurais circundantes (TORRES e MACHADO, 2008).

Para Nunes (2015), a cidade evidencia as maneiras pelas quais a sociedade se organiza no território, estabelecendo-se na maior modificação do ambiente natural. Como essa alteração tem sido mais veloz do que a dinâmica dos processos físicos, ela colabora intensamente para gerar e ampliar os riscos que, em situações copiosas, se transformam em desastres. Observa-se que as cidades registram maior precipitação pluvial do que os campos e áreas periféricas, em virtude das atividades antrópicas nesse meio produzirem maior número de núcleos de condensação (poluentes).

Tendo em vista essa premissa, o estudo do clima deve ser levado em consideração no planejamento urbano, principalmente na construção de moradias, já que o as construções desordenadas em áreas de encostas constituem um grande problema a ser enfrentado pela população brasileira, principalmente em áreas litorâneas. Esse é um problema que em época de fortes chuvas afeta a vida de muitas pessoas, uma vez que muitas delas perdem a vida devido à alta vulnerabilidade aos desastres ambientais desencadeados pela chuva.

Neste contexto, o objetivo geral do trabalho foi analisar uma série de dados de precipitação pluviométrica do município de Salvador, numa série de 25 anos (1978-2003) e construir um quadro com os registros de desastres ambientais provocados pela pluviosidade no município de Salvador (1995-2005). Segundo Santos (2008), Salvador é a cidade com maior número de desastres naturais associados a chuvas intensas no litoral da Região Nordeste (SANTOS, 2008).

2. Materiais e Métodos

2.1 Área de estudo

Salvador é um município brasileiro, capital do estado da Bahia (Figura 1), localizado na Mesorregião Metropolitana de Salvador, na Região Nordeste do Brasil. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010) essa capital brasileira possuía 3 573 973 habitantes recenseados em 2010, tornando-a terceira área metropolitana mais populosa do Nordeste.

ISBN: 978-85-7282-778-2

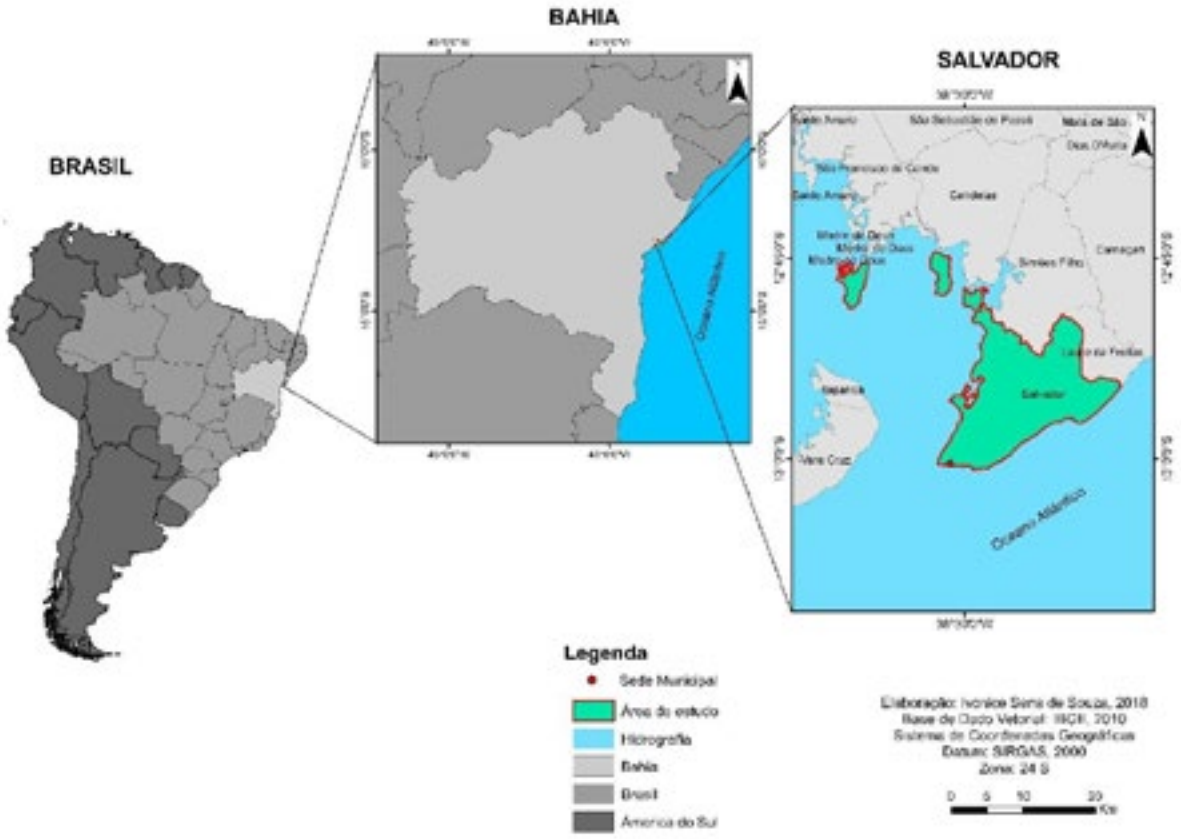


Figura 1- Localização do município de Salvador/BA.

Realizou-se, neste trabalho, uma análise estatística descritiva dos dados de precipitação pluviométrica. Para tanto, realizou-se a coleta e análise dos dados de precipitação de 1978 a 2003 do município de Salvador, extraídos do banco de dados do IV Distrito Meteorológico do Brasil, gerando uma normal climatológica (com 25 anos de dados).

Vale salientar que o emprego desta metodologia apoia-se em Santos (2013); Santos et al (2016); Santos e Aquino (2017). A metodologia utilizada por estes pesquisadores está baseada no estudo de séries históricas de dados pluviométricos, sendo estas séries constituídas pelos totais de chuva (anuais e mensais). Em seguida, os dados foram tabulados em planilhas eletrônicas e organizados de modo que fosse possível gerar a média e o total de precipitação pluviométrica anual para cada ano.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Com o intuito de perceber a contribuição de cada mês no regime pluviométrico da área de estudo, elaborou-se a partir dos percentuais pluviométricos o pluviograma de Schröder, que, por sua vez, possibilitou observar o mês mais e menos chuvoso de cada ano, bem como o ano com maior e menor volume pluviométrico do município de Salvador.

Adicionalmente, construiu-se o quadro com os registros de desastres ambientais provocados pela pluviosidade no município de Salvador (1995-2005). Este quadro foi composto pelo número de ocorrências, número de mortes, número de feridos, número de desabrigados e o total de chuvas para cada ano.

3. Resultados e Discussão

Segundo Nimer (1989), a circulação secundária no Nordeste é oriunda de diversos quadrantes, se configurando nas correntes perturbadas do Norte, do Sul, do leste e oeste.

Para efeito do presente trabalho e visando obter um panorama dos aspectos climáticos do município de Salvador, utilizou-se dados mensais de precipitação pluviométrica referente ao período de 1978 a 2003. Vale salientar, porém, que os teóricos preconizam que estudos climatológicos com base em séries históricas devem utilizar dados com 30 anos ou mais, porém, neste trabalho utilizamos, apenas, uma série de 25 anos.

Em Salvador, a ocorrência de precipitações pluviométricas é provocada, principalmente, pelas perturbações sinóticas que estacionam sobre a cidade, bem como pela atuação das frentes frias, que, por sua vez, causam episódios calamitosos em Salvador.

Na série analisada, verificou-se que os meses mais chuvosos são abril, maio, junho e julho e os meses mais secos são janeiro e fevereiro (Tabela I). O maior volume de precipitação pluviométrica ocorreu em 1989, apresentando um total de 3041,7 mm, enquanto que o menor total de precipitação ocorreu em 1981, com apenas 1489, 4 mm. Em relação à variação mensal da precipitação, pode-se constatar que o mês de abril é considerado o mais chuvoso no município, enquanto dezembro foi menos chuvoso da série. Foi possível apontar, também, que a estação chuvosa em Salvador concentra-se nos meses de abril a maio.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Tabela I- Dados de Precipitação Pluviométrica do município de Salvador de 1978-2003.

Mês / Ano	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Mm/ mês	(x)
1978	53,7	41,2	240,3	261,3	357,0	458,3	240,2	114,5	129,1	143,7	78,4	163,2	2280,9	190,0
1979	126,4	201,2	60,6	299,1	125,1	284,1	187,3	73,6	27,0	23,2	109,0	47,8	1564,4	130,3
1980	186,1	364,2	70,2	79,9	197,4	146,7	128,3	168,9	157,3	89,0	306,8	54,7	1949,5	162,4
1981	54,8	94,3	197,4	246,3	203,3	268,0	194,7	63,3	19,6	40,9	46,1	60,7	1489,4	124,1
1982	19,6	149,2	11,3	424,1	333,6	345,4	152,0	87,8	133,9	105,7	17,2	23,1	1802,9	150,2
1983	27,0	96,4	227,2	186,1	63,1	324,5	103,5	186,8	92,0	127,5	100,3	45,8	1580,2	131,6
1984	44,5	29,7	217,3	889,8	356,3	219,3	130,6	134,0	206,6	111,3	37,2	27,0	2403,6	200,2
1985	119,3	99,1	71,0	869,0	381,1	167,4	223,4	157,4	66,2	111,5	252,0	183,2	2700,6	225,0
1986	93,1	30,5	274,4	400,9	249,0	197,4	140,4	153,8	234,0	272,3	163,5	106,2	2315,5	192,9
1987	21,0	61,9	130,0	147,2	215,9	227,5	238,7	111,5	102,3	14,8	224,3	44,7	1539,8	128,3
1988	169,8	80,6	330,6	272,0	179,1	236,6	292,8	136,7	49,7	77,3	138,2	174,0	2137,4	178,1
1989	190,3	28,7	153,0	410,4	651,0	246,0	183,3	199,4	249,8	133,3	149,3	447,2	3041,7	253,4
1990	51,1	34,0	70,6	52,0	326,1	211,7	266,5	208,7	134,3	396,9	32,1	247,9	2031,9	169,3
1991	188,4	86,8	112,9	304,4	300,0	316,5	100,2	129,1	73,9	30,9	96,6	31,0	1770,7	147,5
1992	76,7	217,3	94,3	128,4	107,0	197,0	196,1	102,5	93,3	23,8	207,6	132,7	1576,7	131,3
1993	12,7	7,7	12,3	107,9	386,8	180,8	117,4	164,6	72,7	110,0	48,9	13,6	1235,4	102,9
1994	30,0	65,2	240,3	424,9	197,6	477,8	336,5	198,5	101,0	120,9	49,2	44,9	2285,8	190,5
1995	18,9	35,0	81,8	286,2	473,5	245,3	178,0	78,3	67,3	16,5	156,4	41,9	1679,1	139,9
1996	55,9	102,9	59,9	757,8	187,5	178,5	202,4	124,0	206,4	111,1	228,6	73,8	2287,8	190,7
1997	38,3	225,6	277,6	346,9	165,4	168,7	183,1	52,0	30,0	130,1	26,8	24,9	1669,4	139,9
1998	62,9	55,6	117,2	206,0	250,9	358,3	306,5	155,4	63,9	111,8	65,3	34,5	1788,3	149,0
1999	99,3	102,9	313,9	376,6	376,8	185,0	224,6	323,5	141,1	163,9	275,5	94,2	2677,3	223,1
2000	29,5	85,5	191,9	365,4	248,5	310,5	201,1	136,3	161,6	15,9	74,3	88,0	1908,5	159,0
2001	95,2	26,5	264,0	103,5	199,2	195,8	220,3	149,7	190,8	202,3	30,3	112,1	1791,8	149,3
2002	252,4	103,1	102,1	69,3	351,6	208,2	254,8	162,8	258,7	16,0	25,2	22,7	1826,9	152,2
2003	26,7	97,3	206,3	185,8	550,5	237,5	186,5	136,7	168,7	72,2	123,6	14,9	2007,9	167,3
(x)	85,7	100,9	165,1	302,4	270,1	228,1	185,3	134,1	116,7	100,6	102,7	83,5	513,5	156

Fonte: IV Distrito Meteorológico do Brasil, INMET/MA, 2009
Org. por Souza (2015).

O percentual mensal das precipitações anuais está quantificado na tabela II. Os meses que registraram a concentração dos maiores percentuais de chuvas anuais na série 1978 – 2003 foram, respectivamente, abril, maio, junho e julho.

Em relação aos totais anuais de chuvas do munícipio de Salvador, durante o período de 1978 a 2003, nota-se que fevereiro e março de 1993 apresentaram a menor percentagem durante a série estudada, com, apenas, respectivamente, 0,6% e 0,9%. Já a maior percentagem (37%) ocorreu em abril de 1984.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Tabela II- Distribuição Percentuais das Precipitações Pluviométricas Mensais em Relação aos Totais Anuais do município de Salvador no Período de 1978- 2003.

Mês / Ano	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	P(m/mês)
1978	2,3	1,8	10,5	11,4	15,6	20,0	10,5	5,0	5,6	6,3	3,4	7,1	2280,9
1979	8,0	12,8	3,8	19,1	7,9	18,1	11,9	4,7	1,7	1,4	6,9	3,0	1564,4
1980	9,5	18,6	3,6	4,0	10,1	7,5	6,5	8,6	8,0	4,5	15,7	2,8	1949,5
1981	3,6	6,3	13,2	16,5	13,6	10,0	13,0	4,2	1,3	2,7	3,0	4,0	1489,4
1982	1,0	8,2	0,6	23,5	18,5	19,1	8,4	4,8	7,4	5,8	0,9	1,2	1802,9
1983	1,7	6,1	14,3	11,7	3,9	20,5	6,5	11,8	5,8	8,0	6,3	2,8	1580,2
1984	1,8	1,2	9,0	37,0	14,8	9,1	5,4	5,5	8,5	4,6	1,5	1,1	2403,6
1985	4,4	3,6	2,6	32,1	14,1	6,1	8,2	5,8	2,4	4,1	9,3	6,7	2007,6
1986	4,0	1,3	11,8	17,3	10,7	8,5	6,0	6,6	10,1	11,7	7,0	4,5	2315,5
1987	1,3	4,0	8,4	9,5	14,0	14,7	15,5	7,2	6,6	0,9	14,5	2,9	1539,8
1988	7,9	3,7	15,4	12,7	6,4	11,0	13,6	6,3	2,3	3,6	6,4	8,1	2137,4
1989	6,2	1,0	5,0	13,5	21,5	8,0	6,0	6,5	8,2	4,3	5,0	14,8	3041,7
1990	2,5	1,6	3,5	2,5	16,0	10,5	13,4	10,2	6,6	19,5	1,5	12,2	2031,9
1991	10,6	4,9	6,3	17,1	24,2	17,8	5,6	7,2	4,1	1,7	5,4	1,7	1770,7
1992	5,0	13,8	6,0	8,2	6,7	12,4	12,4	6,5	6,0	1,5	13,1	8,4	1576,7
1993	1,02	0,6	0,9	8,7	23,0	14,6	9,5	13,3	5,8	8,9	3,9	1,1	1235,4
1994	1,31	2,8	10,5	18,5	9,3	20,8	14,7	8,6	4,4	5,2	2,1	1,9	2287,8
1995	1,0	2,0	4,8	17,0	28,3	14,6	10,6	4,6	4,0	0,9	9,3	2,4	1679,1
1996	2,5	4,5	2,6	33,2	8,1	7,8	8,8	5,5	9,0	4,8	9,9	3,3	2287,8
1997	2,2	13,5	16,6	20,7	8,6	10,1	10,9	3,1	1,7	7,7	1,6	1,4	1669,4
1998	3,5	3,1	6,5	11,5	14,0	20,0	17,1	8,6	3,5	6,2	3,6	1,9	1788,3
1999	3,0	3,8	11,7	14,0	14,0	6,9	8,3	12,0	5,2	6,1	10,2	3,5	2677,3
2000	1,5	4,4	10,0	19,1	13,0	16,2	10,5	7,1	8,4	0,8	3,8	4,6	1908,5
2001	5,3	1,5	14,7	5,7	11,1	10,9	12,2	8,3	10,6	11,2	1,8	6,2	1791,8
2002	13,8	5,6	5,5	3,7	19,2	11,3	13,9	8,9	14,1	0,8	1,3	1,2	1826,9
2003	1,3	4,8	10,2	9,3	27,4	11,8	9,2	6,8	8,4	3,5	6,6	0,7	2007,9

Fonte: Tabela I.
Org. por Souza (2015).

Sob o olhar geográfico, o estudo do clima, sob o olhar geográfico, coordena vários temas contemporâneos, dentre eles, a questão dos riscos é de fundamental relevância. Nas metrópoles, as áreas de riscos se ampliam cada vez mais em ambientes tropicais, e o elemento do clima que mais interfere na sociedade é a chuva.

Nas áreas metropolitanas, os volumes de chuva (em 24 horas) acima de 30 milímetros são suficientes para causarem perturbação urbana, sejam em áreas periféricas ou nobres, uma vez que esse fato é decorrente da intensa impermeabilidade do solo urbano, o que contribui para provocar vários pontos de alagamentos na cidade. Em concordância com esses acontecimentos,

ISBN: 978-85-7282-778-2

pode-se afirmar que os impactos pluviais concentrados podem gerar uma verdadeira desordem do espaço urbano. Quando o risco é muito intenso pode provocar grandes desastres. A capital baiana (Salvador), em particular, desde os primórdios sofre com riscos climáticos de grande amplitude. O relevo desta cidade, por exemplo, que apresenta encostas íngremes e vales profundos, contribui para que essa cidade seja altamente vulnerável a impactos adversos provocados por ocorrência de precipitações pluviométricas intensas (SANTOS, 2008; SANTOS, 2013).

A tabela III mostra o registro de desastres ambientais desencadeados pelas chuvas no município de Salvador, no período de 1995 a 2005. Pode-se, então, apreender que 1999 foi o ano que apresentou o maior número de ocorrências, um total de 11.757. Adicionalmente, verificou-se que o maior número de feridos, também, ocorreu neste ano. Além disso, observa-se que em 1995 foi registrado 69 mortes, sendo, portanto, o ano que apresentou o maior número de ocorrência deste episódio. Em relação aos desabrigados, observa-se que o maior número também ocorreu em 1995, apresentando um total de 2.728 vítimas.

Tabela III- Registro de Desastres Ambientais Provocado pela Pluviosidade no município de Salvador (1995- 2005).

Anos	Números de ocorrências	Números de mortes	Números de desabrigados	Total de Chuvas
1995	8.527	69	48	1.679,1
1996	874	29	26	2.288,8
1997	4.628	4	10	1.669,4
1998	7.423	3	13	1.788,3
1999	11.757	18	58	2.677,3
2000	474	2	17	1.908,5
2001	3.949	0	21	1.791,8
2002	4.802	0	9	1.826,9
2003	7.728	4	27	2.007,9
2004	4.031	3	17	2.019
2005	8.779	8	19	2.236,3
Total	75.104	140	265	21.893,30

Fonte: Codesal (2010)
Org. por Souza (2015).

Calculou-se, neste trabalho, o total de chuvas da série. Durante esse segmento temporal, a cidade de Salvador alcançou um volume pluviométrico de 51345,4 mm. A média do período foi de 20533,8 mm. Apresentou-se desvio médio de 374,0 mm, enquanto que a variância corresponde a 17694,1. Nesse sentido, o desvio padrão é a raiz quadrada da variância, sendo este de 133 mm, como pode-se observar no quadro 5.

De acordo com o Pluviograma de Schroder (Figura 2), abril é o mês que a pluviosidade chega a mais de 30%. Deste período (1978- 2003), os anos de 1984, 1985 e 1996 apresentaram precipitações pluviométricas superiores a 30%, sendo que abril é o mês mais chuvoso, seguido de maio, junho e julho.

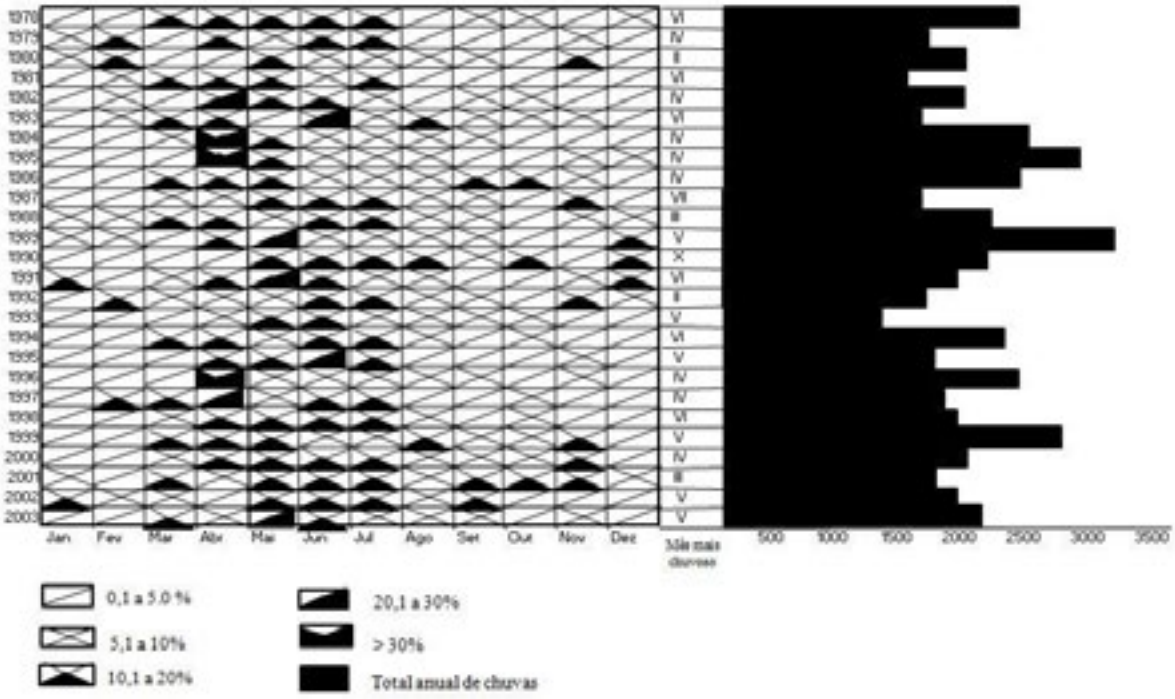


Figura 2- Pluviograma de Schroder- município de Salvador – BA, no Período de 1978- 2003. Org. por Souza (2015).

O território brasileiro é afetado por inúmeros riscos climáticos, tais como, chuvas torrenciais, tornados, tormentas e tempestades. Esses riscos em conjunto são de natureza climática e afetam outros sistemas ambientais, como os hidrológicos que estão relacionados aos

açudes, por exemplo, as inundações e as enchentes (ocasionadas por uma elevada precipitação pluviométrica), além dos geomorfológicos, sobretudo, em relação ás áreas de topografia acidentada (com movimento de massa).

4. Considerações Finais

Pode-se, assim, ressaltar que a média histórica para o referido munícipio foi de 20533,8 mm, sendo os anos 1989 e 1993 considerados o mais e o menos chuvoso, respectivamente, com valores anuais de 3041,7 mm e 1235, 4 mm. Em relação à variação mensal da precipitação, constatou-se que o mês de abril é considerado o mais chuvoso no município, enquanto dezembro o menos chuvoso da série. Além disso, foi possível apontar que a estação chuvosa em Salvador concentra-se nos meses de abril a maio.

Ademais, constatou-se que segmento temporal de 1995 a 2005, o maior registro de desastres ambientais desencadeados pelas precipitações pluviométricas ocorreu em 1999, apresentando o maior número de feridos. No entanto, embora este ano tenha apresentado o maior número de ocorrências, observou-se que o maior índice de mortes e desabrigados ocorreu em 1995.

Portanto, o estudo estatístico da série 1978 a 2003 constitui-se um aspecto consideravelmente importante, visto que possibilitou caracterizar o regime de chuva local e, além do mais, o estudo de eventos de altas precipitações meteorológicos que provocam desastres naturais é de fundamental relevância para subsidiar na formulação e planejamento de políticas públicas voltadas para minorar perdas de vidas humanas e materiais.

REFERÊNCIAS

AYOADE, J. O.; **Introdução à climatologia para os trópicos.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. 332p.

BRASIL. **Censo demográfico**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

BRASIL/SUDENE. **Dados Pluviométricos do Nordeste**. VI. 1990.

SOUZA, L; MIRANDA, R. A.C.; Climatologia geográfica. V.1- Rio de Janeiro: Fundação CECIERJ, 2013.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. 2 ed. Rio de janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Ambientais, 1989, 422 p.

NUNES, L. H. **Urbanização e desastres naturais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. 112 p.

SANTOS, F. A; AQUINO, C. M. S. Análise da precipitação pluviométrica no município de Castelo do Piauí, Nordeste do Brasil. **Geousp – Espaço e Tempo** (Online), v. 21, n. 2, p. 619-633, agosto. 2017. ISSN 2179-0892. Disponível em: < http://www.revistas.usp.br/geousp/article/view/123154>. doi: 10.11606/issn.2179-0892. geousp.2017.123154.

SANTOS, A. P. P., ARAGÃO, M. R. S., CORREIA, M. F., SANTOS, S. R. Q., SILVA, F. D. S., ARAÚJO, H. A. Precipitação na Cidade de Salvador: Variabilidade Temporal e Classificação em Quantis. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 31, n. 4, 454-467, 2016. DOI: http://dx.doi.org/10.1590/0102-778631231420150048.

SANTOS, A. P. P. **Precipitação na Cidade de Salvador: Classificação em Quantis e Análise de um Evento Climático Extremo**. 2013. 99 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2013.

SANTOS, A. H. M. **Eventos Extremos de Chuva em Salvador, Bahia: Condições Atmosféricas e Impactos Ambientais. 2008.** 65 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2008.

STEINKE, E. T. **Climatologia Fácil.** São Paulo: Oficina de Textos, 2012. p. 144.

TORRES, F. T. P.; MACHADO, P. J. de O. **Introdução à Climatologia**. Ubá: Ed. Geographica, 2008. 234 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

O EVENTO SECO EXTREMO EM JULHO DE 2017 NA REGIÃO EXTRATROPICAL DO BRASIL

Camila Bertoletti Carpenedo [(a)], Mirian de Paula Lima [(b)]

[(a)] Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, camila.carpenedo@ufu.br

[(b)] Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, mirian_udi96@hotmail.com

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

O objetivo deste estudo foi analisar o evento seco histórico em julho de 2017 na região extratropical do Brasil, bem como identificar a circulação atmosférica e os sistemas atmosféricos associados. Os resultados mostram que este evento se deve à atuação de dois sistemas atmosféricos distintos de alta pressão: bloqueio atmosférico e Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS). A primeira quinzena, associada ao bloqueio atmosférico, apresentou anomalias mais intensas dos campos atmosféricos em relação à segunda quinzena, associada ao ASAS, resultando em impactos climáticos mais intensos. Assim, este estudo evidencia a importância de monitorar os sistemas de alta pressão para uma maior acurácia na previsão sazonal da precipitação na região extratropical do Brasil, possibilitando a elaboração de políticas públicas mais eficientes, que servirão de instrumento para a tomada de decisões, com vistas à garantia de oferta de água para o abastecimento público, geração de energia hidráulica e agricultura.

Palavras chave: seca, região extratropical do Brasil, bloqueios atmosféricos, Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul

1. Introdução

A região extratropical do Brasil é composta pelos estados da região Sul (Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul) e pela porção sul do estado de São Paulo. A população estimada da região Sul é de 29,6 milhões de habitantes e apresenta taxa de urbanização superior a 84% (IBGE, 2018). O estado de São Paulo apresenta população estimada de 45,5 milhões de habitantes, sendo o estado mais populoso do Brasil, e taxa de urbanização superior a 93% (IBGE, 2018).

O regime de precipitação na região Sul do Brasil é bem distribuído ao longo do ano (RAO; HADA, 1990) e com totais pluviométricos elevados, variando de 1050-1750 mm/ano (REBOITA et al., 2010). A precipitação está associada principalmente à passagem de frentes frias e ciclones extratropicais, aos Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM), aos sistemas ciclônicos em níveis médios, aos bloqueios atmosféricos, ao Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), além da atuação de sistemas locais (brisas) e a influência indireta da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) (REBOITA et al., 2010).

O ASAS, dependendo da posição (mais a leste e norte no verão; mais a oeste e sul no inverno) e intensidade, pode ou impedir o avanço dos sistemas transientes (como frentes frias, ciclones extratropicais e anticiclones migratórios) ou fortalecer o aporte de umidade em direção ao continente. O estado do Paraná apresenta os maiores totais de precipitação da região, devido ao maior aquecimento e convergência de umidade no verão, que se deve principalmente à sua maior proximidade da área de atuação da ZCAS (CAVALCANTI et al., 2009).

Os bloqueios atmosféricos são formados em latitudes maiores do que aquelas onde se localiza o ASAS. Quando os sistemas transientes se aproximam pelo oeste de uma área bloqueada, os mesmos ficam enfraquecidos, alongados meridionalmente e comprimidos zonalmente, tornando-se estacionários ou contornando o anticiclone de bloqueio

ISBN: 978-85-7282-778-2

(COUGHLAN, 1983; NAKAMURA; WALLACE, 1990; AMBRIZZI; MARQUES; NASCIMENTO, 2009).

No sul de São Paulo o regime pluviométrico apresenta interferência direta das massas de ar polares, da ZCAS e das correntes de jato (REBOITA et al., 2010). Apresenta sazonalidade marcada, com uma estação chuvosa e outra seca, seguindo o padrão observado em toda a região Sudeste do país. O ASAS, como em todo Sudeste, interfere fortemente nas condições climáticas. A persistência anômala do ASAS próximo ao Sudeste pode caracterizá-lo como um "bloqueio anticiclônico", ocasionando tempo firme e estiagem na região Sudeste e condições de tempo instáveis nas áreas vizinhas, uma vez que desvia os distúrbios ciclônicos de sua rota habitual (PAMPUCH, 2014). Em menor escala, há também influência do Anticiclone Subtropical do Pacífico Sul, Baixa do Chaco e Alta da Bolívia (CAVALCANTI et al., 2009).

O presente estudo tem como objetivo analisar o evento seco histórico observado durante o mês de julho de 2017 na região extratropical do Brasil, bem como identificar a circulação atmosférica e os sistemas atmosféricos associados.

2. Materiais e Métodos

Neste estudo foi utilizado o SPI-1 (*Standard Precipitation Index* - Índice de Precipitação Padronizado) para o mês de julho, que indica a precipitação acumulada em 1 mês. O SPI é uma ferramenta para análise de déficit ou excesso de precipitação em diferentes escalas de tempo, permitindo a comparação entre áreas com características climáticas distintas. O índice SPI negativo (positivo) indica condições de déficit (excesso) hídrico em relação à média climatológica. Também foram obtidas as séries temporais mensais de 1981 a 2018 do SPI-1 para as Regiões de 111 a 124 (Figura 1), que correspondem à região extratropical do Brasil.

ISBN: 978-85-7282-778-2

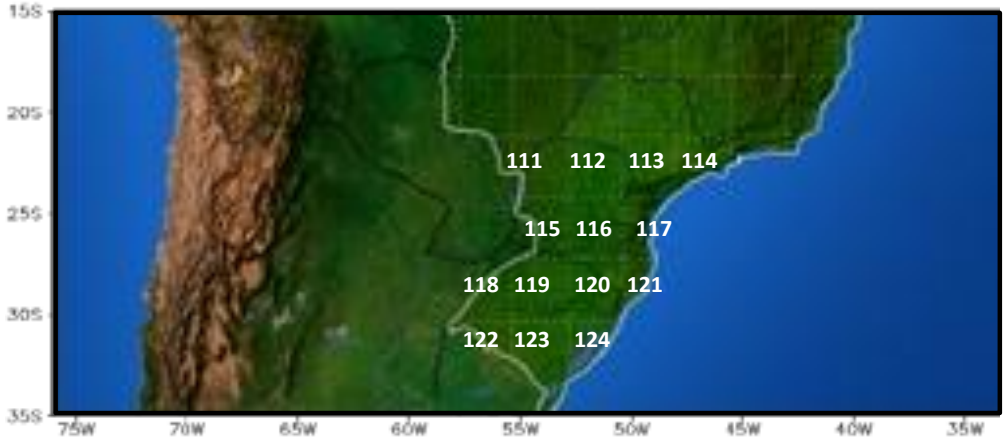


Figura 1. Localização das Regiões de 111 a 124 definidas pelo CPTEC/INPE (2017b).

Foi utilizada a imagem de anomalia de precipitação para julho de 2017 do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC/INPE), disponível em <http://clima1.cptec.inpe.br/monitoramentobrasil/pt>. Os campos diários de pressão ao nível médio do mar (PNMM), altura geopotencial em 500 hPa, vento zonal em 200 hPa e temperatura do ar a 2 m foram obtidos das reanálises do ERA-Interim (*ECMWF Data Server*), com espaçamento horizontal de 1,5° de latitude x 1,5° de longitude. As configurações e o desempenho do sistema de assimilação de dados podem ser vistos em Simmons et al. (2007), Uppala et al. (2008) e Dee et al. (2011).

As figuras do número de passagem e anomalia de frentes para o mês de julho de 2017 foram obtidas do banco de dados do Grupo de Estudos Climáticos do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo (GREC/IAG/USP).

ISBN: 978-85-7282-778-2

3. Resultados e discussões

Através das anomalias de precipitação para o Brasil em julho de 2017, pode-se observar desvios inferiores a -25 mm na região extratropical do Brasil, com anomalias de até -199,9 mm em grande parte dos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul (Figura 2a). Desta forma, o evento de julho de 2017 foi classificado como seco de intensidade extrema em grande parte da região extratropical do Brasil (Figura 2b). Quando analisado a série temporal de 1981 a 2018 do SPI-1, observa-se que julho de 2017 foi o mês de julho mais seco da série histórica nas Regiões 111, 112, 113, 114, 115, 116, 118, 119, 120, 121, 123 e 124, e o segundo mês de julho mais seco nas Regiões 117 e 123 (Figura 3).

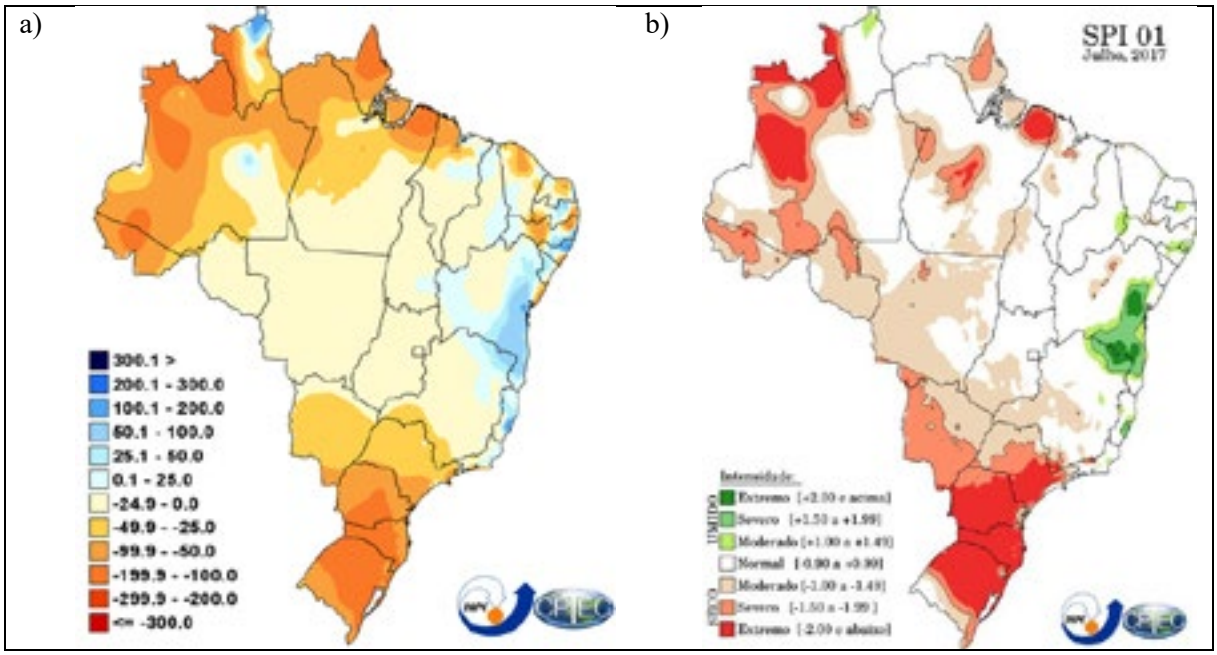


Figura 2. (a) Anomalia de Precipitação (mm) e (b) Índice de Precipitação Padronizado (SPI) em julho de 2017 para o Brasil. Fonte: CPTEC/INPE (2017a).

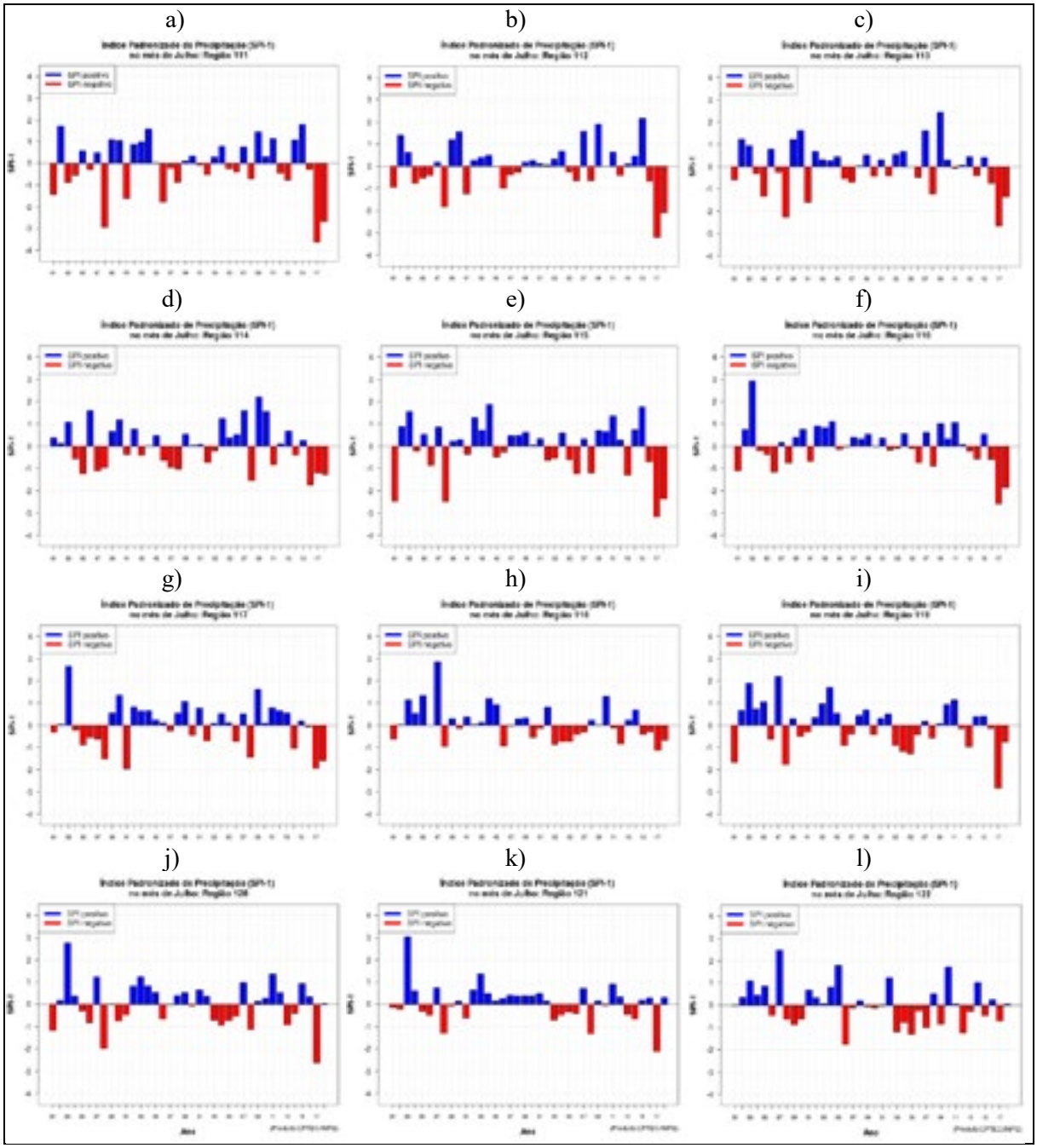


Figura 3. Série temporal mensal do SPI-1 para o mês de julho de 1981 a 2018 (superior) para as Regiões localizadas na região extratropical do Brasil (inferior): (a) Região 111, (b) Região 112, (c) Região 113, (d) Região 114, (e) Região 115, (f) Região 116, (g) Região 117, (h) Região 118, (i) Região 119, (j) Região 120, (k) Região 121, (l) Região 122, (m) Região 123 e (n) Região 124. Fonte: CPTEC/INPE (2017b).

ISBN: 978-85-7282-778-2

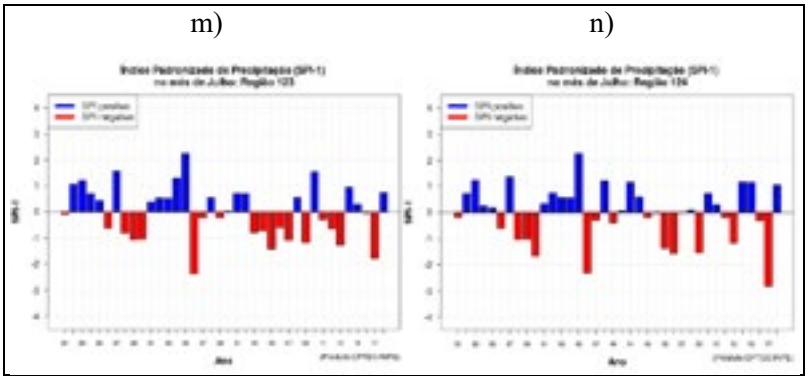


Figura 3. Continuação.

Através das anomalias de PNMM no mês de julho de 2017, pode-se observar uma extensa área de alta pressão anômala sobre grande parte do Brasil e do Atlântico Sul, com anomalias mais intensas centradas em torno de 30-40°S/30-40°W no Atlântico Sudoeste extratropical (Figura 4a). Em níveis médios da troposfera há uma crista anômala no sudoeste do Atlântico Sul, com anomalia de até +150 m (Figura 4d). Desta forma, o jato subtropical está enfraquecido, centrado sobre a região Sul do Brasil (Figura 4g). Essa configuração anômala contribui com as anomalias negativas de precipitação observada em julho de 2017 (Figura 2a). Como consequência da subsidência anômala e da menor cobertura de nuvens, há anomalias positivas de temperatura do ar de até +4°C no sudoeste do Rio Grande do Sul (Figura 4j).

Quando se observa separadamente a primeira e segunda quinzena do mês de julho de 2017 podemos observar que na primeira quinzena (1-15/07/2017) a anomalia positiva de PNMM está centrada em torno de 50°S/35°W no sul do Atlântico Sul (Figura 4b). O mesmo padrão espacial de anomalias de PNMM é observado nos níveis médios da troposfera, através do campo de anomalia de altura geopotencial em 500 hPa (Figura 4e), o que indica a estrutura barotrópica equivalente do sistema, o qual resulta na bifurcação da corrente de jato no Atlântico Sul, entre as latitudes em torno de 25°S e 40°S (Figura 4h). Esse padrão anômalo da

ISBN: 978-85-7282-778-2

circulação atmosférica é típico de bloqueios atmosféricos, o qual é formado em latitudes maiores do que aquelas onde se localiza o ASAS (REX, 1950; HIGGINS; SCHUBERT, 1994; HIGGINS; MO, 1997). Os bloqueios atmosféricos estão significativamente associados com eventos extremos de tempo devido a sua natureza sistemática e persistente, afetando a propagação normal dos sistemas transientes, tais como ciclones extratropicais, anticiclones migratórios e frentes frias (CARPENEDO, 2017; RODRIGUES; WOOLLINGS, 2017). Desta forma são observadas anomalias positivas de temperatura do ar variando entre +1°C e +5°C na região extratropical do Brasil (Figura 4k).

Por outro lado, na segunda quinzena do mês de julho de 2017 (16-31/07/2017) a anomalia de alta pressão está centrada em torno de 30°S/30°W (Figura 4c), observada também em níveis médios da troposfera (Figura 4f), porém, com uma estrutura zonalmente alongada em direção ao Pacífico Sul, em torno de 30°S. O padrão de bifurcação do escoamento zonal em altos níveis não ocorre na segunda quinzena, apesar de haver o enfraquecimento do jato subtropical (Figura 4i). O padrão anômalo observado da circulação atmosférica corresponde ao fortalecimento e deslocamento anômalo do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS). Durante o inverno, como o ASAS está deslocado para oeste em direção à região Sudeste do Brasil, há baixos totais pluviométricos nesta região (RAO; CAVALCANTI; HADA, 1996; REBOITA et al., 2010). Com o fortalecimento e deslocamento para oeste e sul do ASAS, o mesmo atua como um bloqueio atmosférico, impedindo a propagação normal dos sistemas transientes. Assim, há aquecimento anômalo variando entre +1°C e +3°C na região extratropical do Brasil (Figura 4l).

Em relação aos impactos observados no número de frentes frias no mês de julho de 2017 devido à atuação do bloqueio atmosférico e do ASAS anômalo, verifica-se a ocorrência de apena 1 frente fria na região extratropical do Brasil (Figura 5a), ou seja, 3 frentes frias a menos do que climatologia (Figura 5b).

ISBN: 978-85-7282-778-2

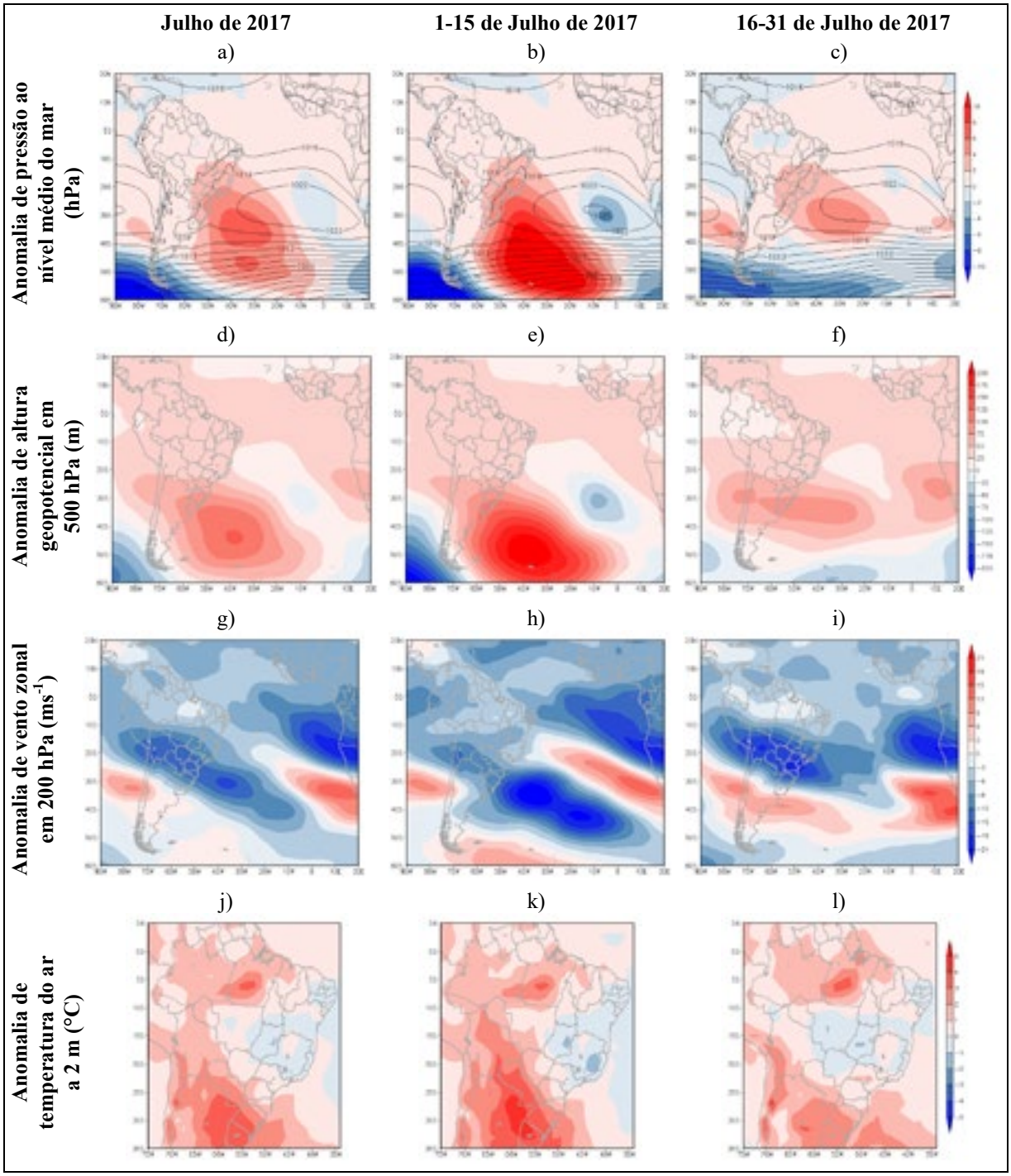


Figura 4. Anomalia de pressão ao nível do mar (hPa), altura geopotencial em 500 hPa (m), vento zonal em 200 hPa (ms^{-1}) e temperatura do ar a 2 m em (a, d, g, j) julho de 2017, (b, e, h, k) 1 a 15 de julho de 2017 e (c, f, i, l) 16 a 31 de julho de 2017, respectivamente.

ISBN: 978-85-7282-778-2

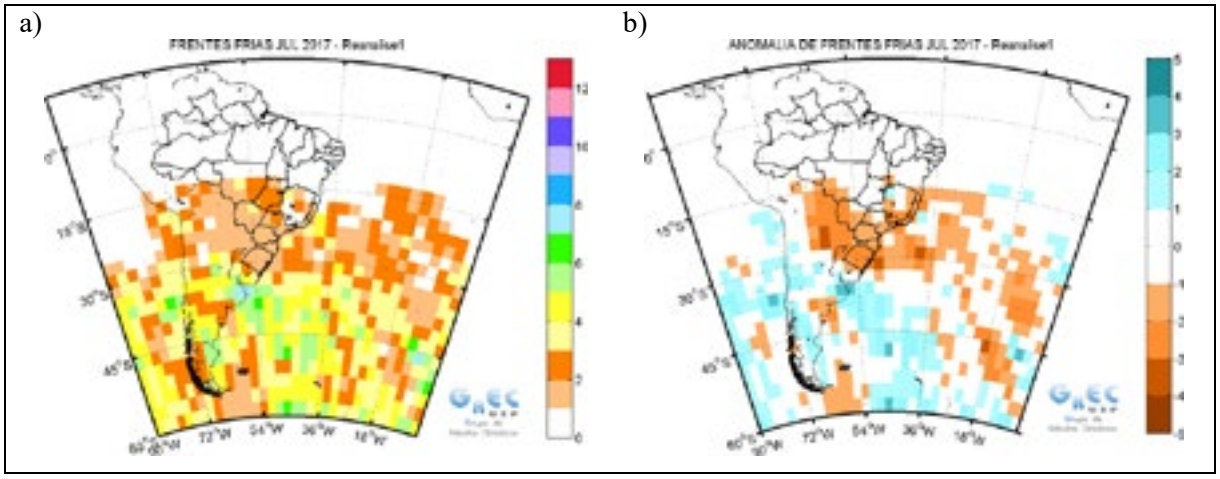


Figura 5. (a) Passagem de frentes frias e (b) anomalia de passagem de frentes frias em julho de 2017. Fonte: GREC (2017).

4. Considerações finais

Julho de 2017 foi o mês de julho mais seco desde 1981 em grande parte da região extratropical do Brasil. Isso se deve a atuação de dois sistemas atmosféricos distintos de alta pressão: bloqueio atmosférico e ASAS. Ambos os sistemas estão associados com movimento subsidente, desfavorecimento à formação de nuvens e precipitação, e bloqueio da propagação normal de sistemas transientes. A primeira quinzena do mês de julho, associada ao bloqueio atmosférico, apresentou anomalias mais intensas dos campos atmosféricos em relação à segunda quinzena, associada ao ASAS, resultando em impactos climáticos mais intensos. Desta forma, este estudo evidencia a importância de monitorar os sistemas de alta pressão para uma maior acurácia na previsão sazonal da precipitação na região extratropical do Brasil, possibilitando a elaboração de políticas públicas mais eficientes, que servirão de instrumento para a tomada de decisões, com vistas à garantia de oferta de água para o abastecimento público, bem como para a geração de energia hidráulica e para a agricultura.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Referências Bibliográficas

AMBRIZZI, T.; MARQUES, R.; NASCIMENTO, E. **Tempo e Clima no Brasil**. Bloqueios atmosféricos. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 463 p., 2009.

CARPENEDO, C.B. **Bloqueios atmosféricos associados à variabilidade extrema do gelo marinho antártico e impactos na América do Sul.** 2017. 237 f. Tese (Doutorado em Meteorologia) – Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

CAVALCANTI, I.F.A.; FERREIRA, N.J.; JUSTI DA SILVA, M.G.A.; SILVA DIAS, M.A.F. Tempo e Clima no Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

COUGHLAN, M.J. A comparative climatology of blocking action in the two hemispheres. **Aust Met Mag**, v.31, p.3-13, 1983.

CPTEC/INPE – Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos: CPTEC/INPE. **Monitoramento Brasil**. Disponível em <http://clima1.cptec.inpe.br/monitoramentobrasil/pt>. Acessado em: 20/10/2017, 2017a.

CPTEC/INPE – Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos: CPTEC/INPE. **Índice de Precipitação Padronizado (SPI)**. Disponível em <http://clima1.cptec.inpe.br/spi/pt>. Acessado em: 20/10/2017, 2017b.

DEE, D.P.; UPPALA S.M.; SIMMONS A.J.; BERRISFORD P.; POLI P.; KOBAYASHI S.; ANDRAE U.; BALMASEDA M.A.; BALSAMO G.; BAUER P.; BECHTOLD P.; BELJAARS A.C.M.; VAN DE BERG L.; BIDLOT J.; BORMANN N.; DELSOL C.; DRAGANI R.; FUENTES M.; GEER A.J.; HAIMBERGER L.; HEALY S.B.; HERSBACH H.; HOLM E.V.; ISAKSEN L.; KALLBERG P.; KOHLER M.; MATRICARDI M.; MCNALLY A.P.; MONGE-SANZ B.M.; MORCRETTE J-J.; PARK B-K.; PEUBEY C.; DE ROSNAY P.; TAVOLATO C.; THEPAUT J-N.; VITART F. Comments on 'Reanalyses suitable for characterizing long-term trends'. **Bull Amer Meteorol Soc**, v.92, p.65-70, 2011.

GREC – Grupo de Estudos Climáticos. São Paulo: Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas – IAG/USP. Disponível em: http://www.grec.iag.usp.br/data/frentes-frias_BRA.php. Acessado em: 20/10/2017.

HIGGINS, R.W.; MO, K.C. Persistent circulation anomalies and the tropical intraseasonal oscillation. **J Climate**, v.10, p.223- 244, 1997.

HIGGINS, R.W.; SCHUBERT, S.D. Simulated life cycles of persistent anticyclonic anomalies over the North Pacific: Role of synoptic-scale eddies. **J Atmos Sci**, v.51, p.3238–3259, 1994.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Disponível em <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em 18 de janeiro de 2019.

NAKAMURA, H.; WALLACE, J.M. Synoptic behaviour of baroclinic eddies during blocking onset. **Mon. Weather Rev.**, v.121, p.1892-1903, 1993.

PAMPUCH, L. A. **Características Sinóticas e Dinâmicas de Períodos Extremos Secos sobre o Sudeste do Brasil e sua Relação com a TSM do Atlântico Sul**. Tese de Doutorado (Doutorado em Meteorologia) – IAG/USP, São Paulo, 2014.

RAO, V.B.; CAVALCANTI, I.F.A.; HADA, K. Annual variation of rainfall over Brazil and water vapor characteristics over South America. **J Geophys Res**, v.101, p.539-551, 1996.

RAO, V.B; HADA K. Characteristcs of Rainfall over Brazil Annual Variations and Connections with the Southern Oscillation. **Theor Appl Climatol**, v.42, p.81-91, 1990.

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.

REX, D.F. Blocking Action in the middle troposphere and its effect upon regional climate, Part I: An aerological study of blocking action. **Tellus**, v.2, p.196-211, 1950.

RODRIGUES, R.R.; WOOLLINGS, T. Impact of atmospheric blocking on South America in austral summer. **J Climate**, v.30, p.1821-1837, 2017.

SIMMONS, A.; UPPALA, S.; DEE, D.; KOBAYASHI, S. 'ERA-Interim: New ECMWF reanalysis products from 1989 onwards'. **ECMWF Newsletter**, v.110, p.2-35, 2007.

UPPALA, S.; DEE, D.; KOBAYASHI, S.; BERRISFORD, P.; SIMMONS, A. Towards a climate data assimilation system: status update of ERA-interim. **ECMWF Newsletter**, v.115, p.12-18, 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

O USO DA IMAGEM TERMAL PARA ANÁLISE DE TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE NA CIDADE SEDE DE CARANDAÍ - MG

Victor Samuel Bernardes de Paula [(a)], Thiago Alves de Oliveira [(b)], Michaela Campos e Silva [(c)], Camila de Moraes Gomes Tavares [(d)], Cássia de Castro Martins Ferreira [(e)]

[(a)] Graduando em Geografia/ Instituto de Ciências Humanas, Curso de Geografia, Universidade Federal de Juiz de Fora, victor10go@hotmail.com.com
[(b)] Mestrando em Geografia/ Instituto de Ciências Humanas, Mestrado em Geografia, Universidade Federal de Juiz de Fora, thiagoao1996@gmail.com
[(c)] Graduanda em Geografia/ Instituto de Ciências Humanas, Curso de Geografia, Universidade Federal de Juiz de Fora, michaelacampos2010@gmail.com
[(d)] Mestranda em Geografia/ Instituto de Ciências Humanas, Mestrado em Geografia, Universidade Federal de Juiz de Fora, camila.tardeli.tavares@gmail.com
[(e)] Professora Associada IV, Instituto de Ciências Humanas, Curso de Geografia, Mestrado em Geografia Universidade Federal de Juiz de Fora, cassia.castro@ufjf.edu.br

Eixo:

A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo/

O presente trabalho teve como finalidade estimar a temperatura de superfície para a cidade sede do município de Carandaí (MG), para compreender os diferentes comportamentos térmicos da área urbana, através de imagens termais. As imagens Landsat 8, foram trabalhadas a partir do software ArcGis 10.3.1, no qual foram analisadas e executadas duas imagens de temperatura de superfície, uma referente ao mês de julho de 2018 e outra em setembro do mesmo ano. Os resultados demonstraram que no mês de julho, as temperaturas na cidade sede ficaram entre 19,1 e 22°C, enquanto no mês de setembro, as temperaturas de superfície estavam entre 26,1 a 28°C. Constatou-se que as áreas com presença de cobertura vegetal, teve o registro de temperatura de superfície mais baixas, atuando como agente regulador da temperatura. Conclui-se que as geotecnologias são meios auxiliares na análise de clima urbano, assim como na detecção de variáveis de superfície que possuem um comportamento térmico diferenciado, portanto, com maior ou menor potencial de aquecer o meio.

Palavras-Chave: Clima urbano, campo térmico, geotecnologias.

1. Introdução

A geotecnologia vem sido desenvolvida cada vez mais e com maior intensidade ao longo dos anos, simultaneamente, o homem vai ampliando as áreas e formas de aplicá-la, visando dentre outras finalidades a melhoria da qualidade de vida. Passando a ser uma ferramenta importante para os mais diversos campos de pesquisa, dentre estes destaca-se as análises paisagísticas, que vem aplicando as geotecnologias principalmente após a década de 1950 (SANTOS; ROMÃO, 2007).

Amorim (2015) aponta, que através das obras de Monteiro e Sant'Anna Neto, os estudos da climatologia geográfica brasileira voltam-se para o discurso que sustenta a análise geográfica e, nesse sentido, atualmente, verifica-se, sobretudo nos estudos de clima urbano, aquisição e análise de dados com instrumentos registradores, sensoriamento remoto, além das representações espaciais das informações obtidas (AMORIM, 2015).

Estudos mostram diferentes formas de aplicação das geotecnologias na área de climatologia. Pires (2015), utilizou produtos de imagens de satélite no sensor MODIS para fazer uma análise espacial e temporal da temperatura de superfície do Estado de Tocantins. Prina e Trentim (2016), correlacionaram o uso da terra com a temperatura de superfície para o município de Jaguari no Rio Grande do Sul, através de imagens de satélite do Landsat-8.

Amorim (2013) no trabalho intitulado "O clima urbano a partir do sensoriamento remoto e de registros da temperatura do ar" objetivou avaliar as diferenças térmicas intra-urbanas da cidade de Presidente Prudente e dos ambientes rurais próximos. Para atingir tais objetivos, fez uso de estações climatológicas, assim como imagens de satélite Landsat-7 do canal do infravermelho termal (6) concomitantemente aos instrumentos de sensoriamento remoto. Encontrou diferenças de temperatura intraurbana e rural que não têm as mesmas características em todos os períodos do dia. Concluindo que o uso das geotecnologias tem a

capacidade de auxiliar no processo do planejamento urbano de qualidade em termos climáticos de conforto e desconforto térmico.

O trabalho objetiva identificar e compreender as diferenças da temperatura de superfície, em diferentes estações do ano, na cidade sede de Carandaí-MG, através do uso de imagens termais.

2. Área de estudo

O município de Carandaí-MG (Figura 1) compreende uma área de 497 km², se encontra a 138 km de Belo Horizonte e a 306 km do Rio de Janeiro. Está localizado na zona dos Campo das Vertentes que é uma ramificação da Serra da Mantiqueira. O relevo do município é em sua maior parte montanhoso e ondulado, onde as cotas altimétricas variam entre 1000 e 1200 metros, aproximadamente, dentro dessa amplitude está situada a sede com 1057 metros (PPD, 2006).

De acordo com o último censo (2010), a população do município era de 23.346 pessoas, e a densidade demográfica é de 48,06 hab/km². A estimativa para o ano de 2018 foi de 25.327 habitantes. Ainda baseado no último censo, apenas ¼ das vias públicas são arborizadas (25,2%), e com relação à urbanização das vias (Presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio), por volta de apenas 23% retratam essa característica (IBGE, 2018).

O clima de Carandaí-MG, na classificação de Koppen e Geiger, aplicada por Reboita et al (2015), é caracterizado por CWA, clima temperado úmido com inverno seco e verão quente.

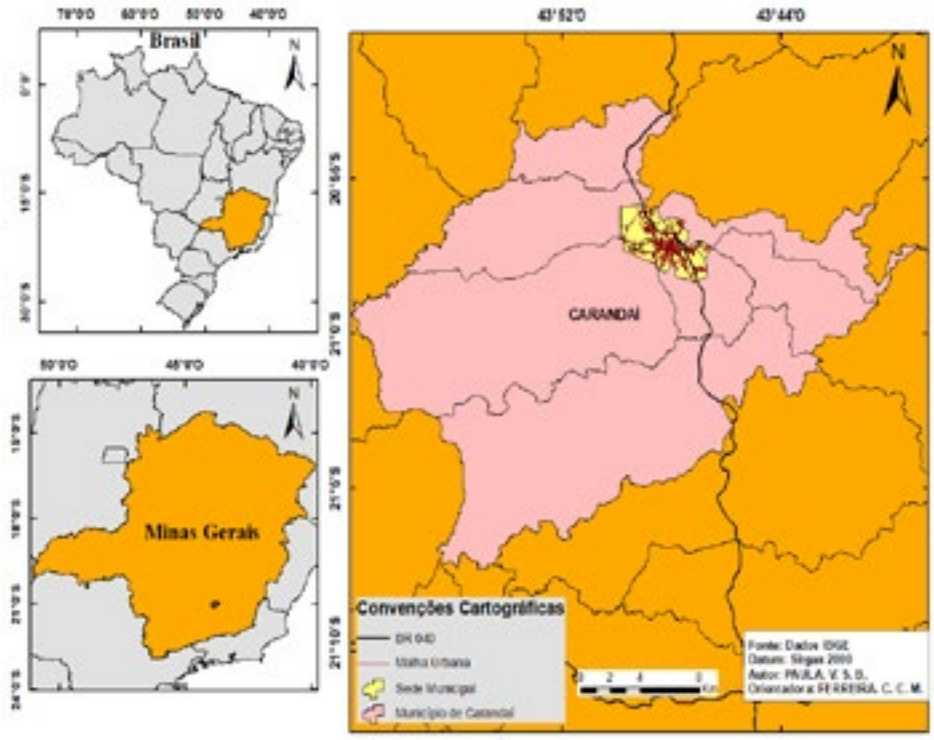


Figura 1 - Localização do município de Carandaí. Fonte: Organizado pelos autores

3. Materiais e Métodos

A realização do trabalho se deu em 6 etapas. A primeira etapa consistiu na construção de um referencial teórico para auxiliar na discussão do tema tratado.

A segunda etapa foi a produção dos mapas de Temperatura de Superfície, para isso foram utilizadas imagens LandSat-8 adquiridas gratuitamente no site do Serviço Geológico do Estados Unidos - *United States Geological Survey* (USGS). As imagens escolhidas foram para o mês de julho de 2018 na estação do inverno para o hemisfério sul e setembro do mesmo ano, quando a estação da primavera já se fazia presente. A escolha das datas, foi definida pela disponibilidade de imagens de satélite com ausência de nuvens e também para evidenciar a diferença de disponibilidade de radiação entre os períodos. Uma vez que para a

análise de temperatura de superfície, o fator nebulosidade pouco presente ou ausente, é essencial para favorecer esse processo de análise. Após a aquisição das imagens, na terceira etapa, a banda 10 foi adicionada ao software ArcGis 10.3.1 e reprojetada para o datum SIRGAS 2000 através da ferramenta *Projetar Raster* na ferramenta *Arctoolbox*.

Na quarta etapa do trabalho, foram utilizadas equações na ferramenta *Calculadora Raster,* para obtenção dos valores de temperatura de superfície. A metodologia para o cálculo de temperatura de superfície foi baseada nos trabalhos de Prina e Trentim (2016) e Paula (2017).

$$L\lambda = M_L * Q_{Cal} + A_L \qquad \text{(Equação 1)}$$

$L\lambda$ = Radiância Espectral no topo da atmosfera

M_L = Fator de multiplicação reescalonado da reflectância para a banda 10 no valor de 0.00033420 Q_{Cal} = Número digital do pixel

A_L = Fator aditivo reescalonado da radiância para a banda 10 no valor de -0,1.

$$Trad = \frac{K_2}{In\left(\frac{K_1}{Ly}+1\right)} \qquad \text{(Equação 2)}$$

Trad = Temperatura de brilho de sensor ou temperatura radiante (K)

K_1 e K_2 = Representam as constante de calibração das imagens, $K_1 = 666\ W/\ m^2\ sr\mu m$

L_y = a radiância espectral no topo da atmosfera em $666\ W/\ m^2\ sr\mu m$

Fonte: PAULA (2017)

Após o resultado das duas primeiras equações, foi subtraído 273 do valor final para fazer a conversão de Kelvin para Graus Celsius (°C).

Na quinta etapa, com os resultados já obtidos, utilizou-se da ferramenta *Extrair por Máscara*, para recortar a área que seria analisada no presente estudo.

Na última etapa, foi adicionado o shape da BR 040 e da malha urbana da cidade sede de Carandaí, adquiridos através do acervo do IBGE.

A divisão de classes referente aos valores de temperatura de superfície, foi reajustada manualmente para 5 classes e os valores "arredondados" para melhorar a visualização do resultado, exibindo apenas um algarismo após a casa decimal. As imagens de superfície, foram inseridas no próprio software e adquiridas através do Google Earth Pro 7.3.2.

4. Resultados e Discussões

Foram geradas duas imagens de temperatura de superfície (TST) para a sede de Carandaí (Figura 2), uma no dia 06 de julho e a outra no dia 24 de setembro, ambas do ano de 2018. As imagens pertencem a estações do ano diferentes, logo, devido a esta diferença, a incidência da radiação solar na área sofre alteração de uma data para a outra, o que influencia na recepção e no ângulo de incidência da energia solar.

Existe uma grande variação de temperatura de superfície entre os dois meses, enquanto que no mapa do mês de julho apresenta a temperatura de 17,7 °C como de menor valor, no mapa do mês de setembro é representado por 23,4 °C. Nas duas datas, o município estava sob atuação de uma mTa (Massa Tropical Atlântica). Devido à diferença de fotoperíodo nas datas, possuem disponibilidade de energia distintas e isso reflete no seu aquecimento. Segundo Reboita et al (2015), áreas urbanas ou com solo descoberto usam essa energia para se aquecer e as áreas florestadas para evapotranspiração.

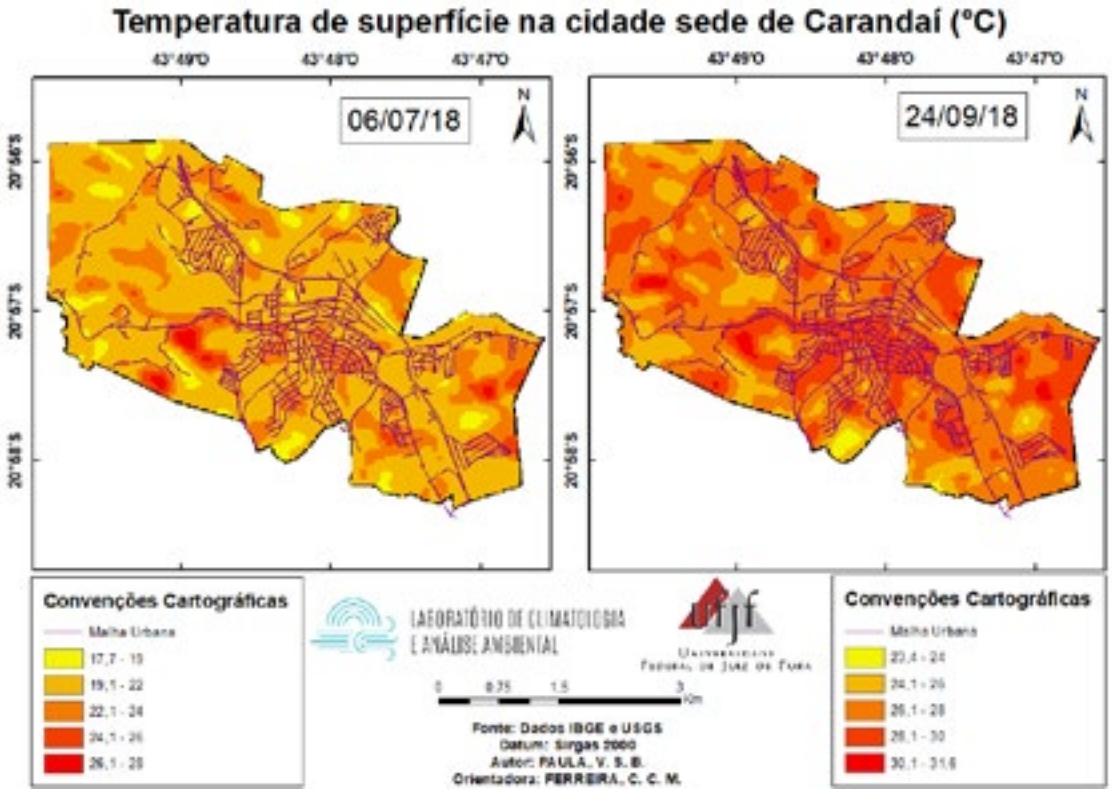


Figura 2 - Temperatura de superfície na cidade sede de Carandaí, nos dias 06 de julho de 2018 e 24 de setembro de 2018. Fonte: Elaborado pelos autores.

Comparando as duas datas (Figura 2), percebe-se que em setembro, os valores de temperatura de superfície são mais elevados, com predominância das tonalidades laranja médio (26,1 a 28°C) e laranja escuro (28,1 a 30°C). Porém, no mês julho o que predominou foi o laranja claro (19,1 a 22°C) e o laranja médio (22,1 a 24°C), valores mais baixos.

Segundo Mendonça e Danni-Oliveira (2007), os campos térmicos são gerados em função das diferentes feições nos espaços intra-urbanos. Esta afirmativa também foi encontrada para a cidade de Carandaí-MG, pois detectou-se que a variação da temperatura de superfície na área urbana, está relacionada aos diferentes formas de uso e ocupação da terra (Figuras 2 e 3). Estas diferenças foram detectadas para ambas as imagens trabalhadas, logo,

indiferentemente da estação do ano, os diferentes usos da terra, por se aquecerem, armazenarem, absorverem, refletirem de formas diferentes, acabam por ter também distintas temperaturas.

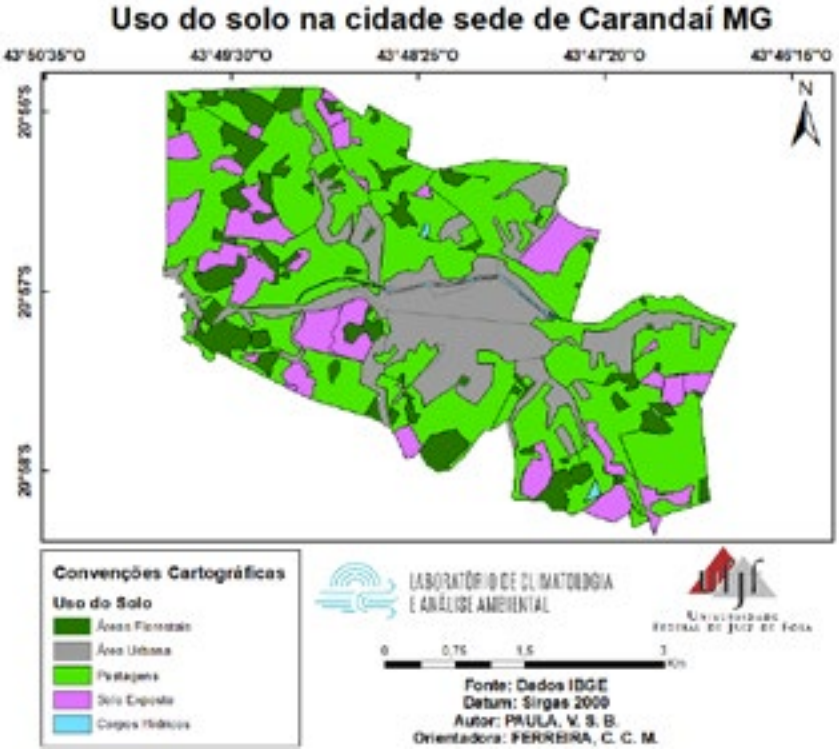


Figura 3 - Uso do solo na cidade sede de Carandaí. Fonte: Elaborado pelos autores.

Na figura 4, a primeira imagem, observa-se uma área de solo exposto, caracterizada pelo nível de albedo muito baixo, consequentemente, absorve muita energia (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007) o que contribui com os valores máximos de temperatura de superfície de 30,1 a 31,6°C.

A presença da cobertura vegetal influencia na diminuição temperatura de superfície, O que provocou uma temperatura de superfície de 23,4 a 26°C, pois atenua a radiação solar direta que chega ao solo, minimizando a absorção, além disso, influencia no calor latente e nos processos de evapotranspiração, minimizando o calor sensível e a temperatura ambiente.

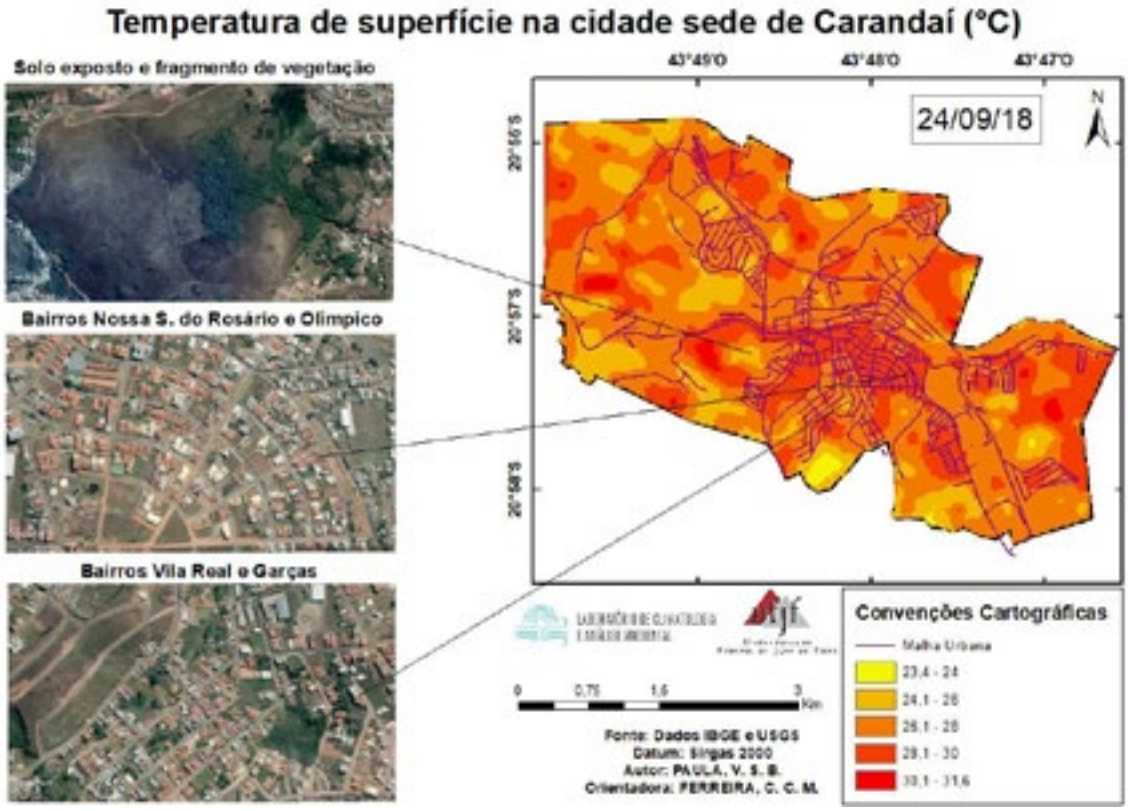


Figura 4 - Temperatura de superfície na cidade sede de Carandaí e imagens de superfície. Fonte: Elaborado pelos autores

Os bairros Nossa Senhora do Rosário e Olímpico (Figura 4), apresentam uma vegetação esparsa e pouco presente, aliada a um maior adensamento de construções com alternância entre lotes com solo exposto e vegetação rasteira ou arbustiva, logo, a impermeabilização do solo, o adensamento construtivo e a presença de calçamento é maior. Nessa região, predomina a tonalidade laranja escuro, compreendendo a área que apresenta as maiores temperaturas de superfície (28,1 a 30°C).

A falta de vegetação influencia diretamente no aumento das temperaturas de superfície, além disso, a grande presença das construções também tem um papel fundamental, porque não só a absorção do calor é feita diferentemente pelos distintos materiais de

construção como também pela radiação solar ficar armazenada e ser absorvida pelas edificações, dificultando a sua saída para a atmosfera e mantendo essa energia por um período mais longo (Figuras 2 e 3). Menezes e Mendes (2015), demonstraram que a ocorrência do processo de urbanização esteve acompanhado da elevação das temperaturas de superfície no município de Nova Iguaçu.

Nesses bairros existe uma variedade de pavimentos, compostos por ruas de pedra e terra, bloquetes de concreto e asfalto, com predominância deste último. Contribuindo com o aquecimento de superfície pela presença do asfalto, por ter um baixo albedo e somado a isso, o aumento da impermeabilidade do solo.

A terceira imagem na Figura 4, compreende os bairros Vila Real e Garças, com um número expressivo de construções, e também um maior volume de cobertura vegetal, mais arbórea e arbustiva. Aqui, três tonalidades marcam presença, laranja claro (24,1 a 26°C), laranja médio (26,1 a 28°C) e laranja escuro (28,1 a 30°C). A maior presença da cobertura vegetal, aliada ao tipo e materiais utilizados nas residências implicam em temperaturas de superfícies mais amenas do que as encontradas nos bairros Nossa Senhora do Rosário e Olímpico.

A influência da vegetação na temperatura de superfície é significativa, principalmente quando são analisadas as áreas com maiores dimensões territoriais de vegetação, como a área de Proteção Permanente localizada entre os bairros Vila Real e Garças (Figura 4). Ela exerce um papel fundamental na diminuição da temperatura de superfície, não só na área que está presente mas também ao seu redor. As vias também são bem diversificadas, mas com predominância das ruas de terra e pedra.

Esse bairro apresenta temperaturas de superfície mais baixas, devido à presença concentrada da vegetação que atua como bloqueio à radiação. Além disso, permite que a água infiltre no solo com mais facilidade, aliado a presença das ruas de pedra e terra, que possuem maior permeabilidade do solo, diminuindo o escoamento superficial da água. Outro ponto é que ainda absorve menos calor em comparação às vias asfaltadas.

O loteamento que aparece na parte esquerda da imagem (figura 4) é recente, e por isso não está presente na malha urbana utilizada no mapa. A vegetação é hegemonicamente herbácea e as vias foram pavimentadas com asfalto, favorecendo um rápido aquecimento do solo.

5. Considerações Finais

O uso das imagens termais, demonstrou que a diferença de sazonalidade reflete diretamente na temperatura de superfície. No inverno, para a cidade sede de Carandaí, predominaram valores entre 19,1 a 22°C, para a primavera, os valores que prevaleceram ficaram na casa dos 26,1 a 28°C, ou seja, uma diferença de até 6°C.

Através dos mapas, constatou-se, que as características do uso e ocupação do solo atrelado com o clima urbano estavam diretamente ligadas a maiores valores de temperatura de superfície, como foi o caso dos bairros Nossa S. do Rosário e Olímpico (28,1 a 30°C). A presença de cobertura vegetal está diretamente atrelada às menores temperaturas de superfície, como ocorre nos bairros Vila Real e Garças (23,4 a 26°C).

Poderia destacar aqui a importância do controle da temperatura de superfície, pois ela impacta diretamente na temperatura do ar, podendo levar a formação de ilha de calor, desconforto térmico o que leva a uma piora na qualidade de vida da população urbana. Isso implicaria em modelos de gestão urbana que levem em consideração a manutenção de espaços verdes e a arborização urbana, uma vez que estas seriam elementos mitigadores da temperatura de superfície e do ar no espaço intra-urbano.

6. Referências Bibliográficas

AMORIM, M. C. C. T. **O clima urbano a partir do sensoriamento remoto e de registros da temperatura do ar**. In: XIV *Encuentro de Geógrafos de América Latina: reencuentro de saberes territoriales latinoamericanos*, 2013, Lima. Anais Lima/Peru: UGI, 2013. p. 1-18.

AMORIM, M. C. C. T. **Clima Urbana: Concepções teóricas, metodológicas, aplicações e perspectivas**. Revista Equador- Revista do Programa de Pós Graduação em Geografia da Universidade Federal do Piauí. Vol.4 n° 3, 2015,edição especial 02 XVI Simpósio Brasileiro de Geografia Física e Aplicada.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Base de dados dos municípios**. 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br>. Acesso em: 05/01/2019.
_____.**Shape do município de Carandaí**. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/>. Acesso em: 11/12/2018.

Centro de Hidrografia da Marinha. Cartas Sinóticas. Disponível em <https://www.marinha.mil.br>. Acesso em: 05/01/2019.

MENDONÇA, F. DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Texto, 2007. 208 p.

MENEZES, W. A.; MENDES, L. D. **Mapeamento da temperatura de superfície e da cobertura e uso da terra com geotecnologias livres para uma análise preliminar da relação terra-atmosfera no município de Nova Iguaçu** (RJ). Revista Equador (UFPI), Vol. 4, Nº 3, (2015). Edição Especial XVI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Teresina- Piauí.
PAULA, I. F. M. de et al.. **Correlação entre a Temperatura de Superfície e o Índice Vegetativo no Perímetro Urbano de Juiz de Fora - MG**. Revista de Geografia – PPGEO –
UFJF. Juiz de Fora, v.6, n.4, p.339-351, 2016.

PIRES, E. G. **Análise da temperatura de superfície do estado do Tocantins a partir do uso de geotecnologias.** Revista Interface, Edição nº 10, dezembro de 2015 – p. 133-144.

PRINA, B. Z.; TRENTIN, R. **Análise de temperatura de superfície por meio de imagens landsat-8 estudo de caso do município de Jaguari/RS/Brasil**. Revista Formação (Online) Vol.3; n. 23, mai-ago/2016.p. 264-285.
PPD. **Plano Diretor de Desenvolvimento de Carandaí**. Prefeitura Municipal de Carandaí. Carandaí. 2006

REBOITA, M. S. **Aspectos Climáticos do Estado de Minas Gerais**. Revista Brasileira de Climatologia, Ano 11 – Vol. 17 – JUL/DEZ. 2015

SANTOS, A. M. S.; ROMÃO, P. A. **Estudo multitemporal e alteração na paisagem na região do distrito de Luiz Alves, município de São Miguel do Araguaia - GO**, a partir de método indireto, sensoriamento remoto. Geografia - v. 16, n. 2, jul./dez. 2007 – Universidade Estadual de Londrina, Departamento de Geociências

USGS. ***United States Geological Survey. Earth Explorer.*** Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov/> Acesso em 10/12/18.

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 CLIMA URBANO EM OSVALDO CRUZ/SP: UMA VISÃO A PARTIR DE DIFERENTES REALIDADES SOCIOECONÔMICAS

Carlos Roberto Caputo[(a)], Margarete Cristiane de Costa Trindade Amorim [(b)]

[(a)] Curso de Geografia, Faculdade de Ciências e Tecnologia, campus de Presidente Prudente, Universidade Estadual Paulista (UNESP), carlos.caputo@hotmail.com
[(b)] Departamento de Geografia, Faculdade de Ciências e Tecnologia, campus de Presidente Prudente, Universidade Estadual Paulista (UNESP), margarete.amorim@unesp.br

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

A partir da expansão territorial urbana, o ambiente natural foi transformado, havendo como consequências alterações nos elementos do clima, como a temperatura. Deste modo, a presente pesquisa tem como objetivo analisar as diferenças de temperatura do ar entre o ambiente rural próximo e os bairros Santa Helena e Santa Mônica na cidade de Osvaldo Cruz/SP. Tais bairros são considerados de baixa e alta qualidade ambiental, respectivamente. Para isto, foram instalados sensores de temperatura protegidos por abrigos meteorológicos nos referidos bairros e no ambiente rural e os registros ocorreram no mês de setembro de 2017. Para a análise dos resultados foram considerados o uso da terra e as características do relevo. Como resultados, observou-se a formação de ilhas de calor no período diurno no Santa Helena e de frescor no Santa Mônica enquanto no período noturno, formou-se ilhas de frescor no Santa Helena e ilhas de calor no Santa Mônica.

Palavras chave: Ilha de calor; ilha de frescor; uso e ocupação da terra; relevo; Osvaldo Cruz/SP.

1. Introdução

A expansão das cidades no Brasil ocorreu de forma acelerada, principalmente a partir da década de 1950 e segundo Ehlers (1999), o processo de modernização da agricultura foi o principal fator que elevou as taxas de êxodo rural no país, retirando as pessoas do campo e introduzindo-as nas cidades como mão de obra nas indústrias e serviços, aumentando o processo de urbanização.

A partir da expansão territorial urbana, o ambiente natural foi transformado. Para o desenvolvimento das cidades, a sociedade introduziu materiais que possuem como características a absorção da radiação solar, propiciando o aquecimento da atmosfera.

Dentre tantos problemas presentes nos ambientes urbanos, destacam-se a retirada da cobertura arbórea, a impermeabilização generalizada do solo e as mudanças no relevo. Tais ações ocasionam enchentes nos períodos chuvosos, a poluição dos rios pela falta de saneamento básico, o aumento da poluição do ar através da queima de combustíveis fósseis, além do próprio aquecimento da atmosfera local, devido aos diferentes materiais encontrados na malha urbana.

Assim, as cidades apresentam características únicas, distintas do ambiente rural. Como traço marcante do ambiente urbano, destacam-se as diferenças térmicas ocasionadas pela maior concentração de edificações com os mais diversos materiais construtivos. As características destes materiais interferem no balanço energético, armazenando mais calor nestas áreas, desenvolvendo o fenômeno das ilhas de calor.

As ilhas de calor originam-se através da diferenciada capacidade de absorção de energia dos materiais encontrados na superfície urbana em relação ao ambiente rural (AMORIM et al., 2009).

Diante disto, o presente estudo teve como objetivo analisar as diferenças de temperatura do ar entre o ambiente rural próximo e os bairros Santa Helena e Santa Mônica na cidade de Osvaldo Cruz/SP, no mês de setembro de 2017. Tais bairros foram considerados por Lima (2007) de baixa e alta qualidade ambiental, respectivamente.

1.1 Caracterização da área de estudo

O município de Osvaldo Cruz/SP (Figura 1) está localizado no Oeste do estado de São Paulo com distância até a capital de 480km em linha reta. Considerada de pequeno porte segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), o município apresenta população de 30.917 habitantes, sendo que deste total, 27.782 residem na área urbana.

Assim como a maioria das cidades da Nova Alta Paulista, Osvaldo Cruz/SP iniciou sua colonização a partir da instalação da ferrovia pertencente à Companhia Paulista de Estradas de Ferro (FEPASA S.A.), que desenvolveu importante papel para estas cidades, já que escoava a produção cafeeira com destino ao porto de Santos.

ISBN: 978-85-7282-778-2

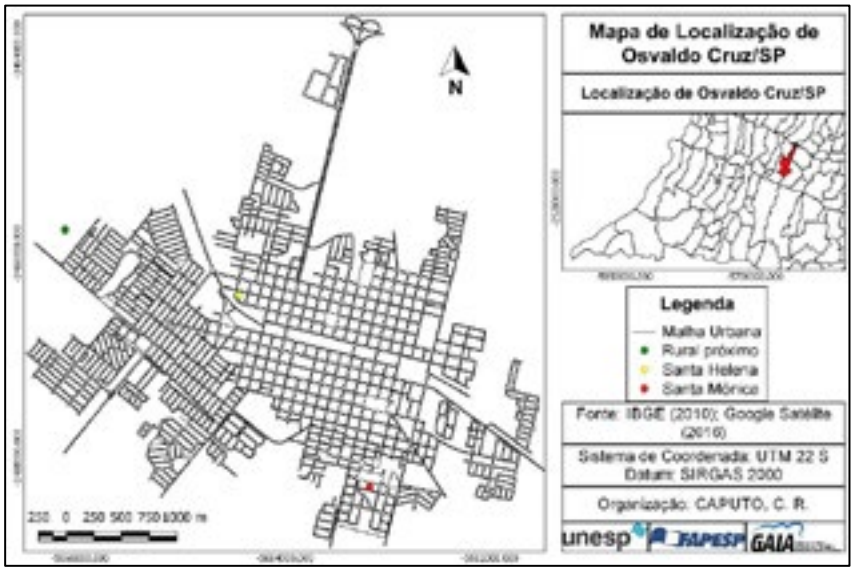


Figura 1 – Mapa de Localização de Osvaldo Cruz/SP

Fonte: Autoria própria.

Além de desempenhar importante papel econômico, a ferrovia contribuiu para o desenvolvimento das áreas urbanas por onde ela passava. Margeando a ferrovia, a cidade de Osvaldo Cruz/SP cresceu e se desenvolveu, sendo possível observar a implantação de vários bairros ao seu redor (LUZ, 2004).

Obedecendo o traçado da ferrovia, houve o surgimento de vários bairros nos anos de 1940, como a vila Santa Helena e a própria área central. Durante quarenta anos, diversos bairros foram construídos na cidade, dentre eles o Residencial Park Santa Mônica, no ano de 1982 (LUZ, 2004), sendo este o primeiro loteamento considerado fechado e de classe média-alta da cidade.

Com o passar do tempo, o crescimento não se mostrou restrito apenas na área próxima à ferrovia, mas sim expandiu-se para outras localidades, principalmente em direção a sudoeste da malha urbana. Segundo Lima (2007), o crescimento para este setor da cidade ocasionou alguns problemas ambientais, já que esta região apresenta maior declividade se comparada à área central.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Sendo assim, a partir da expansão territorial que Osvaldo Cruz/SP adquiriu com o passar dos anos, houve a implantação de loteamentos sem o devido planejamento, ocasionando problemas tanto ambientais quanto de qualidade vida da população que reside nestes locais.

2. Materiais e Métodos

Esta pesquisa teve como aporte teórico-metodológico a proposta do Sistema Clima Urbano desenvolvida por Monteiro (1976). Segundo esta proposta, os estudos de clima urbano devem adotar um viés integrador, considerando a junção entre a sociedade e a natureza através do espaço modificado.

Com a perspectiva sistêmica e integradora, Monteiro (1976) definiu o clima urbano como "[...] um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização" (p. 116). Nesta concepção, o referido autor sugeriu a adoção de três subsistemas, tendo-se como referência os canais de percepção humana, sendo eles o termodinâmico (conforto térmico), o físico-químico (qualidade do ar) e o hidrometeórico (impactos de meteoro). Desta forma, esta pesquisa enquadra-se nos estudos referentes ao subsistema termodinâmico, relacionando-se com o conforto térmico, no qual são tratadas as ilhas de calor e as ilhas de frescor.

Como forma de compreender o uso e ocupação da terra na cidade de Osvaldo Cruz/SP, utilizou-se da Carta de Qualidade Ambiental desenvolvida por Lima (2007). A autora constatou que há bairros que apresentaram alta qualidade ambiental, enquanto outros foram considerados de baixa qualidade ambiental. Os atributos utilizados para se chegar nessa diferenciação foram: o uso do solo; cobertura vegetal arbórea; áreas de risco de enchentes; alta densidade populacional e déficit de espaços públicos destinados a áreas verdes.

Desta forma, nesta pesquisa optou-se por analisar as características da temperatura nos bairros Santa Helena e Santa Mônica (Figuras 2 e 3), considerados de baixa e alta qualidade ambiental, respectivamente, em comparação ao ambiente rural próximo (Figura 4).

O bairro Santa Helena, mais carente economicamente, apresenta o predomínio de pequenos lotes, telhados de fibrocimento e ausência de vegetação, enquanto o Santa Mônica,

considerado de classe média-alta, possui grandes lotes, com vegetação rasteira e arbórea, além de telhados de cerâmica. Já o rural próximo possui como predomínio pastagens, plantações de café e esparsas áreas de vegetação arbórea com baixa densidade construtiva.

Figura 2 – Características do entorno onde foi instalado o sensor de temperatura no bairro Santa Helena

Fonte: Google Earth (2010) e autoria própria.

Figura 3 – Características do entorno onde foi instalado o sensor de temperatura no bairro Santa Mônica

Fonte: Google Earth (2010) e autoria própria.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Figura 4 – Características do entorno onde foi instalado o sensor de temperatura no rural próximo

Fonte: Google Earth (2010) e autoria própria.

A coleta dos dados de temperatura ocorreu durante o mês de setembro de 2017, através das miniestações meteorológicas automáticas digitais do tipo "Humidity-temperate logger" da marca Thermo Data™, protegidas da incidência direta dos raios solares e da precipitação por abrigos meteorológicos. Foram selecionados os dados de temperatura do ar referentes aos horários 6h, 9h, 12h, 15h, 18h, 21h, 0h e 3h, com intuito de verificar as diferenças entre o rural e os dois bairros em análise durante os diferentes períodos do dia (manhã, tarde e noite).

A partir dos cálculos das diferenças de temperaturas entre os pontos urbanos e o rural ($\Delta T = u - r$), foi calculada a intensidade da temperatura do ar. Os resultados das intensidades foram sistematizados no aplicativo Surfer®[1], através do método de krigagem[2], que resultou em gráficos que mostram a variação da intensidade da temperatura do ar nos diferentes horários do dia no mês em análise.

Já para a produção do mapa hipsométrico da cidade, utilizou-se do Banco de Dados Geomorfológicos do Brasil[3] para obtenção da imagem de satélite que detalha o relevo da região.

[1] Surfer é marca registrada da Golden Software.
[2] Krigagem é um método de regressão usado em geoestatística para aproximar ou interpolar dados.
[3] Banco de Dados Geomorfológicos do Brasil disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/topodata/acesso.php>. Acesso em: 14 jan. 2019.

ISBN: 978-85-7282-778-2

No aplicativo QuantumGis®[4] foi traçado o perfil topográfico da cidade, sendo este um procedimento importante, pois auxiliou no entendimento de como o relevo interferiu na formação das ilhas de calor em Osvaldo Cruz/SP.

3. Resultados e Discussões

A partir da Figura 5, é possível observar que durante o período diurno, às 15h e 18h, o bairro Santa Helena apresentou ilhas de calor de média e forte magnitudes, segundo a classificação elaborada por Fernández García (1996). Neste período, foram registradas intensidades de até +4,2ºC às 15h e de +4,8ºC às 18h.

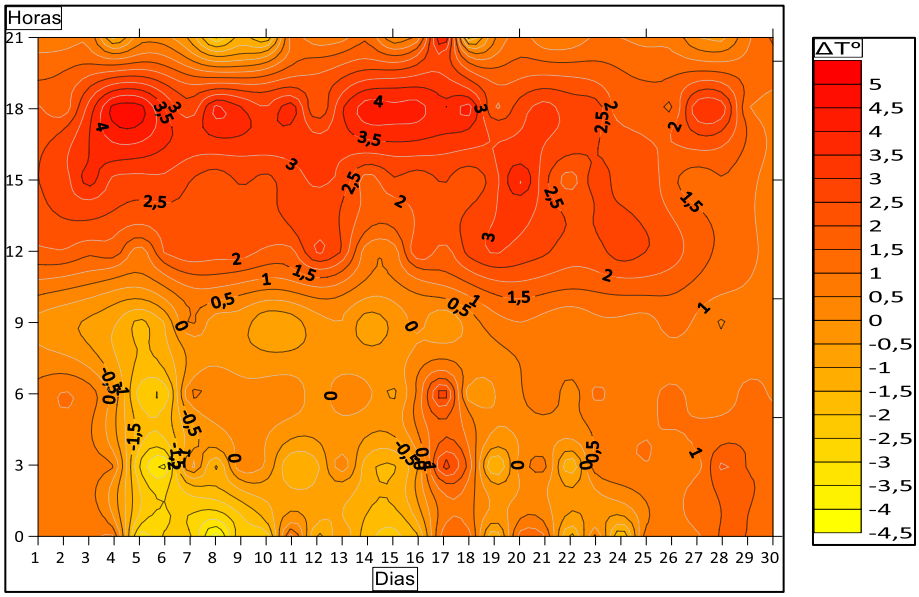


Figura 5 – Variação da intensidade da temperatura do ar no bairro Santa Helena, no mês de setembro de 2017

Fonte: Autoria própria.

Já o bairro Santa Mônica (Figura 6) apresentou, no período diurno, apenas ilhas de frescor às 12h e 15h, com intensidades que oscilaram entre 0ºC e -2,8ºC. Às 18h, houve a formação de ilhas de calor de média magnitude, com registro de até +2,6ºC.

[4] QuantumGis® é uma marca registrada da QGIS Development Team.

Entretanto, no período noturno, entre 21h e 6h, no bairro Santa Mônica foram registradas ilhas de calor de forte magnitude, com intensidades que variaram entre +4,1ºC à +5ºC.

O bairro Santa Helena passou a se resfriar no período noturno, havendo o registro de ilhas de frescor em diversos momentos durante o mês de setembro de 2017, com intensidade máxima de -4,4ºC. Ressalta-se que no dia 17, houve a formação da ilha de calor de forte magnitude, com valor de +4,5ºC.

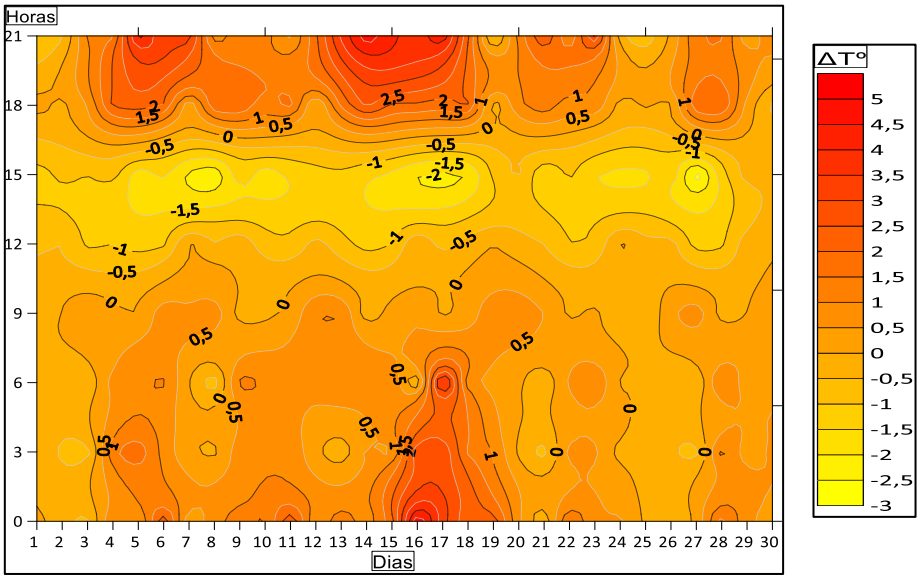


Figura 6 – Variação da intensidade da temperatura do ar no bairro Santa Mônica, no mês de setembro de 2017

Fonte: Autoria própria.

Considerando as Figuras 5 e 6, notou-se que no período diurno, houve maior aquecimento no bairro Santa Helena e resfriamento no bairro Santa Mônica. Isto se deve ao diferenciado uso e ocupação da terra entre os dois bairros.

> Como característica cada vez mais marcante das cidades, fatores como a elevada densidade demográfica, a concentração de áreas construídas, a pavimentação asfáltica do solo e as áreas industriais podem provocar alterações no clima local (LOMBARDO, 1985, p. 27).

ISBN: 978-85-7282-778-2

No período diurno, em dias sem precipitação (INMET[5]) e influenciados pelos sistemas atmosféricos estáveis, como as Massas Tropical Atlântica e Continentalizada (INPE[6]) e com ventos de Leste e Sudeste, formaram-se ilhas de calor de média e forte magnitudes no bairro Santa Helena. Isso se deve à sua localização, pois situa-se próximo a área central e desta forma, recebeu o ar mais quente proveniente do setor Leste da cidade, que somado a predominância de telhados de fibrocimento e falta de vegetação arbórea contribuíram para as altas intensidades neste período.

Entretanto, no bairro Santa Mônica (mediante as mesmas situações sinóticas apresentadas anteriormente) foram registradas apenas ilhas de frescor no período diurno, principalmente às 12h e 15h. Estes resultados devem-se aos materiais utilizados nas construções do bairro, que em sua maioria, constitui-se por telhados de cerâmica e há presença de gramado nos fundos dos quintais, o que resultou na diminuição da temperatura.

Já no período noturno, o Santa Mônica, quando influenciado por ventos provenientes dos quadrantes Norte, Noroeste e Sudoeste (dias 05, 14, 15, 16 e 17) recebeu o ar aquecido proveniente de áreas construídas.

Entretanto, no bairro Santa Helena, quando influenciado por ventos provenientes de Nordeste e Leste (dias 05, 06, 08, 18 e 19), apresentou ilhas de frescor consideráveis, pois ao receber o vento destas direções, o ar mais frio e denso do entorno rural foi canalizado pelo fundo de vale (Figura 7) e transportado ao bairro localizado próximo à área central da cidade.

[5] Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/>. Acesso em: 16 jan. 2019.

[6] Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em: <http://www.inpe.br/>. Acesso em: 16 jan. 2019.

ISBN: 978-85-7282-778-2

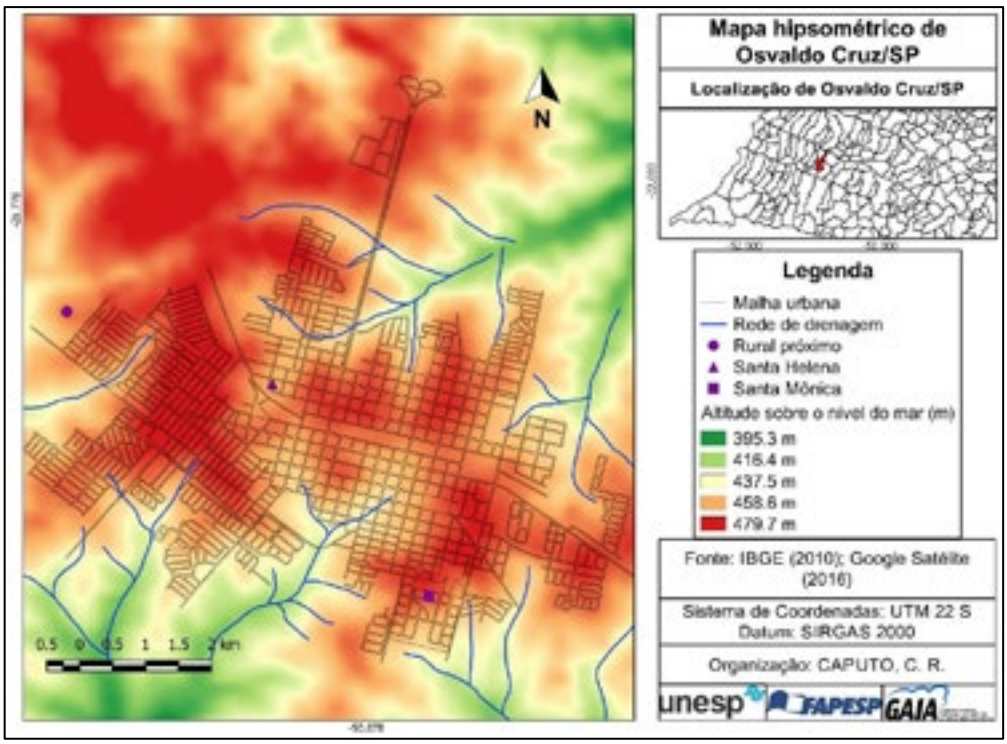


Figura 7 – Mapa hipsométrico de Osvaldo Cruz/SP

Fonte: Autoria própria.

4. Considerações Finais

Alvo de importantes investigações, as pequenas cidades ganharam maior destaque nos últimos anos, principalmente nos estudos acerca das modificações ocorridas na atmosfera em decorrência de seus processos de urbanização.

Deste modo, assim como as grandes e médias cidades, as pequenas também possuem suas particularidades. Acredita-se que os estudos sobre clima urbano podem ser melhor compreendidos em pequenas cidades, já que apresentam maiores possibilidades de efetivação das propostas mitigatórias, melhorando assim, a qualidade de vida dos citatinos.

Assim, como resultado desta pesquisa, por meio dos dados de temperatura, foi possível comprovar que os bairros Santa Helena e Santa Mônica reuniram condições para formar seus próprios climas através do uso diferenciado do solo urbano e do relevo próximo.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Referente ao período diurno, notou-se elevadas intensidades no bairro Santa Helena em comparação ao Santa Mônica. Isso ocorreu porque este bairro, por ser economicamente mais carente, se caracteriza pela presença de telhados de fibrocimento e falta de vegetação arbórea, propiciando o aquecimento mais rápido da atmosfera. Já o bairro Santa Mônica, de classe média-alta, possui telhados de cerâmica e gramados nos fundos de quintais, propiciando a redução da absorção de calor, o que contribuiu para o registro das ilhas de frescor.

No período noturno, com ventos de Nordeste e Leste, o bairro Santa Helena foi influenciado pelo relevo próximo, que canalizou o ar mais frio do entorno rural e resultou em ilhas de frescor de até -4,4ºC. Entretanto, o Santa Mônica, ao receber o ar quente dos setores Norte, Noroeste e Sudoeste, adquiriu as características urbanas do entorno que resultou na formação de ilhas de calor de forte magnitudes, com valor máximo de +5ºC.

Assim, este estudo mostrou que a população residente no bairro Santa Helena encontra-se suscetível às intempéries climáticas, com registro de intensidades de +4,2ºC durante o dia e de -4,4ºC durante a noite. Ressalta-se que os moradores do bairro Santa Mônica reúnem condições financeiras para adquirir equipamentos de climatização interna, encontrando-se menos suscetíveis às variações de temperatura.

Segundo Ayoade (1986), "[...] o homem e suas sociedades são vulneráveis às variações climáticas" (p. 288), e poderá haver como consequências problemas à saúde, como processos inflamatórios e doenças contagiosas.

Deste modo, como forma de amenizar a oscilação de temperatura no bairro Santa Helena, há a opção da pintura dos telhados de fibrocimento com tintas de coloração branca. Segundo Silveira; Marinoski; Lamberts (2012), a pintura dos telhados de fibrocimento por tintas brancas resulta na diminuição da temperatura da superfície e no interior das residências, diminuindo a amplitude térmica.

Além disso, mostra-se fundamental o plantio de vegetação arbórea nos fundos dos quintais e nas calçadas, visando a diminuição da temperatura local através do processo de

evapotranspiração, que consiste na diminuição do calor sensível e no aumento do calor latente (AMORIM, 2017), resultando na melhor qualidade de vida da população.

5. Agradecimentos

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio financeiro (Processo nº 2017/13134-6); A Universidade Estadual Paulista (UNESP) pelo apoio institucional e ao Grupo de Pesquisa Interações na Superfície Terrestre, Água e Atmosfera (GAIA).

6. Referências Bibliográficas

AMORIM, M. C. C. T.; DUBREUIL, V.; QUENOL, H.; SANT'ANNA NETO, J. L. (Org.), Características da ilha de calor em cidades de porte médio: exemplos de Presidente Prudente (Brasil) e Rennes (França). **Confins [Online]**, v. 7, p. 1-16, 2009.

AMORIM, M. C. C. T. **Teoria e método para o estudo das ilhas de calor em cidades tropicais de pequeno e médio porte**. 2017. 178 f. Tese (Livre Docente em Climatologia Geográfica) – Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. São Paulo: Rifle, 1986, p. 288.

EHLERS, E. **Agricultura sustentável**: origens e perspectivas de um novo paradigma. 2. ed. Guaíba: Agropecuária, 1999.

FERNÁNDEZ GARCÍA, F. **Manual de climatologia aplicada**: clima, médio ambiente y planificación. Madrid: Editorial Síntesis, S.A., 1996.

LIMA, V. **Análise da qualidade ambiental na cidade de Osvaldo Cruz/SP**. 2007. 146 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente.

LUZ, C. A. G. O. **O crescimento urbano e os conjuntos habitacionais na cidade de Osvaldo Cruz – SP**. 2004. 77 f. Especialização (Planejamento e gestão municipal) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente.

LOMBARDO, M. A. Ilha de calor nas metrópoles: o exemplo de São Paulo. São Paulo: Hucitec, 1985, p. 27.

MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e clima urbano**. São Paulo: Universidade de São Paulo/Instituto de Geografia, 1976. 181 f. (Série Teses e Monografias, 25), p. 116.

SILVEIRA, R.; MARINOSKI, D. L.; LAMBERTS, R. Avaliação da absortância à radiação solar e temperatura superficial de telhas de fibrocimento utilizadas nas coberturas de edificações do campus da UFSC. In: **XIV ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**. Juiz de Fora, 2012, p. 1166-1170.

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

O uso de modelagem nas análises de clima urbano: potencialidades do *Google Sketchup* para um episódio de inverno e verão no bairro da Tijuca, Rio de Janeiro - RJ

Patrick Nascimento [(a)]

[(a)] Estudante de Bacharelado/Licenciatura em Geografia, Instituto de Geografia/Universidade do Estado do Rio de Janeiro (IGEOG/UERJ), patrickn_uerj@outlook.com

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e sociambientais

Resumo

O trabalho tem como objetivo analisar as potencialidades de ferramentas de geoprocessamento e de modelagem 3D para os estudos de clima urbano e conforto térmico. Foi escolhida como área de estudo um edifício localizado na Tijuca, zona norte do Rio de Janeiro. A partir da escolha da área de estudo foi realizou-se a modelagem 3D das edificações no *Google Earth*®; em segundo lugar, foram produzidas imagens de sombreamento das edificações na superfície urbana com o *software Google SketchUp*® 2017, e, por fim, foram produzidos gráficos de incidência solar direta e obstrução da abóbada celeste através do cálculo do Fator de Visão do Céu (FVC) nos pontos alocados no prédio com o software *Google SketchUp*®.

Palavras chave: Clima Urbano, Conforto Térmico, Incidência Solar, Sky View Factor.

1. Introdução e Referencial Teórico

As áreas urbanas características da contemporaneidade apresentam um padrão determinado no que se refere a cobertura da terra e vegetação. A cobertura da terra ainda acaba por refletir e produzir condições inadequadas, inclusive sob o ponto de vista ambiental, nos espaços intraurbanos. Dentre as causas desses processos, estão as lógicas que dirigem a

produção capitalista do espaço urbano nas metrópoles, que tendem a atender interesses que visam ao lucro. Tal processo acaba gerando espaços fragmentados que, ao mesmo tempo em que indicam a produção de riqueza, maximizam a produção da pobreza. Por isso, as cidades tem se apresentado cada vez mais como o local de ocorrência de grandes desastres deflagrados por elementos climáticos que afetam diretamente a qualidade de vida dos grupos sociais atingidos (Sant'Anna Neto, 2001, 2011).

Contudo, de acordo com Monteiro (1976), o clima urbano é considerado um fenômeno geográfico resultante da interação entre a "cidade e a sua urbanização". Ele é concebido como um sistema complexo, dinâmico e aberto, estando em constante troca de matéria e energia com o ambiente e que não poderia ser entendido apenas pela sobreposição de camadas relacionadas as características naturais e aquelas sociais, mas sim pela conexão intrínseca entre elas. Com esse entendimento, Monteiro (1976) formulou uma proposta de análise e investigação científica do clima urbano por meio do Sistema Clima Urbano (S.C.U).

Monteiro (1976) dividiu o S.C.U em três canais de percepção, também correspondentes a três subsistemas: subsistema termodinâmico (canal de percepção da temperatura do ar), subsistema físico-químico (canal de percepção da qualidade do ar) e subsistema hidrometeórico (canal de percepção dos impactos meteóricos).

O canal termodinâmico está relacionado diretamente às mudanças na cobertura e uso da terra urbanos. Ele compreende elementos como os fluxos de energia que modificam o albedo e que produzem uma atmosfera urbana mais quente, e que tem efeitos como desconforto térmico, redução do desempenho humano, agravamento das doenças psicossociais por estresse, cansaço e irritação, doenças cardiovasculares e respiratórias, entre outros. Para este trabalho, pretendesse enfocar o subsistema termodinâmico, que se relaciona diretamente com o conforto térmico e se expressa através das relações entre calor, ventilação e umidade. Por isso, ele segue sendo um dos canais de percepção mais importantes pelo seu potencial perceptivo.

ISBN: 978-85-7282-778-2

O subsistema termodinâmico é influenciado pelas diferentes coberturas da terra, com destaque para a pavimentação e áreas edificadas que, em função dos seus materiais construtivos, tem como característica física uma elevada inércia térmica. Esses elementos incrementam a transformação de energia térmica em calor urbano. No que o calor intra-urbano aumenta, acaba gerando fenômenos como ilhas de calor, que não só afetam a saúde da população, mas possuem impactos como a elevação do consumo de energia, por exemplo (Monteiro, 1976; Sant'Anna Neto, 2001, 2011). Entretanto, de acordo com Sant'Anna Neto (2011), dependendo da classe social, determinados grupos estariam mais expostos ou não ao desconforto térmico. Tal fato pode resultar na deflagração e /ou intensificação de morbidades psicossociais, respiratórias, cardiovasculares e, por fim prejudicar o desempenho físico (Sant'anna Neto, 2011).

A forma como a temperatura se relaciona com os diversos elementos nas cidades causam variações que por sua vez ajudam na produção de processos climáticos. Neste contexto, a geração de ilhas de calor se torna comuns e frequentes, elas "... podem ser compreendidas como áreas no urbano e suburbano onde o ar e a temperatura da superfície são mais quentes do que em áreas circundantes" (Gartland, 2010, p.9).

Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo analisar as potencialidades do uso de ferramentas de geoprocessamento e de modelagem 3D para os estudos de clima urbano e de conforto térmico. Para tanto, foram empregados os softwares *ArcMap 10.5®, Google Earth®* e *Google SketchUp®* 2017 na análise das condições de insolação (em horas) e intensidade da radiação solar utilizando como exemplo uma casa situada no bairro da Tijuca. Como resultados, espera-se que essas ferramentas possam contribuir com uma série de fatores, dentre eles: uma maior precisão na análise dos processos relacionados à energia térmica no espaço intraurbano; subsidiar melhores compreensões sobre as maneiras através das quais os grupos sociais interagem com essa movimentação da energia térmica nos espaços abertos e fechados na cidade e, por último, estabelecer relações analíticas mais contundentes e consistentes entre morfologia urbana, produção do espaço geográfico e clima urbano.

ISBN: 978-85-7282-778-2

2.Caracterização da área de estudo

O bairro da Tijuca pertence à zona norte do município do Rio de Janeiro e está entre os bairros mais antigos e tradicionais da capital fluminense. De acordo com o Censo de 2010, o bairro possui uma população de cerca de 163.805 habitantes, sendo assim o maior da Zona Norte do município do Rio de Janeiro. A Tijuca tem área territorial 1.006,56 hectares, com 67, 183 domicílios e integra a região administrativa da Tijuca, junto com os bairros da Praça da Bandeira e Alto da Boa Vista. É, também, sede da subprefeitura da Tijuca (figura 1).

A escolha dos quatro pontos instalados em volta da edificação seguiu os seguintes fatores: a homogeneidade no padrão construtivo da rua analisada; ao acesso ao edifício inserido na área de estudos e a proximidade com os moradores; a abrangência em volta de toda a construção com intuito de abarcar os cômodos mais usados e sentidos pelos moradores.

Figura 1 – Localização do bairro da Tijuca no município do Rio de Janeiro (quadros ao lado direito), junto à localização do apartamento em estudo (imagem de satélite).

O apartamento se situa em uma área do bairro em que se tem de forma predominante a pavimentação e verticalização, próximo a diversas avenidas importantes que concentram parte significativa do fluxo de veículos e pessoas. É possível notar que o apartamento em estudo

ISBN: 978-85-7282-778-2

está cercado de prédios de pequeno porte de sua própria rua, além de uma vila residencial caracterizada por casas aglomeradas e um estacionamento arborizado que pertence ao pátio de uma igreja dos arredores. Os materiais construtivos que compõem a cobertura do prédio são característicos da área do entorno dos pontos escolhidos – formados por telhas coloniais (cerâmica vermelha) que, de modo geral, tendem a produzir poucas diferenças de temperatura.

Nesse sentido, pode-se apontar que o incremento de calor nas cidades tropicais pode ser intensificado na medida em que a forma urbana e os materiais construtivos tem como padrão apresentar elevada inercia térmica (Sant'Anna Neto, 2011). Pode-se compreender as respostas térmicas referentes ao calor produzido por tais matérias através de cálculos relacionando as variáveis do albedo (reflectância) e emissividade dos materiais (ABNT, 2003).

3.Procedimentos metodológicos

Para o cumprimento do objetivo, três etapas foram desenvolvidas: em um primeiro momento, foi realizada a modelagem 3D das edificações no *Google Earth*® da área de estudo.

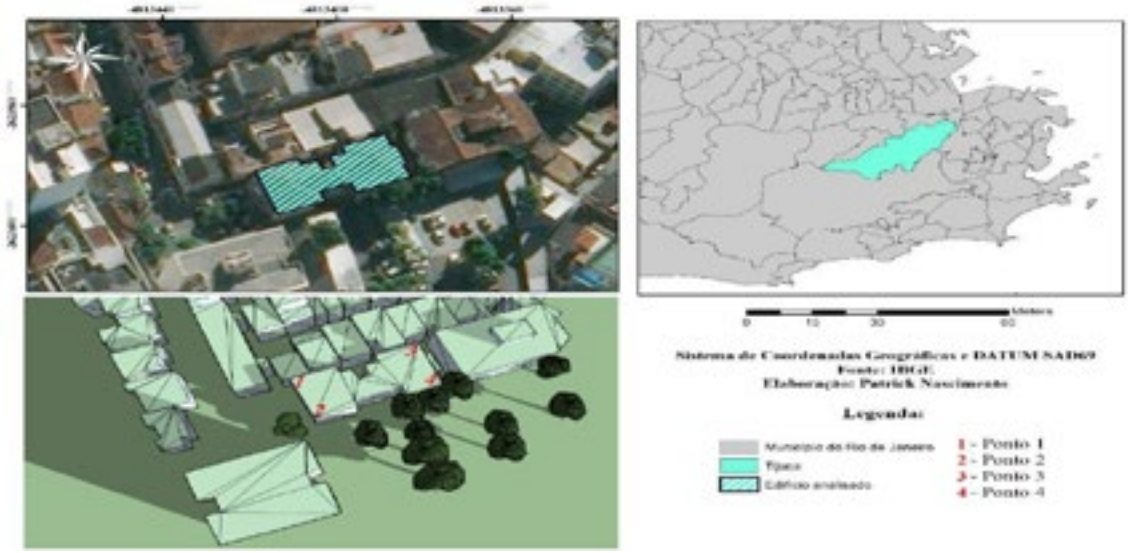


Figura 2 – Localização dos 4 (quatro) pontos situados nos arredores do imóvel utilizado como exemplo para este estudo.

Em segundo lugar, foram produzidas imagens de sombreamento das edificações na superfície urbana com o *software Google SketchUp*® 2017, e, por fim, foram produzidos gráficos de incidência solar direta e obstrução da abóbada celeste através do cálculo do Fator de Visão do Céu (FVC) em pontos em volta do prédio analisado com o software *Google SketchUp*® 2017. É valido ressaltar que para a produção deste trabalho, além dos softwares já mencionados, foi utilizado uma extensão para o *Google SketchUp*® 2017chamada *LSS Chronolux* (figura 2).

4.Resultados e discussões

Com os dados obtidos através das ferramentas já mencionadas, foram geradas duas tabelas que representam dias típicos de inverno (dia 7 de agosto de 2018) e de verão (dia 3 de janeiro de 2019). Na tabela I, o Ponto 1 recebeu 6h37min de insolação, tendo sido compartimentado em 3 (três) momentos distintos durante o dia com um total de FVC de 19,86% podendo inferir que este ponto apresente temperaturas mais elevadas, uma vez que o FVC está limitado devido as edificações vizinhas próximas, impedindo a circulação dos ventos e aumentando assim a maior reflexão da radiação solar dentro da geometria urbana. O primeiro momento ocorreu das 06h até as 09h10min, totalizando 3h10m de duração. O segundo momento de incidência ocorreu durante as 11:00 até as 11:31, com 11 minutos de duração. Já o terceiro e último momento do ponto 1 foi o de maior duração, com 3h11m que se desenrolou das 15:49 da tarde até as 19:00 da noite.

Tabela I – Relação de pontos, total de incidência solar direta (em horas) e Fator de Visão do Céu (*Sky View Factor*, em porcentagem), referente ao dia de inverno

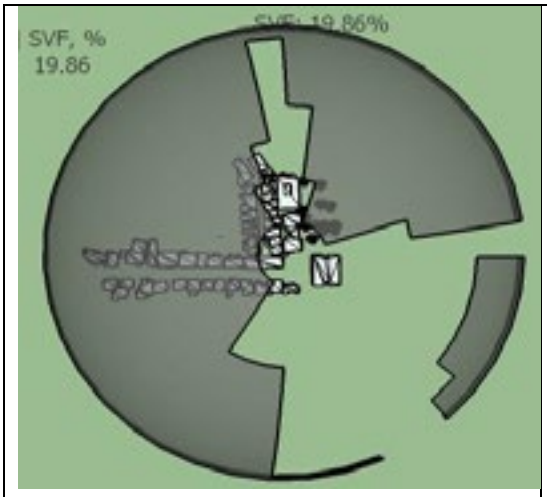
Ponto	**Incidência solar direta (h)**	**Fator de Visão do Céu (%)**
1	6h37min	19,86%
2	7h57min	42,16%
3	4h22min	8,59%

ISBN: 978-85-7282-778-2

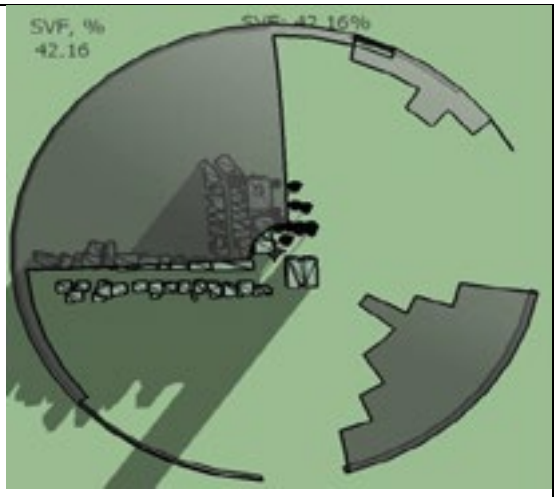
4	4h30min	20,93%

No ponto 2 da tabela I, ocorreram dois momentos de incidência de insolação cujo FVC foi de 42,16% sendo mais amena em relação ao ponto um, uma vez que os fatores que limitam a visibilidade do céu são arvores e um prédio próximo ao ponto. O primeiro começou as 06h até as 09h10min da manhã, com duração de 3h10m. O segundo e último ponto sucedeu-se das 11h56min até 16h43min, durando 4h47m, totalizando 7h57min.

No ponto 3 da tabela I, ocorreram dois momentos de insolação, com FVC de 8,59%, sendo o mais obstruído de todos os pontos analisados, fator esse que está relacionado a proximidade com uma vila próxima caracterizada por aglomeração de casas e um corredor estreito de passagem, dificultando a circulação de ventos, chegada e dispersão de radiação solar durante o dia. O primeiro momento de incidência foi das 06h até as 09h10min. O último momento aconteceu das 14h28min às 15h40min, por um período de 1h12m, totalizando 4h22min que podem apresentar temperaturas mais elevadas devido aos fatos já mencionados.

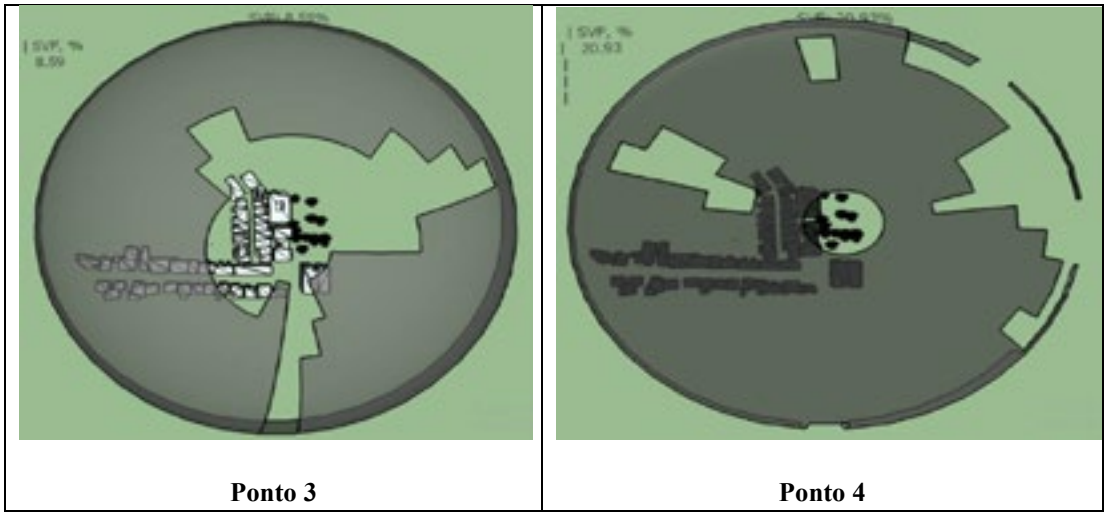


Ponto 1



Ponto 2

ISBN: 978-85-7282-778-2



Ponto 3 **Ponto 4**

Figura 3 – Representações do FVC (Fator de Visão do Céu) por ponto escolhido, na estação de inverno e verão.

Já o ponto 4, último da tabela I foi o que mais apresentou interrupções na incidência da radiação. Ao total foram quatro momentos, com FVC de 20,93%, que podem inferir temperaturas elevadas assim como o ponto 3, mas em menores proporções, uma vez que o ponto foi alocado próximo a diversas arvores que circundam o prédio oriundas de um estacionamento vizinho. Inicialmente, ocorreu de 06h as 09h10min, retornando à incidência das 11h06min até as 11h42min. O terceiro instante foi de 13h14min às 13h27min, seguido do último momento de insolação, das 15h20min até as 16h01min, totalizando 4h30min. É importante ressaltar que, as interrupções que ocorrem durante a produção do Gráfico do ângulo de incidência dos raios solares é fruto dos elementos que compõem a malha urbana da área de estudos (figura 3). Ao total, pode se notar (figura 3) que o maior ponto de incidência de radiação é o ponto 2, totalizando cerca de 7h57min de exposição. Já o de menor exposição é o ponto 3, com 4h22m de insolação no inverno.

Tabela II – Relação de pontos, total de incidência solar direta (em horas) e Fator de Visão do Céu (*Sky View Factor*, em porcentagem), referente ao dia de verão.

Ponto	Incidência solar direta (h)	Fator de Visão do Céu (%)
1	6h18min	19,86%
2	8h36min	42,16%
3	5h29min	8,59%

ISBN: 978-85-7282-778-2

4	8h28min	20,93%

Na Tabela II, referente ao verão, não será abordado analises sobre o FVC devido ao mesmo não variar durante o dia e estações verificadas. O ponto 1 teve três momentos de incidência solar, com FVC em 19,86 %. O primeiro momento teve início às 06h e seguiu até as 11h26min da manhã. O segundo foi das 15h45min até 16h24min, seguido do terceiro, que foi das 19h47min às 20h, totalizando 6h18min de incidência solar direta.

No ponto 2 ocorreram cinco momentos de incidência solar: o primeiro se iniciou as 06h e terminou 11h20min; o segundo ocorreu das 11h27min às 11h42min, seguido do terceiro, das 11h48min até 12h02min. O quarto momento foi das 12h09min às 12h27min, e o quinto momento ocorreu das 13h56min às 16h45min, totalizando 8h36min de incidência solar direta com FVC em 42,16%. O ponto 3 apresentou apenas um momento de incidência, com FVC em 8,59%. Ele seguiu das 06h às 11h29min, totalizando 5h29m de duração de incidência solar direta. O ponto 4 apresentou cinco momentos insolação, com FVC em 20,93%. O primeiro momento foi das 06h às 10h23min; o segundo se sucedeu das 11h15min às 11h32min; o terceiro momento foi das 11h38min às 11h39min. O quarto instante foi de 11h52min às 13h25min e, por fim, o último momento foi das 15h06min às 17h20min, totalizando 8h28min de incidência solar direta.

É importante ressaltar que, apesar dos maiores totais de incidência de radiação solar (em horas) se apresentar no ponto 2, tanto no inverno quanto no verão, estima-se que ele não seja um ponto representativo de desconforto térmico, e sim o ponto 3. Essa hipótese é dada por conta do ponto 2 ser próximo a um estacionamento relativamente bem arborizado, com vegetação que ultrapassa, de maneira significativa, a altura do edifício.

Nessa perspectiva, o Fator de visão do céu (FVC) serve como um meio de quantificar a porção do céu visível nos pontos amostrais que foram selecionados neste trabalho, sendo 0% totalmente obstruído e 100% completa visibilidade do céu. Esta técnica permite não só analisar as influências da geometria existente entre o céu e a terra como servir de subsídio

para o estudo dos microclimas locais. A partir de estudo feito por (Fialho et al., 2018), é possível notar uma correlação positiva existente entre a temperatura do ar e o fator de visão do céu, apesar de se mostrar fraca tal correlação se comportada seguinte maneira: conforme o (FVC) está próximo a 0% sendo mais obstruído maior será a temperatura do ar. Entretanto, ao traçar o fator de visão do céu com os dados referentes a incidência de radiação solar direta por hora a não linearidade se revela devido a múltiplos fatores que podem variar dentro do meio urbano (materiais de construção a densidade e aglomeração das edificações entre outros).

Com relação aos dados do FVC, pode-se na figura 3 inferir que o ponto 3 é mais obstruído do que o ponto 2, apresentando FVC em 8,59% e 42,19% respectivamente. Ao trançar estes dados com os obtidos através dos gráficos de incidência solar direta (H), é possível notar que a menor obstrução possibilitou o ponto 2 no episódio de verão receber cerca de cinquenta e nove minutos (59min) a mais do que no episódio de inverno. Nesse sentido, percebe-se que o FVC está interligado de forma inversamente proporcional a quantidade de incidência solar direta que o ponto na malha urbana recebe neste trabalho, já que não sofre variação nem durante o dia e estações analisadas, ou seja, quanto menos obstruído for o FVC maior é a incidência de raios solares.

5.Considerações Finais

A utilização da metodologia utilizada nesse trabalho se mostrou satisfatória para a aquisição de dados referentes a incidência direta de raios solares (h) e da obstrução da abóboda celeste através do FVC. Os resultados aqui discutidos apresentam variações de níveis espaciais e temporais, uma vez que os resultados mudam de acordo com a posição do ponto alocado em relação a morfologia urbana. É valido o destaque para os pontos 2 e 3 no inverno que foram os de maior e menor incidência solar direta (h) respectivamente. Com eles, foi possível notar que ao simular os mesmos pontos no episódio de verão já mostraram diferenças significativas, sendo o ponto que mais recebe incidência de radiação solar, em horas, durante

o verão é o ponto 2, com cerca de 8h36m de insolação durante o dia simulado. Já o de menor incidência continua sendo o ponto 3.

Como um todo, os maiores totais de incidência de radiação solar (em horas) se apresentar no ponto 2, tanto no inverno quanto no verão. Pressupõe-se que ele não seja o ponto representativo de desconforto térmico no edifício analisado. A sua localização está próxima a uma área bem arborizada cirando assim um ambiente com maior sombreamento e umidade. E por fim, o ponto 3, apesar de não ter os maiores números adquiridos no que se refere a incidência de radiação solar direta acaba sendo percebido como o mais quente.

6.Agradecimentos

Agradecimentos especiais à profa. Lilian Aline Machado e profa. Débora Couto de Assis, por terem ajudado a sanar as dúvidas relacionadas aos *softwares*, bem como pelos conhecimentos construídos através do minicurso intitulado "Geotecnologias aplicadas aos estudos de climatologia urbana", ministrado por ambas no XIII Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica. E ao graduando em Arquitetura e Urbanismo pelo Centro Universitário do Distrito Federal - UDF, Libni Vaz, pelo suporte durante a familiarização com a interface do *Google SketchUp*® 2017.

7.Referências Bibliográficas

ASSIS, D. C.; DUQUE, R. R.; PIMENTEL, F.O.; FERREIRA, C. C. M. Zoneamento térmico e suas correlações associadas ao sombreamento por edificações e pela vegetação: Um estudo de caso da região central da cidade de Juiz de Fora, MG - Brasil. **Anais do XIV Colóquio Ibérico de Geografia**, Guimarães, 2014.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. Projeto 02:135.07-001/2. Desempenho térmico de edificações Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações, 2003

ASSIS, D.C. O conforto térmico associado às variáveis de cobertura da terra na região central de Juiz de Fora–MG. 2016, 196f. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Federal de Juiz de Fora, 2016.

ALEIXO, N.C.R. Pelas lentes da Climatologia e da Saúde Pública: doenças hídricas e respiratórias na cidade de Ribeirão Preto. Natacha Cíntia Regina Aleixo – Presidente Prudente, 2012.

FIALHO, E.S. et. al. O uso do sky view factor na análise do campo térmico noturno, em episódio de verão, no perímetro urbano, do município de Ponte Nova – MG, na zona da mata mineira. Juiz de Fora – MG. XIII SBCG – UFJF, 2018.

GARTLAND, L. **Ilhas de Calor**: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

MACHADO, L. A. Implicações da verticalização dos bairros Vila da Serra e Vale do Sereno (Nova Lima, MG) na circulação atmosférica local. 2013, 144f. Monografia (Bacharelado em Geografia), Universidade Federal de Minas Gerais, 2013.

MACHADO, L. A. Impactos da verticalização e adensamento das edificações em topoclimas e mesoclimas na porção norte do município de Nova Lima (MG). 2016, 183f. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Federal de Minas Gerais, 2016.

MONTEIRO, C.A.F. **Teoria e Clima Urbano**. São Paulo: IG/USP, 1976.

SANT'ANNA NETO, J.L. Por uma Geografia do Clima. **Revista Terra Livre**. São Paulo, n.17, p.42-62, 2001.

SANT'ANNA NETO, J.L. História da Climatologia no Brasil: gênese e paradigmas do clima como fenômeno geográfico. **Cadernos Geográficos**, UFSC, 2004.

SANT'ANNA NETO, J.L. O clima urbano como construção social: da vulnerabilidade polissêmica das cidades enfermas ao sofisma utópico das cidades saudáveis. **Revista Brasileira de Climatologia**, ano 7, vol.8, 2011.

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

PERFOMANCE DE ABRIGO DE BAIXO CUSTO PARA REGISTROS DE TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA DO AR EM CONDIÇÃO DE CAMPO

Jakeline Baratto [(a)], Emerson Galvani [(b)] Cássio Arthur Wollmann [(c)]

[(a)] (a)Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Maria, jekeline.jake@hotmail.com

(b) Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, egalvani@usp.br

(c) Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Maria, cassio_geo@yahoo.com.br

Eixo: A climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambiental

Resumo/

A presente pesquisa tem por objetivo avaliar o desempenho do abrigo meteorológico de baixo custo para as médições de temperatura e umidade relativa do ar. Para esta pesquisa utilizou-se dados de temperatura e umidade relativa do ar do abrigo meteorológico de baixo custo, modelo ABC e os dados da estação meteorológica automática, ambos instalados no Parque Nacional de Aparados da Serra. O período utilizado para essa avaliação foi o mês de agosto de 2017. A avaliação dos abrigos meteorológicos se deu a partir de parâmentros estatisticos tais como: máxima, mínimo, média aritmética simples, desvio médio, e desvio padrão e os parâmetros de regressão linear e os coeficientes de determinação para a relação da temperatura e umidade do ar dos dados do ABC par os dados da EMA. Os resultados indicam que o abrigo ABC se comprovou eficiente, para os dados amostrados, com relação a EMA

Palavras chave: temperatura do ar, umidade relativa do ar, abrigo meteorológico, calibração

1. Introdução

A pesquisa cientifica tem cada vez menos recursos e investimentos apensar do avanço da tecnologia. Isso faz com que cada vez mais a pesquisa se reinvente para conseguir dados mais precisos sobre o meio em que vivemos. No caso da climatologia geográfica brasileira vem sendo utilizados intrumentos meteorológicos de baixo custo para que se possa obter dados dos atributos climáticos, principalmente em locais onde a rede meteorológica oficial não abrange e em lugares remotos.

Para Armani e Galvani (2012) a pesquisa em climatologia depende de uma alta densidade de observações tanto espaciais quanto temporais. Obter essa qualidade de observações é dificultada, pois a aquisição de equipamentos e suprimentos básicos para a operação e funcionamento deles necessita de um número suficiente de intrumentos tais como baterias, painéis solares, microcomputadores entre outros. Dessa maneira, para a medição dos atributos climáticos, como temperatura do ar e umidade relativa do ar são utilizados abrigos meteorológicos de fabricação artesanal, aclopado com um sensor de medição conforme o proposto por Armani e Galvani (2012).

Castelhano e Roseghi (2011) propuseram a utilização do PVC para a construção de abrigos meteorológicos para a medição de dados climatológicos em campo. Com isso, os autores utilizaram esse material para a construção de dois modelos de abrigo, chamdos de A e B. A diferença entre ambos foi que o segundo tinha uma proteção interna. Os dados coletados nos dois modelos foram cabibrados junto a estação meteorologica automática e convencional. Os resultados mostraram que os abrigos contruidos com o PVC tiveram dados conpatíveis aos oficiais. Diante disso, os autores apontam que esse material propiciam uma melhor logística para os equipamentos, aumentando a eficiência no transporte e na durabilidade do material.

Serafini Júnior e Alves (2014) recomendam o uso do abrigo meteorológico como uma alternativa considerável, sendo um instrumento de baixo investimento, possibilitando mais o uso. Os referidos autores, fizeram uma análise comparativa entre três modelos de miniabrigos meteorológicos. Os miniabrigos denominados de Tarifa (TAR), Abrigo de Baixo Custo (ABC) e Quatro Águas (4AS), utilizaram como referência a Estação Meteorológica

ISBN: 978-85-7282-778-2

Automática (EMA) instalada nas dependências do prédio da Geografia. Para os autores todos os abrigos testados tiveram um desempenho satisfatório, cerca de 80% no período amostrado.

Hoppe et al. (2015) avaliaram o abrigo meteorológico de baixo custo (ABC) com uma estação meteorologica convencional controlada pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Assim, os autores fizeram a comparação dos dados nos horários de coleta dos dados oficiais, que são às 9h, às 15h e às 21 horas no tempo local. As médias de temperatura diferenciam-se por 1,3°C. No que diz respeito à umidade relativa do ar, a média variou em aproximadamente 8%, sendo URabc>Urinmet. Assim, os mesmos recomendam o uso pra pesquisas em climatologia e áreas afins.

Jardim (2018) em sua pesquisa recomenda o abrigo meteorológico de baixo custo construído com materiais de baixa condutividade, como é o caso do PVC (policloreto de polivinila) juntamente com isopor e espuma de EVA que funcionam como um isolante térmico. Esse abrigo foi proposto com um sistema de ventilação, que segundo o autor, foi eficaz para a medição dos dados. Porém o autor ressalta que os abrigos meteorológicos precisam de matéria que dissipem o calor rapidamente, conforme as variações de temperatura a umidade relativa do ar externa.

Diante do exposto a presente pesquisa tem por objetivo avaliar o desempenho do abrigo meteorlogico de baixo custo para as medições de temperatura e umidade relativa do ar tendo como referência o mes de agosto do ano de 2017.

2. Materiais e procedimentos

Após concedida a autorização de pesquisa, foi instalada uma estação meteorológica automática (EMA) no Parque Nacional de Aparados da Serra (PNAS). O PNAS está localizado entre as coordenadas geográficas 29º151 S e 50º001 W e 29º25 S e 50º15 W. Implementado no ano de 1959 pelo Decreto Estadual nº 47.446, alterado em 17/03/1972 pelo Decreto Federal nº 70.296. O parque possui uma área de 10.250 ha. Sendo o seu limite ao norte a Estrada que liga Cambará do Sul a Praia Grande (RS-429), e a Oeste o rio Camisas.

Na figura 1, é possivel observar a localização do PNAS bem como a localização da EMA instalada.

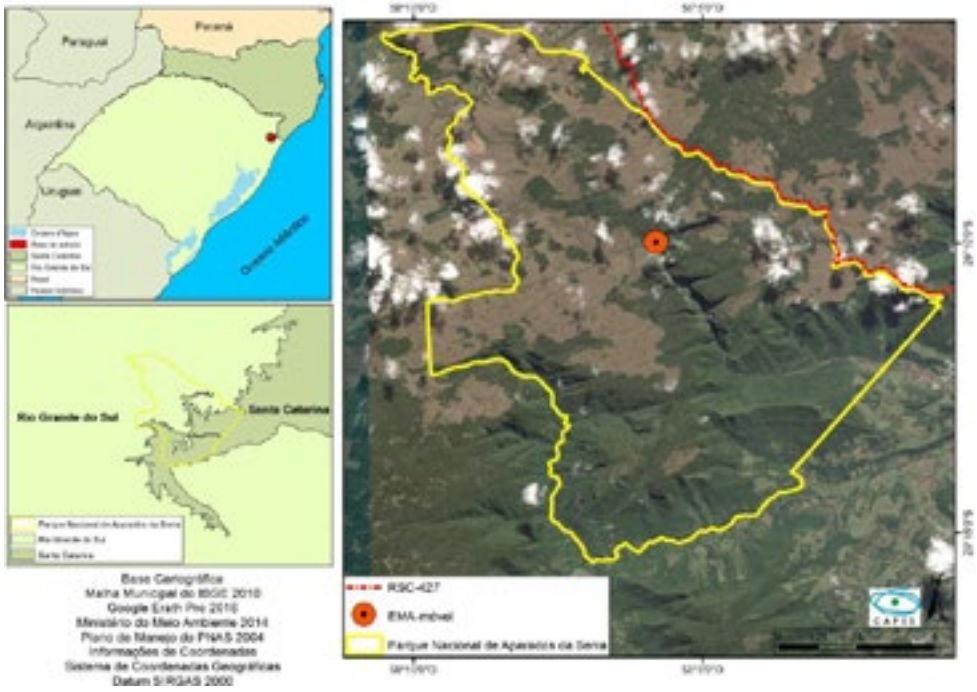


Figura 1 – Localização do Parque Nacional de Aparados da Serra.

A estação meteorológica automática modelo Campbell CR 1000 (EMA) foi instalada nas coordenadas 587837.17 mE e 677228.26 mS e a uma altitude de 930 m. A EMA pertence ao Laboratório de Climatologia e Biogeografia da Universidade de São Paulo. Ela foi instalada no trabalho de campo realizado no dia 11/07/2017. O sensor de temperatura e umidade relativa do ar modelo HMP35C devidamente calibrados em câmara selada com isolação térmica (GOBO, 2018).

Juntamente com a EMA foi instalado um abrigo meteorológico de baixo custo, construído conforme modelo proposto por Armani e Galvani (2012), contendo um datalogger modelo HT 500. O termo-higrômetro eletrônico de marca Instrutherm, modelo HT500 para a coleta dos dados necessários. Conforme Milanesi (2017) a precisão do datalogger HT500, com relação a temperatura é de +/- 1,0ºC, a escala de funcionamento é de -40 ºC a 70ºC. Em

ISBN: 978-85-7282-778-2

relação a umidade relativa a precisão é de aproximadamente +/- 3%, sendo que a escala é de 0 a 100%.

Figura 2 – Estação meteorologica automátiva e abrigo meteorológico instalado em campo.

A EMA foi programada para a coleta dos dados no intervalo de 10 minutos e o sensor 500 foi programado para a coleta dos dados horários. Assim, os dados selecionados para esta pesquisa foram de hora em hora, logo utilizou-se os registros da EMA também a cada hora. O período de amostragem para a avaliação do abrigo ABC foi de 01/08/2017 a 31/08/2017, totalizando dois pares de dados de temperatura do ar com 744 registros e igual quantidade para a umidade relativa do ar. Durante o período de calibragem não foi observado falhas nos dados. Jardim (2018) ressalta que não há um limite de dias, ou horas recomendado para o processo de calibração de um abrigo meteorológico de baixo custo. Porém intervalos maiores possibilitam que abrigo fique exposto às condições adversas de tempo, o que vem a

ISBN: 978-85-7282-778-2

implicar na ampliação da margem de verificação, e também na correção junto aos dados da estação meteorológica oficial.

A avaliação do abrigo meteorológico será conforme a apresentado por Armani e Galvani (2012) máximo, mínimo, média aritmética simples, desvio médio, e desvio padrão sem distinções horárias e diárias e os parâmetros de regressão linear e os coeficientes de determinação para a relação da temperatura e umidade do ar dos dados do ABC par os dados da EMA. A perfomance da regressão linear e dos modelos serão avaliados em função do coeficiente de correlação (R) e determinação (R2).

4. Resultados e discussões

4.1 Temperatura do ar

Com relação a temperatura do ar, de madeira geral, os dados coletados no ABC (Tabc) apresentaram diferença média da temperatura do ar de 0,30ºC superior aos dados obtidos junto a EMA (Tema). Armani e Galvani (2012), encontraram valores similares da ordem de 0,2oC. Porém Hoppe et. al. (2015) ao calibrar os dados do abrigo ABC com a Estação meteorológica convencional da INMET, sendo esta instalada na Universidade Federal de Santa Maria encontrou uma diferença de 1,3ºC entre os dois sensores, cerca de 1,1ºC a mais que Armani e Galvani (2012).

A diferença entre as amplitudes térmicas identificada foi de 1,8ºC, muito próximo do encontrado por Armani e Galvani (2012) na qual a diferença entre as amplitudes foi de 1,9ºC. No entanto Hoppe et al. (2015) encontraram uma amplitude menor entre os dois de 0,5ºC. Essas diferenças encontradas pelos referidos autores, são muito mais abrangentes, tendo em vista que, podem estar associadas à diferentes períodos do ano, o que vem a implicar em diferentes cargas térmicas sobre o abrigo meteorológicos. Outro fator que possível alteração nas diferenças entre os autores é o achatamento dos abrigos meteorológicos, o que vem a implicar nas condições de ventilação e transferência de calor no interior do abrigo (JARDIM,

2018). Na tabela 1 é observado os resultados dos parâmetros estatísticos para ambos os abrigos meteorológicos.

Tabela 1 – Parâmetros estatísticos elementares, em ºC, para a aferição dos dados obtidos nos abrigos denominados de ABC e a EMA.

PARÂMETROS	T ABC (%)	T EMA (%)	T ABC - T EMA
MÉDIA	12,57	12,27	0,30
MÍNIMO	-1,10	-1,02	-0,08
MÁXIMO	30,40	28,62	1,78
AMPLITUDE	31,50	29,64	1,86
DESVIO MÉDIO	4,42	3,80	0,61
DESVIO PADRÃO	5,73	5,08	0,66

Serafini Júnior e Alves (2014) apontam que conforme for menores amplitudes térmicas entre os abrigos em comparação, maior será a eficiência do abrigo meteorológico em comparação. Assim, a diferença entre as temperaturas mínimas dos dois abrigos foi de -0,08ºC, isso indica que para as temperaturas mínimas ABC apresentou as temperaturas mais baixas que a EMA. Com relação a temperatura máxima a diferença foi de 1,8ºC. Essa diferença ocorre porque segundo Armani e Galvani (2012, p.121) "nos horários de maior insolação e aquecimento, aumenta a temperatura do ar dentro do abrigo decorrente da emissão de ondas longas pela chapa de metal que compõe o abrigo". Armani e Galvani (2012) e Hoppe et al. (2015) também encontraram as maiores diferenças entre as temperaturas máximas.

A diferença entre o desvio padrão foi de 0,66ºC, evidenciando que o abrigo ABC tem maior desvio entre os dados de temperatura do ar, o que vem afetar na precisão dos dados de temperatura registrados no ABC.

Na análise geral dos dados de temperatura do ar podemos observar que a Tabc, na maioria do período, teve-se acima da Tema. No entanto, quando é registrada a temperatura mínima, nota-se que a Tabc diminui mais acentuadamente que a Tema (Figura 3).

ISBN: 978-85-7282-778-2

A amplitude térmica mensal, para o abrigo ABC foi de 31,5ºC e 29,6 ºC para o da EMA. Essa diferença mostra que o primeiro teve a temperatura média mensal mais elevada em 1,86ºC. Dessa forma, teve-se períodos com temperatura negativa, sendo o mínimo registrado -1,1ºC no abrigo ABC e o máximo também registrado no abrigo ABC (30,4ºC).

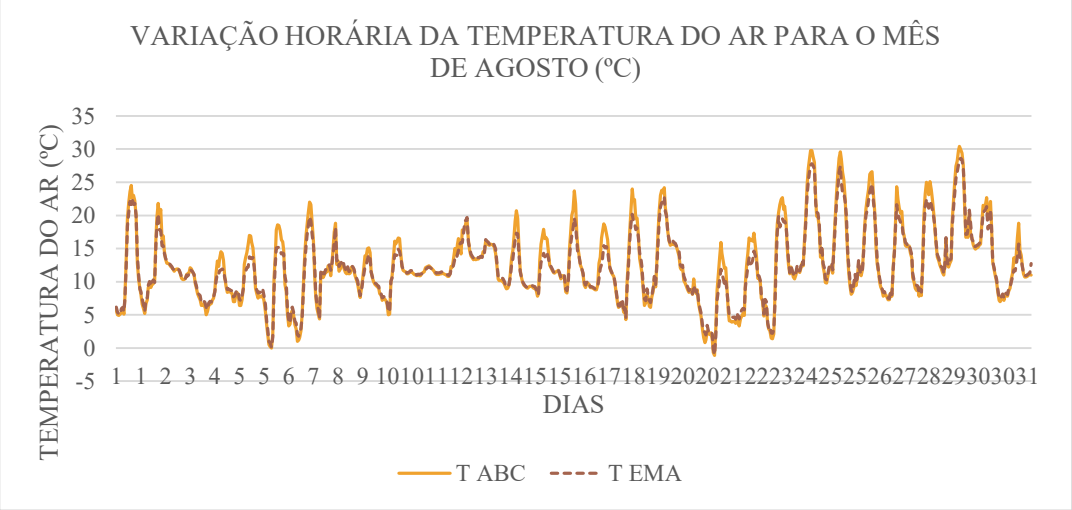


Figura 3 – Relação entre a média horária da temperatura do ar (ºC) da EMA e do ABC para o período o mês de agosto de 2017

Ao comparar a média da temperatura do ar diária entre as temperaturas dos dois abrigos observa-se que no período de insolação das 7 horas até 15 horas após pico máximo de radiação, a temperatura do abrigo ABC é mais elevada que a temperatura da EMA. Após as 15 horas a temperatura do ar registrada no ABC é menor que a registrada na EMA. Armani e Galvani (2012) salientam que nos horários de maior resfriamento, por ser mais ventilado e aberto do que abrigo meteorológico oficial encontrado na EMA, o abrigo ABC diminui a temperatura do ar dentro do abrigo mais rapidamente (Figura 4).

Os desvios de temperatura entre os dois abrigos são maiores no período de aquecimento, apresentando o máximo de desvio às 12 horas. Ou seja, no período em que ocorre o aquecimento do ABC. No período de resfriamento (17 horas até 06 horas) o desvio

ISBN: 978-85-7282-778-2

da temperatura é negativo. Ou seja, o abrigo ABC tem temperaturas em médias -0,5ºC abaixo que a do abrigo da EMA. Ao contrário do período de aquecimento. Jardim (2018) ao calibrar um abrigo meteorológico com uma estação meteorológica oficial do INMET também encontrou desvios positivos durante o dia e negativos durante a noite. Assim, o autor evidenciou em seus dados desvios positivos de 2,4ºC as 12 horas e negativos de -0,9ºC as 23 horas. Dessa forma, o desvio encontrado pelo referido autor, foi maior do que registrado pelo abrigo ABC, conforme é possível observar na figura 4.

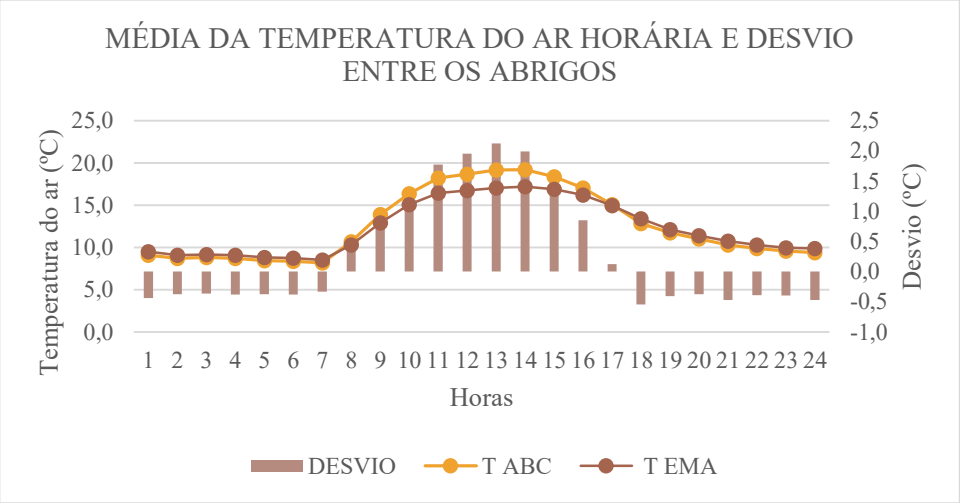


Figura 4 – Relação entre a média horária da temperatura do ar (ºC) da EMA e do ABC para o período analisado e o desvio entre os dois abrigos meteorológicos.

O coeficiente de correlação entre as duas variáveis, a temperatura medida pela EMA e a temperatura medida pelo ABC foi de 0,99. Dessa forma, apresenta uma boa relação entre as duas variáveis. O coeficiente de determinação também se mostrou eficiente para os dados de temperatura do ar, sendo o R^2 igual a 0,97.

4.2 Umidade relativa do ar

ISBN: 978-85-7282-778-2

Na relação a umidade relativa do ar observou-se que a amplitude higrométrica entre o abrigo meteorológico (UR abc) e a EMA (UR ema) foi de 1,66%, (Tabela 2) o que também está dentro do erro padrão, estabelecido pelo fabricante, que é de +/-3% para a umidade relativa do ar. Armani e Galvani (2012) ao compararem a umidade relativa do ar entre a do abrigo ABC e de um abrigo padrão observaram que a variação de 1% entre os dois. O que fica dentro do erro do intrumetro. Hoppe et al. (2015) em sua pesquisas encontraram uma diferença de -8,5%, evidenciando assim que os registros da umidade relativa do abrigo meteorológico é menor que os registrados no abrigo oficial.

Tabela 2 – Parâmetros estatísticos elementares para a avaliação dos dados umidade relativa do ar (%).

PARÂMETROS	UR ABC (%)	UR EMA (%)	UR ABC -UR EMA
MÉDIA	84,59	82,92	1,66
MÍNIMO	39,20	31,10	8,10
MÁXIMO	97,70	99,50	-1,80
AMPLITUDE	58,50	68,40	-9,90
DESVIO MÉDIO	11,69	12,26	-0,57
DESVIO PADRÃO	14,58	15,90	-1,33

A EMA teve a maior umidade relativa máxima, chegando bem próximo aos 100% e também a menor mínima com a umidade relativa do ar atingindo 31,1%. Dessa maneira a amplitude higrométrica mínima foi maior que a amplitude higrométrica máxima, em comparação com os valores registrados em ambos os abrigos. Sendo que, a amplitude higrométrica máxima foi de 1,8%.

A amplitude higrométrica do UR abc é menor do que a amplitude da UR ema, indo em desacordo com os resultados encontrados por Armani e Galvani (2012), estes encontraram que a amplitude de UR abc é meior do que o registrado no abrigo padrão. O desvio entre os dados de umidade relativa do ar registrados pelos abrigos foi de -1,33%. Dessa forma, a

variação da umidade relativa do ar na EMA é mais elevada que no abrigo ABC. Ao contrário do observado na temperatura do ar, para ambos os equipamentos.

Analisando a umidade relativa do ar para todo o período podemos perceber que a variação de ambos os abrigos se deu similar. Nota-se que nos extremos, tanto na máxima quanto mínimo, registrado no abrigo ABC é maior, para a maioria do período. A umidade relativa do ar não ultrapassa dos 99,5%. A umidade relativa mínima é inferior a 40%. No entanto, a umidade relativa do ar, para os dois abrigos, tem a maior variação entre 60 a 90%, conforme pode-se observar na figura 5.

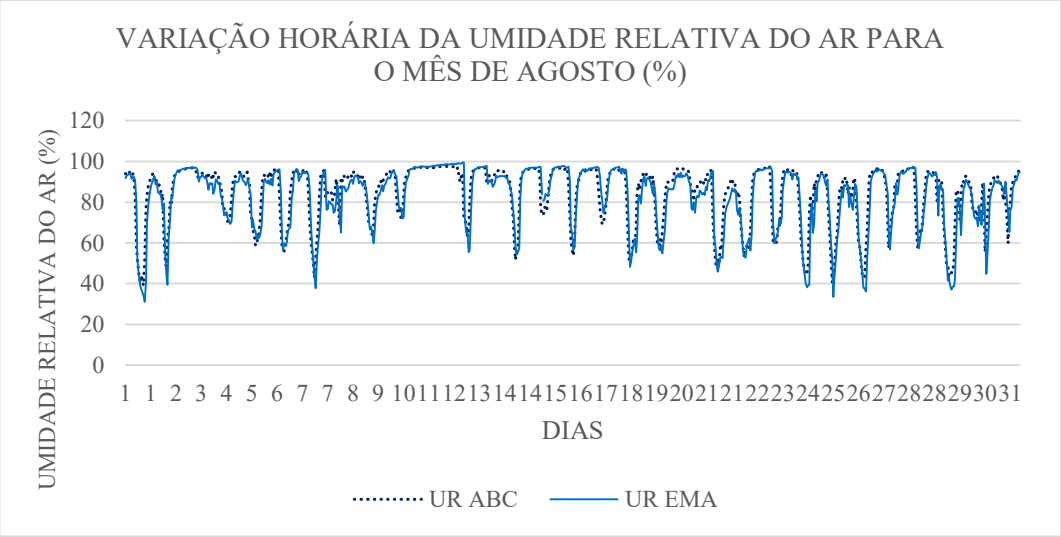


Figura 5 – Relação entre a média horária da umidade relativa do ar (%) da EMA e do ABC para o período analisado.

Ao analisar a média horária podemos observar que UR abc começa a diminuir em torno das 7h. A UR ema tem um atraso para começa a diminuir. A partir das 12 horas até as 13 horas a umidade relativa do ar, em ambas permanecem constantes, sendo esse período o de máxima radiação solar, conforme bem salientam Barry e Chorley (2003) que a umidade

ISBN: 978-85-7282-778-2

relativa varia inversamente com a temperatura durante o dia, tendendo a ser mais baixa no começo da tarde e maior à noite.

Dessa maneira, a partir das 14 horas no abrigo ABC a umidade relativa do ar começa a aumentar com relação a umidade da EMA, que por sua vez começa a aumentar de maneira mais suave, a partir das 15 horas. Armani e Galvani (2012) também salientam que a umidade relativa doar no ABC diminui e aumenta mais rapidamente que a do abrigo padrão. A umidade relativa do ar média registrada na EMA tende sempre ser mais baixa que a registrada no abrigo ABC, embora os valores extremos sejam registrados na EMA.

Na figura 6 é possível observar que os desvios entre a umidade relativa do ar registrada nos dois abrigos, nas primeiras horas dos dias (00:00 horas até as 06:00 horas) permaneceram constantes, próximos ao 2,0%. No horário que começa o aquecimento e no de resfriamento o desvio se apresenta mais elevado, chegando até a -8,0%, no horário de aquecimento (09 horas) e 8,0% às 17 horas.

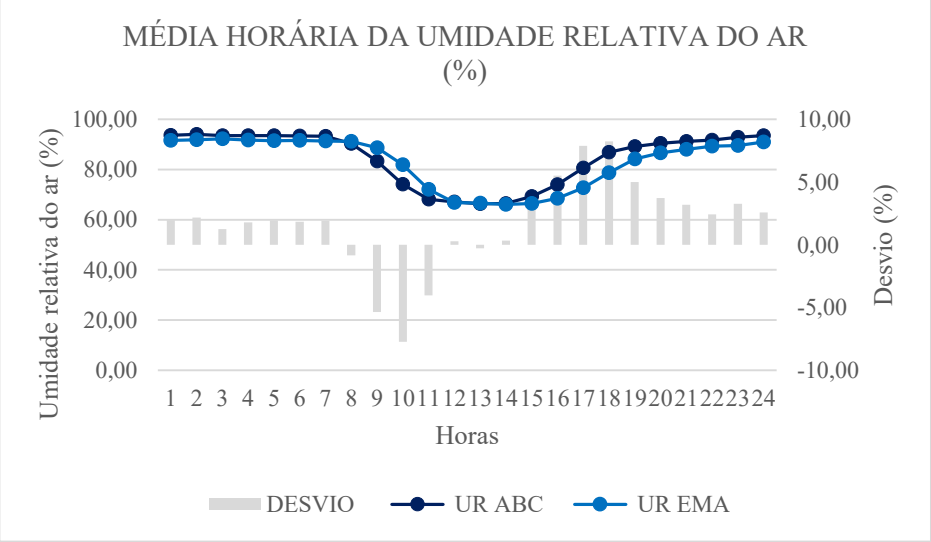


Figura 6 – Relação entre a média horária da umidade relativa do ar (%) da EMA e do ABC para o mês de agosto de 2017

ISBN: 978-85-7282-778-2

O coeficiente de correlação entre os dois sensores para a umidade relativa do ar se mostrou eficiente, sendo de 0,90%. O coeficiente de determinação também se mostrou satisfatório para os dados de umidade relativa do ar entre os dados do abrigo ABC e da EMA (0,82).

5. Considerações finais

Por meio da análise dos resultados podemos concluir que o abrigo ABC se mostrou eficiente para os dados de temperatura do ar e umidade relativa do ar. Isso mostra que os valores encontrados estão dentro no erro previsto pelo intrumentos, ressaltados pelo fabricante. No entanto, ressalta-se que em função da reduzida carga térmica do abrigo de baixo custo ocorrem valores de temperatura do ar máxima e mínima que diferenciam do sensor padrão.

6. Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio do Programa Nacional de Cooperação Acadêmica da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES/Brasil – Nº Processo: 88881.068465/2014/01 nº 071/2013 CAPES/PROCAD. O terceiro autor agradeço o apoio do CNPq por meio da concessão da bolsa de pesquisa e produtividade (PQ1D).

7. Referências Bibliográficas

ALVES, R. R.; SERAFINI JÚNIOR, S. Miniabrigos Meteorológicos: Comparação e Análise Estatística Para Avaliação de Eficiência Nas Medições de Umidade Relativa do Ar. Anais...VX Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, Vitória, 2013. p.526-535.

ARMANI, G.; GALVANI, E. **Avaliação do desempenho de um abrigo meteorológico de baixo custo**. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Piracicaba-SP, v. 14, n.1, p. 116-122, 2006.

BARRY, G.; CHORLEY, R.J. **Atmosphere, weather, and climate**. 8th ed, Routledge, 2003. p.462.

CASTELHANO, F. J.;ROSEGHINI. A utilização de policloreto de vinila (PVC) na construção de mini-abrigos meteorológicos para aplicação em campo**. Revista Brasileira de Climatologia**. N.9 jun.2011.p.48-55.

HOPPE I.L, et al. Comparação Entre Um Abrigo Meteorológico De Baixo Custo e a Estação Meteorológica Oficial Do Inmet em Santa Maria (RS). Anais... **V Simpósio Internacional De Climatologia.** 2014.

JARDIM, C.H. Construção e avaliação de desempenho de modelo de mini-abrigo meteorológico de ventilação passiva para experimentos em campo de climatologia. In: Emerson Galvani; João Paulo Assis Gobo; Nadia Gilma Beserra de Lima. (Org.). **Climatologia Aplicada II**. 1ed.Curitiba: CRV, 2018, v. 2, p. 221-232.

SERAFINI JÚNIOR, S.; ALVES, R. R. Miniabrigos meteorológicos: comparação e análise estatística para avaliação de eficiência. *GEOUSP – Espaço e Tempo (Online)*, São Paulo, v. 18, n. 1, 2014, p. 198-210.

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

PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIRATINIM – RS

Vagner Apollo Duarte [(a)] Cássio Arthur Wollmann [(b)] Richard Kohler Marczewski[(c)] Iago Turba Costa[(d)] Rodrigo Corrêa Pontes[(e)]

(a) Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Maria –RS, Email: vagneraduarte@hotmail.com
(b) Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Maria – RS, E-mail. cassio_geo@yahoo.com
(c) Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Maria – RS, E-mail. richar_kohler@hotmailom
(d) Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Maria – RS, E-mail. iagoturba06@gmail.com

Eixo: A Climatologia no contexto de estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

Este trabalho teve como objetivo, analisar a variabilidade da precipitação pluviométrica anual, sazonal e mensal na bacia hidrografica do Rio Piratini-RS, no período de 2001 a 2015. Para a realização desta pesquisa foram utilizados dados pluviométricos de seis (6) postos disponibilizados pela Agência Nacional das Águas (ANA). Os dados foram tabulados no Software Excel 2010, para cálcular às médias e construir os gráficos conforme objetivos. Os mapas foram elaborados através de ferramentas do Sistema de Informação Geográfica (SIGs), no software Arcgis 10.2 desenvolvido pela ESRI, com banco de dados da Fundação Estadual de Proteção Ambiental do Rio Grande do Sul (FEPAM), e do Institudo Brasileiro de Geografia e Estatistica (IBGE), senso de 2017. Nos resultados o mês com maior média foi outubro, a estação da primavera foi à que obteve a maior média sazonal, e na média anual, o posto pluviométrico Passo do Sarmento possui o maior total de precipitação em 15 anos.

Palavras chave: Variabilidade Pluviométrica; Bacia Hidrográfica; Rio Piratinim-RS.

1. Introdução

Bacia hidrográfica é uma área de captação natural da água de precipitação que faz convergir o escoamento para um único ponto de saída. Compõe-se de um conjunto de superfícies, vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar em um leito único no seu estuário (TUCCI, 2001 apud SILVEIRA, et al).

Neste contexo, a precipitação pluviométrica é um dos elementos climáticos de maior importância para as mais variadas diretrizes das ocupações humanas no espaço geográfico. Tratando-se de sua importância para às atividades humanas, é que a variável está relacionada com diversos setores da sociedadde como a agricultura, o abastecimento humano, criação de animais e outras atividades em que se necessite de água, BARATTO; WOLLMANN (2017). Além de destaque indiscutível da água resultante da precipitação pluvial para as necessidades básicas do ser humano, esses dados em números tornam-se um excelente contribuínte no auxílio de estudos visando o planejamento e organização do território e meio ambiente, (CORREA, 2013).

Ao se estudar a variação da precipitação pluviométrica no tempo e no espaço dependendo dos objetivos de estudo, como por exemplo, na parte ambiental ou estudos em áreas urbanas com históricos de alagamentos estando propícias a sofrer com novos eventos climáticos extremos de precipitação, é importante fazer estudos visando esses parâmetros. BARATTO; WOLLMANN; HOPPE (2015), também destacam a importância acerca do conhecimento em relação à variabilidade temporal e pluviométrica em uma cidade, podendo auxiliar seu manejo em projetos que visam diminuir impactos, tanto ambientais ou em relação a estiagens e inundações.

Em razão disso, esses estudos tornam-se uma ferramenta de análise interessante, pois visa o monitoramento da água de rios próximos, ou inclusos a áreas urbanas possibilitando criar políticas norteadoras para evitar futuros problemas socioambientais.

ISBN 978-85-7282-778-2.

Estudar a precipitação pluviométrica em uma bacia hidrografia é preciso construir algumas estratégias para detectar os dados necessários para buscar o melhor resultado, principalmente quando o objetivo principal é estudar a variabilidade mensal, sazonal ou anual. Para Santos, (1979, p. 9), "a precipitação é um elemento meteorológico de fácil medida, porém há muito objeto de observações regulares em estações meteorológicas e postos pluviométricos". Portanto, mesmo assim é necessário fazer uma análise desses dados para ter certeza da confiabilidade.

Os estudos sobre variabilidade pluviométrica é um dos principais ramos da climatologia geográfica. Estudar a variação desta variável climática no espaço geográfico proporciona o conhecimento de sua distribuição no tempo e no espaço. Diante da importância dos estudos com esse viés em bacias hidrográficas, o objetivo deste trabalho é analisar a variação pluviométrica anual, sazonal e mensal na bacia do Rio Piratini-RS, entre 2001 a 2015.

1.1. Caracterização da área de estudo.

De acordo com a (SEMA, 2010), a bacia hidrográfica do Rio Piratinim faz parte da bacia hidrográfica do rio Uruguai, na região das missões e parte oeste do planalto médio, do Estado do Rio grande do Sul. Geograficamente, situa-se entre as coordenadas geográficas 28°00' a 29°05 de latitude Sul e 54°05' a 56°00' de longitude oeste.

Na figura (1), é possível identificar o formato alongado da bacia hidrográfica do rio Piratinim, onde no sentido leste - oeste, tendo como base as informações da (SEMA, 2010), a dimensão aproximada é de 155 km. No sentido norte-sul, a bacia apresenta dimensão de aproximadamente 40 km e possui uma área total de aproximada de 7.689,77 Km2, na qual fazem parte total ou parcialmente, 15 municípios.

ISBN 978-85-7282-778-2.

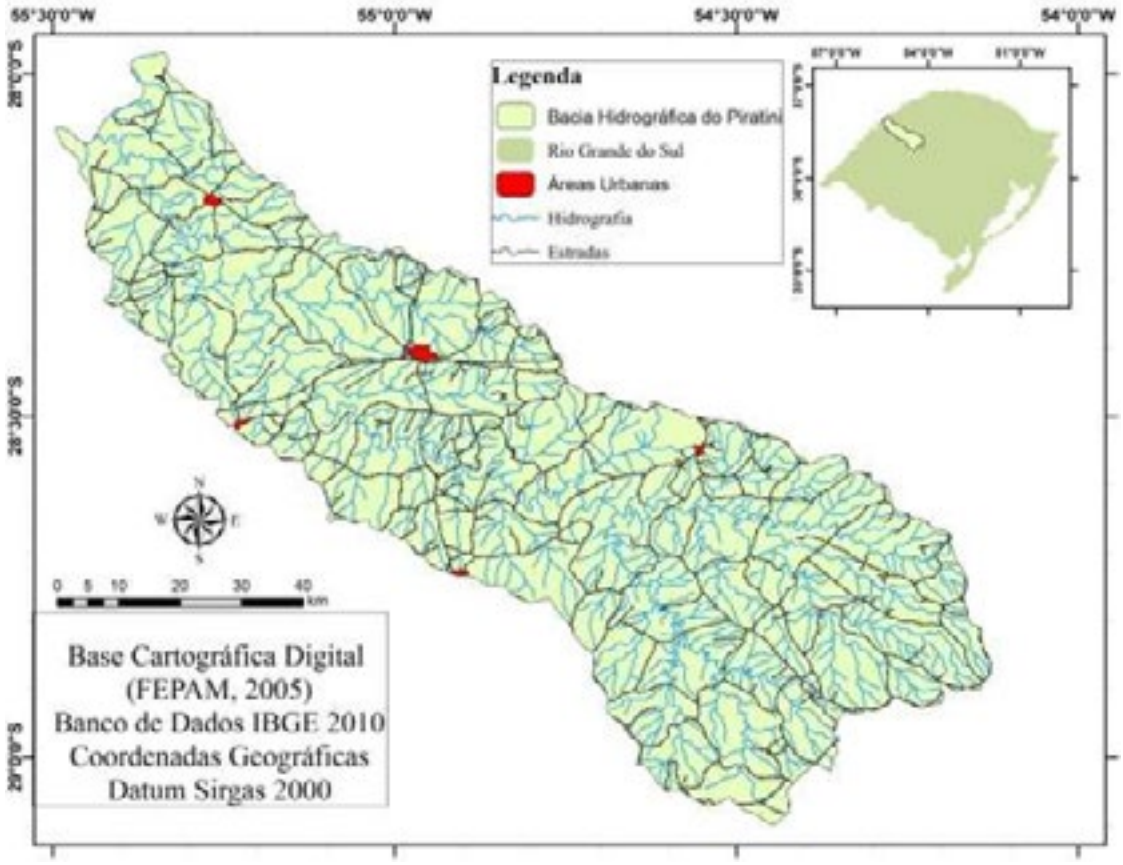


Figura 1 - Mapa de localização da bacia hidrográfica do Rio Piratinim - RS.

Org. Autores.

Dentre os 15 municípios localizados na bacia do rio Piratinim, se destacam em extensão, população e economicamente, Santo Antônio das Missões, São Miguel das Missões e São Luiz Gonzaga, (SEMA, 2010). Os municípios que fazem parte da bacia hidrográfica do rio Piratinim possui população total de aproximadamente 74.894 habitantes, tendo como base a contagem realizada pelo IBGE em 2017 e considerando a proporcionalidade da área do município que se encontra na bacia.

Estima-se que, 49.561 habitantes estejam em área urbana e 25.333 habitantes em área rural. Sendo o município de São Luiz Gonzaga, com 35.609 habitantes e Santo Antônio das Missões com 10.205 habitantes, representando aproximadamente 60% da população da bacia

ISBN 978-85-7282-778-2.

hidrográfica, em uma superfície de aproximadamente 3.000 km² que equivale a aproximadamente 40% da superfície da bacia hidrográfica, (SEMA, 2010).

De acordo com a (SEMA, 2010), outra característica existente na bacia hidrográfica do rio Piratinim é a forte agricultura e pecuária. Sendo na qual às receitas resultantes do campo agrícola é a principal fonte de renda. Nessa região são cultivados soja, milho e também arroz. A vegetação característica desta bacia é composta pela floresta estacional decidual, savanas e áreas de tensão ecológica (SEMA, 2010).

2. Materiais e Métodos

Para a realização deste trabalho, primeiramente foi elaborado um levantamento teórico metodológico acerca do assunto, principalmente sobre metodologias e teorias em relação à variabilidade da precipitação em bacias hidrográficas e a importância desses estudos na Climatologia Geográfica.

A confecção do mapa de localização (Figura 1) e (Figura 2), mapa hipsométrico com a localização dos seis (6) postos pluviométricos foram elaborados através de ferramentas Sistema de Informação Geográfica (SIG's) o software Arcgis 10.2, desenvolvido pela ESRI. Os bancos de dados utilizados para a confecção desses mapas foram da Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM), do Rio Grande do Sul e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), do senso de 2010.

A área selecionada para elaboração deste estudo possuía oito (8) postos pluviométricos em seu território, porém devido à existência de muita falha nos dados pluviométricos em dois (2) postos pluviométricos, esses foram descartados. Diante disso, foram utilizados apenas seis (6) postos pluviométricos que continham os dados completos, de acordo como está descrito na tabela I.

ISBN 978-85-7282-778-2.

Tabela I – Postos pluviométricos.

Postos Pluviométricos	**Latitude**	**Longitude**	**Municípios**
Passo do Sarmento	-28º 208 798	-55º 323 421	Santo Antônio das Missões
Santo Antonio das Missões	-28º 491 673	-55º 232 423	Santo Antônio das Missões
Bossoroca	-28º 702 395	-54º 924 857	Bossoroca
Passo Major Zeferino	-28º 732 760	-54º 649 427	São Miguel das Missões
Esquinados Lima	-29º 045 262	-54º 572 660	Capão do Sipó
Coimbra	-28º 784 949	-54º 454 351	São Miguel das Missões

Fonte: Agência Nacional das Águas (ANA)

Org.: Autores.

Pelo fato de não haver uma forma prática de baixar os dados direto do site em formato Excel, todos foram copiados manualmente e, posteriormente descritos e tabulados no Software Microsoft Excel 2010. Após essa tarefa, foi possível organizar estes dados para determinar as médias de cada posto pluviométrico e a média total da bacia hidrográfica do Rio Piratini, neste período de 15 anos de análise.

De acordo como salienta Onzi (2014), para calcular a precipitação média de uma bacia hidrográfica, em um período histórico, se faz necessário observar postos pluviométricos dentro do limite da bacia e postos localizados em bacias hidrográficas vizinhas, que influênciam no total precipitado. No caso deste estudo, às estações meteorológicas utilizadas estão localizadas todas dentro do limite da bacia hidrográfica do rio Piratinim. Seguidamente, foram organizados os gráficos da precipitação média anual, mensal e sazonal para a bacia que será apresentada nos resultados a seguir.

ISBN 978-85-7282-778-2.

3. Resultados e Discussões

Analisando-se à distribuição da precipitação média anual na bacia hidrográfica do rio Piratinim, em 15 anos (figura 2) é possível observar que, no posto pluviométrico de Passo do Sarmento localizado à jusante da bacia possui a média considerada muito relevante em relação aos outros postos, com precipitação média anual acima dos 1.840 mm. Em relação à média anual (1791,2 mm), o posto Passo do Sarmento é local que mais choveu nesses 15 anos de análise. No posto pluviométrico denominado Coimbra, a precipitação também conteve valores acima da média anual.

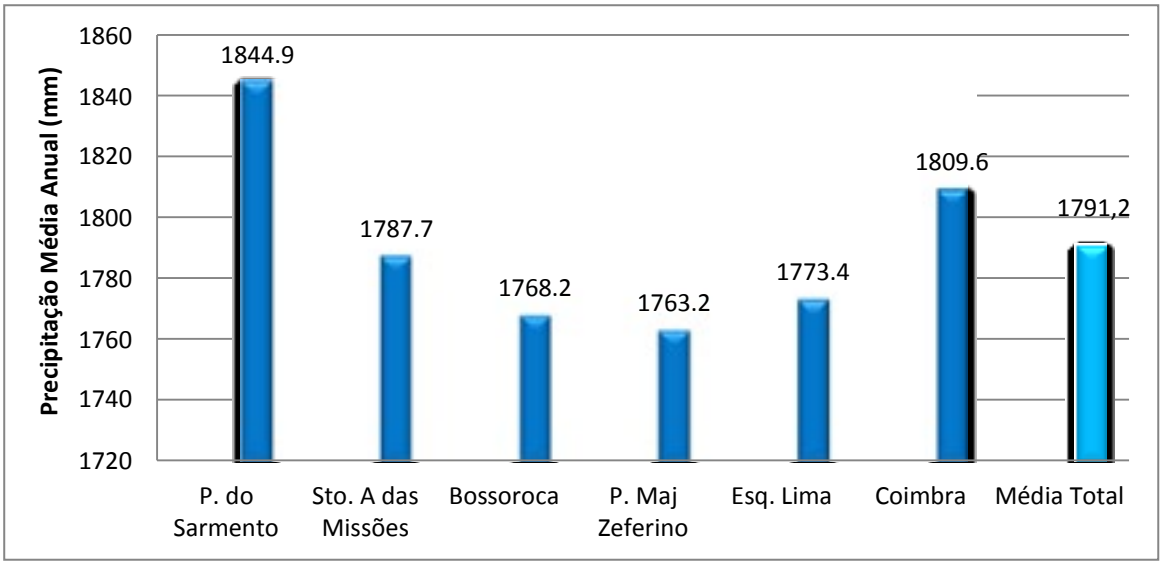


Figura 2 - Precipitação média anual dos postos pluviométricos 2001 – 2015.

Org. Autores

Nos demais postos, considerados os que contiveram os menores totais de precipitação no período analisado foram: Santo Antônio das Missões, Bossoroca, Esquina dos Lima e por último o posto de Passo Major Zeferino, que conteve o menor índice pluviométrico entre os seis (6) postos.

É muito importante ressaltar que o posto pluviométrico que possui a maior média pluviométrica anual da bacia está localizado na parte mais baixa da bacia hidrográfica do rio

ISBN 978-85-7282-778-2.

Piratinim, a jusante. A altitude da localização deste posto pluviométrico varia de 65 – 151m como pode ser observado na figura 3.

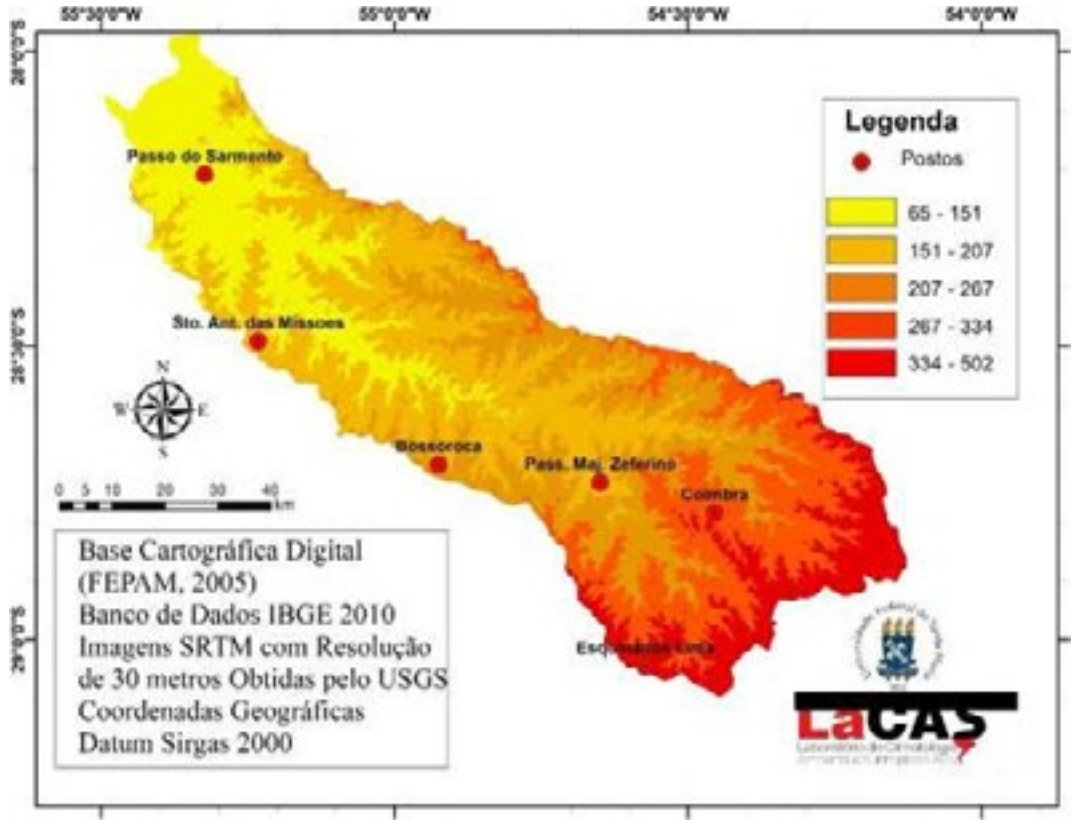


Figura 3 - Hipsometria e localização dos postos pluviométricos.

Org. Autores

Diante do mapa hispsométrico da bacia apresentado, é possível analisar que o resultado é inesperado pelo seguinte fato. Em diversas pesquisas em que se analisa a variação da precipitação pluviométrica, na maioria dos casos os maiores volumes de precipitação se encontram nas regiões mais altas, seja uma pesquisa á nível de Estado ou macro e micro bacias.

ISBN 978-85-7282-778-2.

Enquanto isso nos postos localizados nas partes mais altas da bacia como o posto Esquinados Lima (334 – 502 m) e Passo Major Zeferino (151 – 207 m), possuem níveis de precipitação abaixo da média anual para a bacia do rio Piratinim, sendo 17,8 mm e 28mm consequentemente, neste período analisado. Chama a atenção os números do posto Passo Major Zeferino por situar-se em uma área alta considerando a altitude da bacia e, contendo a menor média pluviométrica anual da bacia.

Ao analisar a distribuição sazonal da precipitação na bacia hidrográfica do rio Piratinim, o maior volume pluviométrico médio precipita na estação da primavera com dados médios de 180,4 mm, neste período de 15 anos de análise apresentados na figura 4.

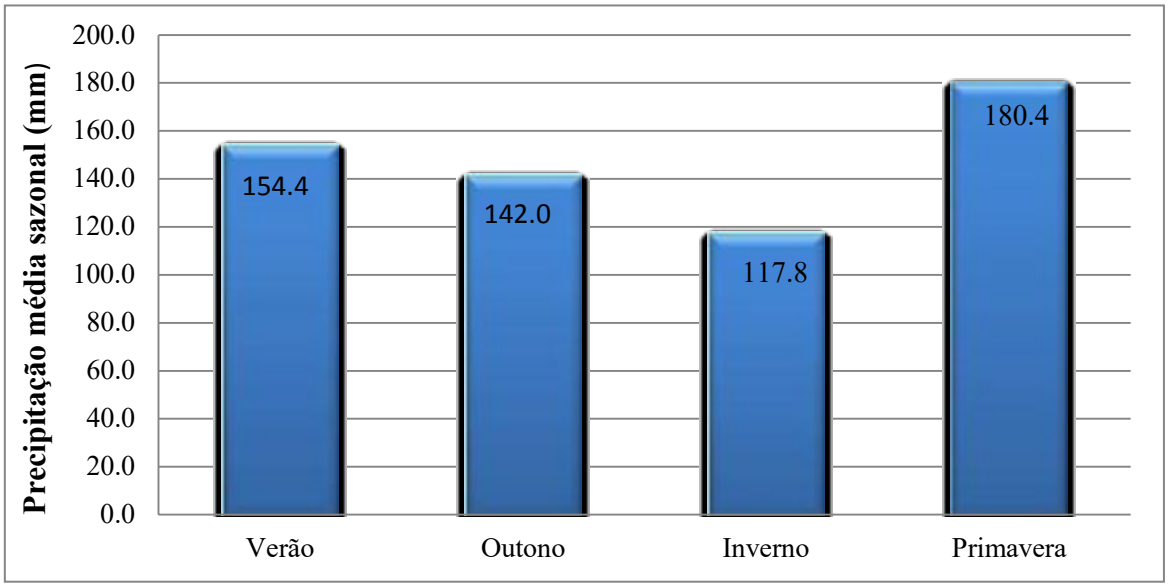


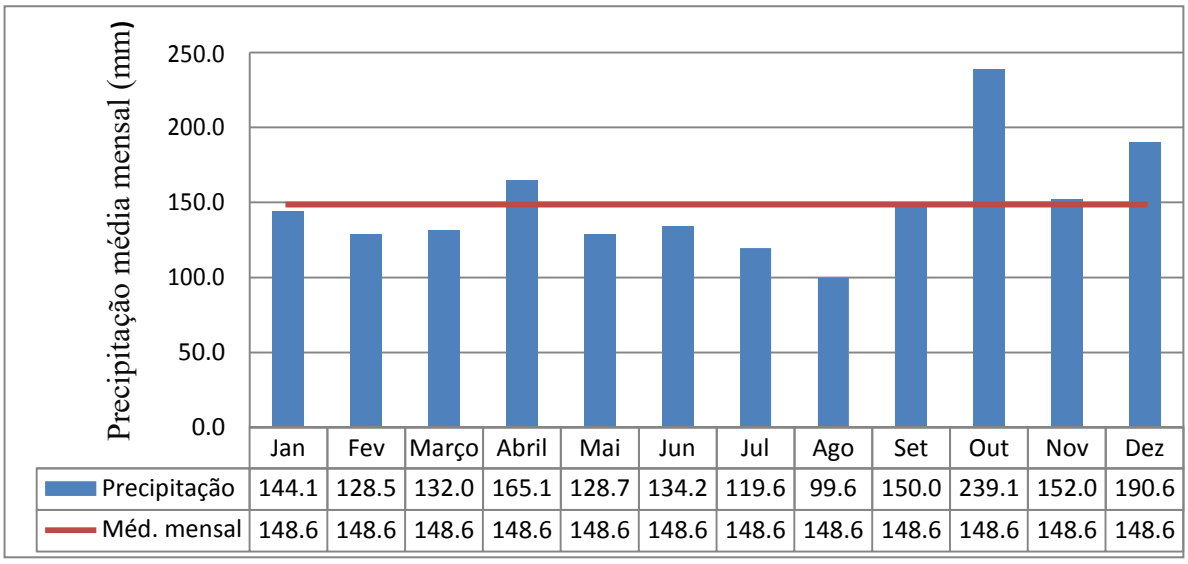
Figura 4 - Precipitação sazonal na bacia hidrográfica do rio Piratinim, (2001 – 2015).

Org. Autores.

Por outro lado, a estação do inverno é a que possui o menor volume pluviométrico médio da bacia com 117.8mm. Por sua vez, no verão a precipitação média foi de 54.4mm e no outono a média foi de 142 mm. Em questão de números a variação pluviométrica entre as estações pode-se dizer que é bem significativa.

ISBN 978-85-7282-778-2.

Na distribuição mensal da precipitação pluviométrica na bacia do rio Piratinim a média mensal foi num total de 148,6mm. No gráfico da (Figura 5), é possível analisar a grande variação existente de um mês para o outro no decorrer do ano.



	Jan	Fev	Março	Abril	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Precipitação	144.1	128.5	132.0	165.1	128.7	134.2	119.6	99.6	150.0	239.1	152.0	190.6
Méd. mensal	148.6	148.6	148.6	148.6	148.6	148.6	148.6	148.6	148.6	148.6	148.6	148.6

Figura 5 - Precipitação média mensal na bacia hidrográfica do rio Piratinim – RS (2001 – 2015).
Org. Autores

Nesses quinze (15) anos de análise mensal é possível ter uma noção do por que na estação da primavera é considerada a mais chuvosa e, por que o inverno é o menos chuvoso. Nos meses correspondentes à essas estações, no outono por exemplo, os meses de setembro, outubro e novembro todos possuem precipitação acima da média mensal para o período. Pode-se destacar o mês de outubro que conteve precipitação muito além de média com 239,1mm.

Destacando-se negativamente, o mês de agosto foi o que teve o menor total pluviométrico entre os meses com 99,6 mm. Além deste, janeiro, fevereiro, março, maio, junho e julho obtiveram precipitações abaixo da média mensal.

ISBN 978-85-7282-778-2.

4. Considerações finais

Diante da pesquisa elaborada ficou nítida a variação pluviométrica existente na bacia hidrográfica do rio Piratinim. Pelas características físicas que a essa bacia possui, principalmente a variação altimétrica contribui muito para que haja essa distribuição desigual da precipitação no território. De certa forma, como foi identificado nos resultados, no posto pluviométrico localizado na parte mais baixa da bacia hidrográfica (Passo do Sarmento), foi o que apresentou os maiores volumes pluviométricos.

Em outros pontos com altitudes mais acentuadas os volumes de precipitação ficaram abaixo das médias analisadas anuais sazonais e mensais para o período de 15 anos. Uma das razões para esse acontecimento seria a circulação atmosférica com a atuação da Massa Tropical Continental ou Baixa do Chaco no período de transição entre a primavera e o verão, (SARTORI, 2003).

Para o entendimento da circulação atmosférica local deveriam ser elaborados outros estudos para buscar a gênese para isto. Portanto, ao término deste estudo fica em aberto algumas questões para futuras pesquisas em relação á distribuição pluviométrica na bacia hidrográfica do rio Piratinim.

Para isto, devido á escassez de postos pluviométricos e, consequentemente de dados em áreas distantes dos grandes centros urbanos, torna-se difícil fazer um estudo mais detalhado e completo visando identificar a Normal Climatológica desta bacia, pois exigiria no mínimo 30 anos de dados pluviométricos. Portanto, devido aos poucos anos de dados pluviométricos registrados pelas estações é o que pode ser feito no momento.

Referências Bibliográficas

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DAS AGUAS. Disponível em:<http://www.snirh.gov.br/hidroweb/> Acesso em: 20 fev. 2017.

AYOADE, J. O. Introdução à climatologia para os trópicos. Rio de Janeiro; 17 eds. **Bertrad Brasil**, 2013.

BARATTO, J.; WOLLMANN, C. A; HOPPE, I. L Distribuição da precipitação pluviométrica no período veranil e invernal de 2013/2014 na área urbana de Santa Maria/RS e seu entorno. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 37, n. 4, p 577-593, set-dez. 2015.

CORREA, M. G. G. Distribuição espacial e variabilidade da precipitação pluviométrica na bacia do rio Piquiri - PR. **Dissertação** (Mestre em Geografia Física)-Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: **https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/populacao.html** Acesso em: 20 jan. de 2019.

ONZI, J. G. et al. Monitoramento pluvial na bacia hidrográfica Taquari-Antas. II Congresso de Pesquisa e Extensão da FSG. Caxias do Sul – RS, Maio de 2014. Disponível em: < **http://ojs.fsg.br/index.php/pesquisaextensao**>. Acesso em 20 jan. de 2019.

SANTOS, M. J. Z. dos. A Importância do regime pluviométrico para a produção canavieira na região de Piracicaba (SP). Universidade de São Paulo, **Instituto de Geografia**, São Paulo, 1979.

SARTORI, Maria, Graça, Barros. A dinâmica do clima do Rio Grande do Sul: indução empírica e conhecimento científico. São Paulo. **Terra Livre**. p. 27 – 49, 2003.
SEMA- Secretaria Estadual do Meio Ambiente. Bacia Hidrográfica do Alto Jacuí. Disponível em: <**http://www.sema.rs.gov.br/**>. Acesso em: 30 jan. de 2018.

TUCCI, C. E. M**.** Regionalização de vazões no Rio Grande do Sul. Porto Alegre: IPH/UFRGS. 2v em 4, 1991 apud SILVEIRA, A. L. L.; SILVEIRA, G. L. Vazões Mínimas. In: PAIVA, J. B.; PAIVA, E. M. (coord). Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas: Recope-Rehidrosub rede 1 Finep. UFSM, Santa Maria. **ABRH**, 2001, cap. 9. p. 237-277.

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

PRECIPITAÇÕES PLUVIAIS EM ERECHIM-RS

Thamires Caetano Romão[(a)], Pedro Germano dos Santos Murara [(b)]

[(a)] Discente do curso de Geografia-Licenciatura, Universidade Federal da Fronteira Sul, thamires.romao@estudante.uffs.edu.br

[(b)] Docente da Universidade Federal da Fronteira Sul, pedro.murara@.uffs.edu.br

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

O presente trabalho se constitui em investiga a situação climática no município de Erechim/RS, localizado na Mesorregião Noroeste do estado do Rio Grande do Sul. Desta forma, neste se objetiva analisar a variabilidade das chuvas para o município, com foco na identificação de caracterizar tendências das precipitações mensais, e sazonais para 11 anos de dados fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. Tendo em vista que não há estudos desta natureza para a localidade, devido ao fato que a estação meteorológica presente no município data o início de seus registros em 26 de novembro de 2006, assim sendo, uma estação muito nova. Os procedimentos envolvem a sistematização e homogeneização de dados, seguido pela elaboração de gráficos que permitirão identificar e caracterizar as chuvas. Com este trabalho, espera-se a melhor compreensão da dinâmica climática do município a partir do conhecimento da variabilidade das precipitações pluviais.

Palavras chave: Chuva, homogeneização de dados, climatologia, variabilidade.

1. Introdução

O estudo da atmosfera, por meio de determinados elementos climáticos, como por exemplo, as precipitações, tem sua importância, pois serve de apoio para mapeamento de áreas para a agricultura, planejamento das atividades agrícolas ou uso e

produção dos espaços, entre outros. E ainda, os estudos climáticos são de extrema importância para localidades de implantação de usinas hidroelétricas, para o turismo e, portanto, o conhecimento da dinâmica atmosférica influencia em setores produtivos, econômicos e sociais, uma vez que, visualiza-se a importância da variabilidade dos elementos do clima para a saúde humana. Neste contexto, o clima condiciona a dinâmica do meio ambiente exercendo influência nos processos físicos, biológicos e sociais (AYOADE, 2004).

A Região Sul, devido a sua posição geográfica, está sob uma faixa de transição de sistemas atmosféricos que atuam na gênese das precipitações pluviais da região, como, por exemplo: os sistemas frontais; Complexos Convectivos de Mesoescala; Anticiclones extratropicais e massas de ar de diferentes origens, tropicais e polares, caracterizando a região com tipo climático subtropical úmido. Logo, o Rio Grande do Sul se caracteriza por um tipo climático predominante Cfa, caracterizado por chuva todos os meses e temperatura média do mês mais quente inferior a 22°C e do mês mais frio superior a 3°C (ROSSATO, 2011).

Estando Erechim inserido na zona caracterizada por uma transição de sistemas atmosféricos de origem polar e tropical, bem como, sendo influenciado pelos sistemas atmosféricos de origem equatorial e, ainda, considerando o relevo e a continentalidade como importantes fatores climáticos para a área de estudo, tomamos como objetivo de investigação o reconhecimento da caracterização climática para Erechim. Portanto, no presente trabalho, apresentaremos resultados preliminares da proposta, a partir da identificação da variabilidade das precipitações pluviais da área de estudo.

2. Materiais e Métodos

Efetuamos coleta de dados diários de precipitação pluvial junto ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), referente a estação meteorológica código 86954

ISBN: 978-85-7282-778-2

com funcionamento a partir de outubro de 2006 no município de Erechim. Portanto, utilizamos do recorte temporal de 2007 a 2017 para as análises.

Testes de homogeneização dos dados foram efetuados para analisar falhas e ausência nos dados diários. Nesta etapa, utilizamos do software ClimPACT (ALEXANDER et al. 2013). O programa destaca dados de precipitação errados e faltantes, com valores negativos evidenciando os outliers, ou seja, valores diários fora de um limite. Para análise da sazonalidade foi considerado o triênio dezembro, janeiro e fevereiro como representativo de verão. Os meses de março, abril e maio como outono, seguidos pelos meses de junho, julho e agosto como estação de inverno e, setembro, outubro e novembro como representantes da primavera.

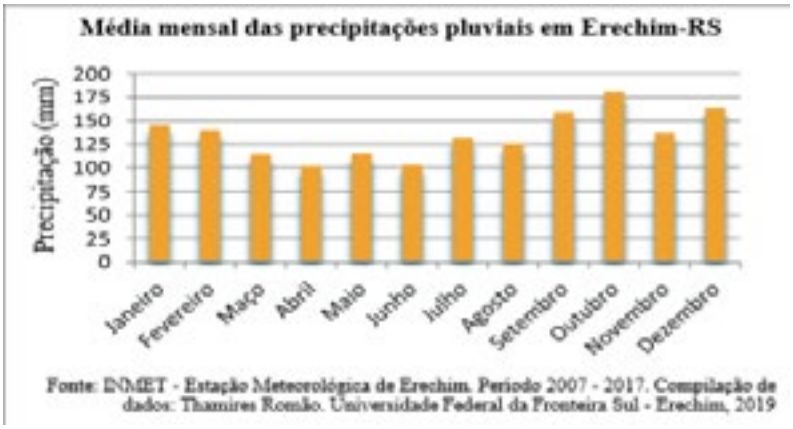
3. Resultados

Os resultados apresentaram que os totais de precipitação pluvial tendem a um aumento, mesmo considerando o ano 2012, no qual há uma diminuição nos totais pluviais que, resultaram em um episódio de estiagem para Erechim.

A distribuição das precipitações mensais apresentou-se desigual, muito embora, ocorram registros em todos os meses com registros superiores a 100 mm, o mês de abril é identificado pelos menores registros de precipitação (média de 102 mm) e o mês de outubro caracteriza-se pelos maiores registros (média de 181,4 mm). Portanto, não há uma homogeneidade na distribuição anual das chuvas, o que identificamos é um quantitativo total de aproximadamente 1621,1 mm médio anual, no qual as estações apresentaram diferenciações.

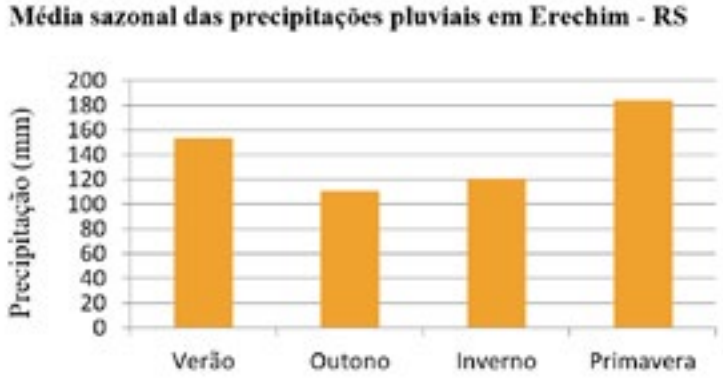
A distribuição das precipitações mensais apresentou-se desigual, muito embora, ocorram registros em todos os meses com registros superiores a 100 mm, o mês de abril é identificado pelos menores registros de precipitação (média de 102 mm) e o mês de outubro caracteriza-se pelos maiores registros, com média de 181,4 mm.

ISBN: 978-85-7282-778-2



Fonte: INMET - Estação Meteorológica de Erechim. Período 2007 - 2017. Compilação de dados: Thamires Romão. Universidade Federal da Fronteira Sul - Erechim, 2019

Portanto, não há uma homogeneidade na distribuição anual das chuvas, o que identificamos é um quantitativo total de aproximadamente 1621,1 mm médio anual, no qual as estações apresentaram diferenciações.



Fonte: INMET - Estação Meteorológica de Erechim. Período 2007 - 2017. Compilação de dados: Thamires Romão. Universidade Federal da Fronteira Sul - Erechim, 2019

Identificamos a estação de primavera com os maiores registros médios de precipitação, seguido pelo verão. Caracterizado pelas maiores temperaturas, as chuvas para estas estações estão associadas a circulação atmosférica, principalmente pela atuação da Alta da Bolívia e o escoamento da umidade da Região Norte do país (NERY, 2005). O outono se caracteriza pelos menores registros de chuva, ou seja, período de

menores atividades atmosféricas que passa a alterasse a partir do inverno e da entrada de frentes frias que passam a resultar no incremento de chuvas para Erechim.

4. Considerações finais

Com a presente pesquisa espera-se contribuir com a melhor compreensão da dinâmica e da variabilidade das precipitações pluviais no município de Erechim-RS sob o enfoque das tendências de chuva que possibilitará para estudos futuros identificar impactos socionaturais. Neste sentido, os resultados da proposta, reduzidos aqui pelo limite de páginas, contribuirão no maior entendimento do complexo climático no que compete sua variação temporal, espacial e nas diferentes escalas de análise.

5. Referências Bibliográficas

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**.13. ed. Rio de Janeiro, 2010.

ALEXANDER, L.; YANG, H.; PERKINS, S. ClimPACT Indices and software. **Climate Research Branch Environment Canada**: Downs view, Ontario, Canada. 2013.

ACQUAOTTA, F.; FRATIANNI, S.; CASSARDO, C.; CREMONINI, R. On the continuity and climatic variability of meteorological stations in Torino, Asti, Vercelli and Oropa. **Meteorog Atmos Phys** 103:279–287, 2009.

KLEIN TANK, A.M.G.; KÖNNEN, G.P. Trends in indices of daily temperature and precipitation extremes in Europe, 1946–99. **J Clim** 16:3665–3680. 2003

NERY, J.T. **Dinâmicas climáticas da Região Sul**. Revista Brasileira de Climatologia, V.1, N.1, p. 61-75, 2005

ROSSATO, M.S. **Os climas do Rio Grande do Sul: variabilidade, tendências e tipologias**. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Abril. 2011.

VENEMA, V.K.C.; MESTRE, O.; AGUILAR, E. et al. Benchmarking homogenization algorithms for monthly data. **Clim Past** 8:89–115. 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

PREENCHIMENTO DE FALHAS EM DADOS DE TEMPERATURA MÉDIA MÁXIMA DO AR: ESTUDO PARA A ESTAÇÃO DE LAVRAS-MG

Thiago Alves de Oliveira [(a)], Camila de Moraes Gomes Tavares [(b),] Michaela Campos e Silva [(c)], Victor Samuel Bernardes de Paula [(d)], Fabio Sanches [(e)], Cássia de Castro Martins Ferreira [(f)],

[(a)] Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Geografia-PPGEO- UFJF, Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental, Instituto de Ciências Humanas-ICH- Universidade Federal de Juiz de Fora; Email: thiagooliveirageo2014@yahoo.com.br
[(b))] Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Geografia-PPGEO- UFJF, Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental, Instituto de Ciências Humanas-ICH- Universidade Federal de Juiz de Fora; Email: camila.tardeli.tavares@gmail.com
[(c)] Graduanda do curso de Geografia, Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental (Bolsista), Departamento de Geociências, Instituto de Ciências Humanas-ICH- Universidade Federal de Juiz de Fora; Email: michaelacampos2010@gmail.com
[(d)] Graduando do curso de Geografia, Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental (Bolsista), Departamento de Geociências, Instituto de Ciências Humanas-ICH- Universidade Federal de Juiz de Fora; Email: victor10go@hotmail.com
[(e)] Prof. Dr. do Departamento de Geociências, Instituto de Ciências Humanas-ICH- Universidade Federal de Juiz de Fora; Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental Email: fsanches.73@gmail.com
[(f)] Profa. Dra. do Departamento de Geociências, Instituto de Ciências Humanas-ICH- Universidade Federal de Juiz de Fora; Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental (Coordenadora), Email: cassia.castro@ufjf.edu.br

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo/

O presente trabalho objetivou avaliar duas técnicas de preenchimento de falha em dados meteorológicos, tendo como base os dados da estação meteorológica do INMET em Lavras-MG e como estação de apoio foram utilizados os dados de São Lourenço e Lambari-MG. A metodologia consistiu no preenchimento de falhas simuladas em nove anos da série, a partir das técnicas de regressão linear simples e a ponderação regional, posteriormente os dados estimados foram comparados com os observados a partir do teste t de Student. Os resultados demonstraram que a ponderação regional teve um desempenho superior no preenchimento da falhas, sendo que em todos os meses os dados estimados são semelhantes

estatisticamente aos observados a partir do teste t de Student, já a regressão linear teve um comportamento pior no preenchimento.

Palavras chave: técnicas estatísticas, regressão linear, ponderação regional, séries temporais

1. Introdução

Muito se tem discutido ao longo dos últimos anos a respeito das mudanças climáticas globais. Dentro dessa perspectiva, se fazem importantes as análises de séries temporais com o intuito de verificar tendências ou mudanças no comportamento dos elementos climáticos (BACK, 2001; FOLHES E FISCH, 2006; BLAIN, 2010; FANTE e SANT'ANNA NETO, 2013; SANCHES et. al. 2015; 2017; REBOITA et al, 2018).

Folhes e Fisch (2006) analisando os dados de precipitação e temperatura do ar para o município de Taubaté-SP, a partir do Teste de Mann-Kendall destacam que para a temperatura média máxima e média mínima anual não há tendência de aumento ou diminuição da temperatura do ar, para a confiança de 95%.

Blain (2010) discute a partir de 8 séries de temperatura máxima média anual do ar, utilizando testes não paramétricos com o de Mann-Kendall no estado de São Paulo. Aponta que Pindorama e Ubatuba apresentam aumento na temperatura média máxima do ar nos últimos anos. As cidades de Campinas e Piracicaba revelaram um deslocamento no conjunto de dados em direção aos valores mais elevados, a partir de um teste de probabilidade.

Reboita et al (2018) analisando a partir de modelagens os dados de precipitação e temperatura média do ar para Minas Gerais, destacam que para os modelos analisados houve um aumento da temperatura média no estado, entre 2 e 5°C entre os dados de 1980- 2005 (clima presente) e 2070- 2095 (clima futuro).

Análises associadas a extremos de temperatura do ar, ondas de calor, tendências de aquecimento necessitam de boas séries de dados de temperatura, para que os resultados sejam satisfatórios (FANTE e SANT'ANNA NETO, 2016), no entanto as coletas de dados de temperatura do ar ainda são bastante deficitárias no território brasileiro se comparada à rede de coleta de dados de precipitação, a qual possui um número maior de estações.

Para a análise de séries temporais, Fante e Sant'Anna Neto (2013) destacam que a escassez de dados em função de uma rede de observação meteorológica limitada, bem como a presença de falhas nas bases de dados de estações ativas, levaram a uma busca por parte de pesquisadores por técnicas geoestatísticas que possibilitassem o preenchimento de falhas em série de dados meteorológicos.

Diversas são as técnicas utilizadas para o preenchimento de falhas, segundo Bier e Ferraz (2017, p. 215) estas vão "desde técnicas simples como o cálculo da média aritmética entre dados oriundos de estações vizinhas, até métodos mais apurados, como redes neurais, as quais são caracterizadas por algoritmos computacionais robustos".

Estes mesmos autores (BIER e FERRAZ, 2017) avaliaram 6 técnicas de preenchimento para os dados de temperatura média compensada e de precipitação para estações localizadas no Rio Grande do Sul, sendo utilizadas a média aritmética, regressão linear múltipla, ponderação regional, interpolação do inverso da distância, método da razão normal e o método tradicional do Reino Unido. Apontam que a Ponderação Regional, Regressão linear múltipla e o método do Reino Unido apresentaram os melhores resultados.

Fante e Sant'Anna Neto (2013; 2016) ao avaliar a regressão linear simples e a ponderação como técnicas de preenchimento de falhas para a temperatura média máxima e média mínima do ar em estações do estado de São Paulo apontam que, para o preenchimento da temperatura média máxima, a regressão linear teve um desempenho inferior, chegando a até 2,3°C de diferença do valor real, enquanto que a ponderação regional não ultrapassou a diferença de 0,9°C.

Nesse sentido, o objetivo do trabalho é avaliar duas técnicas de preenchimento de falhas, a ponderação regional e a regressão linear simples, com o intuito de apontar qual a técnica estima de maneira mais satisfatória os dados observados.

2. Caracterização da área de estudo

A estação cujo os dados foram preenchidos encontra-se no município de Lavras-MG, no Campo das Vertentes, enquanto as estações de apoio encontram-se no sul do estado de Minas Gerais, nos municípios de São Lourenço e Lambari. Segundo Oliveira et al (2018) a região Sul

do estado tem a sua dinâmica climática influenciada pela topografia, estando localizados no contexto da Serra da Mantiqueira, (FIGURA 01), localizadas na grande bacia do Rio Grande (Tabela I).

Tabela I: Estações do Inmet utilizadas no trabalho

Município	Altitude	Bacia hidrográfica
Lavras	919m	Rio Grande
Lambari	878m	Rio Grande
São Lourenço	953m	Rio Grande

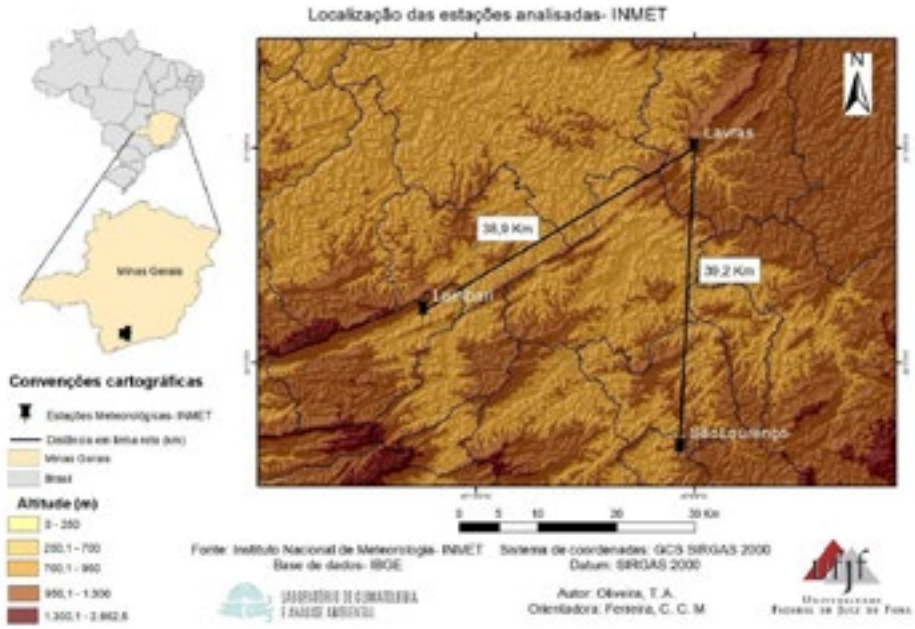


Figura 01: Localização das estações utilizadas no trabalho.

Oliveira et al (2018) e Reboita et al (2015) apontam que o clima na região se comporta como uma monção, com duas estações bem definidas, uma estação mais quente e chuvosa que vai de outubro a março, e uma estação fria e seca que vai de abril a setembro.

> No verão, o ar quente e úmido é transportado para essa região pelos ventos do setor oeste do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) e pelo jato de baixos níveis a leste dos Andes (JBN). Esse último transporta ar quente e úmido de origem tropical para os subtrópicos. A interação do escoamento propiciado pelo ASAS e pelo JBN com a convecção local são fatores que

> podem contribuir para a formação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). (OLIVEIRA, 2015, p. 759).

Nos períodos de Inverno,

> Os sistemas atmosféricos migram para norte. Desta maneira, a convecção enfraquece na região do Trópico de Capricórnio, o ASAS torna-se mais intenso e expandido para oeste de forma que parte do seu setor oeste se localiza sobre o sudeste e sul do Brasil." (REBOITA, 2015, p. 208).

Além disso, na porção onde se localizam as estações, a topografia acidentada repercute na variabilidade anual dos elementos climáticos, pois a "a presença de vales e montanhas contribui para o desenvolvimento de circulações de mesoescala, tais como as brisas de vale e de montanha" (OLIVEIRA, 2018, p. 759).

3. Materiais e métodos

A metodologia realizou-se em 5 etapas.

A primeira etapa consistiu no levantamento dos dados de temperatura média máxima mensal para os municípios de Lavras, Lambari e São Lourenço-MG. Estes dados encontram-se disponíveis junto ao Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa - BDMEP (http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep) localizado no site do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET (www.inmet.gov.br/portal/).

A partir do levantamento dos dados das estações de apoio (Lambari e São Lourenço), na segunda fase do trabalho, estes conjuntos de dados foram testados a partir da correlação linear de Pearson com os dados da estação de Lavras, buscando verificar a intensidade das relações entre os conjuntos.

Na terceira fase foram utilizadas duas técnicas de preenchimento para os dados: a regressão linear simples e a ponderação regional. A regressão linear consiste na extração da equação de regressão ($y = ax - B$) a partir dos dados das estações de apoio, no caso Lambari e São Lourenço. Os dados foram preenchidos a partir da regressão com as estações de apoio, com o intuito de analisar o desempenho individual das mesmas.

Para o preenchimento por ponderação regional "as falhas de um posto são preenchidas através de uma ponderação com base em postos vizinhos" (ALEXANDRE, 2009, p.23). Sendo que o método pode ser aplicado a partir da equação 1:

$$Y = Yméd/n(\frac{X1}{Xm1} + \frac{X2}{Xm2} + \frac{Xn}{Xnmed}) \text{ (Equação 1)}$$

Onde: Y é o valor a ser preenchido; Ymed é a média dos dados ao longo da série para o mês que o preenchimento será realizado; n é o número de estações de apoio utilizadas; X1, X2, Xn são os dados mensais correspondentes ao período de preenchimento, observados nas estações de apoio; Xm1, Xm2, Xnmed: são os dados médios referentes aos meses de preenchimento nas estações de apoio. Nesse caso a ponderação foi realizada com as duas estações de apoio, Lambari e São Lourenço.

A partir das técnicas utilizadas, na quarta fase, foram simuladas falhas para que os testes fossem avaliados, nesse sentido foram selecionados 9 anos da série, 1996, 1999, 2000, 2001, 2003, 2004, 2005, 2007, 2008, estes foram escolhidos pelo fato de que as três estações utilizadas tinham seus dados observados e sem falhas.

Na quinta fase os dados mensalmente estimados pelas técnicas foram avaliados estatisticamente pelo teste t de Student, com o intuito de verificar se os mesmos se comportavam de maneira semelhante aos observados. O Teste t é um teste de hipóteses, no qual duas amostras (dados observados e dados estimados) foram avaliados em função da sua homogeneidade, para isso estabeleceu-se um nível de significância de 0,05 (95%). O teste foi calculado mensalmente para as amostras a partir do software Excel 2013.

4. Resultados e discussão

A primeira avaliação dos dados, partiu da análise de correlação entre as estações de apoio (São Lourenço e Lambari) e a estação de Lavras. É possível notar a partir da figura 02 que as duas estações utilizadas apresentam um comportamento similar quando correlacionadas com os dados de Lavras.

Quando avaliada a correlação ponto a ponto, ou seja, seguindo a própria ordem cronológica dos dados, tanto Lambari quanto São Lourenço obtém um coeficiente de determinação R^2= 0,88) e uma correlação de Pearson de 0,93. Já na correlação de conjunto, quando os dados são ordenados do menor para o maior, ambas as estações demonstram uma elevada correlação com a estação de Lavras (R^2=0,99, bem como a correlação de Pearson - r=0,99), demonstrando que o comportamento dos dados entre essas três estações seguiu uma dinâmica bem próxima ao longo do período.

A partir das falhas criadas para os 9 anos da série foi possível extrair o erro médio mensal de cada técnica de preenchimento. A tabela II apresenta a média mensal de erro para os 9 anos testados, sendo que a ponderação regional obteve o melhor desempenho, pois em média não ultrapassa 0,5°C em nenhum dos meses do ano, Já as outras duas regressões, com a estação de Lambari (Regressão 1) e a estação de São Lourenço (Regressão 2) apresentaram erros maiores no preenchimento.

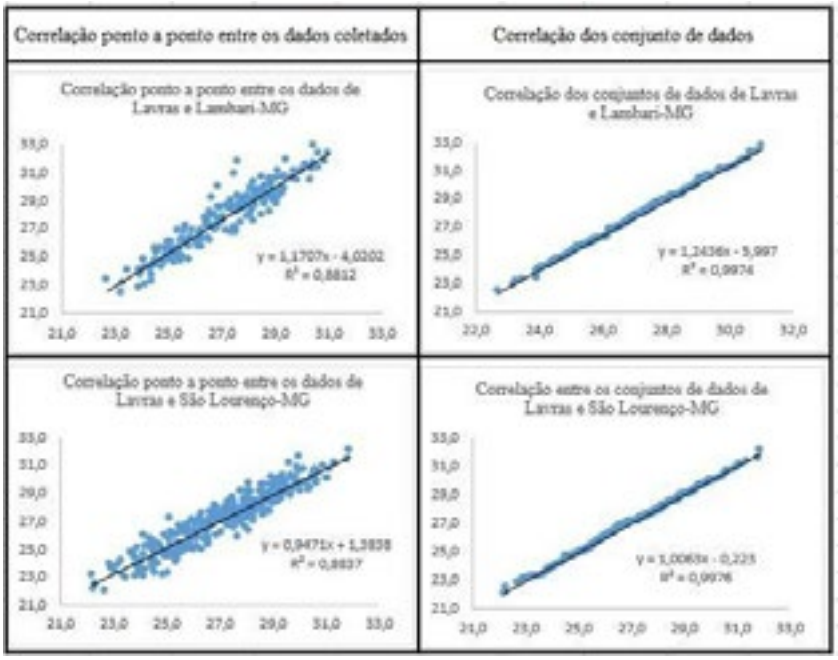


Figura 02: Gráficos de correlação ponto a ponto e do conjunto de dados entre Lavras e as estações de apoio.

Tabela II: Média mensal dos resíduos entre os dados estimados por cada técnica e os valores observados. Regressão 1: Regressão linear entre os dados de Lavras e Lambari; Regressão 2: Regressão Linear entre os dados de Lavras e São Lourenço.

Média mensal dos resíduos (°C)												
	Jan.	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
P. Regional	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,3	0,5	0,4	0,3	0,5	0,5
Regressão 1	2,6	2,7	2,2	2,1	0,9	0,4	0,4	1,3	1,7	2,1	2,7	3,0
Regressão 2	0,5	0,5	0,4	0,6	0,9	0,9	0,8	0,9	0,6	0,5	0,6	0,3

A regressão 1 (com os dados de Lambari) foi a que apresentou o pior desempenho dentre os conjuntos de dados utilizados. Nos meses mais quentes do ano o erro ultrapassou os 2°C em média. Já a regressão 2 (com os dados de São Lourenço) teve um desempenho intermediário, sendo que os erros médios mensais não ultrapassaram 1°C, no entanto foram maiores que os estimados pela ponderação regional.

Na tabela III estão os dados da soma anual dos módulos dos resíduos, corroborando com as médias mensais, destaca a Ponderação regional com o menor erro em todos os anos, seguida pela regressão com os dados de São Lourenço (Regressão 2) e com a estimativa mais equivocada os dados da regressão com os dados de Lambari (Regressão 1).

Tabela III: Soma anual dos resíduos entre os dados estimados por cada técnica e os valores observados. Regressão 1: Regressão linear entre os dados de Lavras e Lambari; Regressão 2: Regressão Linear entre os dados de Lavras e São Lourenço.

Soma anual dos resíduos (°C)			
	P. Regional	Regressão 1	Regressão 2
1996	5,1	18,0	6,5
1999	3,8	21,2	6,6
2000	4,0	21,6	6,2
2001	5,1	24,3	5,6
2003	4,2	23,0	4,9
2004	4,7	20,1	9,4
2005	4,1	27,6	9,2
2007	4,0	20,6	6,3
2008	7,8	21,3	13,7

Como forma de exemplificar o preenchimento das falhas analisadas tem-se as figura 03, 04 e 05 nas quais foram plotados os dados observados e as estimativas para os anos de 2003, 2004 e 2005. É possível identificar como o preenchimento de falhas pela ponderação regional se aproxima dos dados observados nos 3 anos apresentados. Além disso, nota-se que os dados estimados pela regressão 1 (com os dados de Lambari), em boa parte desse período, superestimaram os dados de Lavras.

Para o ano de 2003, observa-se que a ponderação regional e a regressão linear com os dados de São Lourenço (Regressão 2) obtiveram uma maior aproximação com os dados observados em Lavras, enquanto que os dados preenchidos a partir dos dados de Lambari (Regressão 1) pouco se aproximaram com os observados, principalmente nos meses mais quentes do ano. A partir da Tabela III para este ano o resíduo total anual foi de 4,2°C para a ponderação regional, 4,9°C para a regressão com os dados de São Lourenço (Regressão 2) e 23,0°C para a regressão 1 (com os dados de Lambari).

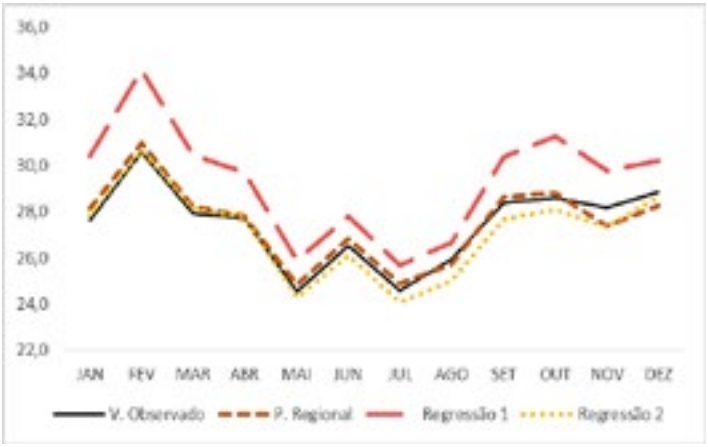


Figura 03: Desempenho mensal das técnicas de preenchimento para o ano 2003

No ano de 2004 os dados da ponderação regional e da regressão 2 (com os dados de São Lourenço) se mantiveram mais próximos dos dados observados, enquanto os dados da regressão com os dados de Lambari se aproximaram apenas nos meses Maio, Junho, Julho, e nos meses mais quentes a estimativa teve um desempenho pior.

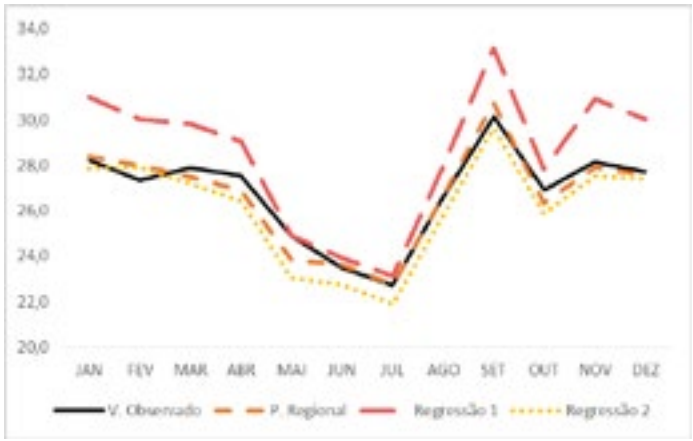


Figura 04: Desempenho mensal das técnicas de preenchimento para o ano 2004

Para o ano de 2005 o comportamento foi semelhante, seguindo a mesma dinâmica, a ponderação regional com o melhor desempenho variando bem próximo dos dados observados, seguido pela regressão 2 (com os dados de São Lourenço) e pela regressão 1 (com os dados de Lambari) que teve o pior desempenho ao longo dos três anos.

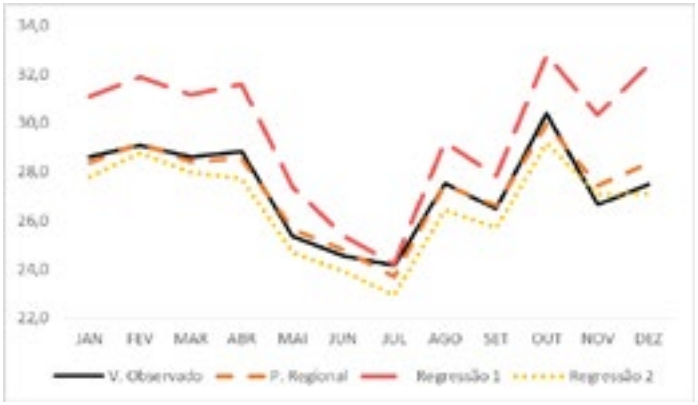


Figura 05: Desempenho mensal das técnicas de preenchimento para o ano 2005

Nos três anos aqui exemplificados 2003, 2004, 2005 (figuras 03, 04 05) foi possível verificar que a qualidade do preenchimento dos dados pela ponderação regional esteve acima das outras técnicas, as duas regressões utilizadas tiveram um comportamento variável ao longo do período.

Como uma forma de avaliar estatisticamente o preenchimento das falhas, os conjuntos de dados foram submetidos ao Teste t de Student, utilizado com o intuito de verificar se os conjuntos de dados estimados pelas técnicas se aproximavam dos dados observados.

De acordo com o Teste t, confirmando o que visualmente já se mostrava, a ponderação regional estimou conjuntos de dados semelhantes estatisticamente aos dados observados, em nenhum dos meses a estatística de teste calculada ultrapassou o limite de confiança, dessa forma pode-se considerar que todos os meses mantiveram uma semelhança estatística nos conjuntos.

Na tabela IV, estão os dados da estatística *t* calculada mensalmente para a ponderação regional, é possível observar que os valores estiveram bem baixos, em relação ao limite de confiança de -2,33< Start t<2,33, sendo que apenas os meses Março, Julho e Setembro ultrapassaram o valor 1. O segundo conjunto de dados, na regressão 1 (com os dados de Lambari), em 10 meses os conjuntos de dados estimados foram estatisticamente diferentes dos observados, apenas os meses de Junho e Julho semelhantes.

Tabela IV: Estatística do Teste t calculada para os dados observados e os calculados pela ponderação regional, Regressão 1 e Regressão 2.

Ponderação regional												
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Start t	0,2	0,55	-1,61	0,97	-0,8	-0,54	-1,49	0,38	1,93	-0,16	0,05	0,75
Regessão linear 1: Lavras-Lambari-MG												
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Start t	***10,37***	***13,37***	***10,07***	***13,99***	***4,46***	1,33	1,96	***5,5***	***6,67***	***9,66***	***9,51***	***5,87***
Regressão 2: Lavras- São Lourenço												
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Start t	-1,61	-0,97	-1,84	-1,92	***-2,79***	***-2,81***	***-5,17***	***-2,43***	***-4,22***	***-3,27***	-0,66	-1,13

-2,33< Start t<2,33- Limite de confiança a 95%.

Já a regressão 2, com os dados de São Lourenço, o teste t demonstrou que os meses Maio, Junho, Julho, Agosto, Setembro, Outubro foram preenchidos por conjuntos de dados diferentes dos dados observados, no entanto, os outros meses foram bem representados pelo preenchimento (Janeiro, Fevereiro, Março, Abril, Novembro, Dezembro).

5. Considerações finais

Assim como apresentado na literatura, a Ponderação Regional apresentou um bom desempenho para o preenchimento das falhas para a região de estudo, sendo isso confirmado pelos testes realizados no presente trabalho, os dados estimados por esta técnica mantiveram a variabilidade normal dos dados observados.

Destaca-se a importância da avaliação das técnicas estatísticas utilizadas em preenchimento de falhas, uma vez que permitem uma melhor estimativa dos dados, enriquecendo as análises posteriores da série temporal utilizada.

Referências bibliográficas.

ALEXANDRE, G. R. **Estudo para identificação de tendências do regime pluvial na região metropolitana de belo horizonte a partir de métodos estatísticos e modelos climáticos**. Dissertação de Mestrado (em Engenharia), Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais-UFMG, Belo Horizonte, 2009.

BACK, A.J. Aplicação de análise estatística para identificação de tendências climáticas. **Pesq. Agropec. Bras**. Brasília, v.36, n.5, p. 717-726, maio 2001.

BIER, A. A.; FERRAZ, S. E. T. Comparação de metodologias para preenchimento de falhas em dados meteorológicos para estações no Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 32, p. 215-226, 2017.

BLAIN, G. C. **Precipitação pluvial e temperatura do ar no Estado de São Paulo: periodicidades, probabilidades associadas, tendências e variações climáticas**. Tese de Doutorado (em Agronomia), Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" -ESALQ, Universidade de São Paulo-USP, 2010.

FANTE, K. P.; SANT'ANNA NETO, J. L. Aplicação de técnicas geoestatísticas em análises climatológicas: Metodologias para preenchimento de falhas. In. Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada (SBGFA), 15, 2013, Vitoria- ES, **anais ...**, Vitória, 2013, p. 782-790.

FANTE, K. P.; SANT' ANNA NETO, J. L. Técnicas Estatísticas para homogeneização de dados de temperatura em séries temporais climatológicas, **Revista Brasileira de Climatologia**, V. 18, p. 143-156, 2016.

FOLHES, M. T.; FISCH, G. Caracterização climática e estudo de tendências nas séries temporais de temperatura do ar e precipitação em Taubaté (SP). **Revista Ambiente, Água**, v.1, n.1. p.61-71, 2006.

INMET. **Base de dados meteorológicos para ensino e pesquisa-BDMEP**. Disponível em < http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>, Acesso em 16/08/2018.

OLIVEIRA, D. M.; REBOITA, M. S. ROCHA, R. P.; A influência da topografia da região sul de Minas Gerais nas variáveis atmosféricas simuladas com o RegCM4. **Revista Brasileira de Geografia Física**, V. 11, n.3, p. 758-772, 2018.

REBOITA, M. S.; RODRIGUES, M.; SILVA, L. F.; ALVES, M. A. Aspectos climáticos do estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Climatologia**, V. 17. p. 206-226, 2015.

REBOITA, M. S.; MARRAFON, V. H. A.; LLOPART, M.; ROCHA, R. P. Cenários de mudanças climáticas projetados para o estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Climatologia**, Edição especial Dossiê Climatologia de Minas Gerais, p.110-128, 2018.

SANCHES, F. O Geógrafo-Climatologista e as mudanças climáticas: uma proposta metodológica. **Revista Equador (UFPI),** v. 4, n. 3, p.101-118, 2015.

SANCHES, F.; FIALHO, E. S.; QUINA, R. R. Evidências de mudanças climáticas em Viçosa-MG, **Revista do Departamento de Geografia- USP**, v.34, p. 122-136, 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

PRINCÍPIOS DA ESTATÍSTICA APLICADA A CLIMATOLOGIA E ANÁLISES DE SERIES TEMPORAIS

Éder Leandro Bayer Maier [(a)], Tainã Costa Peres [(b)]

[(a)] Instituto de Ciencias Humanas e da Informação, FURG, edermaier@gmail.com
[(b)] Programa de Pós Graduação em Geografia, FURG, tainacperes@gmail.com

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

O artigo explora técnicas estatísticas de análise de series temporais usando como exemplo ciclos temporais padronizados da precipitação entre os anos de 2000 e 2100, a fim de mostrar, de forma didática, a técnica de análise e as possíveis interpretações. A serie foi construida a partir de uma função seno dos valores entre $-\pi$ e π, com intervalo de 0,101 e 0,0262 para simular a variabilidade interanual e decenal, uma variação entre 30 mm e 160 mm para a variabilidade sazonal e uma variação aleatória. As técnicas de análise foram média, variância, wavelet e análise de dependecia por regressão linear, que são utilizadas para caracterização das medidas da tendência central, da variabilidade, dos ciclos temporais e a mensuração da dependência da precipitação com os fatores que controlam a variabilidade temporal.

Palavras chave: estatística descritiva, inferêncial, serie temporal.

1. Introdução

A falta de análises estatísticas aplicadas em ciências humanas, em especial na geografia, pode ser um dos limitantes da qualidade das pesquisas publicadas no Brasil. Nesse contexto, a climatologia, no âmbito da ciência geográfica, tem uma carência de profissionais que desenvolvam análises estatísticas eficientes e usuais para maior divulgação do conhecimento científico. A estatística (descritiva e inferencial) pode ser usada para diminuir as análises subjetivas e descritivas, sendo uma ferramenta que visa gerar resultados agrupados ou inferenciais que podem ser apresentados de forma simples e de fácil compreensão.

A estatística descritiva é comumente integrada aos quadros de sequência lógica de formação dos geógrafos no Brasil e possui técnicas de análises eficientes para interpretação de series temporais. A mesnuração das medidas de tendência central ou de dispersão (média e variância) das amostras geram

ISBN: 978-85-7282-778-2

dados que possibilitam extrair informações das observações, evitando as cansativas e exaustivas análises visuais (e descritivas) das series temporais. Já a estatística inferencial pode ser uma ferramenta mais avançada para obter parâmetros quantitativos de dependência entre as series temporais ou identificar ciclos temporais que controlam os modos de variabilidade climática registrados em estações meteorológicas (ASSIS *et al.*, 1996).

Nesse artigo são apresentados uma serie temporal fictícia e análises estatísticas que exemplificam as técnicas de análise e interpretação. A serie fictícia é de precipitação e possui um intervalo temporal entre o ano 2000 e 2100 e as análises estatísticas utilizadas são: média, variância, análise de dependência por regressão linear e *wavelet*. A seguir será mostrado a técnica de construção da serie temporal e as análises estatísticas, vindo explorar uma descrição simples e compreensível da metodologia e possíveis análises dos resultados da estatística descritiva e inferencial.

2. Materiais e Métodos

Dados foram obtidos a partir de series fictícias que representam os totais mensais da precipitação no período entre 2000 e 2100 com uma variabilidade sazonal entre 30 mm e 160 mm, um ciclo interanual com intervalo de frequência de 5 anos, um ciclo decenal com intervalo de frequência de 10 anos e uma variação aleatória. Sendo que os ciclos, interanual e decenal, variam entre -50 mm e 50 mm e a variação aleatória entre 0 mm e 30 mm.

Os ciclos, interanual e decenal, foram gerados a partir de uma função seno e entre $-\pi$ e π, com intervalos 0.101 e 0,0262, respectivamente. Sendo obtidas 2 cristas e 2 cavados em um intervalo de 120 meses, caracterizando uma variação interanual, 1 crista e 1 cavado em 120 meses, determinando a variabilidade decenal. Por final, os resultados da função seno foram multiplicados por 50 a fim de gerar uma variação com magnitude coerente com o volume de precipitação representados pelos limiares da variabilidade sazonal.

O somatório das series fictícias gerou uma serie temporal entre 2000 e 2100 que representa a variabilidade sazonal, interanual, decenal e a variação aleatória de uma serie temporal da precipitação, com variação fictícia entre -64 mm e 275 mm, a qual representa a anomalia da precipitação. A média

ISBN: 978-85-7282-778-2

aritmética ($\overline{X}$) é calculada pelo somatório das amostras e divisão pelo número de ocorrência das mesmas, conforme a Equação 1:

$$\overline{X} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i \quad \text{Eq. 1}$$

sendo, $\overline{X}$ é a média, x são as amostras n o número de ocorrência (TOLEDO e OVALLE, 1992).

A média mensal é calculada a partir da identificação de todos os meses (de janeiro até dezembro) contidos na serie e efetuado o cálculo da média para cada mês do ano (TOLEDO e OVALLE, 1992). Sendo usual mostrar as médias mensais em um gráfico de barra, onde a magnitude da precipitação é representada no eixo vertical e a variação dos meses no eixo horizontal.

A variância (s^2) é calculada pelo somatório das diferenças entre as amostras e a média da serie, dividido pelo número de ocorrências de amostras, conforme Equação 2. Essa é uma medida de dispersão da serie e pode evidenciar parâmetros da variabilidade climática registrados ao longo do tempo (TOLEDO e OVALLE, 1992).

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x-\bar{X})}{n-1} \quad \text{Eq. 2}$$

onde $\overline{X}$ é a média, x é amostra e n é um número de ocorrência.

A análise de dependência por regressão linear compõem a estatística inferêncial, e ela possibilita comparar duas series temporais a partir de parâmetros visuais e estatísticos. Essa técnica é amplamente utilizada para analisar a dependência temporal entre dados observados e índices climáticos que representam modos de variabilidade como, por exemplo, El Niño-Oscilação Sul (ENOS), Oscilação Ártica (AO) e etc. Sendo assim, são comparadas uma serie independente e outra dependente, mostradas nos diagramas de dispersão no eixo horizontal e vertical, respectivamente. Além dos diagramas de dispersão outros parâmetros são empregados nessa análise, como: a equação de regressão linear (equação de primeiro grau), o somatório do erro (SSE) e a porcentagem da representação da reta de regressão linear (R^2) que podem ser utilizados como parâmetros quantitativos da dependência entre as duas series.

O *wavelet* é utilizado para identificar os ciclos temporais em uma serie, sendo que os aplicativos implementados em programas estatísticos geram o espectrograma como resultado, em que

ISBN: 978-85-7282-778-2

no eixo horizontal do gráfico é mostrado o período de observação (ex. 2000 até 2100), no eixo vertical a frequência dos ciclos temporais contidos na serie e a magnitude da potência espectral é mostrada pela variação de cores no gráfico (STOLLNITZ *et al.*, 1995).

3. Resultados e Discussões

A serie temporal ficticia (Figura 1) mostra a variação anômala da precipitação entre os anos de 2000 e 2100 (eixo horizontal) e a magnitude das anomalias (eixo vertical), onde é possível observar a sobreposição dos ciclos temporais simulando a variabilidade sazonal, interanual, decenal e aleatória.

Cabe ressaltar que as anomalias negativas registram períodos de seca ou, em outras palavras, precipitações abaixo da média mensal. Observa-se também que as anomalias negativas não possuem magnitudes inferiores a -160 mm, isso acontece porque no mês em que não ocorreu chuvas (registro de 0 mm) a anomalia será a diferença entre esse registro e a média mensal, como por exemplo, 0 - 160 mm, obtendo uma anomalia de -160 mm.

As anomalias positivas representam os períodos de chuvas excessivas (ou acima da média mensal). No entanto, as anomalias positivas não possuem um limite superior, porque dependem da disponibilidade de água e mecanismos de convergência para acumular altos índices pluviométricos, que podem exceder 3 vezes (ou mais) a média mensal.

Para exemplificar, um período com anomalias positivas de grandes magnitudes podem estar associados a sobreposição de ciclos como, o sazonal (estação chuvosa), o interanual (chuvas acima da média) e o decenal (chuvas acima da média), favorecendo a intensificação e a maior frequência dos mecanismos de transporte e convergência da umidade que formam as chuvas.

Ressalta-se que os ciclos temporais em series observadas não são tão evidentes quanto na serie fictícia (Figura 1), isso ocorre porque os fatores remotos que controlam a precipitação podem ser ocultados por ciclos com ocorrência em outras escalas temporais. Ou, ainda, os fatores remotos não possuem controle da precipitação ao longo de todo o período, sendo possível que a influência seja sazonal (inverno ou verão). Além disso, pode ocorrer a sobreposição dos ciclos, em que as fases positivas e negativas de duas frequências se sobrepõe, ampliando ou subtraindo os impactos na precipitação.

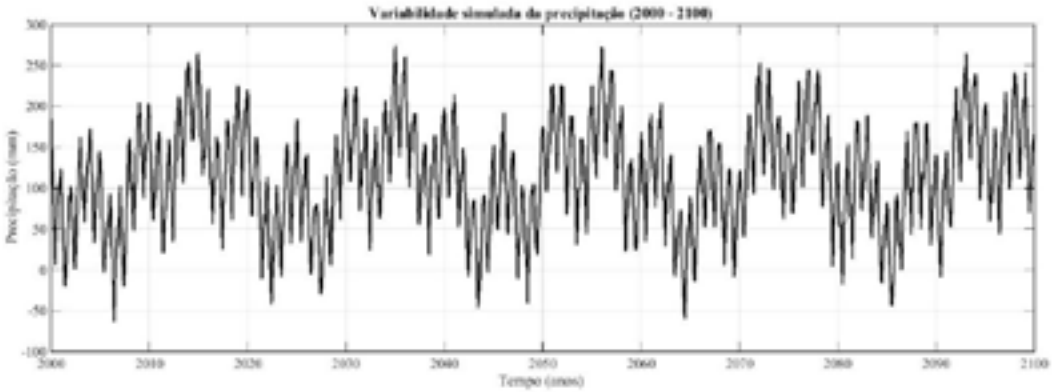


Figura 1 – Variabilidade sazonal, decenal, interanual e aleatória da precipitação simuldada para o período entre 2000 e 2100.

Figura 2 – Simulação da variabilidade sazonal da precipitação.

Nesse contexto, é importante compreender o principal modo de variabilidade, que é o sazonal, visto que em um período de 12 meses é registrado um período de chuva e outro com seca. Cabe ressaltar que no Brasil grande parte das precipitações apresentam um ciclo sazonal bem marcado, como é possível observar no exemplo da Figura 2.

Geralmente os maiores totais mensais ocorrem no verão dos respectivos hemisférios, visto que nessa estação sazonal ocorre o transporte, convergência e evaporação da água sobre o continente sul-americano, favorecendo a formação das precipitações. Em contrapartida, no inverno a continentalidade favorece a diminuição da temperatura que gera estabilidade atmosférica e diminuição do transporte de umidade para o interior continental.

ISBN: 978-85-7282-778-2

No registro da precipitação existem além do ciclo sazonal as variações aleatórias e a variabilidade climática que ocorre predominantemente nas escalas interanual, decenal e aleatória. Em outras paralavras, uma variação intercecenal pode ser representada por 2 ou 3 períodos de chuvas acima da média ou secas em uma década, já a variabilidade decenal apresenta períodos de chuvas acima da média ou secas que diferenciam as décadas que compoem a serie temporal.

As variações interdecenais geralmente estão associados a fatores remotos que controlam a precipitação como, por exemplo, o fenômeno ENOS, visto que a ocorência dos eventos El Niño e La Niña possui uma frequência entre 3 e 7 anos. Esse fenomeno é o principal fator remoto que causa variabilidade na precipitação (GRIMM, 2009).

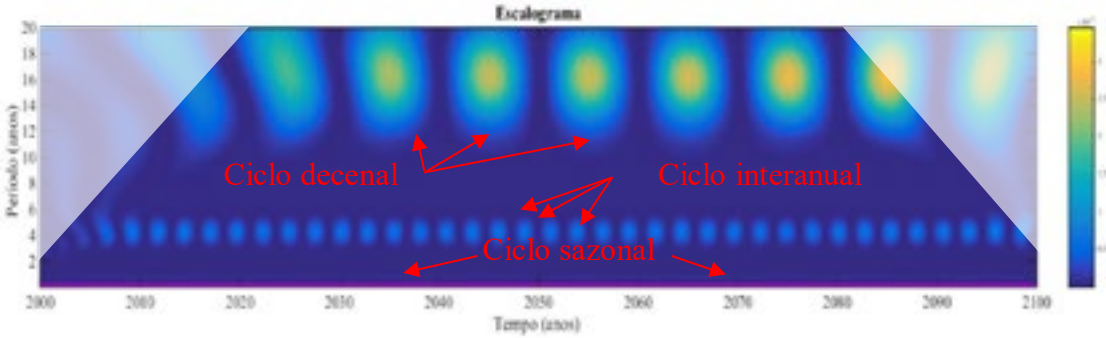


Figura 3 – Espectrograma da potência espectral (em cores) das frequências (eixo vertical) dos ciclos temporais entre os anos de 2000 e 2100 (eixo horizontal).

A Oscilação Decadal do Pacífico (ODP) ocorre em um intervalo de frequência maior, classificando períodos (de decadas) de acordo com as fases quentes e frias da ODP. Sendo que, seu principal impacto é na intensificação ou desintensificação dos efeitos do fenômeno ENOS (KAYANO e ANDREOLI, 2009).

A mensuração das frequências dos ciclos temporais e de suas ocorrências são informações fundamentais para a caracterização da variabilidade temporal registrada em estações meteorológicas, reconstrução paleoclimática ou estimativas futuras. Nesse constexto, existem pacotes de análise espectral, ou de *wavelet,* que podem ser operacionalizados em *softawares* de código aberto ou fechado.

Na Figura 3 é mostrado o espectrograma de análise da serie temporal fictícia da precipitação entre 2000 e 2100. A periodicidade de recorrência dos ciclos temporais estão representados no eixo

vertical (Y), onde os principais ciclos apresentam as maiores potências espectrais (em cores), no período da serie fictícia (200-2100 – no eixo horizontal).

As maiores frequências possuem recorrência de 10 anos (variabilidade decenal) e são represntadas pelos núcleos amarelos que aparecem na parte superior da Figura 3. Já as menores frequências são representas pelos núcleos azuis claros, na parte central e inferior da Figura 3, representado a variabilidade interanual e sazonal, ocorrendo em uma frequência de 5 e 1 ano, respectivamente. Cabe resaltar que essa escala temporal não favorece a visualização do ciclo sazonal, visto que existem 100 pequenos núcleos com cor azul claro na porção inferior da Figura 3, entretanto, a edição da escala de análise das frequências pode comprometer a visualização de outros ciclos, por isso, optou-se em mostrar as escalas interanuais e decenais porque o ciclo sazonal é mais fácil de ser observado e compreendido.

A mensuração de paramentos de dependência entre a serie de precipitação e índices climáticos podem auxiliar na compreensão dos fatores que comtrolam a precipitação. Como exemplo, é mostrado a análise de dependência por regressão linear, que é composto por duas series temporais (variável independente e dependente) mostrados na Figura 4A, o diagrama de dispersão (Figura 4B) e parâmetros estatísticos (Erro médio quadrático - SSE, R-*square* - R^2) e índice de correlação (r).

Os resultados gráficos possibilitam uma análise visual da variabilidade sincronizada (Figura 4A) e da relação entre as variáveis (Figura 4B), mas são os parametros estatísticos que mensuram o grau de dependência como, a magnitude do erro (SSE = 3403100), a porcentagem de representação da reta de regreção (R^2= 0.30 – indica que 30% da variação é representada pela reta) e um índice de correlaçã de r = 0,55. Em outras palavras, as variáveis, independente e dependente, possuem uma variação temporal sincronizada (com correlação positiva), e a reta de regressão pode estimar a variabilidade temporal de 30% do período com dados (2000-2100).

Além disso, esta análise permite comparar amostras de diferentes parametros atmosféricos como, por exemplo, verificar o grau de dependência entre a precipitação e a temperatura, ou a relação entre o vento e a pressão atmosférica. Ou utilizar observações da mesma variável atmosférica, realizada em diferentes estações meteorlogicas, a fim de completar os períodos que não possuem dados observações.

ISBN: 978-85-7282-778-2

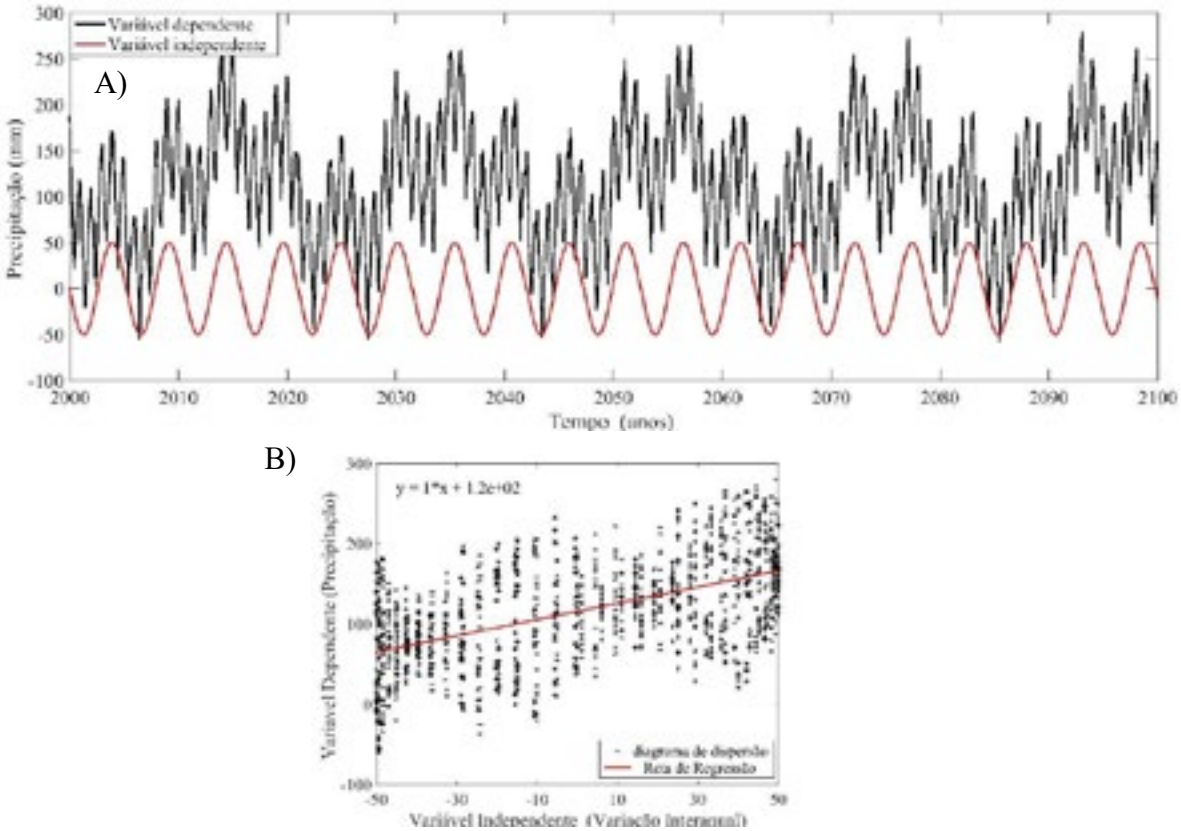


Figura 4 – Variabilidade temporal da variável dependente e independente (A) e o diagrama de dispersão (B). A Variável independente é o ciclo interanual e a dependente a serie ficticia da precipitação.

4. Considerações finais

As análises estatísticas, descritiva e inferencial, das series temporais são ferramentas simples e úteis para agrupar e representar de forma organizada e sistemática a diversidade dos registros das estações meteorológicas. Sendo que, a estatística descritiva gera resultados que mostram as medidas de tendência central e de dispersão como, por exemplo, a média e a variância. Já a estatística inferencial auxilia na caracterização dos ciclos temporais e dos fatores que controlam a variabilidade da precipitação. Possibilitando uma análises quantitativa dos dados climáticos, que favorece a diminuição das análises subjetivas.

ISBN: 978-85-7282-778-2

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

ASSIS, F, N; ARRUDA, H, V; PEREIRA, A, R. **Aplicações de Estatística à Climatologia: teoria e prática**. Pelotas: Editora Universitária – UFPEL, 1996, 161p.

GRIMM, A.M. Variabilidade interanual do clima no Brasil. In: CAVALCANTI, I. F., FERREIRA, A.N.J.; JUSTI DA SILVA, M.G; SILVA DIAS, M.A.F. (Org.). **Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009, p. 353–374.

KAYANO, M, T; ANDREOLI, V, R. Clima da Região Nordeste do Brasil. In: CAVALCANTI, I, F, A. FERREIRA, N, J. SILVA, M, G, A, J. DIAS, M, A, F, S (Org). **Tempo e Clima no Brasil**. Editora Oficina de Textos, São Paulo, 2009, p. 213 – 233.

STOLLNITZ, E. J.; DEROSE, T. D.; SALESIN, D. H. Wavelets for computer graphics: A primer, part 1. **IEEE Computer Graphics and Applications**, v. 15, n. 3, p. 76-84, 1995a.

TOLEDO, G, L. OVALLE, I, I. **Estatística Básica**. São Paulo: Atlas, 1992. 459 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

Precipitação em Rio Grande – RS: Análise da Variabilidade entre 1913 e 2016

Tamires da Rosa Silva [(a)], Éder Bayer Maier[(b)]

[(a)]Programa de Pós Graduação em Geografia/, Universidade Federal do Rio Grande, tamires_rosa@outlook.com.br.

[(b)]Instituto de Ciências e da Informação /, Universidade Federal do Rio Grande,edermaier@gmail.com.

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

O presente trabalho tem como objetivo analisar a variabilidade temporal da precipitação na cidade do Rio Grande - RS entre 1913 a 2016. Foram analisados a precipitação mensal, os totais anuais, as médias mensais, as anomalias mensais e a correlação entre a anomalia da precipitação com as anomalias mensais da TSM, em escala global. Resultados total mensal varia entre 0,3mm e 551,8 mm, o total anual mínimo e máximo são 625 mm e 2.261,9 mm nos anos 1914 e 1917, a média mensal varia entre 71,2 mm e 126,7 mm, nos meses setembro e dezembro, respectivamente, não apresentando estação seca ou chuvosa. As anomalias evidenciam que a variabilidade das precipitações ocorrem nas escalas interanual e decenal. Sendo que a variabilidade está associada a fenômenos remotos, como evidência as correlações nas regiões Niño e em latitudes círculo polares, em torno de 60º sul.

.

Palavras chave: Precipitação;variabilidade;Rio Grande

1. Introdução

As observações históricas do climaevidênciam um acréscimo na frequência de ocorrência de eventos extremos de precipitações elevadas no Sul e Sudeste do Brasil,nos últimos 30 anos(MARENGO, 2014). Neste contexto,a variabilidade do clima está relacionada à diferentes ciclos temporais como, por exemplo, a interanual e interdecal.

Assim a variabilidade climática exerce uma grande influência sobre as populações ao longo do tempo, visto que suas variações podem comprometer o desenvolvimento da vida, através das alterações no regime de chuvas, que poderá impactar as populações com períodos de chuvas excessivas e secas intensas e prolongadas (MARENGO, 2009).

Os eventos extremos de precipitação podem causar riscos ambientais, em virtude das frequentes modificações do clima e elevação da periodicidade de ocorrência de eventos extremos, Rio Grande é uma cidade costeira que sofre impactos significativos da variação da intensidade das precipitações e direção dos ventos.Acarretando em impactos causados por eventos caracterizados por enxurradas, estiagem, inundações e enchentes de suas áreas urbanas e rurais.

Este artigo tem como objetivo analisar a variabilidade temporal (1913 a 2016) da precipitação em Rio Grande - RS e compreender os processos climáticos em escala sinótica que ocasionam eventos extremos de precipitação.

ISBN: 978-85-7282-778-2

1.1. Caracterização do Clima

O clima da região Sul do Brasil apresenta características da temperatura e precipitação que sofrem influência da localização geográfica (latitude e longitude), topografia e a configuração da circulação atmosférica subtropical. A precipitação média ao sul varia entre 1.299 mm e 1500 mm, ao norte 1500 mm a 1800 mm com maior intensidade de chuvas ao nordeste do estado.

Os principais fatores associados às precipitações no Rio Grande do Sul são os sistemas frontais, ciclones e frentes frias, CCMs, sistemas ciclônicos em níveis médios, bloqueios atmosféricos e ainda sistemas de circulação local como brisas marítimas e terrestres (REBOITA et al, 2010). Segundo Grimm (2009), na maior parte do Rio Grande do Sul os regimes de precipitação são considerados bimodais ou trimodais, estes regimes são característicos da região de transição entre climas tropicais e subtropicais.

No sudeste do Rio Grande do Sul, as chuvas são mais intensas no inverno, configurando um regime de latitudes médias, onde as precipitações geralmente ocorrem pela passagem de sistemas frontais e associados a ciclones extratropicais migratórios. No Rio Grande do Sul a maior concentração de chuvas ocorre no trimestre de agosto, setembro e outubro, com exceção do Sudeste, que ocorre o maior índice de precipitação nos meses de julho, agosto e setembro. A precipitação média ao sul varia entre 1.299 mm e 1500 mm, ao norte 1500 mm a 1800 mm com maior intensidade de chuvas ao nordeste do estado (GRIMM, 2009).

2. Materiais e Métodos

Foram utilizados dados do total mensal da precipitação observados na Estação Meteorológica do Rio Grande/INMET no período de 1913 a 2016. Os quais foram disponibilizados gratuitamente pelo Instituto de Oceanografia da Universidade Federal do Rio Grande - FURG.

ISBN: 978-85-7282-778-2

A Estação Meteorológica Rio Grande/INMET está localizada na Universidade Federal do Rio Grande – FURG, seguindo as coordenadas 32º04'43"S e 52º10'03"W, a 2 m de altitude. A mesma contém duas estações meteorológicas, sendo uma estação convencional n° 83995(1989 – 2010) e outra estação automática n° A802 (2010 – 2016). No período anterior a 1989, a estação meteorologia estava funcionando nas proximidades da praça Tamandaré e na Barra do Rio Grande.

A caracterização e análise da série temporal da precipitação foi realizada a partir da estatística descritiva e inferencial. Nas análises descritivas foram mensurados os totais anuais, as médias mensais e a anomalia da precipitação, a qual é obtida pela subtração da média mensal de cada amostra. Informações sobre a estatística descritiva podem ser obtidos em TRIOLA (2005).

Para identificar os fatores remotos que controlam a variabilidade das precipitações foi mensurado os índices de correlação entre a anomalia da precipitação e a TSM Global. A correlação é dada pela seguinte fórmula (Equação 1):

$$r = \frac{\sum m \sum n(A_{mn}-\bar{A})(B_{mn}-\bar{B})}{\sqrt{(\sum m \sum n(A_{mn}-\bar{A})^2)(\sum m \sum n(B_{mn}-\bar{B})^2)}} \qquad \text{Eq. 1}$$

onde, $\bar{A}$é igual a média de A e $\bar{B}$ é igual a média de B.

A mensuração dos índices de correlação entre a Temperatura da Supefície do Mar (TSM Global), e a anomalia da precipitação na cidade do Rio Grande, foi realizada a partir da relação entre toda a série de precipitação e todas as séries da TSM, desde 1913 a 2016, integrando desta maneira todas as estações do ano, as quais foram analisadas sazonalmente (verão, outono, inverno, primavera).

Os dados da TSM são médias mensais do período entre 1913 e 2016. Este conjunto de dados é disponibilizado gratuitamente pela ICOADS (Conjunto global de

ISBN: 978-85-7282-778-2

dados sobre atmosfera ocenânica internacional), o qual dispõe dados de superfície, que abrange os últimos três séculos, contendo produtos do resumo mensal em grade globais de 2x2 (HUANG, B. et al, 2014).

3. Resultados e Discussões

Os resultados apresentados a seguir serão divididos em: 1) análise descritiva da série histórica da precipitação; 2) análise da variabilidade da precipitação e 3) análise dos fatores que controlam da variabilidade da precipitação.

3.1 Análise descritiva da série histórica da precipitação

A precipitação mensal em Rio Grande - RS (Figura 1) apresenta uma variação entre 0,3 mm e 551,8 mm com uma média de 102,1 mm e desvio padrão de 66,1 mm. É observado uma variabilidade da precipitação na série proposta, visto que em períodos distintos é possível identificar a diferença de amplitudes da série. Como por exemplo, em 1940, 1990 e 2010 é mensurado uma variação positiva da precipitação com volumes que ultrapassam 350 mm, bem como nos períodos entre 1916, 1945 e 2005 que demonstram volumes abaixo de 100 mm.

O total anual da precipitação (Figura 1) varia entre 625 mm e 2.261,9 mm e possui um acumulo anual médio de 1.226 mm e desvio padrão de 280 mm. E demonstra que ocorreram períodos com precipitações excessivas que chegaram a atingir magnitudes superiores a 2000 mm/ano (em 1914 e 2002). Bem como, foram registrados anos com volumes abaixo de 750 mm (1917, 1933, 1943 e 1988).

A média mensal de precipitação (Figura 1) varia entre 71,2 mm e 126,7 mm com ênfase para o mês de setembro, que apresenta os maiores volumes das precipitações acima de 120 mm e dezembro com precipitações abaixo de 80 mm. Não foram identificados períodos com volumes negativos na média mensal da precipitação, visto

que não há estação seca na cidade do Rio Grande, no verão ocorre mais evaporação o que diminui a disponibilidade de água na superfície de solo e no inverno, ocorre os maiores totais mensais e a evaporação diminui.

A anomalia da precipitação (Figura 1) evidência a variabilidade da precipitação em escalas temporais diferentes da sazonal, bem como torna possível avaliar que a cidade do Rio Grande sofre com ciclos recorrentes de variações das chuvas. Nesse contexto, destacam-se os períodos com anomalias positivas acima de 400 milímetros e os períodos com anomalias negativas abaixo 100 mm como, por exemplo, os anos 1941 e 1998, respectivamente.

3.2. Análise dos fatores que controlam da variabilidade da precipitação

A influência dos fatores remotos e locais no controle das anomalias da precipitação (Figura 1) ocorrem predominantemente na escala interdecenal. Especialmente associadas aos eventos de El Niño e La Niña, porém o ENSO não explica todos os casos anômalos da série. O El Niño ocorre normalmente com maior frequência na primavera/verão, nesta condição ocorre à intensificação das chuvas que ocasionam anomalias positivas da precipitação. Bem como, os períodos mais secos podem estar ligados ao fenômeno La Niña, que poderá acarretar impactos significativos na flora, fauna.

Da mesma maneira que os impactos do fenômeno ENSO podem prejudicar as atividades antrópicas, especialmente os eventos extremos, os quais ocorrem mais frequentemente nos eventos fortes do ENSO, como no ano de 1998 o estado do Rio Grande do Sul registrou grandes excessos e precipitação, ocasionando grandes enchentes no El Niño de 1997/1998. (BERLATO E FONTANA, 2003).

ISBN: 978-85-7282-778-2

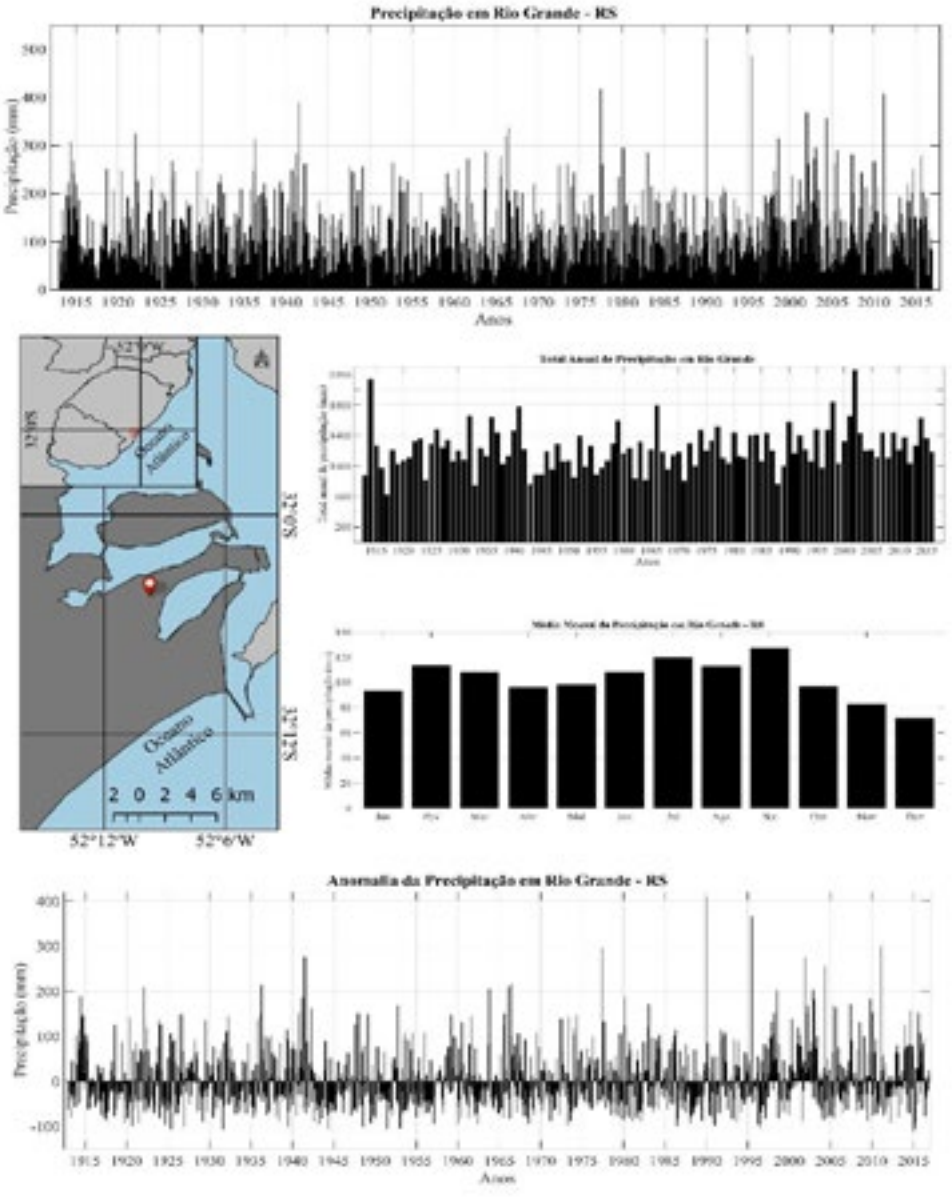


Figura 1: Total mensal, total anual, média mensal e anomalia da precipitação em Rio Grande –RS (1913-2016).

ISBN: 978-85-7282-778-2

Na (Figura 2), é apresentado os índices de correlações entre a precipitação em Rio Grande e a TSM Global, no período entre 1913 a 2016, sendo que as correlações positivas indicam que as temperaturas mais altas do que a média estão predominantemente relacionadas às anomalias positivas da precipitação, com ênfase na região 3.4 do fenômeno ENSO.

Visto que o e evento El Niño é reconhecido, quando se verifica um aquecimento das águas simultaneamente com a diminuição da pressão atmosférica no Pacífico. Já as temperaturas a baixo da média estão associadas às anomalias negativas da precipitação. As correlações na região Niño 3.4 evidenciam o fenômeno LaNiña que ocorre quando a um resfriamento das águas e aumento na pressão atmosférica na região leste do Pacífico (BERLATO E FONTANA, 2003).

Em altas latitudes, sobre o Oceano Pacífico, na área do fenômeno da Oscilação Antártica, as correlações indicam que as temperaturas abaixo da média estão predominantemente associadas a anomalias positivas da precipitação e vice-versa. Isso pode estar relacionado aos sistemas frontais mais intensos e frequentes, que geram instabilidade e precipitações em latitudes médias.

Observando os índices de correlação para as quatro estações sazonais (Figura 2) é possível identificar que a influência das altas latitudes ocorre mais intensamente no inverno, visto que as precipitações estão associadas quase que exclusivamente aos Sistemas Frontais.

O ENSO possui maior controle da precipitação na primavera, principalmente no mês de novembro. Flach e Grimm (2010) ressaltam que a influência do ENOS na América do Sul tem uma variação através do ciclo anual e na primavera austral, a mesma se destaca no sudeste da América do Sul, acarretando um aumento (decréscimo) de eventos extremos na Bacia do Paraná- Prata nos episódios de El Niño (La Niña).

ISBN: 978-85-7282-778-2

Grimm (2009), ainda evidencia que o modo interanual de variabilidade, demostra forte correlação com as anomalias de TSM associadas a ENOS, indicando que a primavera é a estação mais favorável as teleconexões com oceano Pacífico Tropical, em virtude dessas vigorosas teleconexões, o ENOS tem maior influência e impacto sobre as precipitações no Sul do Brasil na primavera.

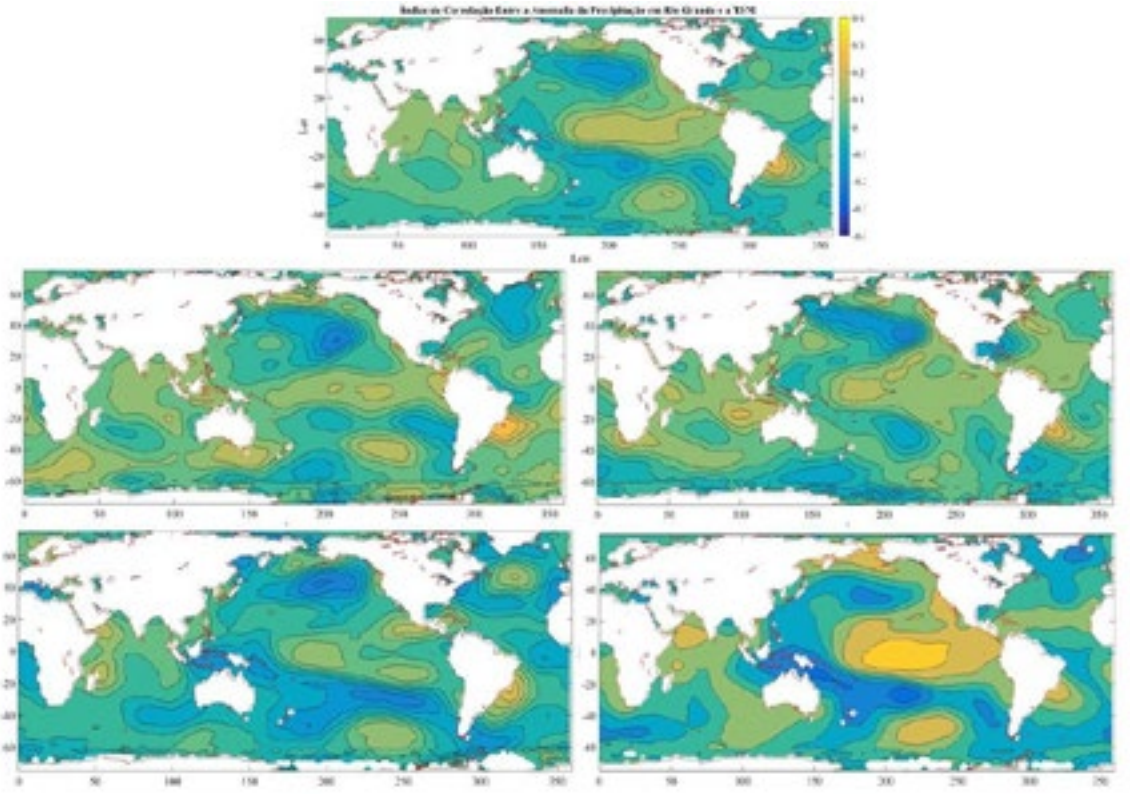


Figura 2:Correlação entre a anomalia da precipitação em Rio Grande e a TSM Global (Estações Sazonais)A) verão B) outono C) inverno e D) primavera.

ISBN: 978-85-7282-778-2

4. Considerações finais

As precipitações em Rio Grandenão apresentam uma distribuição sazonal, visto que não há registro de estação seca ou chuvosa. As chuvas são bem distribuídas ao longo do ano e possui magnitudes da precipitação anual com média de 102 mm, máxima de 551,8 mm e mínima de 0,3 mm. A variabilidade anualfoi observada pelas diferentes amplitudes de variação acima e abaixo da média mensal, demostrando que o ciclo da precipitação apresenta períodos chuvosos e secos.

As anomaliaspositivas/negativas da precipitação ocorrem predominantemente pela influência dosfenômenos El Niño e La Ninã.A relação entre o ENOS e a precipitação em Rio Grande possui uma variação sazonal, sendo que o controle do ENOS é fortalecido na primavera e diminui sua influência no verão.

As contribuições Austrais, na região circulo polarafetam a frequência e a intensidade dos sistemas frontais que passam em Rio Grande. Na fase negativa/positiva do SAM os sistemas atmosféricos da frontogênese estão deslocados para Norte/Sul, e com isso a maior/menor atividade frontal em Rio Grande causa maior/ menor taxas de precipitação.

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

BERLATO, M. A.; FONTANA, D. C. El Niño e La Nina: Impactos no clima, na vegetação e na agricultura do Rio Grande do Sul; aplicações de previsões climáticas na agricultura. Porto Alegre. UFRGS, 2003.

CORRAR, Luiz J.; PAULO, Edilson; DIAS FILHO, José M. Análise multivariada para os cursos de administração, ciências contábeis e economia. São Paulo: Atlas, 2009.

FLACH. R.; GRIM, M. A. Eventos Extremos e totais mensais de precipitação na América do Sul durante o ENOS e condições normais do clima presente e em cenários futuros. Universidade do Paraná – UFRS, 2010.

GRIMM, M. ALICE. Clima da Região Sul do Brasil. Tempo e Clima do Brasil. São Paulo: Oficina Textos, 2009, 259p.

HUANG, B., VF Banzon, E. Freeman, J. Lawrimore, W. Liu, TC Peterson, TM Smith, PW Thorne, SD Woodruff e H.-M. Zhang, 2014: Extended Surface Recovery Surface Temperature versão 4 (ERSST.v4): Parte I. Upgrades e intercomparações. Journal of Climate, 28, 911-930, doi: 10.1175 / JCLI-D-14-00006.1

IBGE –Instituto de Brasileiro de Geografia e Estatística. Último acesso em 28/01/2018. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/rio-grande/panorama.

KRUSCHE. N.; SARAIVA. J.M.; REBOITA. M.; 2002. Normais Climatológicas Provisórias de 1991 a 2000 para Rio Grande, RS.

MARENGO, A.J. O Futuro do Clima no Brasil.Revista USP • São Paulo n. 103. p. 25-32 .2014.

MARENGO, A.J. Mudanças Climáticas, Condições Meteorológicas Extremas e Eventos Climáticos no Brasil.2009.

REBOITA, M. et.al. Regimes de Precipitação na América do Sul: uma Revisão Bibliográfica, vs.25, n.2, 185 – 204, 2010.

TAGLIANI, P.R; ASMUS. M.L; 2011. Manejo Integrado do Estuário da Lagoa dos Patos, Editora da Furg, 2011. 250p.

TRIOLA, F.M. Introdução à Estatística; tradução Vera Regina Lima de Farias e Flores; revisão técnica Ana Maria Lima de Farias e Flores. Rio de Janeiro: LTC, 2005.

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

RIOS VOADORES: COMO A DINÂMICA NATURAL DO FENÔMENO PODE SER AFETADA PELO DESEQUILÍBRIO AMBIENTAL NA FLORESTA AMAZÔNICA

Lilian Renata Teixeira da Silva [(a)], Bárbara Gabrielly Silva Barbosa [(b)], Cristiana Duarte Coutinho[(c)]

(a) Departamento de Ciências Geográficas, Universidade Federal de Pernambuco, liliaan.teixeira@gmail.com

(b) Departamento de Ciências Geográficas, Universidade Federal de Pernambuco, barbara236@live.com

(c)Departamento de Ciências Geográficas, Universidade Federal de Pernambuco, crisdat@hotmail.com.com

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

As modificações antrópicas estão cada vez mais frequentes sobre a floresta Amazônica desestabilizando seu equilíbrio ecológico e pondo em xeque um importante fenômeno que traz benefícios às regiões Centro-oeste, Sudeste e Sul do Brasil, os chamados Rios Voadores. Para ilustrar a atuação desses cursos d'água atmosféricos, foram utilizados dados pluviométricos disponibilizados pelo INMET de uma cidade 'regada' por esse fenômeno que pode ser visto através de imagens do satélite GOES fornecidas pelo CPTEC/INPE. Este trabalho busca mostrar a formação e atuação dos Rios Voadores sobre o regime de chuvas de diferentes partes brasileiras e como o desequilíbrio ambiental proporcionado pelo desmatamento e queimadas para as expansões das fronteiras agrícolas e agropecuárias sobre a região Amazônia podem gerar consequências alterando a dinâmica do fenômeno.

Palavras chave: Floresta Amazônica, Rios Voadores, desmatamento.

1. Introdução

Abrigando uma inigualável diversidade de fauna e flora, a floresta Amazônica é uma área florestal tropical densa e úmida com grande importância para o equilíbrio ecológico do planeta. Sua extensão total chega a 6,7 milhões de km², abrangendo nove

países da América do Sul. No Brasil, localiza-se na porção norte do país e representa um importante fator para a dinâmica pluviométrica das regiões centro-oeste, sudeste e sul. Este trabalho busca compreender a atuação dos cursos d'água atmosféricos oriundos da região amazônica sobre a região centro-oeste, sul e sudeste do Brasil estimando as perspectivas futuras determinadas pelo intenso desflorestamento da Amazônia.

Com árvores de grande porte, mais de 7 trilhões de toneladas de água são lançadas na atmosfera, anualmente, por meio da evapotranpiração da vegetação. Estudos promovidos pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) comprovaram que uma árvore com copa de 10 metros de diâmetro é capaz de bombear para a atmosfera mais de 300 litros de água, em forma de vapor, em um único dia. Todo esse vapor é transportado por massas de ar que, quando impulsionados pelos ventos conseguem chegar até as regiões sulistas brasileiras aumentando consideravelmente a possibilidade de precipitação por onde passa, esse fenômeno é conhecido como Rios Voadores.

Assim, sabendo que a Amazônia possui uma imensa relevância para as chuvas, a problemática abordada neste artigo será como o desmatamento florestal amazônico pode influenciar no clima das regiões centro-oeste, sudeste e sul do Brasil? Pois, seguindo a lógica climática mundial, latitudes equivalentes a essas regiões brasileiras são ocupadas por áreas desérticas como o deserto da Namíbia e o da Austrália, contudo a porção territorial brasileira apresenta volumosos níveis pluviométricos. Desta forma, este trabalho apresenta como justificativa a sólida relação existente entre a floresta amazônica e essas porções brasileiras que têm a concentração do seu regime pluviométrico especialmente na época de diástole da massa de ar que carrega a umidade vinda do Norte. Intenciona-se, portanto, descrever a dinâmica dos rios voadores, identificar sua atuação nas regiões do Brasil e investigar as consequências que o exorbitante desmatamento pode trazer a este fenômeno, pois "se essa zona de

baixa pressão perder cobertura vegetal tenderia a puxar menos umidade do oceano" (MOSS, 2014).

2. Materiais e Métodos

Primeiramente, argumentos foram reunidos por meio da pesquisa bibliográfica em livros, artigos e revistas sobre os principais conceitos que serão abordados nesta pesquisa, buscando sempre relacionar com o objetivo geral deste estudo. Posteriormente, foram levantados dados pluviométricos da estação localizada nomunicípio de Campos do Jordão, no estado de São Paulo, do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e da Agência Nacional de Águas (ANA) que auxiliem na comprovação do vínculo entre as precipitações das regiões brasileiras e os rios voadores, juntamente com imagens do satélite GOES do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos, Instituto de Pesquisas Espaciais (CPTEC/INPE).

3. Resultados e Discussões

3.1. Características climátcias e formação dos rios voadores

A Amazônia fica numa zona intertropical que recebe grande insolação. Segundo Fisch et. al. (1998) os meses de setembro e outubro são os meses com maiores níveis de radiação, e o período de Dezembro à Fevereiro apresenta os menores índices. Por estar próxima a Linha do Equador, o clima Amazônico é Equatorial onde tem-se altos índices de temperatura e umidade do ar. "A precipitação é um dos elementos climáticos mais importantes a ser analisado na região tropical, pois induz as características e comportamento dos outros, tais como temperatura, umidade relativa, ventos, etc..." Em médias gerais, a temperatura anual da região amazônica varia entre 22°C e 28°C tendo a umidade do ar frequentemente ultrapassando os 85%.

Os índices pluviométricos divergem dependendo da região florestal analisada, nas regiões de fronteira do Brasil, os valores podem chegar a transcender 3.500mm devido aos fatores orográficos relativos à Cordilheira dos Andes que acarretam a precipitação da umidade transportada pelos ventos alísios, formando as cabeceiras dos rios amazônicos. "De maneira

geral, a área é considerada de expressiva homogeneidade térmica, não apresentando grande amplitude térmica diária ou sazonal devido à umidade atmosférica e à intensa nebulosidade serem ali muito elevadas" (MENDONÇA, 2007, p.152).

A Floresta aspira a umidade evaporada pelo oceano Atlântico através dos ventos alísios que, chegando à floresta condensa e cai em forma de chuva sobre a vegetação. Moss (2014) se refere à floresta como uma bomba d'água, pois a mesma "pega" a umidade do oceano e através da evapotranspiração de suas árvores redistribui toda, senão mais, umidade para outras regiões.

Os rios voadores, termo que foi atribuído pelo professor José Marengo, pesquisador do clima do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) no ano de 1990, são cursos de água atmosféricos que quando suspensos são transportados através dos ventos para regiões além da Amazônia. Esses ventos também chamados de jatos atmosféricos carregam a umidade do norte/noroeste para o sul/sudeste."Os jatos se localizam nas camadas mais baixas da atmosfera, a até 3 quilômetros de altitude, e viajam com velocidades que podem atingir 50 quilômetros por hora" (DIAS, 2005, apud BICUDO, 2005, p. 50). A origem dos jatos de baixos níveis está relacionada aos ventos alísios vindos do oceano Atlântico, que adentram o Brasil através da extremidade superior da Região Nordeste. Mendonça (2007) explica a gênese desses ventos:

> "As zonas de altas pressões subtropicais que se formam nas proximidades das latitudes de 30°N e S do Equador correspondem ao ramo subsidente da célula de Hadley. Em altitude, esse ramo corresponde a uma zona de convergência na qual se situa a corrente de jatos subtropical. Em superfície, a direção dos ventos que daí se originam é de leste para oeste, sendo estes os ventos alísios que se dirigem dos Trópicos para o Equador nos dois hemisférios." (MENDONÇA, 2007, p.89)

"Mesmo utilizando muito das águas que caem nas chuvas torrenciais, abastecidas e mantidas pelos rios voadores, a floresta 'cede' de volta para a atmosfera uma quantidade impressionante de umidade pela transpiração das árvores" (MOSS, 2005, p.8). Os rios voadores fluem então em sentido oeste redistribuindo a umidade vinda da conexão entre a vegetação florestal amazônica com o oceano, porém em seu caminho surge uma barreira

natural, a Cordilheira dos Andes, que impede esse curso d'água aéreo de seguir adiante. "As montanhas funcionam simultaneamente como um acelerador e uma barreira, já que aumentam a velocidade de circulação dos jatos e os desviam rumo ao sul" (BICUDO, 2005, p.50).

Após ter seu caminho barrado pela Cordilheira dos Andes, os Rios Voadores têm uma alteração do trajeto e seguem rumo às regiões Centro-oeste, Sudeste e Sul, facilitando as precipitações por onde passam. As chuvas das regiões Sudeste e Centro-oeste acontecem principalmente durante o verão austral, que é justamente quando ocorre a entrada dos ventos marítimos com mais intensidade facilitando a expansão das correntezas aéreas carregando o vapor d'água.

Na figura 1, disponibilizada pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC/INPE), pode-se visualizar por meio da nebulosidade o curso d'água atmosférico vindo da Amazônia que transporta a umidade para o centro-oeste e sudeste do país. A umidade que provém da região Amazônica (MEC) juntamente com a atuação da Alta da Bolívia (AB) e os Vórtices Ciclônicos de Alto níveis (VCAN), cooperam com essa convergência de umidade formando o cinturão de nebulosidade apresentado na figura 01 que irá se denominar de Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS).

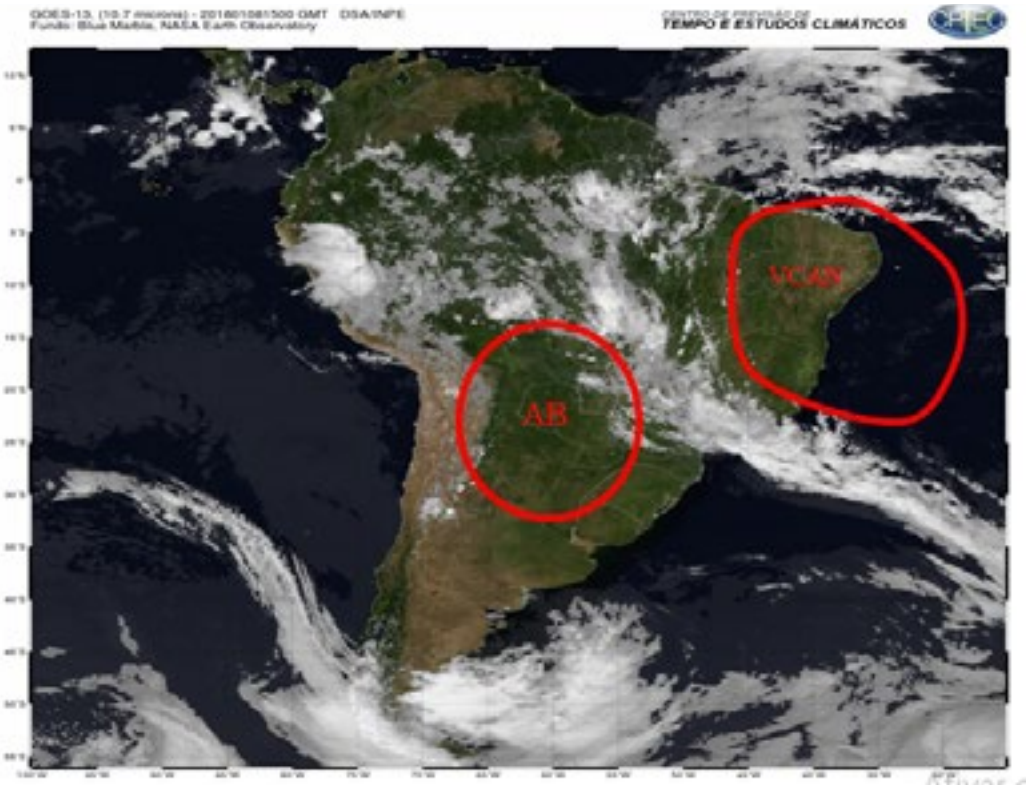


Figura 1 – Nebulosidade sobre a América do Sul. Círculos vermelhos mostram a atuação da Alta da Bolívia a sudoeste e dos Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis a Nordeste, que juntamente com a umidade provinda da região Amazônica formam uma convergência de umidade que originará a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e barram o avanço da Frente Polar, a sudeste sobre o oceano Atlântico. Fonte: CPTEC 08/01/2018.

A água evaporada vinda da Amazônia é utilizada para o consumo urbano, já que parte dela infiltrará no solo, suprindo os mananciais e terminando nos lagos e rios que abastecem as grandes cidades da região mais populosa do Brasil. Até o funcionamento das principais usinas hidrelétricas depende, em grande medida, dos caudais de água trazida pelos rios voadores (NOBRE, 2014).

Para entender a ação dos rios voadores em um determinado lugar, escolheu-se a cidade de Campos do Jordão presente no estado de São Paulo, onde analisando a imagem do satélite GOES (figura 1) do dia 08 de janeiro de 2018, percebe-se que a região está quase totalmente coberta pela nebulosidade resultante dos rios voadores. Com dados

disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), os gráficos abaixo ilustram a precipitação média de dois dias de atuação desse fenômeno sobre a cidade localizada no interior do estado de São Paulo, mais precisamente na Serra da Mantiqueira.

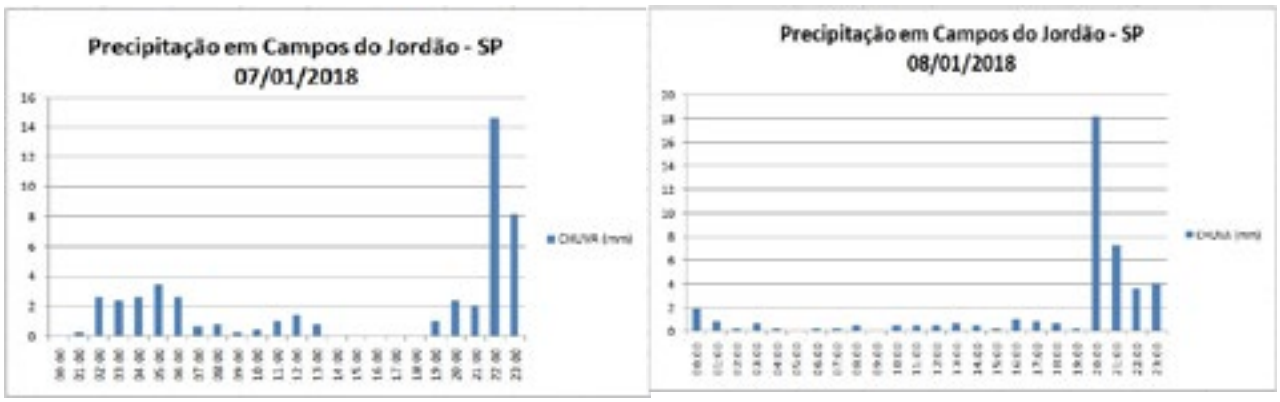


Figura 2: A) Precipitação na cidade de Campos do Jordão 07/01/2018 – SP. Fonte: INMET; B) Precipitação na cidade de Campos do Jordão 08/01/2018 – SP. Fonte: INMET. Organizado pelos autores.

Visto isso, percebe-se a magnitude dos Rios Voadores a medida que beneficia milhares de brasileiros de diferentes regiões do Brasil. Suas águas suspensas quando encontram condições favoráveis para que haja a precipitação, é utilizada para o consumo humano, além de abastecer rios cruciais que garantem o funcionamento das principais usinas hidrelétricas. Porém, por causa da ideia de país excessivamente rico em água, desenvolveu-se negativamente a crença na fartura inesgotável, onde independentemente dos efeitos antrópicos ao meio ambiente os recursos hidrológicos continuarão os mesmos.

3.2. Desequilíbrio ambiental e os Rios Voadores

De acordo com Moss (2014) o Brasil tem uma posição privilegiada no que diz respeito aos recursos hídricos. Porém, com as mudanças climáticas que ameaçam alterar regimes de chuva em escala mundial, é hora de analisar melhor os serviços ambientais prestados pela floresta amazônica antes que seja tarde demais.

Seguindo a lógica da posição dos desertos em escala global, as regiões centro-oeste e sudeste deveriam ser áreas desérticas, contudo, descobriu-se que os rios voadores da região amazônica são um dos fatores que impedem esse fenômeno de ocorrer, pois os cursos de água atmosféricos abastecem a região com a umidade liberada pela evapotranspiração da vegetação da Floresta Amazônica. Assim, a manutenção e preservação dessa vegetação amazônica são de extrema importância para todo o planeta, mas especialmente para o Brasil.

O intenso desmatamento que ocorre principalmente nas áreas antes ocupadas pela vegetação de Florestas Densas, independente do objeto, seja para o lucro através das madeiras extraídas, expansão dos campos de agricultura ou para criação de áreas de pastagem para a agropecuária, essas modificações não afetam somente o equilíbrio ecológico da Amazônia, mas sim de todo o Brasil, podendo-se expandir até as demais regiões da América do Sul.

O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) prevê, em seu relatório publicado no ano de 2007, um futuro sombrio para a Amazônia. Se o desmatamento não for cessado, será inevitável que aconteça uma gradual savanização da floresta, com prejuízos incalculáveis para a abundante biodiversidade regional. Outra consequência do desmatamento da Amazônia é que a quantidade de água absorvida pela superfície da terra diminui nas áreas sem cobertura vegetal, favorecendo a erosão, pois sem árvores a água escorre, em vez de infiltrar-se nas plantas e no solo. As áreas desmatadas que se transformam em savanas, como o cerrado brasileiro, não fornecem tanta umidade para a atmosfera quanto as áreas de floresta tropical. De acordo com Moss (2014):

> "Cerca de 20% da mata em torno da região do Arco do Desmatamento, também chamado de Arco de Fogo, já se encontra em processo de savanização, que pode se tornar irreversível. A perda de cobertura vegetal, principalmente nos estados do Pará, Mato Grosso e Rondônia, vem provocando a elevação da temperatura em cidades próximas ao Arco do Desmatamento, como Cuiabá ou Porto Velho. Dessa forma, quando trocamos a floresta em pé, capaz de prestar todos esses serviços ambientais para o nosso país, por pastos ou plantios, mesmo que esses gerem riqueza imediata com a exportação de carne ou soja, a longo prazo essa troca pode ser desvantajosa para o país, pois outros tipos de cobertura vegetal não oferecem os serviços essenciais que a floresta é capaz de produzir." (MOSS, et al., 2014, p. 9)

Com cada vez menos áreas florestais, menor será a evapotranspiração e, consequentemente, menos água será lançada para a atmosfera para abastecer os rios voadores, que fazendo uma alusão aos cursos d'água superficiais, podem se tornar intermitentes, deixando de conduzir a umidade da Amazônia para regiões como o centro-oeste, sudeste e sul do Brasil. Essas modificações são sentidas principalmente durante os períodos de escassez de chuvas, como afirma Moss (2014):

> "Em anos com chuvas normais, a evapotranspiração na floresta pode variar, na média, entre 3,6 a 4,2 mm/dia, enquanto na pastagem entre 1 e 2 mm/dia. Porém, durante o pico das secas sazonais e especialmente nas grandes secas climáticas, a floresta exerce uma função vital para a manutenção das chuvas e dos rios voadores: continua transpirando copiosas quantidades de água. Diferentemente das gramíneas nas pastagens, com suas raízes rasas que rapidamente esgotam a água do solo superficial, as árvores centenárias têm raízes que vão a dezenas de metros de profundidade buscar água no imenso aquífero subterrâneo." (MOSS, et al., 2014, p. 6)

Os jatos atmosféricos que fazem tão bem às regiões brasileiras por onde passam carregando a umidade vinda da evapotranspiração da floresta tem seu objetivo benigno modificado. Com todo o desequilíbrio ambiental dado por meio das constantes alterações antrópicas no ambiente amazônico, os jatos atmosféricos acabam transportando elementos indesejáveis.

As queimadas além de trazerem danos a todo o conjunto de fauna e flora, liberam fumaça e gases, como o monóxido de carbono e o ozônio, que se concentram no ar e tornam o clima mais seco e com temperaturas mais elevadas. Os jatos então, que antes transportavam apenas vapor d'água, hoje podem transportar também partículas e gases poluentes. Assim, mesmo as ações humanas concentradas na região da Floresta Amazônica, os impactos podem ser sentidos em outras partes do Brasil, como as regiões centro-oeste, sudeste e sul e também outros países da América do Sul.

4. Considerações finais

Esta pesquisa teve como objetivo analisar o fenômeno dos Rios Voadores através da reunião bibliográfica que facilitasse a compreensão de sua dinâmica. Primeiramente foi incorporado um panorama geral da Floresta Amazônica, berço dos Rios Voadores, através de seus aspectos físicos contextualizados na medida em que relatou-se sua expansão em nove países da América do Sul dentre eles o Brasil, que abriga a maior área florestal com aproximadamente 516 milhões de hectares e as características de sua vegetação, classificada em quatro categorias desenvolvidas pelo Ministério do Meio Ambiente em florestas densas, florestas abertas, florestas inundáveis e vegetação não-florestal. Vale ressaltar que a conjuntura de porcentagens apresentadas são estimativas aproximadas, pois de modo infeliz o desmatamento rodeia cada vez mais toda a Floresta Amazônica, como é destacado no último ponto do presente artigo.

Posteriormente, o campo climático começou a ser enfatizado para conseguir chegar na relação existente entre os aspectos físicos da vegetação com os climáticos que dão origem ao fenômeno dos Rios Voadores. Por situar-se perto da Linha do Equador, a Amazônia possui um clima Equatorial caracterizado por altas temperaturas e elevados índices de umidade. A grande evapotranspiração da vegetação associada a umidade vinda dos oceanos formam os Rios Voadores que redistribuem essa água para outros locais através da nebulosidade.

Seguindo o curso natural dos ventos que ‘empurram’ as correntezas aéreas em sentido oeste existe o encontro com a Cordilheira dos Andes que impedem que o tráfego continue naquele sentido desviando-o em direção ao centro-oeste brasileiro, isso explica como os Rios Voadores conseguem chegar até o sul do Brasil. Paralelamente ao seu trajeto fez-se a delimitação de um local para analisar a ação do fenômeno. Conciliando a imagem de Satélite disponibilizada pelo CPTEC/INPE e dados de pluviosidade do INMET, a cidade escolhida foi Campos do Jordão, presente no interior do Estado de São Paulo localizada na Serra da Mantiqueira, onde os Rios Voadores possuem um papel bastante importante. Porém através do cenário de desmatamento atual, a Floresta Amazônica está cada vez mais frágil.

Diante a totalidade de resultados obtidos através desta pesquisa, a comprovação da hipótese inicial foi possibilitada: os Rios Voadores estão em estado de alerta, pois o desmatamento descontrolado tomou proporções tão grandes que vêm afetando a dinâmica do fenômeno, além da extinção de espécies da fauna e flora. Assim, a preservação da Floresta Amazônica torna-se indispensável e precisa ser iniciada o mais rápido possível antes que os efeitos sejam irreversíveis e teremos que lidar com as consequências que o próprio ser humano causou, pois o futuro é em relação as decisões que tomamos no presente e tendo em vista a vigente situação da Amazônia o futuro o bastante preocupante.

Referências Bibliográficas

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Região Hidrográfica Amazônica.** Disponível em: <http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/as-12-regioes-hidrograficas-brasileiras/amazonica> Acesso em: 17 jun. 2018.

BICUDO, Francisco. **O mapa dos ventos:** Correntes de ar levam umidade ou fumaça da Amazônia até a bacia do Prata. *Pesquisa FAPESQ*, São Paulo, 2005.

CPTEC – Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos. **Acervo de Imagens.** Disponível em: <http://satelite.cptec.inpe.br/acervo/goes16.formulario.logic;jsessionid=9DAE5AB02F7FFDD3CFD260AD912EB80E>. Acesso em: 30 mai. 2018.

FISCH, Gilberto; MARENGO, José A.; NOBRE, Carlos A. **Uma revisão geral sobre o clima da Amazônia.** Acta amazonica, v. 28, n. 2, p. 101-126, 1998.

INMET – **Instituto Nacional de Meteorologia.** Estações automáticas. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>. Acesso em: 07 jul. 2018.

INPA – **Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia.** Disponível em: <http://portal.inpa.gov.br/>. Acesso em: 05 mai. 2018.

INPE - **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.** Disponível em: <http://www.inpe.br/>. Acesso em: 23 jun. 2018.

MENDONÇA, Francisco. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil** / Francisco Mendonça, Inês Moresco Danni-Oliveira. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

MOSS, G.; MOSS, M.; SALATI, E.; DIAS, P.; NOBRE, A. D. **Os rios voadores, a Amazônia e o clima brasileiro.** São Paulo: Horizonte, 2014.

_____. **Projeto Rios Voadores.** Disponível em: < http://riosvoadores.com.br/>, em Português. Acesso em: 08 mai. 2018.

NOBRE, Atonio Donato. **O futuro climático da Amazônia:** relatório de avaliação científica. São José dos Campos, SP: ARA: CCST-INPE: INPA, 2014.

_____. **Os rios suspensos da Amazônia**. In TEDx AMAZÔNIA. 2010, Amazonas.

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

RÍTMO CLIMÁTICO E MALÁRIA EM MANAUS

Rayane Brito de Almeida [(a)], Natacha Cintia Regina Aleixo [(b)]

[(a)] Departamento de Geografia/Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Amazonas, raygeog@gmail.com

[(b)] Departamento de Geografia/Faculdade de Geografia, Universidade Federal do Amazonas, natachaaleixo@yahoo.com.br

Eixo: A climatologia no contexto dos estudos das paisagens e socioambientais

Resumo/

Este estudo objetivou analisar, a partir do ritmo climático, dois meses de sazonalidades climáticas diferentes e sua relação com os casos de malária ocorridos em Manaus no ano de 2015, sendo março o mês chuvoso e agosto o mês seco. Os resultados evidenciaram que durante o mês de março foram registrados poucos casos de malária em decorrência das condições meteorológicas que não foram favoráveis ao vetor anopheles. No mês de agosto a elevação dos casos de malária foram em decorrência das condições meteorlógicas favoráveis e às reincidências da doença que tiveram casos agravantes. A análise rítmica permitiu, portanto, contribuiu com um dos maiores problemas de saúde pública na Amazônia. Mas ao mesmo tempo apresentou uma limitação: saber espacialmente esta análise diária. Não foi possível ter uma noção espacial dos casos de malária, por isso, mais estudos devem ser realizados no intuito de contribuir com a saúde da população manauara.

Palavras chave: malária,análise rítmica, amazônia, manaus.

1. Introdução

1.1. Clima e Saúde

Este estudo traz uma abordagem do ponto de vista da relação clima e saúde sobre a situação da morbidade da malária, que constitui atualmente como um dos grandes problemas de saúde na Amazônia Legal. Em alguns estudos sobre a malária realizados no início do presente século, foram elencados algumas variáveis meteorológicas como fatores determiantes na maturação do principal vetor da malária, o anopheles, e fatores sociais, políticos e econômicos como determinantes da morbidade, mortalidade e reeincidência da doença (GAGNON, 2002; CONFALONIERE, 2003; BARCELLOS et al., 2009; WOLFARTH et al., 2015).

As variáveis meteorológicas como chuva e temperatura do ar foram citadas por Saéz-Saéz et al. (2007) como importantes influências na ocorrência da transmissão da malária na região amazônica. Wolfarth et al. (2012) aborda que "os municipios da regiao amazônica demonstram variação na transmissão da malária entre alto, médio e baixo risco, bem como a oscilação do núemero de casos de malária durante os anos de sazonalidade de transmissão da doença".

Na região Amazônica é observada a sazonalidade da endemia entre os meses de junho à setembro, período da estação seca na região (HAYES & CHARWOOD, 1979), muitas vezes a elevação dos casos da doença se estendem no mês de outubro e novembro, mas com menor intensidade. A Figura 1 consiste na média dos casos notificados por malária segundo a Fundação de Vigilância em Saúde (FVS) de Manaus.

ISBN: 978-85-7282-778-2

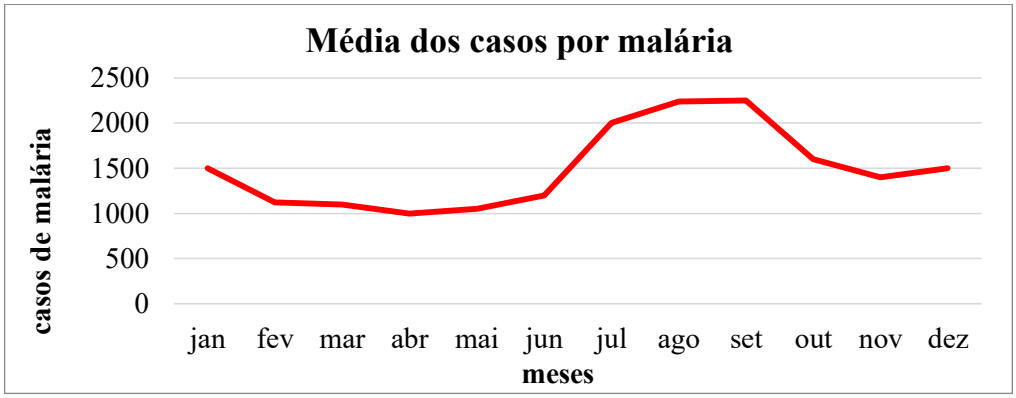


Figura 1 – Média dos casos notificados por malária em Manaus segundo a FVS (2009).

O viés da abordagem Clima e Saúde não tem a finalidade de *naturalizar* o problema da malária, determinando a morbidade da malária por meio das variáveis meteorológicas pluviosidade, temperatura, ou qualquer outro fator da natureza.

Tal viés consiste em identificar e analisar qual o papel destas variáveis no processo saúde-doença, visto que os casos da malária apresentam uma dinâmica espaço-temporal específica e, por isso, deve ser considerado fatores de cunho social e também natural para explicar a doença. Muitos pesquisadores, como por exemplo Aleixo (2012), Aquino Jr (2014), Araújo (2013), Oshima (2018) e Severino (2016) têm aplicado o paradigma do rítmo climático de Monteiro (1971) em estudos de doenças parasitárias e respiratórias em cidades metropolitanas.

Deste modo, o objetivo do artigo consistiu em analisar por meio do rítmo climático dois meses de sazonalidades climáticas diferentes e sua relação com os casos de malária.

2. Materiais e Métodos

A análise rítmica consiste em agrupar gráficos com dados meteorológicos em escala diária possibilitando uma visualização completa das variáveis a serem analisadas, e também, identificar a influência dos sistemas atmosféricos nas mesmas. Segundo Monteiro (1969), sobre a análise rítmica:

ISBN: 978-85-7282-778-2

> A abordagem alcança o nível geográfico quando colocamos a análise dos tipos de tempo em sequência contínua. Embora nas mais diferentes escalas de tempo ou espaço – desde a análise comparativa de vários anos tomados como padrões representativos da circulação de um continente, nas variações sazonais dentro de um ou alguns anos numa região, até a análise episódica de um fenômeno local – será necessária a continuidade da sequência. Por coerência com a noção de "sucessão" de que se reveste o caráter geográfico do clima. Porque só o encadeamento dos estados atmosféricos mostra os "tipos" esquematizados na análise meteorológica precedente, em suas perspectivas reais, revestidos de suas infinitas gradações e facetas. Também é pela sucessão que se percebem as diferentes combinações dos elementos climáticos entre si e suas relações com os demais elementos do quadro geográfico. É a sequência que conduz ao ritmo, e o ritmo é a essência da análise dinâmica (MONTEIRO, 1969, p.13).

Borsato e Souza Filho (2008) descrevem o objetivo da análise rítmica como a caracterização do tempo atmosférico através da dinâmica da circulação regional. Para estes autores, a técnica possibilita a análise temporal e espacial uma vez que se procura avaliar a influência da latitude sobre a dinâmica atmosférica, em um determinado recorte temporal (OGASHAWARA, 2012). A análise rítmica: "pode ser aplicada para estudos que possuam o objetivo de compreender a dinâmica da circulação atmosférica de superfície no que concerne aos seus impactos e/ou interações com os aspectos socioambientais pesquisados" (OGASHAWARA, 2012, p.61).

Os dados meteorológicos utilizados na construção da Análise Rítmica consistem nas seguintes variáveis: pluviosidade total, temperatura média do ar, umidade relativa , nebulosidade, direção e velocidade do vento. Estes dados são diários do e foram obtidos no site(o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). As informações dos sistemas atmosféricos foram obtidas a partir do satélite GOES-13 disponibilizadas na plataforma Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC/INPE). Estas informações podem ser baixadas no seguinte link: http://satelite.cptec.inpe.br/acervo/goes.formulario.logic.

Os dados correspondem aos meses março e agosto do ano de 2015, a escolha deste recorte temporal foi devido ao número de casos de malárias registrados, mais de 90% deles foram autóctones, isto é, infectados na região/área de residência. O mês de março corresponde ao período chuvoso e agosto ao período de estiagem pluviométrica. Como a temperatura

ISBN: 978-85-7282-778-2

média apresenta pouca oscilação ao longo do ano, a pluviosidade é o parâmetro utilizado para diferenciar duas sazonalidades na região amazônica: período chuvoso e estiagem pluviométrica. A normal climatológica das variáveis pluviosidade e temperatura do ar referente à Manaus pode ser observada na Figura 2

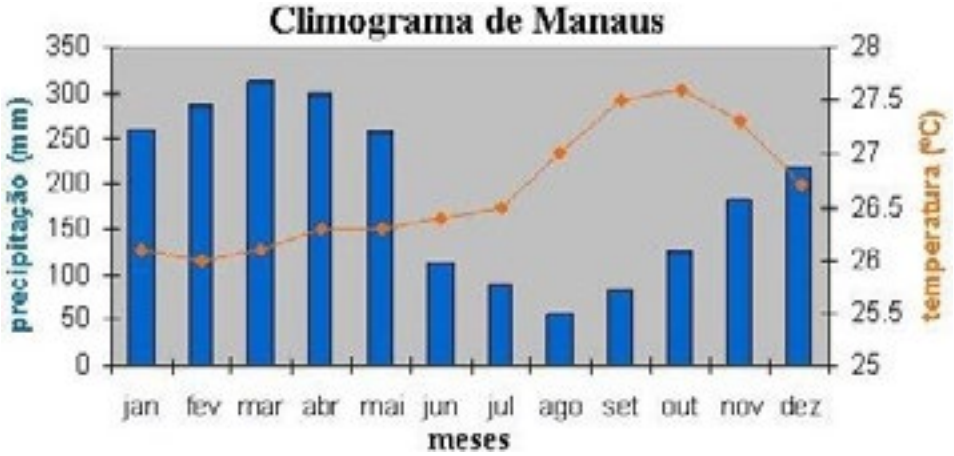


Figura 2 – Normal climatológica da variável pluviosidade e temperatura do ar para a cidade de Manaus segundo o Centro de Previsão do Tempo e Clima (CPTEC), acessado em 07 de janeiro de 2019. conforme mostra a normal climatológica na Figura 2.

O total de chuvas na região Amazônica é explicado, em parte, pelos sistemas atmosféricos. Marengo e Nobre (2009, p.199) destacam, por exemplo, alguns sistemas que agem sobre a Amazônia e que estão relacionados ao mecanismo das chuvas: a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e Alto da Bolívia, apesar de a região Amazônica possuir o maior total de milímetros pluviométricos, no espaço sua dinâmica é heterogênea, devido à sua extensão territorial.

O regime pluviométrico em Manaus não é explicado apenas quando algum sistema meteorológico atinge o território, exemplo disso é durante o período de estiagem onde o total de chuva pode alcançar grande quantidade de milímetros com origem de massa equatorial continental, as próprias condições físicas locais explicam a formação de chuvas.

ISBN: 978-85-7282-778-2

3. Resultados e discussões

Optou-se pelo mês de Março devido o menor registro de casos de malária ter sido neste o mês que apresentou menos casos de malária durante o período chuvoso e no ano. Em conformidade com a Figura 3, foram 24 dias com registro de chuvas no mês, ocorreram picos de chuva de até 110mm, apenas sete dias não tiveram registro de chuvas, a temperatura média se manteve entre 25 e 28°C, os casos de malária variaram entre 0 e 30 casos.

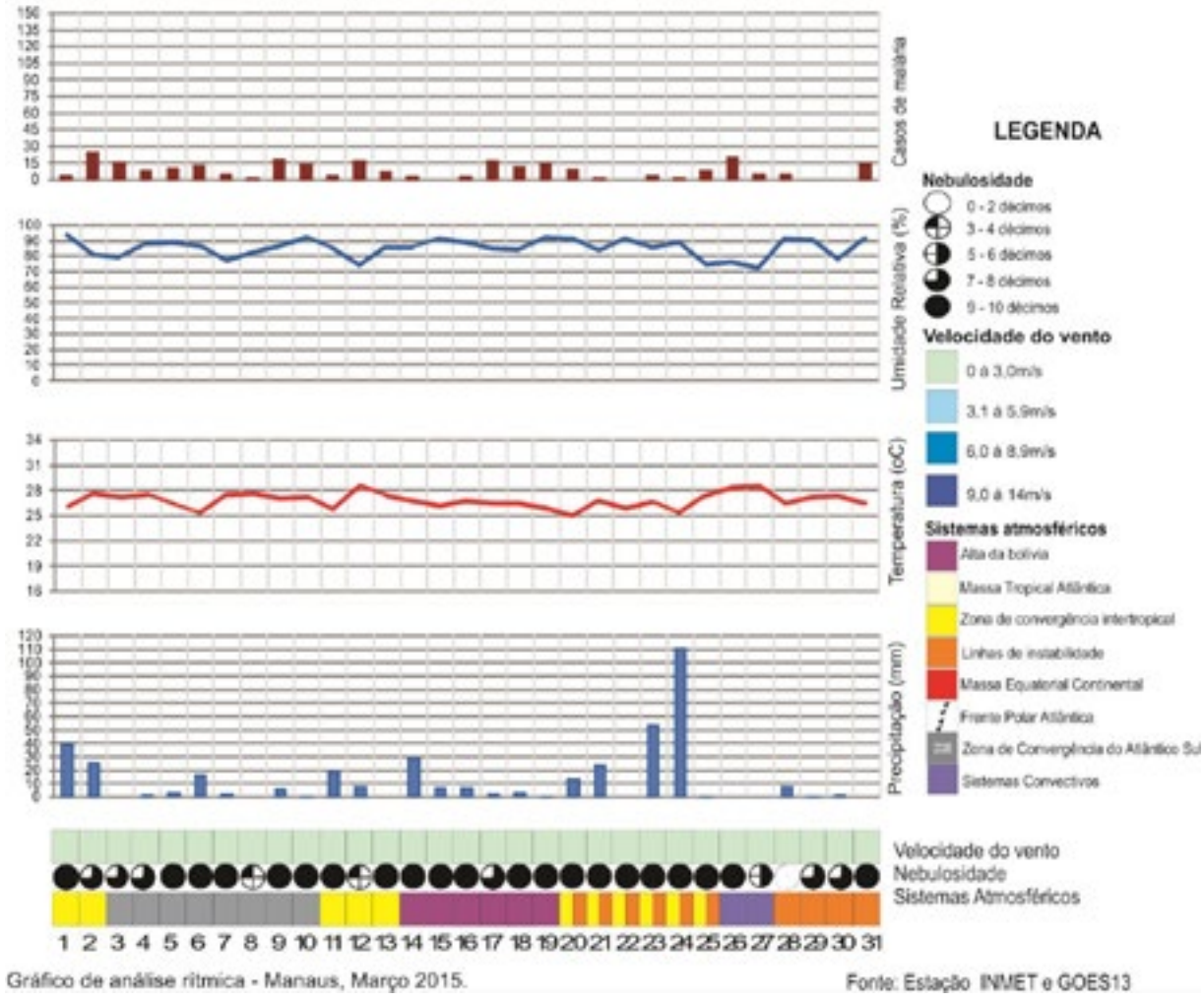


Figura 3 – Análise rítmica das variáveis meteorológicas com os casos de malária para o período 01 a 31 de março de 2015. Fonte: INMET (acessado em 03 de dezembro de 2018), Satélite GOES 13 (2015) e SIVEP-MALÁRIA (acessado em 01 de dezembro de 2018).

ISBN: 978-85-7282-778-2

Os sistemas atmosféricos que predominaram em março foram Zona de Convergência Inter-Tropical, Zona de Convergência do Atlântico Sul, Alta da Bolívia e Linhas de Instabilidade. O Sistema Convectivo atuou apenas em dois dias, mas não contribui com muita chuva, como pode ser observado no gráfico da pluviosidade. Devido aos consectivos dias de pouca ou muita chuva e muita nebulosidade, as condições não foram favoráveis ao vetor da malária. Mas isso não impediu de que não houvessem casos de malária, a bica desses casos pode ser explicada pelos criadouros "temporários", que segundo Confaloniere (2003) Confaloniere (2003, p.197) foram formados por poças em início e fim de dias chuvosos nesta época.

A Figura 4 representa o mês de agosto, Optou-se analisar este mês devido este apresentar o maior nmúero de picos (sendo nove) dos casos de malária em todo o ano. Em relação aos sistemas atmosfericos atuantes, foi observada o predomínio da atuação da Massa Equatorial Continental e alguns dias consecutivos de Sistemas Convectivos o nos dias 19-20 e 25 a 28 do mês, contudo, foi registrado apenas três dias de chuvas de até 10m. A Massa Equatorial Continental atuou em 25 de 31 dias, uma característica regional desta época . A umidade relativa se manteve, principalmente, entre 55% e 70%, alguns dias alcançcaram 80% de umidade. A pouca nebulosidade também influenciou na baixa umidade e na variação da temperatura média que oscilou entre 29 e 34 °C.

A doença se apresentou em formas de picos com até 105 casos no dia. Em uma escala de tempo maior analisada por Gualberto (2015) e os própios pesquisadores da FVS, eles identifcaram que a constante elevação dos casos, os surtos e epidemias podem ser explicadas pela reincidencia da doença empacientes que tiverem evoluções do estágio da doença. As próximas notificações, por exemplo, são em parte, pelas mesmas pessoas infectadas que não seguiram com o tratamento.

ISBN: 978-85-7282-778-2

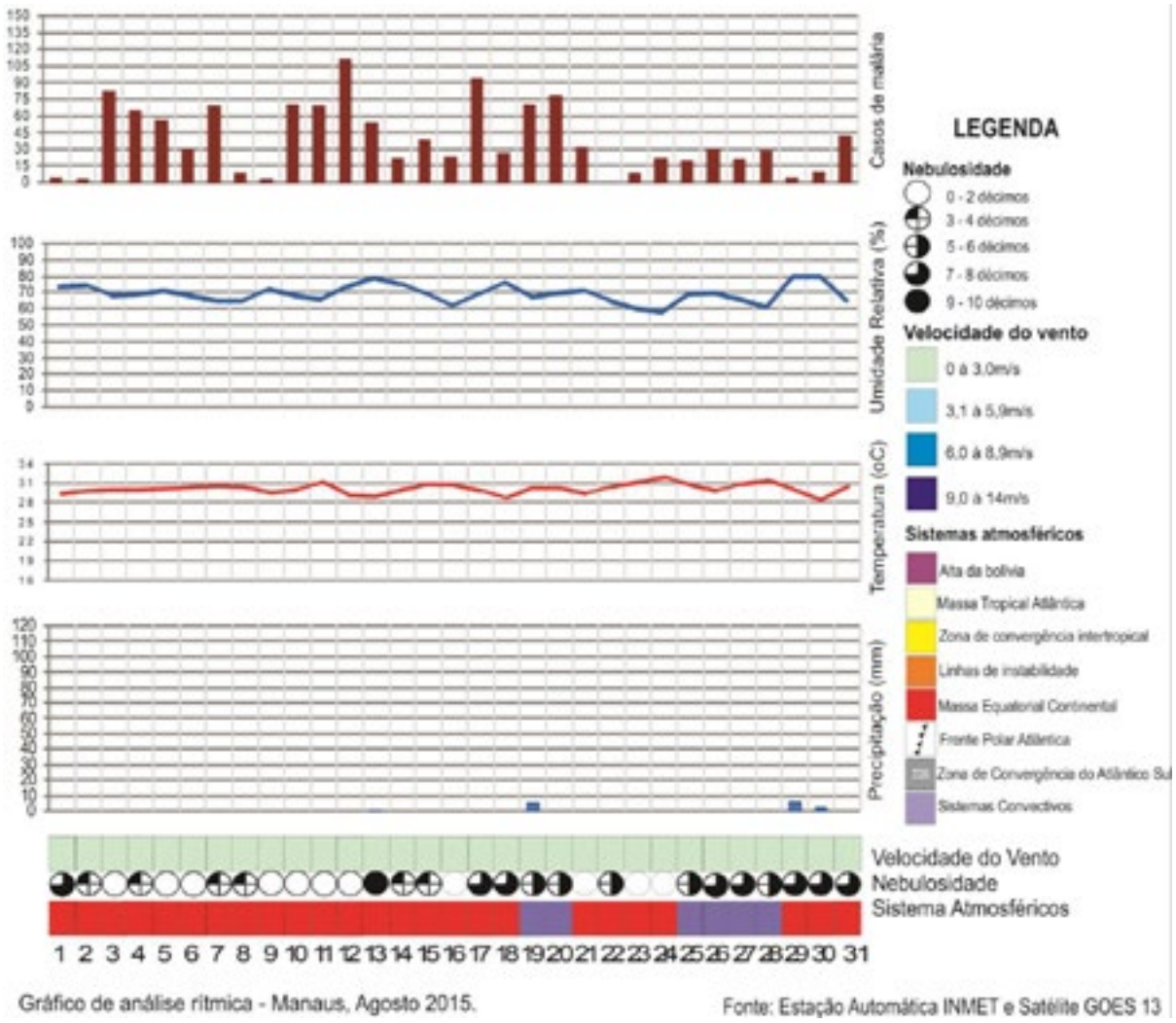


Figura 4 – Análise rítmica das variáveis meteorológicas com os casos de malária para o período 01 a 31 de agosto de 2015. Fonte: INMET (acessado em 03 de dezembro de 2018), Satélite GOES 13 (2015) e SIVEP-MALÁRIA (acessado em 01 de dezembro de 2018).

Segundo Terraza (2005), há uma necessidade de que as larvas têm de exposição a certo grau de luz solar para garantir sua maturação. Por isso, após essas condições favoráveis, nas semanas ou dias seguintes os casos aumentaram.

Evidentemente que outros fatores determinaram o aumento dos casos de malária, mas o "entendimento das relações entre as variáveis de precipitação e nível d'água dos rios

com os casos de malária podem fornecer indícios importantes da modulação da doença no contexto da variabilidade climática local." (WOLFARTH-COUTO, SILVA e FILIZOLA, 2018, p .01).

Embora as condições meteorológicas apresentem condições favoráveis ao vetor, fatores sociais, políticos e econômicos são importantes para os níveis endêmicos da malária, como por exemplo, o acesso e qualidade dos serviços de saúde, ainda mais nas cidades amazônicas, com fronteiras formadas por vastas florestas e rios de difícil acesso, o que influencía na dinâmica da doença.

Assim Terraza (2005) e Gurgel (2006) descrevem sobre um entendimento total do que é a morbidade da malária, é a interação desses fatores que "favorece as variações das notificações, visto que muitos deles estão associados às fragilidades das ações da vigilância epidemiológica, responsáveis pelo atraso no diagnóstico, tratamento da doença e condições de vulnerabilidade da população" (WOLFARTH-COUTO, SILVA e FILIZOLA, 2018, p.02).

McMichael et al. (2006, p.862), Rouquayrol e Goldbaum (1993, p.53) destacam as variáveis meteorológicas (a temperatura do ar, a umidade relativa e a precipitação pluviométrica) como os aspectos do clima regional que mais influenciam os seres vivos no processo de transmissão de doenças, e esses elementos climáticos afetam "a capacidade de reprodução e sobrevivência de agentes patogênicos no meio ambiente e, principalmente, dos vetores de agentes infecciosos.

A técnica da do ritmo climático permitiu observar diariamente a dinâmica das variáveis meteorológicas e analisando suas implicações nos casos de malária. Claro que a técnica não permitiu identificar, por exemplo, onde em Manaus os casos de malária se concentraram, por isso, a pesquisa sobre a malária deve ser mais intensificada.

4. Considerações Finais

A partir da análise rítmica foi possível verificar o papel das variáveis meteorológicas sobre os casos de malária, tanto no mês de março como no mês de agosto, enfatizando que

ISBN: 978-85-7282-778-2

estas variáveis determinaram a maturação do vetor, visto que as formas de tratamento da doença pesam na elevação dos casos, da reincidência da malária. A análise rítmica permitiu, portanto, contribuir com um dos maiores problemas de saúde pública na Amazônia. Contudo, limita saber em uma noção espacial dos casos de malária, por isso, mais estudos devem ser realizados no intuito de contribuir com a saúde da população manauara.

Agradecimentos

As autoras agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), à Fundação de Vigilância em Saúde (FVS), à Universidade Federal do Amazonas (UFAM) e ao Laboratótio de Hidroclimatologia da Amazônia (HIDROGEO) pelo espaço e toda estrutura necessária.

Referências Bibliográficas

ALEIXO, N. C. R. 2012. 353f. **Pelas lentes da climatologia e da saúde pública: doenças hídricas e respiratórias na cidade de Ribeirão Preto/SP.** Tese de doutorado (Doutorado em Geografia) - Departamento de Geografia, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2012.

ARAÚJO, W. M.2013. 194f. **Políticas públicas de controle da dengue no estado do paraná: uma abordagem geográfica.** Dissertação de mestrado – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

AQUINO, J.J. 2014. 201f. **A dengue em área de fronteira internacional: riscos e vulnerabilidades na tríplice fronteira de Foz do Iguaçu**. Tese de doutorado- Setor de Ciências Exatas, Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

BORSATO, V. A.; SOUZA-FILHO, E. E. O ritmo climático e episódios pluviométricos no ano de 1980 na vertente ocidental da Bacia do Alto Rio Paraná Brasil. **Geografia (Londrina)**, v. 17, p. 83 – 109, 2008.

CONFALONIERI, U. E. A. Variabilidade climática, vulnerabilidade social e saúde no Brasil. **Terra livre**, São Paulo, v.1, n. 20, p. 193 – 204, 2003. Disponível em: http://www.agb.org.br/publicacoes/index.php/terralivre/article/download/185/169. Acesso em: 03 Fev. 2019.

GAGNON, A. S.; BUSH, A. B. G. The El Niño Southern Oscillation and malaria epidemics in South America. **Int. J. Biometeorol**, n.46, p.81-89, 2002. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/11247086_The_El_Nino_Southern_Oscillation_and_malaria_epidemics_in_South_America. Acesso em 07 Fev. 2019.

GURGEL, H. C. **Paludisme et dynamiques environnementalles dans l'état du Roraima au Brésil** [Tese de Doutorado]. Paris: Université de Paris; 2006.

MCMICHAEL, A. J.; WOODRUFF, R. E.; HALES, S. Climate change and human health: present and future risks. **Review The Lancet**, v.367, n.11, p. 859-870, 2006. Disponível em: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16530580. Acesso em 02 Fev. 2019.

MONTEIRO, C. A. F. **A Frente Polar Atlântica e as Chuvas de Inverno na Fachada SulOriental do Brasil (Contribuição metodológica à análise rítmica dos tipos de tempo no Brasil)**. São Paulo: IGEOG/USP, 1969.

MONTEIRO, C. A. F. **Análise Rítmica em Climatologia: problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho**. São Paulo: IGEOG/USP, 1971.

OGASHAWARA, Igor. Análise rítmica e a climatologia geográfica brasileira. **Revista GeoAraguaia**, v. 02, n. 02, p.57-72, 2012. Disponível em:

http://www.periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/geo/article/view/4814/3224. Acesso em 07 Fev. 2019.

OSHIMA, W.; PEDRACI, E.M.; HIER, M.D.Clima e doenças respiratórias: estudo de caso sobre a estiagem em Londrina no inverno de 2018. **Anais…** do I Simpósio Nacional de Geografia e Gestão Territorial e XXXIV Semana de Geografia da Universidade Estadual de Londrina, p.411 – 421.

ROUQUAYROL, M. Z., GOLDBAUM, M. Epidemiologia, História Natural e Prevenção de Doenças. In: ROUQUAYROL, M.Z.(Org.). **Epidemiologia e saúde**. 4ªed. Rio de Janeiro: Editora MEDSI, 1993, p.15-30.

TERRAZAS, W. C. M. Desenvolvimento de SIG para análise epidemiológica da distribuição espacial da malaria no município de Manaus: um enfoque em nível local [Dissertação de Mestrado]. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz; 2005.

WOLFARTH-COUTO, B. ; SILVA, R.; FILIZOLA, N. Variabilidade dos casos de malária e sua relação com a precipitação e nível d'água dos rios no Estado do Amazonas, Brasil**. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro**, v. 35, n. 2, e00020218, Fev. 2018. Disponível em: http://cadernos.ensp.fiocruz.br/csp/artigo/647/variabilidade-dos-casos-de-malria-e-sua-relao-com-a-precipitao-e-nvel-dgua-dos-rios-no-estado-do-amazonas-brasil. acessos em 13 Fev:. 2019. http://dx.doi.org/10.1590/0102-311X00020218.

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

REFLEXÕES INICIAIS SOBRE OS EFEITOS DE UM PARQUE EÓLICO NO MICROCLIMA: ESTUDO DE CASO DE UMA COMUNIDADE PESQUEIRA EM CAMOCIM, CEARÁ

Francisca Mairla Gomes Brasileiro [(a)]; Lidia Gomes de Castro [(b)]; Maria Elisa Zanella [(c)]

[(a)] Departamento de Geografia, Universidade Federal do Ceará, Email: mairlagomesgeoufc@gmail.com
[(b)] Departamento de Geografia, Universidade Federal do Ceará, Email: lidiagomes291@gmail.com
[(c)] Departamento de Geografia, Universidade Federal do Ceará, Email: elisazv@terra.com.br

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

A indústria eólica, apesar de ser uma energia limpa, vem afetando diretamente as comunidades situadas no entorno dos parques, pois além do conflito pelo uso da terra há também a interferência no clima local pelos novos usos e ocupação. O parque objeto de estudo localiza-se em Xavier, no municipio de Camocim. O objetivo da pesquisa foi analisar as diferenciações na distribuição dos dados climáticos e a relação com a sua localização. Utilizou-se de pesquisa bibliográfica e coleta de dados primários e secundários, abrangendo medições de parâmetros meteorológicos nos períodos seco e chuvoso. A análise microclimática revelou que os tipos de tempo influenciaram diretamente no comportamento dos dados, onde verificou-se diferenças substanciais entre os dois períodos analisados. Nessa diferenciação, observou-se que o ponto 1, localizado a cerca de 200 metros do parque, tem maiores variações do que a amostra do ponto 2, inferindo a influência direta do parque eólico nestes elementos.

Palavras chave: Climatologia, Microclima, Comportamento Termohigrométrico, Parque Eólico.

1. Introdução

Nas últimas décadas a indústria eólica vem se destacando na Região Nordeste do Brasil, tendo em vista, as condições climáticas que favorece a disponibilidade da matéria-prima, o vento, utilizada para conversão em energia elétrica. Segundo dados da ABEEólica (2018) os três principais produtores de energia eólica estão situados nesta região, sendo o estado do Rio Grande do Norte, o lider neste setor. Neste contexto, o estado do Ceará também se destaca, estando em terceiro lugar no *ranking* nacional.

Esta energia, atualmente, é uma das principais fontes consideradas limpas do ponto de vista ambiental, pois não emite gases poluidores, diferentemente de outras fontes energéticas utilizadas no país. Entretanto, algumas discussões estão sendo travadas no sentido de tornar esta

fonte de fato sustentável, tendo em vista, que o processo de instalação dos aerogeradores vem afetando diretamente o meio ambiente e as comunidades que residem próximas a áreas inerentes aos parques eólicos, gerando muitos conflitos socio-ambientais (MEIRELLES, 2011; MENDES, 2014; LOUREIRO, GORAYEB & BRANNSTROM, 2015).

Nesta perspectiva, o clima local também pode ser afetado pelo parque eólico, tendo em vista, as mudanças no uso e ocupação do solo impostas antes e após a instalação das torres eólicas. Estas mudanças se revelam através da inserção dos aerogeradores produzidos por materiais diversos (concreto, aço, metal etc.), construção de vias de acesso e consequente, retirada da vegetação, além do efeito direto dos aerogeradores na circulação do ar próximo ao solo (AYOADE, 2001; OCHOA, CALZADA & SERRA, 2003; MENDONÇA, 2007; ROY, TRAITEUR, 2010; VAUTARD *et al,* 2014; ARMSTRONG *et al*, 2016). Tais aspectos podem ser visualizados nas cartas de temperatura, que demonstram a expansão das temperaturas máximas no entorno da localização do parque (Figura 1).

Neste sentido convém entender a configuração dos demais elementos climáticos em torno do parque eólico e da comunidade afetada. Para isso, a presente pesquisa objetivou analisar as diferenciações na distribuição dos dados climaticos e sua relação com a localização do parque eólico. Este está situado na comunidade de Xavier, em Camocim, tendo sido instalado no ano de 2009, contando com 50 aerogeradores. O mesmo, considerado um dos maiores empreendimento eólico do Ceará, tinha por objetivo proporcionar o avanço da indústria eólica no estado.

Este parque foi instalado próximo a comunidade pesqueira de Xavier, aproximadamente a 200 metros, que consiste em uma comunidade tradicional que tem sua sobrevivência associada a prática da pesca artesanal. A mesma conta com 22 casas, contudo, parte delas são destinadas ao uso esporádico relacionado aos períodos de pesca abundante. Durante o processo de instalação do parque eólico, ocorreram vários conflitos sociais entre a comunidade e a administração do parque. Estes conflitos, resultaram de um processo de negação da comunidade

ISBN: 978-85-7282-778-2

tradicional e seu direito a terra, ao mesmo tempo, estiveram associados aos diversos impactos ambientais gerados durante a instalação das torres eólicas.

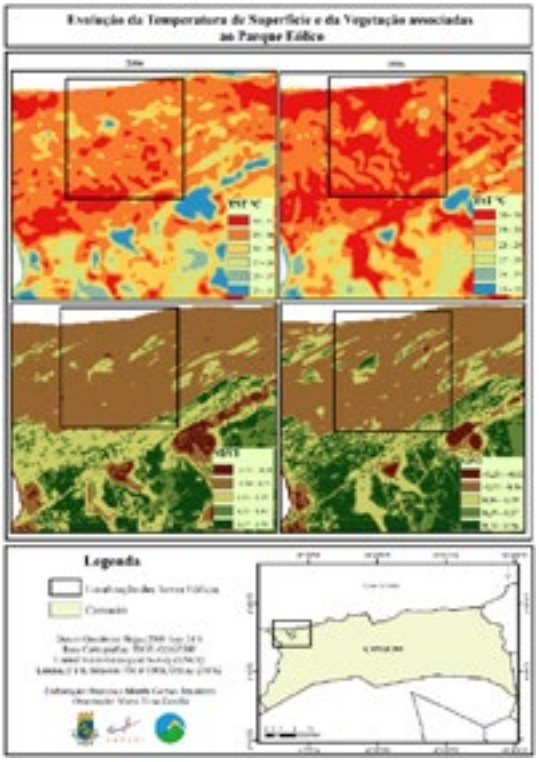


Figura 1 – Localização da area de estudo e espacialização da Temperatura de superficie e Indíce de vegetação NDVI.

Destaca-se que sua implementação gerou muitos impactos negativos, tanto no âmbito ambiental quanto no social. Sua localização em ambiente costeiro frágil, ocasionou alterações nos sistemas ambientais locais e modificou drasticamente a paisagem. Do mesmo modo, no contexto social, a ação verticalizada do empreendimento, retirou a comunidade das principais decisões, gerando conflitos que abarcaram tanto o âmbito da ressignificação territorial quanto impactos no modo de vida local.

2. Materiais e Métodos

O estudo em questão se utilizou de pesquisa bibliográfica em artigos científicos, teses e dissertações e coleta de dados secundários e primários. No tocante a este, foram realizadas

ISBN: 978-85-7282-778-2

medições dos diferentes parâmetros meteorológicos (temperatura do ar, umidade, ventos etc.) em meses representativos do período seco e do período chuvoso do ano de 2018. Para o período seco foram feitas coletas no mês de setembro, onde se tem aumento na velocidade dos ventos e consequente, maior atuação do parque eólico, e para o período chuvoso, as coletas foram feitas nos meses de abril e maio, sendo estes, os meses mais representativos da quadra chuvosa. As coletas foram realizadas em um intervalo semanal, pois estamos trabalhando na perspectiva episódica do ritmo climático proposto por Monteiro (1971).

Na ocasião foram instaladas duas miniestações automatizadas do modelo IP-747RH, da marca IMPAC, também chamadas de termohigrômetros. As mesmas foram instaladas no entorno do parque, considerando o primeiro ponto, a casa mais próxima ao empreendimento, que fica a cerca de 290 metros. E o segundo equipamento foi instalado em um dos pontos mais distantes, a cerca de 1000 metros em relação ao parque.

A escolha das casas receptoras do equipamento datalogger seguiram o critério de proximidade em relação ao parque e disponibilidade dos moradores em permitirem a instalação dos aparelhos. Os dois equipamentos foram instalados em locais que detinham características ambientais próximas, para que estes não mascarassem os dados obtidos. Devido as condições ambientais litorâneas, instalou-se os equipamentos dentro dos quintais das casas, tendo em vista as condições de ventos fortes verificado na área.

O ponto 1, foi disposto a 290 metros do parque eólico, nas coordenadas 2°53’47” S e 41°3’25” O. O ambiente era constituído por plantações de coqueiros e casas de alvenaria. O solo era composto por sedimentos não consolidados da praia, devido à localização na faixa costeira. A velocidade do vento nesta área da comunidade variou nos períodos observados de 0,3 a 3,5 m/s, refletindo diretamente na sensação térmica da área, de extremo calor.

A instalação do equipamento 2, teve como proposta verificar a condição dos elementos climáticos em pontos distantes do parque. Para isso, instalou-se o equipamento a 1200 metros, que configura os extremos da comunidade pesqueira de Xavier. O ambiente que recebeu o datalogger era constituído por árvores de médio porte e o solo, assim como no ponto 1, era

ISBN: 978-85-7282-778-2

composto de sedimentos não consolidados típicos da faixa de praia. As coordenadas geográficas do ponto foram 2°53'50" S e 41°3'57" e a velocidade do vento variou entre 4,3 e 8,8 m/s, nos períodos analisados.

Para a instalação dos dataloggers foi confeccionado abrigos meteorológicos de baixo impacto para a coletas dos dados sem interferência da radiação, visto que a ação direta dos raios solares no equipamento ocasiona alterações nos dados coletados. Para confecção do abrigo utilizamos o Policloreto de Vinila (PVC) pois o mesmo é um material que não interfere nos dados, permitindo a proteção do equipamento em relação a radiação e a chuva. Durante a confecção foi necessário buscar formas para propiciar a ventilação no interior do abrigo. Este equipamento permite um bom resultado, pois não interfere nos dados, tem baixo impacto nos custos e possibilita a facilitação no deslocamento do pesquisador para a realização de seu campo (CASTELHANO & ROSEGHINI, 2011).

Os termohigrômetros coletaram simultaneamente os dados de temperatura e umidade relativa, em intervalos horários, durante sete dias para cada período de coleta. A velocidade dos ventos foi medida a partir de um termo anemômetro, modelo IP- 720, marca IMPAC, em horários e dias específicos, visto o mesmo não apresentar a função datalogger. Porém, os dados obtidos permitiram verificar o comportamento dos ventos nos dois pontos, para fins de comparação. Ressalta-se que em campo contamos com o auxílio de aparelhos GPS (Global Positioning System), da marca Etrex, para coleta de dados de elevação, coordenadas geográficas e pressão atmosférica dos pontos amostrais.

Em relação ao tratamento dos dados coletados em campo, buscamos analisá-los a partir de valores diários, com base na proposta metodológica de análise rítmica em climatologia de Monteiro (1971), considerando os diferentes tipos de tempo que se estabeleceram no período seco e no período chuvoso da área de estudo. Os dados obtidos em campo receberam tratamento estatístico pelo Programa BioStat, considerando-se a estatística descritiva: amplitude, média, mediana, desvio padrão e coeficiente de variabilidade.

ISBN: 978-85-7282-778-2

3. Resultados e discussões

A princípio, considera-se que o valor da umidade "pode variar se houver uma mudança na temperatura do ar, mesmo que não tenha havido nenhum aumento ou diminuição em seu conteúdo de umidade" (AYOADE, 2001, p. 144). Deste modo, observa-se que a umidade relativa variou para os dois períodos analisados de forma inversamente proporcional. A temperatura apresentou modificações expressivas nos diferentes períodos analisados, tendo como principal fator definidor os ventos incidentes sobre a área.

Destaca-se que no período chuvoso, os dois pontos analisados apresentaram diferenciações significativas na distribuição dos elementos analisados, com destaque para as temperaturas mínimas e máximas. As temperaturas mínimas do ponto 1 foram, durante o período analisado, superiores às do ponto 2, do mesmo modo, as temperaturas máximas do ponto 1, foram maiores que as do ponto 2, exceto no dia 04/05, que se verifica uma inversão no padrão analisado. Em relação as temperaturas médias, verifica-se que o ponto 1, apresentou maiores valores, estando a maioria superior a 38°C.

Quadro 1 – Diferenciações das temperaturas médias, mínimas e máximas no período chuvoso

Parâmetros	29/04	30/04	01/05	02/05	03/05	04/05	05/05
Temp. Mínimas ponto 1	24.5	24.4	23.7	24.6	24.5	23.6	23.5
Temp. Mínimas ponto 2	24.2	24	23.3	24.4	24	23	22.9
Temp. Máximas ponto 1	38.1	37.6	38.1	35.8	39.1	34	38
Temp. Máximas ponto 2	35.4	34.7	36.2	33.9	35.4	34.9	37
Temp. Média ponto 1	28.9	27.6	28.3	27.8	28.6	28.04	28.7
Temp. Média ponto 2	28	26.8	27.7	27.5	27.6	27.6	28.02

Fonte: Organizado pela autora

Estas diferenciações na temperatura estão associadas principalmente a condição de ventos da área, visto que os pontos estão localizados em áreas relativamente homogêneas, que não lhes permitiriam bruscas alterações devido aos elementos constituintes da paisagem. Destaca-se que a condição de vento, são menores para as regiões próximas ao parque, com valores para este período, em torno de 0,3 a 2,7 m/s, e proporcionalmente ao afastamento em relação ao parque eólico, as condições de ventos aumentam, com valores que variaram entre

ISBN: 978-85-7282-778-2

4,3 a 6,6 m/s, destaca-se que estes valores não consideram as rajadas fortes de vento incidentes sobre as áreas e configuram medidas pontuais.

No que concerne a variabilidade das amostras, observa-se que as variações dos dados de temperatura e umidade do ponto 1, variaram mais em relação a sua média do que no ponto 2. Isto implica afirmar que os dados obtidos no ponto 2 foram mais homogêneos. A única exceção se deu no dia 04/05, em que o ponto 2 teve maior variabilidade em relação a sua média, do que a apresentada no ponto 1.

Quadro 2 – Diferenciações dos coeficientes de variação no período chuvoso

Parâmetros	29/04	30/04	01/05	02/05	03/05	04/05	05/05
CV da temperatura Ponto 1	16.45%	15.90%	16.33%	11.32%	15.94%	13.86%	17.45%
CV da temperatura Ponto 2	13.76%	13.02%	15.22%	10.69%	12.25%	14.97%	16.78%
CV da umidade Ponto 1	22.45%	19.58%	18.11%	14.13%	19.34%	16.76%	23.96%
CV da umidade Ponto 2	19.96%	16.77%	17.85%	13.81%	16.29%	17.55%	23.52%

Fonte: Organizado pela autora

Para o período seco, as temperaturas mínimas e máximas do ponto 1, foram de 22,1 °C e 38,1°C, respectivamente. Em comparação com o período chuvoso, houve uma diminuição de 1°C na temperatura máxima do ar, isto se deve ao regime de ventos que aumentam gradativamente no período seco, principalmente no mês de setembro. A variabilidade dos dados se mostrou baixa, o que implica afirmar que os dados obtidos apresentaram pequena variação em relação à média diária. Em comparação com o período chuvoso, os dados do período seco variaram menos em relação a sua média, fato evidenciado no gráfico 2, onde observa-se que os dados deste período seguem um padrão homogêneo das temperaturas e umidades em todos os dias observados.

A amostra de umidade teve sua maior representação no dia 05/09, com valores de 96.4%. Em relação ao menor valor, este foi visualizado no dia anterior, perfazendo os valores de 39.5%. A variabilidade dos dados, assim como, nos dados de temperatura, teve baixa variação. Em comparação com o período chuvoso, os dados tiveram uma distribuição mais homogênea, onde os valores estiveram mais próximos das médias diárias observadas.

Para o ponto 2, os valores variaram dentro das amostras entre o mínimo de 22,2°C, observado no dia 02 de setembro, e valor máximo, que foi detectado no dia 03 de setembro, perfazendo os 36,2°C, nota-se que esse padrão esteve presente nos dois pontos analisados. Contudo, existem diferenças nos valores obtidos, onde o ponto 1 tende a apresentar valores de temperaturas máximas mais elevados, do que as verificadas no ponto 2. No que concerne, a variabilidade dos dados, verifica-se que as temperaturas inerentes ao ponto 2, tiveram menor variação em torno da média, do que as apresentadas no ponto 1, que tenderam a superar o valor de 16,33%. Para o ponto 2, o valor máximo de variação não superou 15,33%.

Os valores de umidade do ponto 2 no período seco, se apresentaram mais elevados. Grosso modo, estes apresentam uma distribuição inversamente proporcional aos dados de temperatura. Deste modo, verifica-se que estas, apresentaram menores valores quando comparadas com a realidade do ponto 1. O valor mínimo de umidade foi visualizado no dia 03 de setembro, que totalizou 44,4% e o valor máximo, foi observado no dia 05 de setembro, correspondendo a 97.1%. Destaca-se que o dia 05, também foi para o ponto 1, o de maior teor de umidade no ar. Em relação a variabilidade, percebe-se que os dados variaram mais do que no ponto 1, diferentemente do padrão até então observado.

No que tange ao comparativo dos dois pontos, observa-se que em relação as temperaturas mínimas, os valores encontrados apresentam distribuições próximas, sendo que nos dias 03, 04 e 08, as temperaturas mínimas foram iguais. Os maiores intervalos de temperaturas máximas foram encontrados no ponto 1, majoritariamente, com destaque para os dias 02, 04 e 08 de setembro, que apresentaram temperaturas superiores aos 37°C. As temperaturas médias foram equivalentes, corroborando a realidade da distribuição das temperaturas nos gráficos.

Quadro 3 – Diferenciações das temperaturas médias, mínimas e máximas no período seco

Parâmetros	02/09	03/09	04/09	05/09	06/09	07/09	08/09
Temp. Mínimas ponto 1	22.1	23.3	22.4	22.6	22.9	23.2	23.5
Temp. Mínimas ponto 2	22.2	23.3	22.4	22.4	23	23.3	23.5
Temp. Máximas ponto 1	37.3	38.1	37.5	34.3	35.1	36.4	37.6

ISBN: 978-85-7282-778-2

Temp. Máximas ponto 2	35.4	36.2	35.3	33.8	33.5	34.4	35.1
Temp. Médias ponto 1	27.3	27.8	27.2	27.2	27.3	28.03	28.07
Temp. Médias ponto 2	27.2	27.6	27.05	27.1	27.3	27.7	28.05

Fonte: Organizado pela autora

No que tange a diferença de variabilidade dos dados entre os pontos e nos diferentes períodos analisados, destaca-se, que os dados do período seco, apresentaram menor variabilidade em relação ao período chuvoso. O ponto 1, em todos os outputs analisados tende a apresentar maior variabilidade quando comparado com o ponto 2, exceto nos dados de umidade do período, em que o ponto 2 assume o padrão da outra realidade analisada.

Quadro 4 – Diferenciações dos coeficientes de variação no período seco

Parâmetros	**02/09**	**03/09**	**04/09**	**05/09**	**06/09**	**07/09**	**08/09**
CV da temperatura Ponto 1	16.18%	15.89%	16.31%	14.15%	13.99%	15.60%	14.07%
CV da temperatura Ponto 2	15.24%	14.98%	15.33%	14.25%	13.84%	14.20%	14.24%
CV da Umidade Ponto 1	18.31%	19.85%	21.55%	17.41%	16.38%	20.48%	16.33%
CV da Umidade Ponto 1	17.86%	19.89%	20.78%	17.52%	16.71%	19.38%	17.30%

Fonte: Organizado pela autora

No que concerne a distribuição horária das temperaturas e das umidades, verifica-se que no período chuvoso os dados apresentaram alta variabilidade horária, principalmente no intervalo de 6 as 18 horas, nos dois pontos analisados. Das 00 as 6 horas, verifica-se certa estabilidade na espacialização das temperaturas e da umidade, e das 18 às 11 horas, verifica-se uma variabilidade média dos dados.

A umidade variou inversamente em relação a distribuição da temperatura, apresentando no dia 05 de maio no ponto 1, o valor de 98,8% e no ponto 2, o ar atingiu a saturação de 100%. Esta condição de umidade pode estar relacionada a precipitação registrada no município, que totalizou 10 milímetros neste dia. Destaca-se que as temperaturas diárias encontradas no ponto 1 foram maiores que as encontradas no ponto 2, do mesmo modo, a percentagem de umidade coletada no ponto 1 foi menor que a coletada no ponto 2.

No período seco, nota-se que os dados diários tiveram menor variabilidade entre os dias analisados nos dois pontos, quando comparados ao período chuvoso. No que concerne a

distribuição dos dados por horas, destaca-se o aumento da temperatura das 6 às 12 horas, sendo também, o único período de maior variabilidade dos dados.

Para os dados de umidade, verifica-se que o ponto 2 apresentou maiores valores, ao contrário, do que se verificou no ponto 1. A variabilidade diária seguiu o mesmo padrão dos dados de temperatura do período seco, estando sempre distribuídas próximas da média.

Destaca-se que os dados obtidos no período chuvoso tiveram uma amplitude de temperaturas maiores que as apresentadas no período seco, contudo, um padrão se mantém nas duas coletas. O ponto 1 sempre se apresenta como o que tem maiores variações e valores da temperatura. O ponto 2, se apresenta como uma área de menor temperatura, maiores índices de umidade e menores variações nos dados climáticos. Com relação aos dados de velocidade de vento, observa-se que o ponto 1 apresenta menores valores de velocidade dos ventos, do que foi observado no ponto 2.

4. Considerações finais

No que tange, a análise microclimática observou-se que os tipos de tempo influenciaram diretamente no comportamento dos dados, onde verificou-se diferenças substanciais entre os dois períodos analisados. No que concerne a diferenciação encontrada entre os pontos, observou-se que o ponto 1, localizado a cerca de 200 metros do parque, tem maiores variações do que a amostra do ponto 2, inferindo a influência direta do parque eólico nestes elementos.

Destaca-se que para o ponto 1 os valores de velocidade dos ventos foram menores, do que as apresentadas no ponto 2. Do mesmo modo, as maiores temperaturas foram evidenciadas no ponto 1, e para o 2, verifica-se maior disponibilidade de umidade no ar, favorecendo a existência de menores temperaturas. Convém salientar que os dois pontos estão situados sobre áreas relativamente homogêneas e com características ambientais semelhantes, exceto o fato do ponto 1 está localizado próximo ao parque eólico.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Agradecimentos

Agradecemos o financiamento da pesquisa pelos projetos, PRONEM FUNCAP/CNPq Proc. PNE 0112-00068.01.00/16, análise socioambiental da implantação de parques eólicos no Nordeste: perspectivas para a sustentabilidade da geração de energia renovável no Brasil, coordenado pela Profa. Maria Elisa Zanella. E aos projetos CAPES PGPSE Proc. 88887.123947/2016-00, Sistemas Ambientais costeiros e ocupação econômica do Nordeste e CAPES PRINT Proc. 88887.312019/2018-00, Tecnologias socioambientais e metodologias integradas na sustentabilidade territorial: alternativas comunitárias frente as mudanças climáticas, ambos coordenados pelo Prof. Jeovah Meireles.

Referências Bibliográficas

ABEEÓLICA. **Números ABEEólica: novembro de 2018**. Disponível em: http://abeeolica.org.br/2018/11/?post_type=docs&tax=dados-abeeolica>. Acesso em: 28/01/19.

ARMSTRONG *et al*. Ground-level climate at a peatland wind farm in Scotland is affected by wind turbine operation. **Environmental Research Letters**, v. 11, abr. 2016, p. 1-8.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos.** 6.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

CASTELHANO, F. J.; ROSEGHINI, W. F. F. A utilização de policloreto de vinila (pvc) na construção de mini-abrigos meteorológicos para aplicação em campo. **Revista Brasileira de Climatologia**, n. 9, p. 48-55, 2011.

LOUREIRO, C. V; GORAYEB, A; BRANNSTROM, C. Implantação de energia eólica e estimativa das perdas ambientais em um setor do litoral oeste do Ceará, Brasil. **Geosaberes**, Fortaleza, vol. 6, número especial, p. 24 – 38, out. 2015.

MEIRELLES, A. J. A. Danos socioambientais originados pelas usinas eólicas nos campos de dunas do Nordeste brasileiro e critérios para definição de alternativas locacionais. **Revista Confins**, n. 11, 2011.

MENDES, J. S; *et al.* Os grandes empreendimentos e as comunidades tradicionais: o caso da comunidade de Mundaú - Trairí, Ceará. **Revista Monografias Ambientais – REMOA**, vol.14, n.3, p.3357-3365, mai/ago. 2014.

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

MONTEIRO, C. A. F. Análise rítmica em Climatologia: problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um panorama de trabalho. **Climatologia**. São Paulo. Instituto de Geografia da USP, n° 1, p. 1-21, 1971.

OCHOA, J. M.; CALZADA, J. R.; SERRA, R. Vegetation influences influents on the Human Thermal in Outdoor Spaces. Barcelona**. School of Architecture of Barcelon**. v. 6, p. 699-703, 2003.

ROY, S. B.; TRAITEUR, J. J. Impacts of wind farms on surface air temperatures. **PNAS**, vol. 107, n. 42, p. 17899–17904, 2010.

VAUTARD, R. *et al*. Regional climate model simulations indicate limited climatic impacts by operational and planned European wind farms. **Nature Communications,** n.5, p. 1-9, 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

TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE E SUA CORRELAÇÃO COM O ÍNDICE DE VEGETAÇÃO POR DIFERENÇA NORMALIZADA (NDVI) NA MICROBACIA DO RIO DA BATATEIRAS/CRATO-CE, (1984 - 2011)

Joyce Ferreira Gomes [(a)], Cícera Celiane Januário da Silva[(b),] Juliana Maria Oliveira Silva[(c)]

[(a)] Graduanda em Geografia, Bolsista de Iniciação Cientifica, Universidade Regional do Cariri – URCA, joycegeo.gomes@gmail.com

[(b)] Graduanda em Geografia, Bolsista de Iniciação Cientifica, Universidade Regional do Cariri – URCA, celianejanuario@gmail.com

[(c)] Orientadora, professora do Departamento de Geociências da Universidade Regional do Cariri – URCA, juliana.oliveira@urca.com.br

Eixo: 1 A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais.

Resumo/

O objetivo do presente trabalho é fazer uma correlação entre a Temperatura de Superfície e o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) na microbacia do rio da Batateiras/Crato-CE para os anos de 1984 e 2011, referentes ao mês de agosto. Foram utilizadas imagens de satélite LANDSAT 5 (banda 6) para mensuração de temperatura e a banda 3 e 4 para geração do NDVI. As análises demonstram que no mês de agosto do ano de 1984, a temperatura da superfície variou aproximadamente entre 19.7ºC e 30.8ºC, enquanto no mês de agosto de 2011, os valores variaram de 20.6°C e 32.9°C, sendo que as maiores temperaturas foram encontradas em locais com baixa densidade de vegetação, de acordo com os mapas de NDVI desses dois anos.

Palavras chave: Sensoriamento Remoto. Vegetação. Superfície.

1. Introdução

O presente trabalho foca na perspectiva de analisar a temperatura de superfície em dois anos representativos diferentes, 1984 e 2011 correlacionando com o índice de vegetação

na microbacia do rio da Batateiras/Crato-CE. Para realização dessa pesquisa tivemos o auxílio do sensoriamento remoto. O rio Batateiras faz parte da sub-bacia do rio Salgado, possui suas nascentes na Chapada do Araripe e durante o seu percurso drena a cidade do Crato. A sub-bacia hidrográfica do rio Salgado, importante rio da região do Cariri, possui uma delimitação oficial de 05 microbacias, e dentro delas existem outras microbacias, como a do Batateiras (área de estudo com 1.864,1 Km^2), Salamanca, Vargem e Carás.

Figura 01: Localização da área de estudo

Fonte: Magalhães (2008)

Segundo Silva (2015) “a temperatura de superfície é medida a partir da energia emitida pelos objetos terrestres e captada pelos sensores”. Gartland (2010) “reforça que as temperaturas de superfície são bem mais variantes do que as temperaturas de ar ao longo do dia, pois as superfícies urbanas como calçadas e coberturas, são aquecidas rotineiramente pelo sol”.

2. Materiais e Métodos

Para a realização desta pesquisa, foi selecionada como área de estudo a microbacia do rio da Batateiras localizada na cidade do Crato no estado do Ceará. As leituras bibliográficas foram apoiadas em autores (as) como Florenzano(2007), Gartland (2010), Ayoade (2003) e artigos relacionados a temática de Temperatura de superfície e Sensoriamento remoto.

As imagens termais utilizadas na pesquisa foram adquiridas por meio do catálogo de imagens do Serviço Geológico Americano com data de passagem do dia 02/08/1984 e 29/08/2011. Para a confecção dos mapas de estimativa de temperatura adotou-se alguns procedimentos que vão desde a conversão dos tons de cinza (DN's) em valores de temperatura de superfície utilizando a ferramenta "raster calculator" do *software* Qgis 2.18, empregando os parâmetros fixos de conversão de níveis de cinza da imagem (NC) para radiância, depois para temperatura Kelvin e em seguida para graus Celsius (°C).

Os mapas de NDVI são realizados também no *software* Qgis 2.18 com a calculadora raster. A fórmula utilizada para gerar os valores do índice de vegetação foi Float (Banda4 – Banda3) /Float (Banda4 + Banda3).

3. Resultados e Discussão

Com os resultados obtidos nesta pesquisa, percebemos a partir dos mapas elaborados, a influência da presença e ausência da vegetação nos valores de temperatura de superfície. No mapa de estimativa de 1984 (figura 2), os valores de temperatura variaram de aproximadamente 19.7°C à 30.8°C.

Analisando o mapa de NDVI (figura 3) há pontos que apresentam índices baixos de vegetação, representados pelos tons vermelho ao alaranjado. Os mesmos trechos são mostrados no mapa de temperatura em que os valores variaram aproximadamente entre 28.1°C à 30°C, ou seja, a ausência de vegetação influencia diretamente os valores de temperatura.

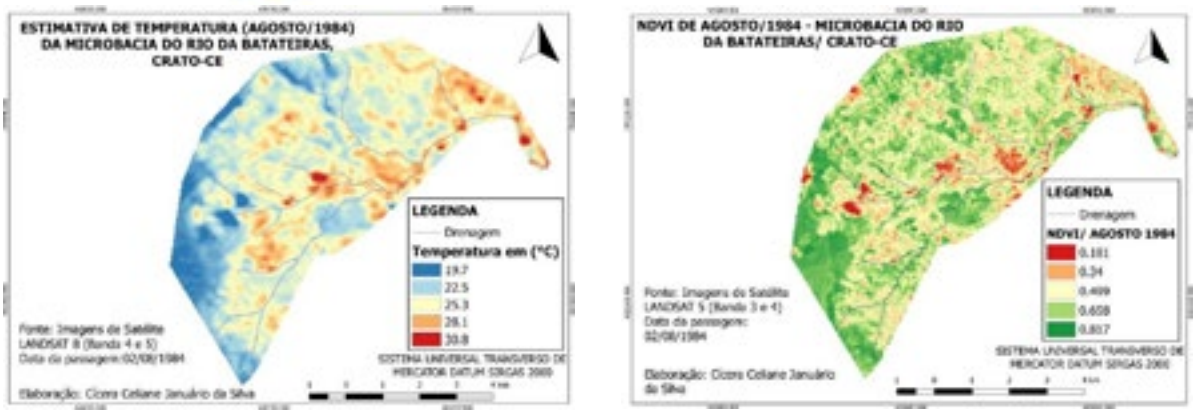


Figura 2 e 3 – Mapa de Temperatura Superfície e NDVI da microbacia do rio da Batateiras-1984

Notamos assim no mapa de NDVI a área que concentra o maior índice vegetativo de 0.817 (próximo de 1 - número que indica grande quantidade de vegetação ativa) está distribuído em pontos em que a temperatura apresenta valores mais amenos, principalmente no alto e médio curso do rio.

O ano de 2011, diferentemente de 1984, apresentou temperaturas mais elevadas, variando de 20.6°C à 32.4°C (figura 4). Os maiores valores concentram-se principalmente no baixo curso do rio, em que há maior ausência de vegetação e corpos d'água, fatores também como a presença de solo exposto e construções contribuem para os valores maiores.

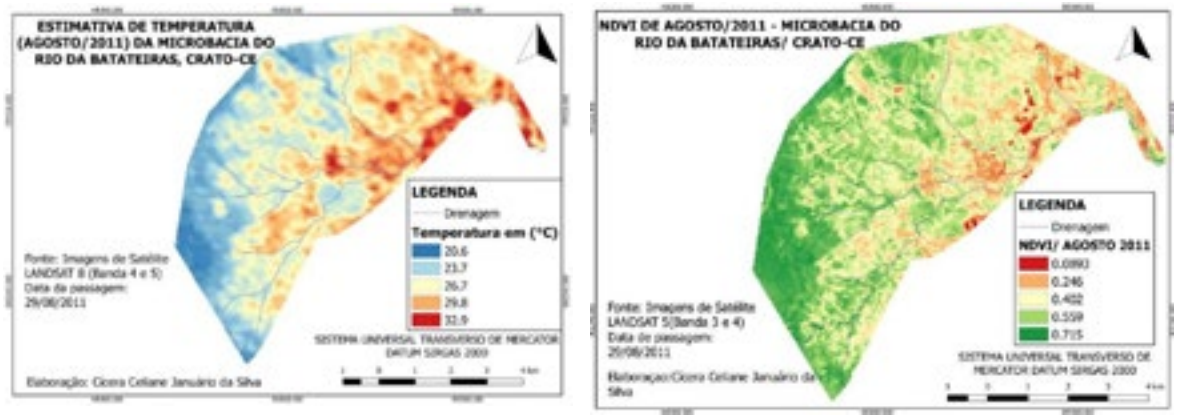


Figura 4 e 5 – Mapa de Temperatura Superfície e NDVI da microbacia do rio da Batateiras-2011

Consequentemente, a partir do NDVI de 2011, percebemos que a vegetação que se concentra na área da Chapada do Araripe resultou num índice de 0.715, menos adensada do que em 1984. Os dados obtidos mostram, ainda, a influência da estação chuvosa (agosto de 2011) na reflectância da vegetação, que altera significativamente a biomassa em sua atividade fotossintética, modificando, assim, a resposta nos valores da temperatura.

4. Considerações Finais

O mapeamento tanto da temperatura de superfície como da vegetação através do NDVI, assume grande importância nos estudos climáticos, conforto térmico ou qualidade ambiental. A correlação entre os dados do NDVI e os dados de temperatura de superfície demonstra que baixos índices vegetativos estão ligados a intervalos de temperatura mais elevados. Assim, em locais em que a vegetação é inexistente ou chega a ser menos adensada tendem a emitirem maiores valores térmicos.

O monitoramento da temperatura e do índice de vegetação faz-se muito importante para o estudo da dinâmica destas duas vertentes. Perceber como os dois se interagem e se relacionam com outros fatores naturais e antrópicos

5. Agradecimentos.

O trabalho faz parte do projeto Universal do Cnpq – edital 01/2016 (processo nº:427168/2016-3) “Geotecnologias aplicada ao estudo do Sistema Clima Urbano (S.C.U) da zona urbana do Município do Crato/Ceará”.

Referências Bibliográficas

GARTLAND, Lisa. **Ilhas de calor** : como mitigar zonas de calor em áreas urbanas. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

SILVA, J. M. O. O uso do sensoriamento remoto para a estimativa da temperatura de superfície na microbacia do rio Granjeiro – Crato/Ceará. Geosaberes: Revista de Estudos Geoeducacionais. , v.06, p.130 – 144, 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

TÉCNICAS DE ESTATÍSTICA DESCRITIVA E ANÁLISE EXPLORATÓRIA NA CARACTERIZAÇÃO TÊMPORO-ESPACIAL DA PLUVIOSIDADE DA REGIÃO DE UNAÍ-MG

Aion Angelu Ferraz Silva [(a)], Carlos Henrique Jardim [(b)]

[(a)] Dep. de Geografia/Instituto de Geociências, Univ. Federal de Minas Gerais, aion.silva@ifmg.edu.br
[(b)] Dep. de Geografia/Instituto de Geociências, Univ. Federal de Minas Gerais, dxhenrique@gmail.com

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

Este trabalho propõe empregar técnicas estatísticas na caracterização temporal e espacial da pluviosidade da região de Unaí-MG. Utilizou-se dados pluviométricos de 22 estações do INMET e 100 estações da ANA (1995/1996 a 2014/2015), representando através de gráficos e mapas os resultados das medidas de tendência central e dispersão. Os dados anuais das 122 estações possuem curvas de distribuição assimétrica (positiva/negativa) e achatamento Leptocúrtica/Platicúrtica. A variabilidade temporal dos acumulados pluviais foi avaliada através de gráficos de *Box Plot* e Histograma, que demonstraram, respectivamente, a relação entre as menores ou maiores médias anuais de pluviosidade e a maior ocorrência de frequências mensais inferiores a 153mm ou superiores a 231mm. A espacialização dos dados anuais enfatiza a influência dos fatores dinâmicos (circulação atmosférica) nos desvios percentuais da pluviosidade em relação à média, provavelmente ligada a atuação heterogênea no tempo e no espaço de massas de ar de origem equatorial, tropical no período chuvoso.

Palavras chave: Estatística descritiva; Análise exploratória; Pluviosidade; Unaí.

1. Introdução

A aferição das condições atmosféricas, obtida através de instrumentos instalados em estações meteorológicas e pluviométricas, constitui a etapa inicial do processo de organização, sistematização e síntese do clima. Zavattini e Boin (2013) destacam que esses procedimentos constituem etapas fundamentais nos estudos climatológicos que visam caracterizar

temporalmente e/ou espacialmente as condições dos atributos climáticos (temperatura, pressão, umidade do ar, direção e velocidade do vento, pluviosidade, etc.) em diferentes localidades.

Nessa perspectiva, o arcabouço teórico e metodológico propiciado pelos conhecimentos do campo da estatística possibilitam empregar variadas técnicas que visam descrever quantitativamente e qualitativamente as características de um conjunto de dados, como por exemplo, os adquiridos pela medição contínua das condições do tempo atmosférico de um determinado local e/ou região (SILVESTRE, 2016).

Dentre os recursos estatísticos empregados nos estudos climatológicos, a Estatística Descritiva está entre as mais simples e essenciais, pois possibilita compreender parte do comportamento que envolve as características básicas de um conjunto de dados, através das medidas de tendência central (média, mediana e moda), de obliquidade e curtose, de dispersão (desvio padrão, coeficiente de variação, quantis, etc.), correlação, etc. (ROGERSON, 2012). Já a Análise Exploratória possui o objetivo de facilitar a interpretação dos resultados obtidos nas análises estatísticas ao utilizar a representação visual dos dados, por meio de histogramas, de diagramas de caixa (*box plot*), gráficos de simetria, etc. (GERARDI, 1981).

Os resultados proporcionados pela análise estatística do clima, a partir das relações entre as condições "esperadas" (próxima à média) e "adversas" (extremos climáticos) da variabilidade dos elementos climáticos, possibilitam subsidiar o planejamento e a produção do espaço das mais diversas atividades humanas (abastecimento hídrico, produção de energia, transporte, agricultura etc.). Essas informações permitem aos gestores públicos e privados adequar e/ou mitigar os impactos positivos/negativos do clima na economia e na sociedade.

Este artigo possui o objetivo de analisar temporalmente e espacialmente o comportamento estatístico dos dados de pluviosidade de seis microrregiões no entorno de Unaí-MG (Figura 1). O conhecimento das características do clima é fundamental na cadeia produtiva da região, pois apresenta uma das mais importantes áreas agrícolas do país (IBGE, 2019), com destaque para o cultivo de soja de sequeiro (fortemente dependente de insumos climáticos).

Diversos aspectos relativos às propriedades do quadro físico/natural da área analisada foram abordados Ab'Saber (2003). As maiores altitudes da região são constituídas por planaltos, serras, patamares e chapadas típicas da região do Brasil Central à oeste, antagonizando com as áreas de menor altitude da depressão da bacia hidrográfica do Rio São Francisco à leste, representando diferenças altimétricas superiores a 1.000 metros.

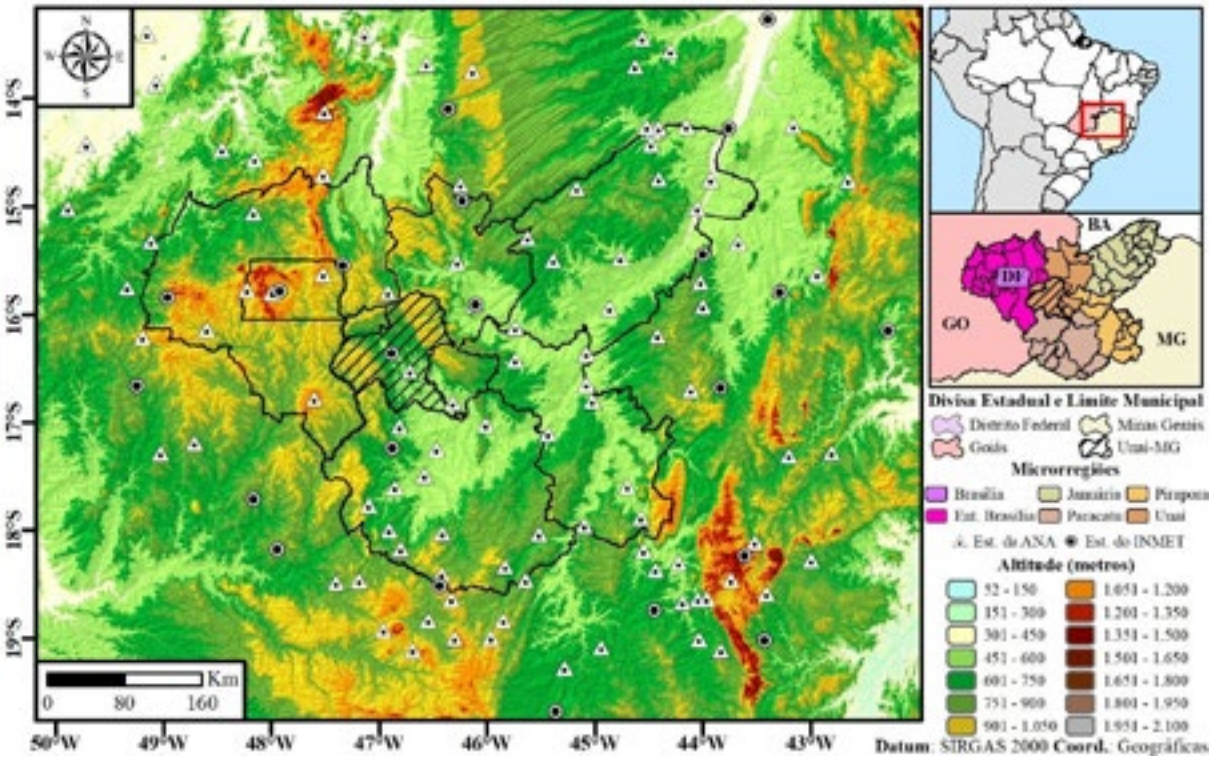


Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo e das estações selecionadas. Fonte: Elaborado pelos autores.

As características topográficas possibilitam a presença do alto curso das bacias hidrográficas do São Francisco, do Paraná e do Araguaia-Tocantins, que abrigam formações vegetacionais típicas do Cerrado em quase toda sua extensão, com exceção das formações de Caatinga à nordeste, fruto, sobretudo, das condições climáticas de transição para o semiárido brasileiro. O clima da região é caracterizado como Tropical do Brasil Central e apresenta três subdivisões: à oeste como Subquente/ Semiúmido; ao norte, centro e leste como Quente/Semiúmido; e à nordeste Quente/Semiárido (IBGE, 2002).

2. Materiais e Métodos

Os dados pluviométricos foram obtidos na escala diária para 22 estações meteorológicas do INMET (2018) e 100 estações pluviométricas da ANA (2018), correspondendo ao recorte temporal entre os anos agrícolas (julho a junho) de 1995/1996 e 2014/2015. Esses dados foram avaliados em relação a ocorrência de falhas na escala mensal (WMO, 1989) e preenchidos pela técnica da Regressão Linear Múltipla (JARDIM e SILVA, 2018). Os dados mensais sem falhas e corrigidos foram sintetizados na escala anual.

Os dados anuais das 122 estações (2.440 registros) passaram pelas seguintes técnicas de estatística descritiva (GERARDI, 1981; SILVESTRE, 2016): obliquidade (coeficiente de assimetria de Pearson [As]), curtose (coeficiente percentílico [K]) e média aritmética ($\bar{x}$). Os dados anuais de pluviosidade das 122 estações foram avaliados em relação à dispersão, por meio do desvio padrão (*S*), do coeficiente de variação (C.V.) e dos quartis (Q1, mediana [Md] e Q3). Já a análise exploratória utilizou como formas de representação os gráficos de *box plot* (anual e média) e histograma (totais mensais agrupados por ano). Os cálculos estatísticos e a confecção dos gráficos foram realizados no *software* Microsoft Excel 2016.

A espacialização dos dados anuais de pluviosidade e os seus desvios percentuais em relação à média (1995/1996 e 2014/2015) foram realizados pela técnica de Krigagem Linear (PERIN et al, 2015). A escolha dos intervalos de classe do histograma e dos mapas de pluviosidade (anual e média) foi feita através fórmula de Sturges (ZAVATTINI; BOIN, 2013).

3. Resultados e discussões

De acordo com a Tabela I, verifica-se que não houve estações com características típicas de Distribuição Normal, tanto em relação à As ($\bar{x}$=Md=moda[Mo]) como também na forma de achatamento da curva (Mesocúrtica, K=0,263). A maioria das estações (65,6%) apresentaram curvas com As Positiva (Mo<Md<$\bar{x}$), divididas em Platicúrtica (mais achatadas e K>0,263, com 39,3%) e Leptocúrtica (mais afiladas e K<0,263, com 26,2%).

Tabela I – Frequência relativa das características de assimetria e curtose das estações analisadas.

Curtose (K)	Obliquidade (As)			
	Negativa	Simétrica	Positiva	Total
Leptocúrtica	14,8%	-	26,2%	41,0%
Mesocúrtica	-	-	-	-
Platicúrtica	19,7%	-	39,3%	59,0%
Total	34,4%	-	65,6%	100,0%

Fonte: Elaborado pelos autores.

As estações com curvas de As Negativa ($\bar{x}$<Md<Mo) corresponderam a 34,4% do total, com K do tipo Platicúrtica em 19,7% e Leptocúrtica em 14,8%. O mapeamento da obliquidade e curtose das estações (Figura 2) possibilita inferir que não há um padrão de distribuição espacial entre essas variáveis.

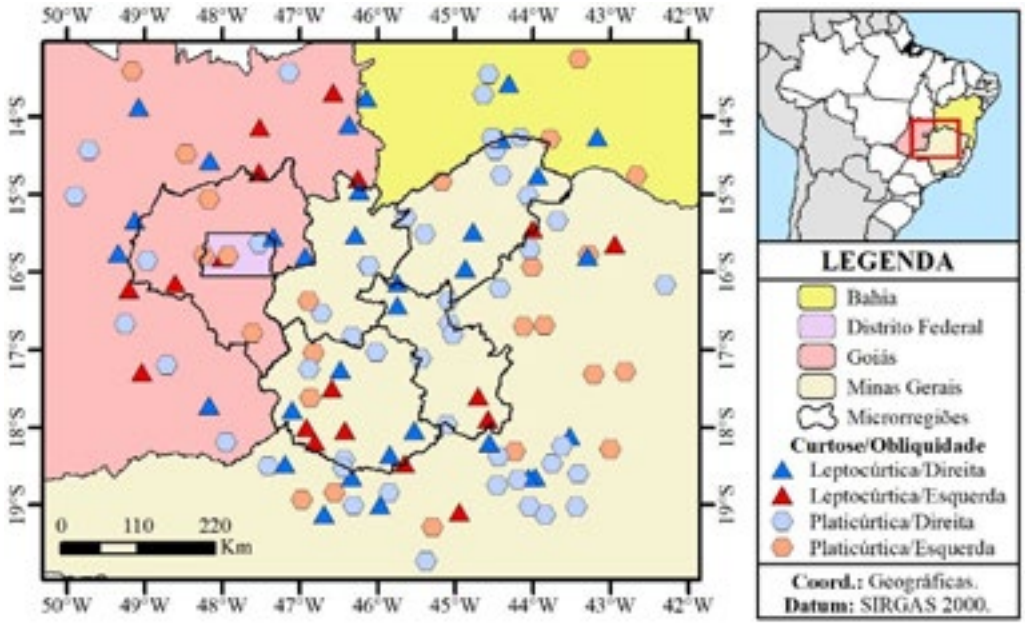


Figura 2 –Espacialização dos atributos de Obliquidade e Curtose por estação. Fonte: Elaborado pelos autores.

Silvestre et al. (2013) ponderam que as medidas dos coeficientes de As e K são fundamentais em determinadas análises climatológicas, como na escolha da melhor técnica de anos padrão de pluviosidade, temperatura, umidade etc. A partir dos resultados obtidos neste trabalho para As e K da pluviosidade, os autores não recomendam utilizar o *Box Plot*, o

Percentil e o Desvio Quartílico, pois essas técnicas são adequadas para curvas de distribuição normal (o emprego dessas técnicas geraria inconsistências nos resultados, pois as observações com distribuição assimétrica seriam classificadas como uma distribuição simétrica). Porém, outras técnicas de classificação como o Desvio Padrão, a Análise de Agrupamento, Sturges, o Índice de Anomalia de Chuvas etc., reproduzem a forma (simétrica ou assimétrica) presente na distribuição original dos dados, sendo mais aconselhada para as estações da região de Unaí.

Com o objetivo de compreender como ocorre a distribuição quantitativa (volume precipitado) e qualitativa (distribuição temporal) da pluviosidade, foi construído o gráfico de *Box Plot* (Figura 3). A partir dessa forma de representação é possível identificar a x̄, a Md, a amplitude (Δ=máximo - mínimo), o intervalo interquartílico (Q3-Q1), os *outliers* e o *S* nas escalas anuais e da média do período temporal analisado (1995/1996 a 2014/2015).

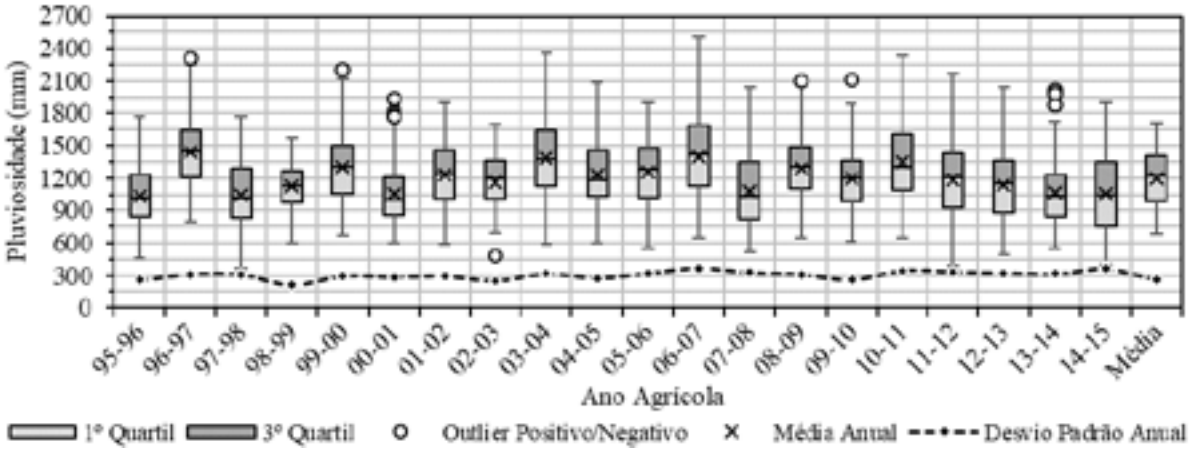


Figura 3 – Gráfico de *Box Plot* dos acumulados anuais de pluviosidade. Fonte: Elaborado pelos autores

As médias de pluviosidade (1995/1996 a 2014/2015) foi de 1.201,2mm, com mínima de 679,2mm e máximas de 1.714,8 (Δ de 1.035,6), correspondendo ao *S* de 256,5mm e C.V. de 21,4%. Os anos de 1995/1996 e 1996/1997 apresentaram, respectivamente, a menor (1.028,9mm) e a maior (1.437,4mm) média de pluviosidade. O menor volume pluviométrico anual foi de 364,9mm em 1997/1998. Em 1998/1999 ocorreram os menores valores de pluviosidade máxima (1.573,6mm), de Δ (977,3mm), de *S* (215,2mm) e C.V. (19,2%), se

opondo ao ano de 2006/2007, que obteve os maiores valores de precipitação máxima anual (2.512,7mm), de Δ (1.866,7mm) e *S* (367,7mm). Já o maior C.V. ocorreu em 2014/2015, correspondendo a 34,4%.

Os *outliers* (valores positivos ou negativos 1,5 vezes maiores que o desvio interquartílico) representam valores muito discrepantes em relação ao conjunto de dados anuais. Na região de Unaí ocorreram 13 casos de estações com *outliers* positivos, com um caso em 1996/1997 (2.313,6mm), 1999/2000 (2.201,2mm), 2008/2009 (2.097,2mm) e 2009/2010 (2.113,2), três casos em 2013/2014 (1874,0mm, 1976,2mm e 2010,3mm) e seis casos em 2000/2001 (1.775,0mm, 1.787,7mm, 1.789,4mm, 1.809,1mm, 1.814,1mm e 1936,7). Em contrapartida, houve somente um caso de *outlier* negativo, ocorrido em 2002/2003 (478,6mm).

A distribuição da pluviosidade mensal (Figura 4) demonstra que os anos com as menores médias (1995/1996, 1997/1998, 2000/2001 e 2012/2013 a 2014/2015) correspondem as maiores frequências de totais pluviais entre 0 e 154mm e redução dos volumes acima de 231mm. Em contraposição, os anos de 1996/1997, 1999/2000, 2001/2002, 2003/2004, 2006/2007 e 2010/2011 tiveram maior frequência de meses com chuvas acima de 154mm.

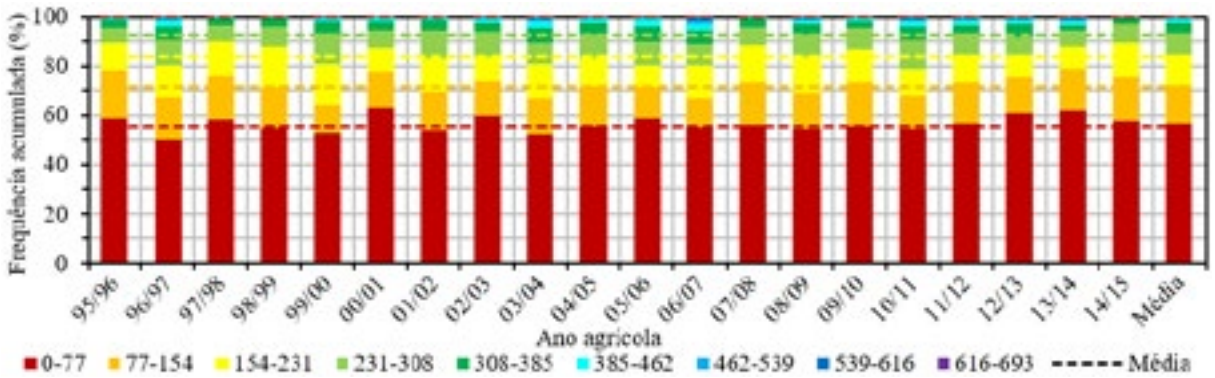


Figura 4 - Histograma das classes de pluviosidade mensal (mm) por ano agrícola. Fonte: Elaborado pelos autores

As características da pluviosidade (Figuras 3 e 4) são melhor compreendidas ao analisar conjuntamente as Figuras 5 e 6 (espacialização anual e seus desvios em relação à média).

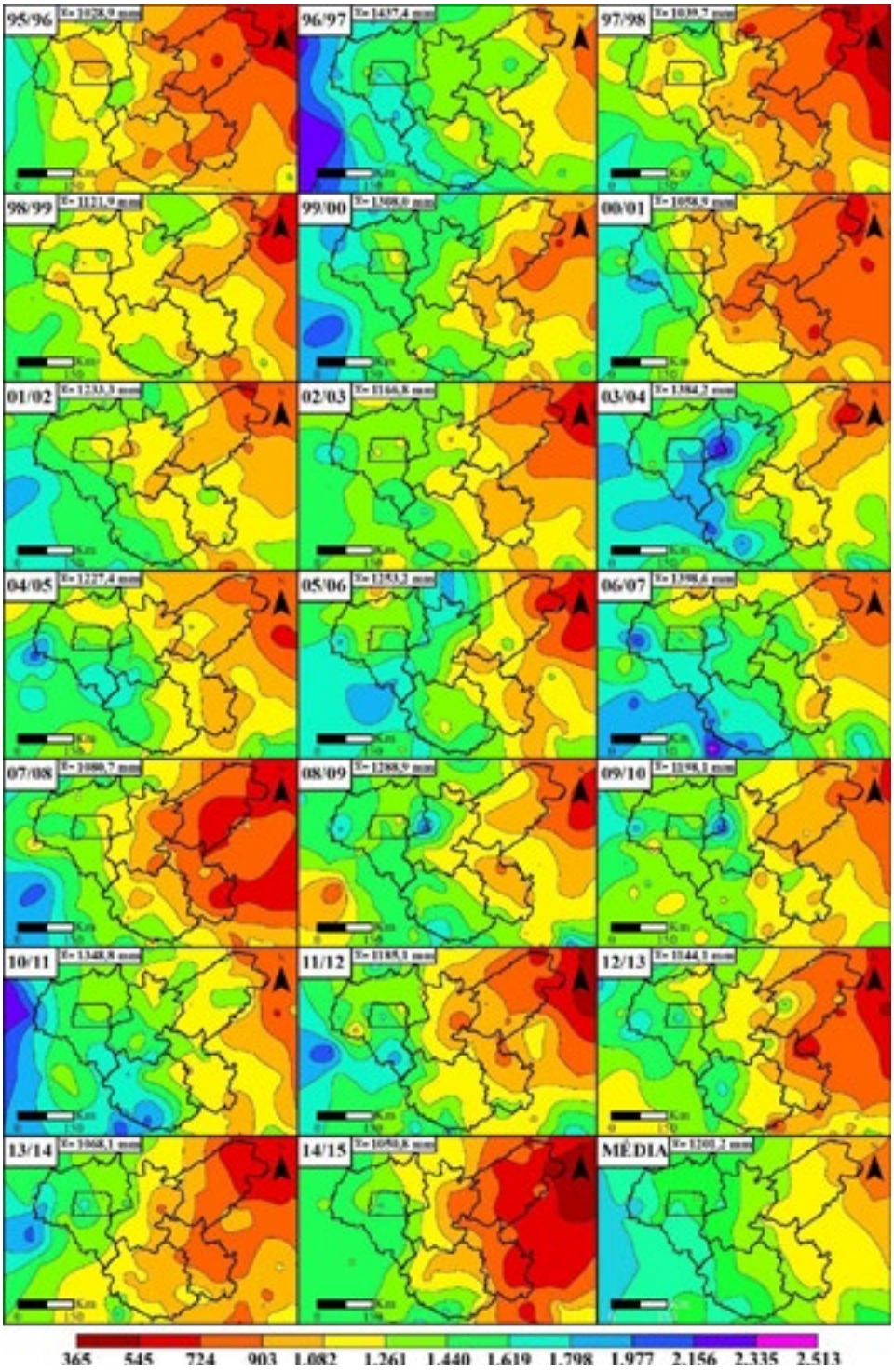


Figura 5 – Espacialização da pluviosidade (mm) entre 1995/1996 e 2014/2015. Fonte: Elaborado pelos autores.

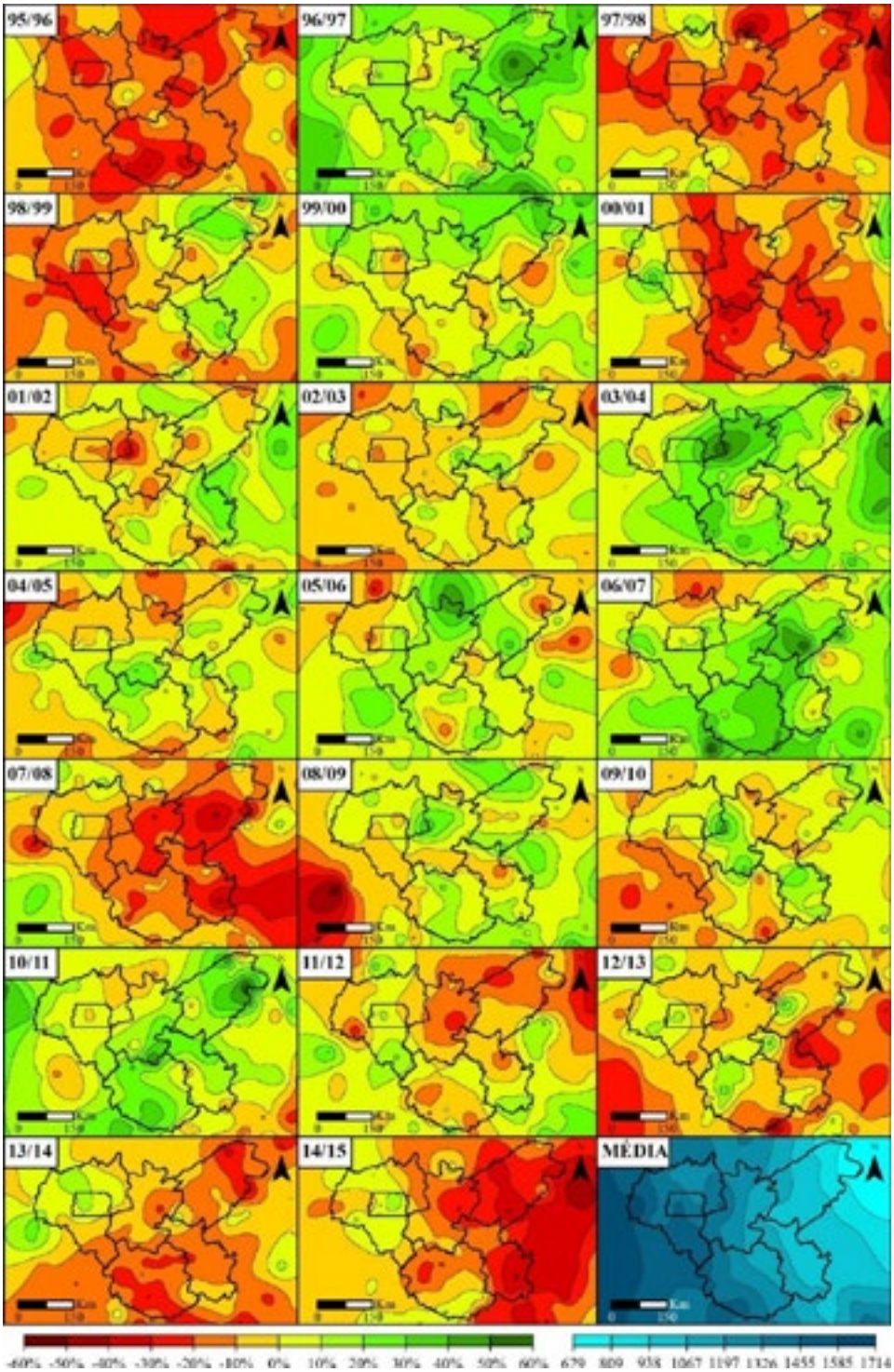


Figura 6 – Desvio anual da pluviosidade (%) em relação à média (mm). Fonte: Elaborado pelos autores.

A espacialização das médias dos acumulados de pluviosidade apresenta configuração nítida, com maiores volumes precipitados na porção oeste (maior altitude) e com redução gradual dos acumulados no sentido leste (menores altitudes). Jardim e Silva (2018) explicaram a influência dos fatores de superfície, principalmente do relevo, no processo de formação de nebulosidade e nas características espaciais da pluviosidade média para região.

Porém, a variabilidade da pluviometria anual transcende os aspectos estáticos de superfície, tendo em vista que as diferenças quantitativas presentes no período analisado estão mais atreladas às características qualitativas do clima, principalmente da dinâmica atmosférica.

Nimer (1989) explica que a região de estudo é constantemente influenciada por diferentes sistemas atmosféricos que atuam hierarquicamente entre as escalas temporais e espaciais do clima. Borsato (2016) define que na escala regional (sinótica) ocorrem massas de ar de origem equatorial (Massa Equatorial Continental [mEa]), tropical (Massa Tropical Atlântica [mTa]) e extratropical (Massa Polar Atlântica [mPa] e Sistemas Frontais [SF]). O mesmo autor complementa que no interior desses sistemas sinóticos pode haver subsistemas acoplados, como os Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM), a Convecção Tropical (CT), a Zona de Convergência de Umidade (ZCOU) e a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). Desse modo, as condições climáticas e os totais pluviométricos observados são resultantes da atuação irregular no tempo (duração e sazonalidade) e no espaço (poder de abrangência) de sistemas e subsistemas atmosféricos em suas constantes interações com os elementos em superfície.

Portanto, a variabilidade têmporo-espacial das chuvas (Figura 5) possivelmente está vinculada a diferentes índices de participação das massas de ar no período chuvoso. Essas diferenças anuais resultam em desvios pluviométricos (Figura 6) que variam positivamente ou negativamente em intensidade e localização.

A partir de Borsato (2016) é possível inferir que a regionalização dos maiores desvios à oeste e norte estão ligadas a menor ou maior contribuição da mEc em transportar umidade das

baixas latitudes. De acordo com o mesmo autor, os desvios mais intensos nas porções centro-leste apontam a intensificação ou enfraquecimento gradativo do poder de influência do braço continentalizado da mTa, propiciando tempo estável (anticiclone) e condições termohígricas do ar quente/seco (limitam a formação de nebulosidade) que resultam em baixa pluviosidade (CT).

O poder de incursão da mPa rumo às baixas latitudes condiciona a influência dos SF e, consequentemente, dos CCM, da ZCOU e da ZCAS na contribuição regional da gênese pluvial, cujo alcance na direção de menores latitudes dependerá do gradiente de pressão desse sistema e das condições da circulação da atmosfera na alta, média e baixa troposfera, influenciando, também, nos desvios positivos ou negativos dos totais de chuva.

4. Considerações finais

O uso de técnicas de estatística descritiva e análise exploratória dos dados de pluviosidade na região de Unaí-MG evidenciaram parte do comportamento desse elemento climático. Os coeficientes de obliquidade e curtose demonstraram que a distribuição estatística dos dados de cada estação não apresenta curvatura típica de uma distribuição normal, além de aparentemente não possuírem padrão espacial regular. O comportamento temporal da dispersão dos acumulados anuais foi melhor compreendido ao interpretar o gráfico de *Box Plot* em conjunto com o histograma dos acumulados mensais, evidenciando que os anos mais secos e/ou chuvosos foram consequência da distribuição e frequência dos totais mensais precipitados.

Por mais que os fatores estáticos do clima contribuam na regionalização das chuvas, os fatores dinâmicos acabam desempenhando forte influência na sua caracterização, evidenciado pelos padrões médios (oeste mais chuvoso e leste mais seco) relativamente semelhantes entre os anos. Entretanto, a variabilidade têmporo-espacial da pluviometria apresenta variadas configurações quantitativas (intensidade) e qualitativas (interanuais), podendo ser explicadas por irregularidades nos índices sazonais de participação e ritmo de sucessão das massas de ar de origem equatorial, tropical e extratropical.

Referências Bibliográficas

AB'SABER, A. **Os domínios de natureza no Brasil**: potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Hidroweb**: sistema de informações hidrológicas. Disponível em: <www.snirh.gov.br/hidroweb/>. Acesso em: 18 nov. 2018.

BORSATO, V. **A dinâmica climática do Brasil e massas de ares**. Curitiba: Ed. CRV, 2016.

GERARDI, L. H. O.; SILVA, B. C. M. N. **Quantificação em geografia**. São Paulo: Difel, 1981

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de climas do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE; 2002. Escala 1:5.000.000.

____. **Produção Agrícola Municipal**: soja. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1612>. Acesso em: 10 jan. 2019.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa**. Disponível em:<ww.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa> Acesso em: 18 nov. 2018.

JARDIM, C. H.; SILVA, A. A. F. Distribuição espacial da pluviosidade na região de Unaí-MG. In: Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, 13., 2018, Juiz de Fora. **Anais**.... p. 678-687.

PERIN, E. B.; VIANNA, L. F. N.; RICCE, W. S.; MASSIGNAM, A. M.; PANDOLFO, C. Interpolação das variáveis climáticas temperatura do ar e precipitação: revisão dos métodos eficientes. **Revista Geografia**, Rio Claro, v. 40, n. 2, p. 269-289, 2015.

ROGERSON, P. A. **Métodos estatísticos para geografia**: um guia para o estudante. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.

SILVESTRE, M. R.; SANT'ANNA NETO, J. L.; FLORES, E. F. Critérios estatísticos para definir anos-padrão: uma contribuição à Climatologia Geográfica. **Formação (Presidente Prudente)**, v. 2, p. 23-53, 2013.

_____. **Técnicas estatísticas utilizadas em climatologia geográfica: diagnóstico e propostas**. 2016. 409 f. Tese (Doutorado) – Curso de Geografia, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Presidente Prudente, 2016. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/137946>. Acesso em: 23 nov. 2018.

ZAVATTINI, J. A; BOIN, M. **Climatologia geográfica**: teoria e prática de pesquisa. Campinas: Alínea, 2013.

Agradecimentos

Ao Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG), *campus* Sabará, pela concessão do afastamento para conclusão do curso de doutorado em Geografia pela UFMG.

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

TÉCNICAS SUSTENTÁVEIS DE CONVIVÊNCIA NO SEMIÁRIDO NA COMUNIDADE DO BOQUEIRÃO, IRAUÇUBA,CEARÁ

Lindemberg Rhian Soares Leitão [(a)], Naiquiane Nascimento Ferreira [(b)], Ruth Aline de Oliveira Cavalcante [(c)], Bianca Bandeira Alves [(d)]

[(a)] Centro de Ciência e Tecnologia/Geografia, Universidade Estadual do Ceará, Email: lindemberg_soares@hotmail.com

[(b)] Centro de Ciência e Tecnologia/Geografia, Universidade Estadual do Ceará, Email: naiquianenascimento@gmail.com

[(c)] Centro de Ciência e Tecnologia/Geografia, Universidade Estadual do Ceará, Email: ruth.cavalcante@aluno.uece.br

[(d)] Centro de Ciência e Tecnologia/Geografia, Universidade Estadual do Ceará, Email: biancaalves.geo@gmail.com

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

O Semiárido Cearense há tempos reclama uma política específica que promova a mudança no paradigma do combate às secas para um olhar de convivência harmoniosa entre seu povo e as peculiaridades dos sertões. Diante disso, o presente trabalho teve como principal objetivo identificar técnicas sustentáveis de convivência no semiárido, associado com a precipitação pluvial, especificamente, na comunidade do Boqueirão, localizada no município de Irauçuba, Ceará. A metodologia empregada neste trabalho consistiu, basicamente, em revisão bibliográfica e trabalhos de campo e reconhecimento, que objetivaram a identificação e caracterização das técnicas sustentáveis de convivência com as adversidades do semiárido cearense. Além disso, foram realizadas conversas informais com os moradores, confecção de mapa e levantamento de dados pluviométricos. As técnicas de convivência com o semiárido identificadas foram à captação de água, por barragem subterrânea, cisternas e por meio de técnicas de recuperação do solo através do sistema agroflorestal.

Palavra-chaves: Semiárido. Técnica de Convivência. Sustentabilidade

1. Introdução

Atualmente, o semiárido brasileiro congrega uma população de 25 milhões de pessoas (12% da população brasileira), vivendo em 1.262 municípios, distribuídos nos estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e Minas Gerais (MMA, 2018). Em novembro de 2017, mais 73 municípios foram incluídos em decorrência da seca prolongada (IBGE, 2019).

O Estado do Ceará apresenta quase 92% (136.328 km²) do território sob condições climáticas semiáridas (NASCIMENTO, 2006). Segundo dados levantados pelo Instituto Nacional do Semiárido - INSA (2011), a região do semiárido brasileiro, compreende 969.589,4 Km², ou seja, a 11% do território nacional, sendo caracterizada pelas elevadas médias anuais de temperatura (27ºC a 29ºC) e pela forte taxa de evaporação (2.000 mm/ano), com precipitações pluviométricas de até 800 mm/ano, concentradas entre três a cinco meses e irregularmente distribuídas no tempo e no espaço. A paisagem característica do semiárido cearense é o sertão, que constitui vasta superfície de aplainamento, recoberta pela caatinga, com solos rasos, pedregosos e bastante susceptíveis à ação erosiva (LIMA; CORDEIRO; BASTOS, 2016).

As principais técnicas sustentáveis de convivência com o semiárido do Estado do Ceará, identificadas na comunidade do Boqueirão, área objeto de estudo, localizada no município de Irauçuba, situado em Área Susceptível à Desertificação (ASD), de acordo com Ceará (2010), são: captação de água, por barragem subterrânea, cisternas e por meio de técnicas de recuperação do solo através do sistema agroflorestal.

Essas técnicas possibilitam o convívio com a escassez d'água verificada nos sertões cearenses, melhorando a qualidade de vida da população sertaneja, além da utilização de forma sustentável dos recursos naturais. De acordo com Souza (2006, p.14), na área dos

sertões semiáridos, a deficiência dos recursos hídricos constitui o principal empecilho para ocupação humana e para satisfação das necessidades das atividades do meio rural.

Diante do exposto, o objetivo desse trabalho é identificar as técnicas de convivência com o semiárido na comunidade do Boqueirão, no município de Irauçuba, Ceará.

2. Materiais e Métodos

A elaboração de uma pesquisa científica compreende uma série ordenada de etapas metodológicas, que envolvem coleta, geração e integração dos dados, respeitando, assim, uma sequência lógica. Nesse contexto, a metodologia empregada nesta pesquisa foi dividida em três etapas: levantamento bibliográfico; trabalho de reconhecimento de campo, em áreas pré-selecionadas; e integração de dados.

No levantamento bibliográfico foram consultados artigos científicos, dissertações e teses, todos voltados para convivência no semiárido. Na avaliação do balanço hídrico e da capacidade de armazenamento de água no solo foi utilizado o programa desenvolvido pelo Departamento de Ciências Exatas (DCE)-ESALQ/USP, ano 1998, com base em Thornthwaite & Mather (1955), além dos dados oriundos da estação pluviométrica da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos - FUNCEME (período 1999-2018), localizada no município de Irauçuba.

A etapa de campo, constituiu-se de registros fotográficos e investigações empíricas mais detalhadas da comunidade do Boqueirão. A importância do reconhecimento da área resultou na aquisição de conhecimento direto da realidade estudada, possibilitando, na análise descritiva, maior riqueza de detalhes.

Na última etapa todos os dados obtidos nas etapas anteriores foram organizados, interpretados e integrados, resultando numa discussão sobre as principais técnicas de convivência com o semiárido cearense.

ISBN: 978-85-7282-778-2

3. Resultados e discussões

O município de Irauçuba, com uma área de 1.461 km², situado na porção norte do Estado do Ceará (figura 1), foi fundado em 1899 e seu topônimo "Irauçuba" vem do tupi antigo, "amizade". Foi um nome atribuído artificialmente em junho de 1899 pelo desembargador Álvaro de Alencar, em comum acordo com a população. O Distrito Sede de Irauçuba encontra-se a 146 km, em linha reta, da capital Fortaleza, tendo como principal acesso à rodovia BR-222

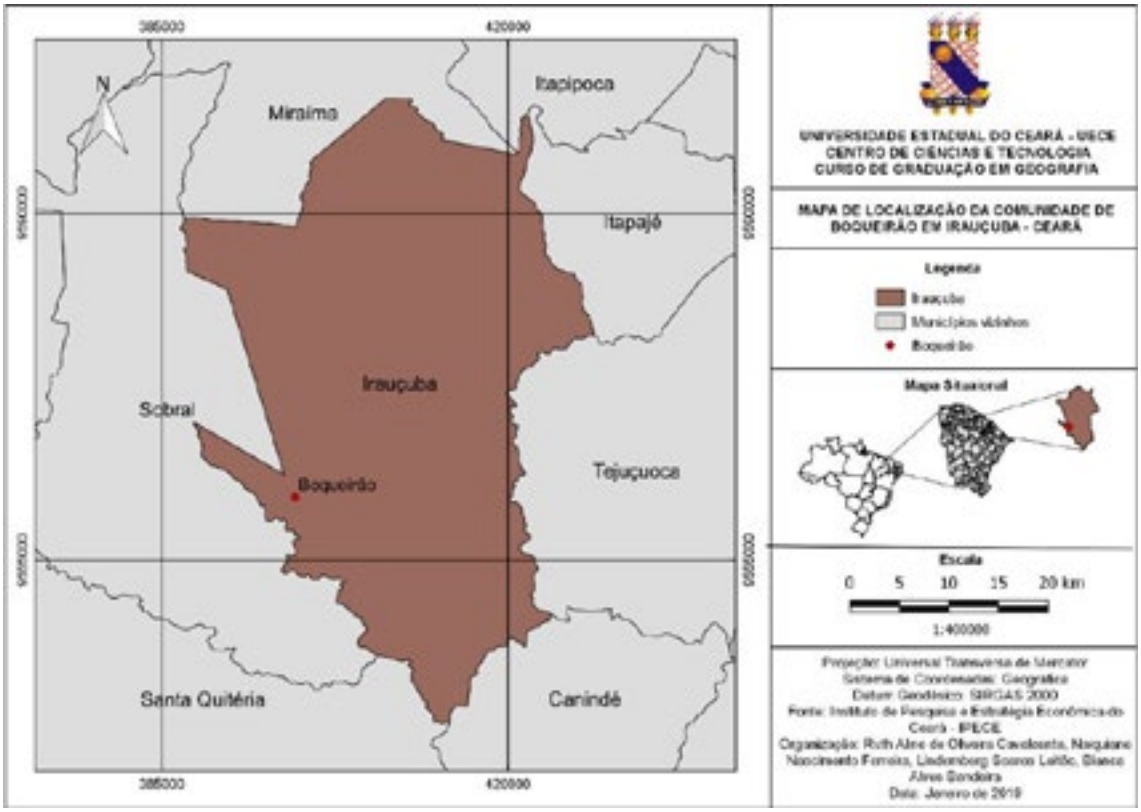


Figura 1. Mapa de Localização do município de Irauçuba, Ceará, Brasil.

As características climáticas do semiárido cearense, representadas pela sazonalidade da precipitação e pela alta variabilidade das chuvas, mantém uma relação direta com o comportamento fluvial (ZANELLA, 2006). A distribuição da chuva no tempo e no espaço,

associada às formações geológicas dominantemente cristalinas, são fatores condicionantes do regime dos rios e das reservas subterrâneas e, portanto, da disponibilidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos para a região (FALCÃO SOBRINHO; FALCÃO, 2013).

A análise das características hidrológicas reflete a avaliação do potencial de recursos hídricos de determinada área, sendo importante, já que depende diretamente das condições climáticas locais e estas, por sua vez, definem os regimes fluviais, a permanência do escoamento superficial e a recarga dos aquíferos (CORDEIRO, 2013).

A condições geológicas da comunidade do Boqueirão, localizada na superfície erosiva rebaixada, do município de Irauçuba, constituída por rochas cristalinas de idade variando do Paleoproterozoico (ortognaisses porfiroblásticos de composição granodiorítica/granítica; migmatitos) ao Neoproterozoico (granodioritos e granitos porfiríticos; gnaisses) (SOUZA FILHO, 1999), interferem diretamente no armazenamento de água em superfície e em subsuperfície. Nessa região, o solo raso e a estrutura cristalina pré-cambriana potencializam o escoamento superficial e, por consequência, verifica-se uma diminuição na recarga dos aquíferos.

De acordo com os dados do balanço hídrico do município de Irauçuba para o período de 1999 a 2018, os valores da Precipitação Efetiva (P-ETP), ou seja, Precipitação (P)-Evapotranspiração Potencial (ETP) são negativos, totalizando, durante o recorte temporal, -1.161,7 mm, o que implica em déficit hídrico de água no solo, repercutindo no baixo desenvolvimento da vegetação, no armazenamento de água nos aquíferos e no escoamento superficial, não havendo, portanto, reposição e disponibilidade de recursos hídricos para a área por todo esse período considerado. A capacidade de armazenamento mensal de água no solo (CAD), que para a região é de 75,6 mm, não foi ultrapassada nos meses da quadra chuvosa, ficando abaixo durante todos os meses dos anos analisados (Figura 2).

ISBN: 978-85-7282-778-2

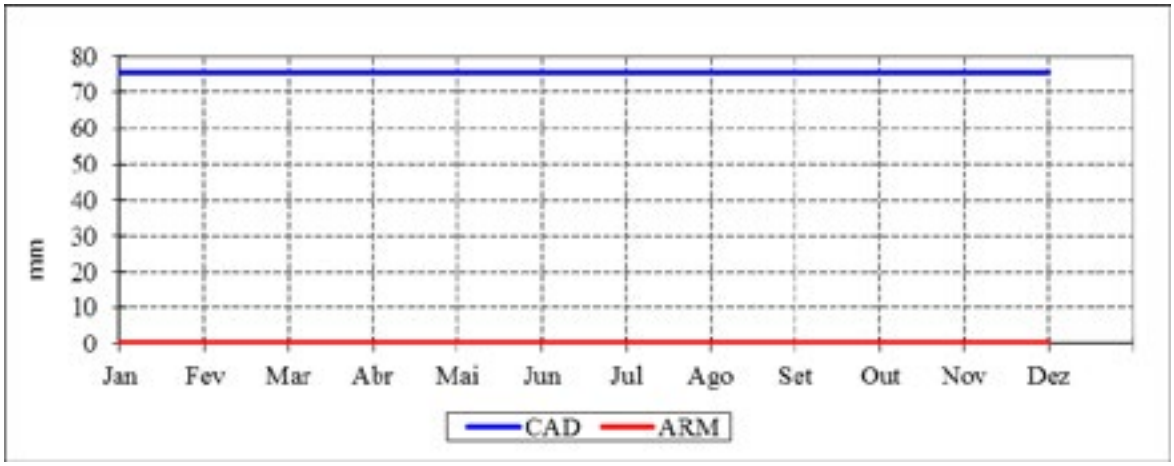


Figura 2. Capacidade de armazenamento mensal de água no solo na comunidade do Boqueirão, Irauçuba, Ceará.

Fonte: Programa da ESALQ/USP, desenvolvido por ROLIM, SENTELHAS e BARBIERI (1998), do Departamento de Ciências Exatas. Legenda (CAD) Capacidade de armazenamento, (ARM) Armazenamento mensal.

Em março e abril, apesar dos índices pluviométricos apresentarem precipitações médias de 103,41 mm e 99,88 mm, respectivamente, não houve excedente hídrico. A partir do mês de junho, há um decréscimo das precipitações e o déficit hídrico aumenta ainda mais, ou seja, Precipitação Efetiva (P-ETP), passa a variar entre -134,5 mm, em agosto, e -143,2 mm, em novembro (Figura 3).

O município de Irauçuba situado em posição de sotavento à vertente seca do Maciço de Uruburetama, onde se verifica baixo índice pluviométrico anual (< 850 mm), determinado pela barreira orográfica, apresenta deficiência hídrica elevada durante pelo menos, nove meses do ano.

O clima da região de Irauçuba apresenta-se uniforme (NUNES, 2006). Segundo a classificação de Koppeen, esta área está incluída no tipo climático BSw'h', ou seja, clima quente e semiárido tipo estepe, na qual é caracterizado por duas estações distintas: uma seca, de extensa duração de 9 meses e outra chuvosa de 3 meses.

ISBN: 978-85-7282-778-2

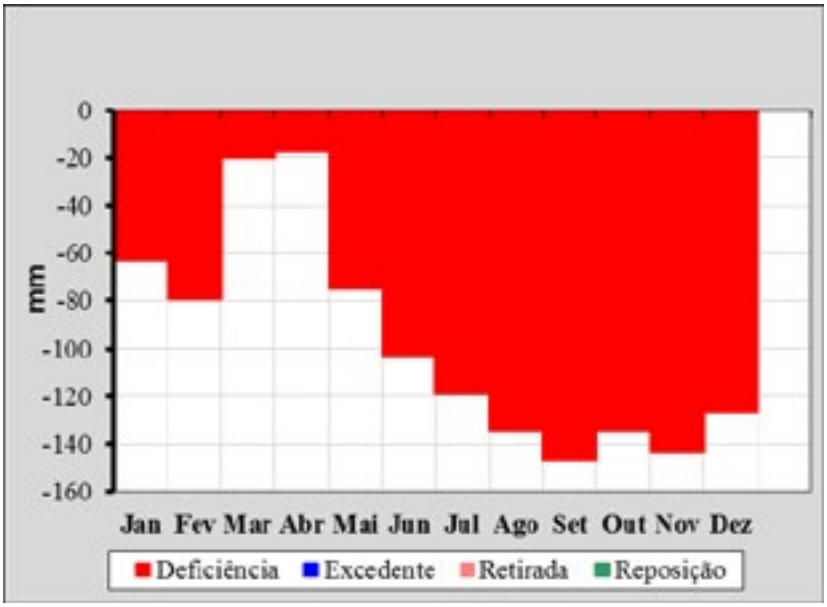


Figura 3. Extrato do balanço hídrico do município de Irauçuba, Ceará (1999-2018).

Fonte: Programa da ESALQ/USP, desenvolvido por ROLIM, SENTELHAS e BARBIERI (1998), do Departamento de Ciências Exatas. Legenda: (DEF) Déficit Hídrico; (EXC) Excedente Hídrico; (RET) Retirada e (REP) Reposição

A comunidade de Boqueirão abriga grupos familiares, que como todo o município de Irauçuba, enfrenta problemas de escassez de água, ausência de cobertura vegetal e ressecamento dos solos, que associado às formas predatórias de relação com o meio, como, por exemplo, superpastoreio, desmatamento e cultivos de sequeiro, aumenta a susceptibilidade dessa comunidade às contigências climáticas, sobretudo termopluviométricas. O baixo índice pluviométrico está, também, possivelmente, associado a posição de sotavento do município de Irauçuba em relação ao Maciço de Uruburetama, por intermédio do efeito orográfico (LIMA; CORDEIRO; BASTOS, 2016).

Conviver no semiárido cearense implica em encontrar técnicas que se adequem às suas características. Mesmo diante de condições geográficas que comprometem a ocupação e a permanência das famílias na região, a comunidade do Boqueirão destaca-se pelas estratégias

de convivência com a semiaridez. Os moradores contam com ajuda do Governo Federal, da Cáritas Diocesana e de pesquisadores das Universidade Federal e Estadual do Ceará.

As principais ações de convivência presentes na comunidade são a utilização das cisternas de placas e de calçadão que foram construídas em parceria com o projeto "1 milhão de cisternas" do Governo Federal e a FETRAECE (Federação dos Trabalhadores Rurais Agricultores e agricultoras Familiares do Estado do Ceará); construção de barragens subterrâneas em parceria com a Cáritas Diocesana, responsável por manter a agrofloresta que os moradores cultivam em seus terrenos; manejo sustentável da caatinga (principal matriz energética); e criação de pequenos animais.

Cada morador da comunidade Boqueirão possui seu terreno produtivo e mantêm uma associação criada em 1999, onde se organizam para discutir novas técnicas e fazerem reivindicações de apoio do governo estadual e municipal. A partir da intervenção de pesquisadores, os moradores começaram tornar as produções agroecológicas, com o intuito de reverter o quadro de degradação ambiental.

Segundo Brizena Júnior (1995), os sistemas agroflorestais são formas de utilização da terra que envolvem a integração de árvores ou outras espécies perenes lenhosas com cultivos agrícolas e/ou pecuária, procurando obter como resultado dessa associação a racionalização e o melhor aproveitamento dos recursos naturais. Além do sistema agroflorestal, Pedrosa (2006) afirma que, os quintais produtivos fazem parte da composição da paisagem de uma pequena propriedade baseada na produção familiar. Nesse sistema, os proprietários plantam e cultivam árvores frutíferas e ornamentais, além de leguminosas e medicinais.

Esse tipo de cultivo é fundamental também pela diversidade de espécies que são cultivadas, assim como na agrofloresta. Essa técnica foi eficiente não somente para a produção alimentícia, como também ajudou na recuperação da fertilidade do solo.

Apesar das limitações do semiárido e de ser considerado atualmente um núcleo de desertificação, o município de Irauçuba conta com comunidades, como a do Boqueirão, que resistem e buscam técnicas de adaptação às condições, que possibilitem a convivência.

4. Considerações Finais

O município de Irauçuba tem particularidades no seu quadro natural e social que não podem ser desconsideradas na formulação de políticas. Seus condicionantes naturais e o histórico de uso e ocupação do seu território, ao longo do século XX e início do século XXI, apontam para a adoção de cuidados ambientais específicos e estratégias de desenvolvimento socioeconômico adequados e acessíveis aos habitantes das áreas menos desenvolvidas, como, por exemplo, a comunidade do Boqueirão. Além disso, torna-se necessário a difusão e apropriação de conhecimentos que favoreçam uma cultura de convivência sustentável com o semiárido.

A partir da integração dos dados obtidos no levantamento bibliográfico e nas visitas de campo na área objeto de estudo foi possível entender que a as técnicas de convivência estabelecidas pela comunidade do Boqueirão, como, por exemplo, as barragens subterrâneas. criação de pequenos animais e o manejo sustentável da caatinga, podem servir de exemplo para várias outras comunidades que sofrem com a seca, além de ser fonte de pesquisa dentro das universidades. As técnicas identificadas, na comunidade do Boqueirão, são simples e acessíveis, e visam a diminuição das ações que degradam o meio ambiente e proporcionam uma melhor qualidade de vida a população local.

5. Agradecimentos

Ao Laboratório de Geologia, da Universidade Estadual do Ceará, no nome da Professora Doutora Cleire da Costa Lima Falcão pela sua orientação e confiança em nós depositada e ao Professor Dr. Abner Monteiro Nunes Cordeiro pelos conselhos e ensinamento durante a realização do trabalho.

6. Referências Bibliográficas

ALVES, L. R. A. Técnicas sustentáveis de convivência com a seca no semiárido: estudo de caso no município de São Bentinho-PB. In: **Informativo Técnico do Semiárido**, v. 8, n. 2, p. 1-3, 2014.

CEARÁ. Secretaria de Recursos Hídricos. **Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca (PAE-CE)**. Fortaleza: Ministério do Meio Ambiente, 2010. 372 p.

CORDEIRO, A. M. N. **Análise socioambiental da sub-bacia hidrográfica do rio pirapora-Maranguape/Ceará, como subsídio ao planejamento territorial e à gestão ambiental**. 166f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2013.

FALCÃO SOBRINHO, J.; FALCÃO, C. L. C. **Semiárido diversidade, fragilidades e potencialidades**. Sobral: Sobral Gráfica, 2006. 213 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATITISCA. **Divisão Territorial do Brasil e Limites Territoriais**. Disponível em? <http://www.ibge.com.br>. Acesso em: 19 de dezembro de 2019.

INSTITUTO NACIONAL DO SEMIÁRIDO. **Desertificação e Mudanças Climáticas no Semiárido Brasileiro.** Campina Grande: INSA, 2011. 209p.

JÁDER, R. L.; CORDEIRO, A. M. N.; BASTOS, F. H. A influência dos aspectos geomorfológicos nas áreas degradadas susceptíveis à desertificação no Estado do Ceará, Brasil. **Paisagem e Ambiente**, USP, n. 38, p. 57-69, 2016.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Semiárido brasileiro.** Brasília: MMA, 2018. Disponível em: <http://www.mma.gov.br>. Acesso em: 19 dezembro de 2018.

NASCIMENTO, F. R. **Degradação ambiental e desertificação no Nordeste brasileiro: o contexto da bacia hidrográfica do rio Acaraú-Ceará**. 325f. Tese (Doutorado em Geografia)-Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2006.

PEDROSA, R. A. A importância dos quintais produtivos na economia familiar. In: II AGROECOL. **Anais...**, Dourados, Embrapa, 2016. p.1-3.

ROLIM, G. S.; SENTELHAS, P. C.; BARBIERI, V. Planilhas no ambiente EXCEL TM para os cálculos de balanço hídricos: normal, sequencial. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria,v. 6, n. 1, p. 133-137, 1998.

SOUZA FILHO, Oderson Antônio de. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. **Folha Irauçuba AS.24Y-D-V**. Carta Geológica, Escala 1:100.000, Anexo I. Fortaleza: CPRM/Serviço Geológico do Brasil, 1999.

ZANELLA, M. E. Considerações sobre o clima e os recursos hídricos do semiárido nordestino. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, Volume Especial., n. 36, p.126-142, 2014.

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

USO DA TERRA E VARIAÇÕES DA TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA DO AR NO BAIXO VALE DO RIO PANDEIROS, JANUÁRIA-MG

Carlos Henrique Jardim [(a)]

[(a)] Depto. Geografia/Instituto de Geociências, UFMG, dxhenrique@gmail.com

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

O presente artigo investiga a influência das características de uso do solo nas variações de temperatura e umidade relativa do ar em trecho de área rural situada no baixo vale do rio Pandeiros, no município de Januária, norte do estado de Minas Gerais. Os dados foram produzidos em campo de forma contínua e simultânea (intervalo de 60 minutos) em ambiente de mata ciliar, de pastagem manejada e em área peri-urbana, com registradores automáticos, durante o período compreendido entre setembro/2017 e abril/2018. A estação meteorológica da rede oficial do INMET em Januária foi utilizada para comparação com os dados obtidos em campo e controle local das variáveis climáticas. A análise dos dados utilizou recursos de estatística e de análise microclimatológica e destacou a importância da vegetação como controle microclimático.

Palavras chave: temperatura, umidade do ar, uso do solo.

1. Introdução

O propósito deste artigo foi apresentar os resultados de projeto de pesquisa em fase final de execussão (FAPEMIG - APQ-03773-14 Sustentabilidade da Bacia do Rio Pandeiros), cujos resultados relacionados à temática aqui abordada foram explorados, também, em artigos e resumos científicos anteriores (JARDIM et al., 2017; JARDIM e MOURA, 2018), que incluiu

a realização de um diagnóstico climático e a utilização da temperatura do ar como indicador de alteração ambiental.

Essa questão foi discutida de forma diversa por inúmeros autores (GARCÍA, 1990; TARIFA, 1994; MONTEIRO, 2000), considerando as alterações introduzidas no ambiente como resultado da remoção da cobertura vegetal original e sua substituição por áreas de pastagens, lavouras, silvicultura e áreas urbanas. As modificações introduzidas no ambiente alteram os termos do balanço de radiação (absorção, conservação e transmissão de energia) e favorecem, dentre outras situações, maior disponibilidade de calor sensível, cujo impacto pode acarretar, pontualmente, na seleção de espécies vegetais adaptadas à maior insolação (efeito verificado nos limites das unidades de conservação e áreas protegidas), redução da disponibiliade de umidade no ambiente, aumento da carga de particulados no ar, amplificação de situações horárias de desconforto térmico e higrométrico do ar em áreas urbanas etc.

A área de estudo situa-se na bacia hidrográfica do rio Pandeiros, no município de Januária (norte do estado de Minas Gerais-Brasil), em região de transição climática de regime tropical quente semiúmido para semiárido, com 4-5 meses de seca (podendo chegar a 6 meses de seca). De acordo com dados das Normais Climatológicas 1961-1990 (DNMET, 1992), as médias anuais de chuva e temperatura em Januária indicam, respectivamente, 826,5 mm e 24,4°C. Tais características, de acordo com Nimer (1989), classifica a região como uma forma branda de semiárido. O relevo é plano-ondulado, com baixo grau de entalhamento dos vales, caracterizado por amplos interflúvios no baixo e médio vale e chapadões nas áreas das nascentes mais elevadas com altitudes entre 800-900 m e 400 m às margens do rio São Francisco.

A região comporta intenso uso de suas terras, tanto nos setores de baixo vale dos rios que alimentam o São Francisco, quanto nos chapadões, a montante desse setor, em área de topo de interflúvios. O que torna importante este tipo de pesquisa, uma vez que interferências em determinado ponto da bacia pode acarretar danos em outros pontos, como acontece atualmente com assoreamento na foz do rio Pandeiros. Embora se trate de um fenômeno desencadeado

tanto por processos naturais quanto antrópicos, a redução da vegetação nativa em favor de lavouras e pastagens pode favorecer o desencadeamente de processos erosivos. Fato que pode ser reforçado pela maior declividade do terreno em áreas de topo de interflúvio, que também experimentam maior quantidade de chuvas conforme descreve.

Figura 1 – Localização da área de estudo: destaque para o ponto da mata ciliar no baixo vale do rio Pandieros, a área urbana de Januária-MG e trecho do rio São Francisco ao centro. Fonte: Google Earth, 2019.

2. Procedimentos Metodológicos

Os dados horário-diários de temperatura do ar foram obtidos em campo a partir de dois registradores automáticos (modelo Akso AK 172) e uma estação meteorológica portátil (Davis Vantage Pro 2), ajustados para mensurações horárias, instalados em área de pastagem manejada e no interior de formação florestal arbórea de mata ciliar (15°36´18.08”S; 44°42´36.85”O; Alt.: 459,54 m) durante o segmento temporal entre 22/09/2017 a 12/04/2018.

A estação meteorológica da rede oficial do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) de Januária (Estação Januária-A559, Código OMM: 86710; coord.: 15.44808917ºS; 44.36631333ºO; Alt.: 468 m) foi utilizada em conjunto com os demais aparatos e como controle local das variáveis climáticas.

As condições de tempo foram inferidas a partir do exame de imagens de satélite meteorológico (www.cptec.inpe.br) e cartas sinóticas (www.mar.mil.br). A análise dos dados utilizou recursos estatísticos (média total, valores médio máximos e mínimos e absolutos e de amplitudes), elementos de análise rítmica (MONTEIRO, 1971), através da representação simultânea dos atributos climáticos em sucessão temporal conectada à dinâmica atmosférica, e de análise microclimatológica apoiada nos termos do balanço de radiação, cosiderando aspectos do trabalho de Vide (1999), e na seleção de situações horárias marcadas por desvios e/ou representativas de condições recorrentes, influenciadas pelas características de topografia, uso do solo e cobertura vegetal.

3. Resultados

Os valores médios, máximos e mínimos absolutos e de amplitude total de temperatura e umidade relativa do ar (tabela 1) obtido na área de mata ciliar, pastagem e da própria estação meteorológica do INMET em Januária, em trecho do baixo vale do rio Pandeiros, mostram diferenças significativas em relação às variações desses atributos.

De acordo com a tabela 1, pode-se verificar que a área de pastagem, 26 km aproximadamente distante da área urbana mais próxima em Januária, apresenta os mais elevados valores de temperatura do ar. Inúmeras pesquisas sobre clima urbano reforçam essa imagem das cidades como áreas portadoras de temperatura mais elevados, mas isso só acontece de fato em circunstâncias específicas, podendo ocorrer exatamente o contrário quando comparadas à áreas rurais e naturais como demonstra Jardim e Galvani (2018) a partir de comparações simultâneas entre a área urbana de Belo Horizonte e o interior do Pq Nacional da Serra do Cipó. O ambiente urbano compreende formas, funções, materiais e processos

extremamente diferenciados que, combinados com as condições de tempo meteorológico, produz, também, situações espacial e temporalmente diversificadas em termos de variação de seus atributos.

Tabela I – Valores médios e absolutos de temperatura e umidade relativa do ar: período de 22/09/2017 a 12/04/2018

	Temperatura do ar (°C)			Umidade relativa do ar (%)		
	Pastagem	Mata Ciliar	INMET	Pastagem	Mata Ciliar	INMET
Médias das médias diárias	26,3	24,8	25,4	60	68	73
Médias das mínimas diárias	20,8	20,6	20,7	42	50	47
Médias das máximas diárias	33,0	29,9	31,7	77	81	92
Mínimo absol.	14,5	13	17,2	7	10	14
Máxima absol.	41,9	38,0	39,7	93	96	99
Amplit. média	12,2	9,3	11,0	28	31	45
Amplit. máxima	27,4	25,0	22,5	86	86	85

Elaboração e fonte: Carlos H. Jardim.

As diferenças de temperatura do ar em termos de valores médios e absolutos (média das médias, médias das mínimas e máximas e valores absolutos mínimo e máximos) na área de pastagem superaram os valores verificados na mata ciliar (+1,5°C; +0,2°C; +3,1°C; +1,5°C; 3,9°C) e em Janúária (+0,9°C; +0,1°C; +1,3°C; -2,7°C; +2,2°C), mostrando, também, maior valor de amplitude média e máxima. Diferenças de temperatura de ±0,1-0,2°C e de até ±5% para a umidade relativa foram considerados iguais, uma vez que se encontram na margem de erro dos equipamentos.

O excedente de calor produzido no ambiente de pastagem, está diretamente ralacionado à maior incidência de radiação solar sobre superfície com baixo recobrimento foliar, cujo efeito é amplificado durante o dia pela latitude da área de estudo (15,5° Sul). Da mesma forma, durante o período noturno, ocorre forte perda radiativa (evidenciado pelos maiores valore de amplitude térmica), em função da ausência de aparatos naturais para

conservação da energia, como ocorre na mata ciliar pela copa das árvaores, e fraco efeito estufa em função da menor presença de vapor d'água no ar, característico da climatologia dessa região. E como quase toda a carga radiativa fica retida nos primeiros centímetros de superfície do solo, cuja capacidade de propagação em profundidade e de conservação de calor é muito fraca, dado ao baixo valor de calor específico em 0,2 cal/g°C (GEIGER, 1961) e capacidade térmica e ineficiente processo de propagação de calor em profundidade (contato molecular), o saldo noturno é pequeno (esse efeito é extremo em áreas desérticas, com temperaturas negativas no final do período noturno).

No ambiente de pastagem a parcela de energia que não é absorvida pela vegetação fica prontamente disponível para aquecer o ambiente. E como a vegetação é escassa quando comparada ao ambiente de mata ciliar, uma quantidade muito menor de radiçaão é absorvida e utilizada nos processos metabólicos da planta, ficando disponível para aquecer o ambiente e, consequantemente, o ar. Disso resultam os valores mais elevados, principalmente durante o dia, e menores a noite, em função da baixa capacidade do ambiente de conservar o calor. No caso da estação meteorológica de Januária, em área periurbana, apesar de seguir de perto os valores da área de pastagem, mas com valores visivelmente inferiores (tabela 1), deve-se atentar para a maior capacidade desse ambiente de conservar o calor indicado pelo valor mais elevado de temperatura mínima absoluta (17,2°C, contra 14,5°C na pastagem e 13,0°C na mata ciliar), característica comum em ambientes urbanos, resultado da maior capacidade térmica e de calor específico dos materiais e adição de calor por fontes antropogênicas. Disso resulta que a maior capacidade de aramzenamento de calor do ambiente urbano, em função das propiredades térmicas dos materiais mencionadas, retarda tanto o aquecimento quanto a dissipação do calor, ou seja, mesmo não alcançando valores mais elevados de temperatura do ar em relação às áreas rurais e de formações campestres abertas naturais durante o dia, é comum esse ambiente adentar todo o período noturno com valores mais elevados.

O ambiente de mata ciliar mostrou os menores valores de temperatura do ar para quase todos os parâmetros, exceto para a amplitude máxima. Além de dificultar a entrada de radiação solar, parcela sginificativa é consumida pelo metabolismo e evapotranpiração das plantas e evaporação das águas do rio Pandeiros. Esse efeito, no entanto, é reduzido quanto comparado à áreas de mata ciliar mais desenvolvidas. Desse trecho do rio Pandeiros para jusante, a mata ciliar não ultrapassa ±15-20 metros de largura, por isso os valores de temperatura média das mínimas ficaram relativamente próximos em todos os pontos, pois o ar transita sem dificuldade pelos diferenes ambientes.

No caso específico da umidade relativa do ar as diferenças foram menos discrepantes do que em relação às temperaturas (tabela 1) em função das características desse atributo, cuja origem vincula-se tanto com os ambientes microclimáticos, através do aporte de vapor e umidade do solo, vegetação (evapotranspiração) corpos hídricos, quanto com fatores de mesoescala (regional) pelo transporte advectivo de vapor e umidade pelas massas de ar. Enquanto a ação das massas de ar tende a homogeneizar as condições de tempo nas diferentes localidades, os fatores de microescala reforçam o padrão em mosaico diferenciado sobre a superfície (diversificação dos microclimas e topoclimas). Na estação do INMET a tendência verificada do valor de umidade relativa ser superior em relação aos outros dois pontos deve-se, possivelmente, à influência do rio São Francisco situado nas proximidades desse ponto.

As situações diárias indicadas nas figuras 2 e 3 confirmam as características descritas para todo o período de mensuração. Deve-se, no entanto, atentar para o fato de que as diferenças de variação dos atributos são amplificadas no período seco (entre abril e outubro) e reduzidas no período chuvoso (entre novembro e março), uma vez que o aumento da nebulosidade nessa época do ano reduz a quantidade de radiação solar incidente e a disponibilidade de água no ambiente retira parte do calor sensível pelo processo de evaporação da água e o transforma em calor latente que, de outra forma, estaria disponível para aquecer o ar.

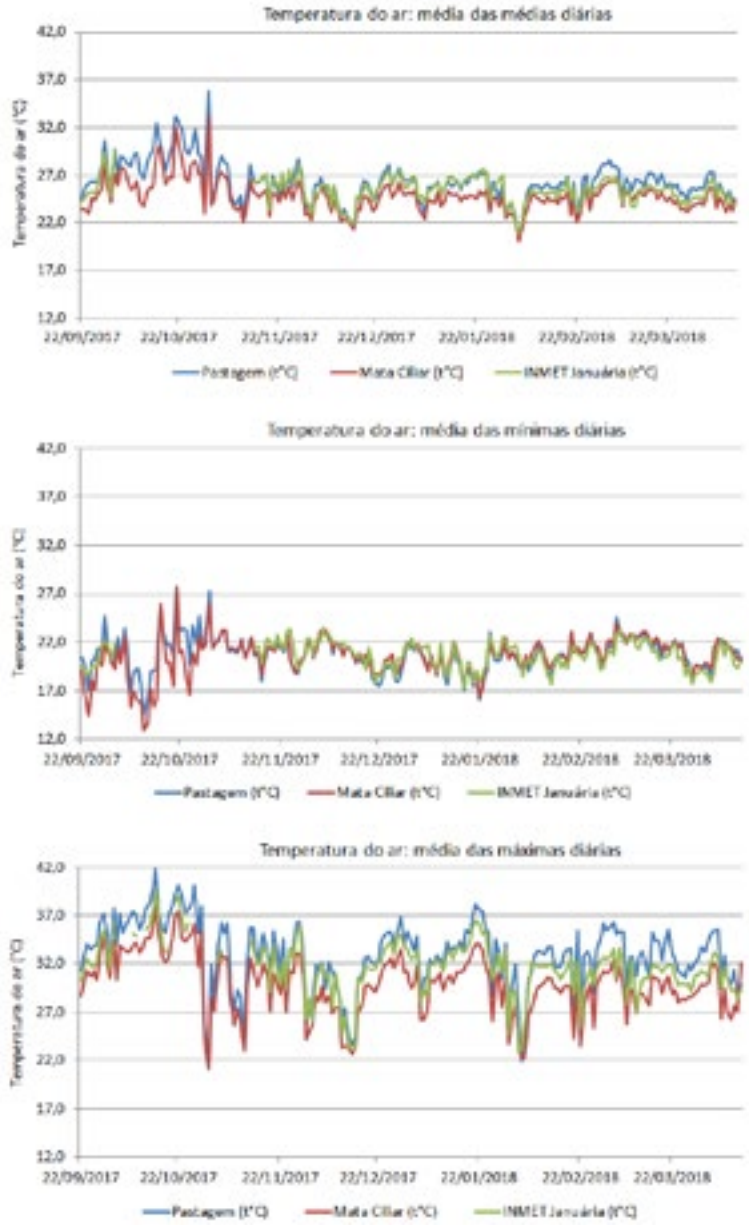


Figura 2 – Variação diária da temperatura do ar: média das médias, média das máximas e média das mínimas.

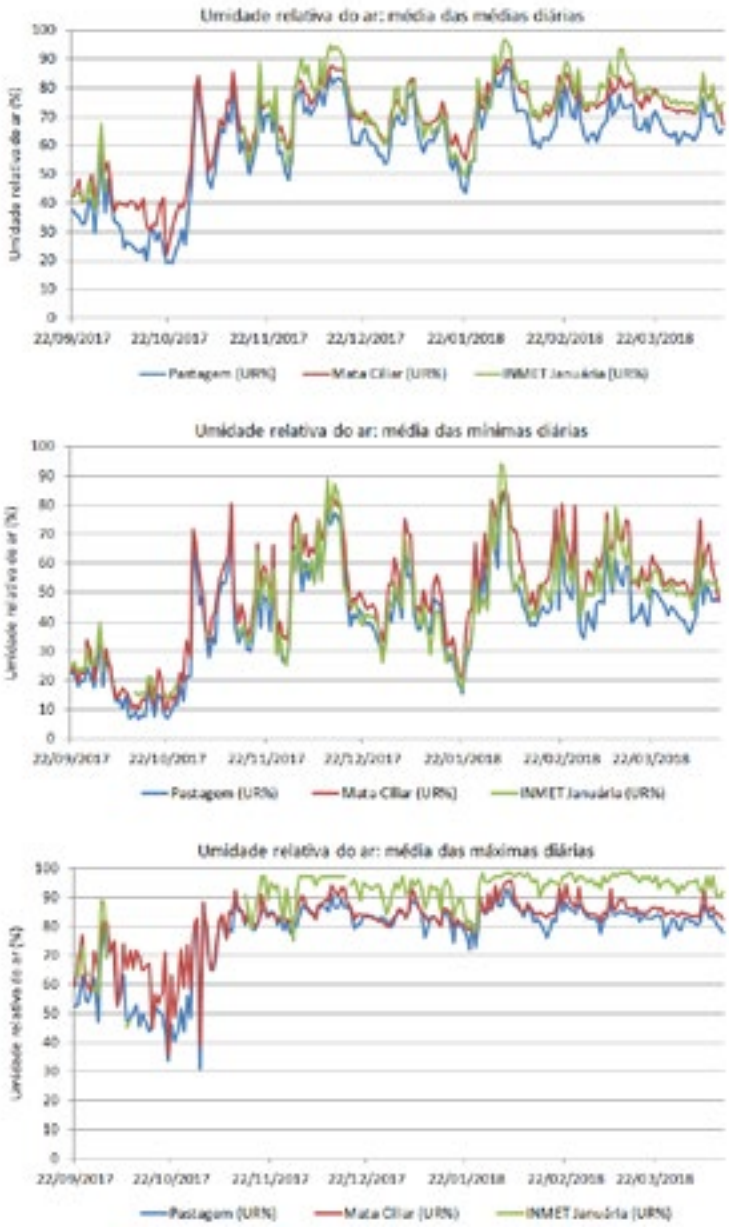


Figura 3 – Variação diária da umidade relativa do ar: média das médias, média das máximas e média das mínimas.

4. Considerações Finais

É relativamente comum atribuir aos diversos tipos de impactos negativos, como eventos extremos de chuva ou de seca, fortes desvios de temperatura etc., às "mudanças climáticas globais" quando, na verdade, o que de fato se modifcou foi a resposta do ambiente alterado pela ocupação humana frente aos diferentes tipos de impactos, inclusive climáticos. Muitas áreas que não comportariam qualquer tipo de ocupação estão ocupadas por atividades agrícolas, áreas de pastagens e equipamentos urbanos.

Nesse sentido, a preservação da vegetação nativa é fundamental não apenas para atenuar o impacto térmico, mas, principalmente, para maximizar a entrada e tempo de permanência de água no ambiente, através dos solos pela infiltração e, ao mesmo tempo, garantir o aporte de vapor para o ar, que é também outra forma de influenciar nas variações de temperatura. A própria realidade climática da região onde se insere a área de estudo, de transição para o semiárido ou semiárido brando conforme Nimer (1989), reforça essa necessidade.

5. Referências Bibliográficas

DNMET. Departamento Nacional de Meteorologia. **Normais Climatológicas** (1961- 1990). Brasília-DF, 1992.

GARCIA, M. C. M. **Estudio del clima urbano de Barcelona**: la "isla de calor". 1990. 193 p. Tese (Doutorado) – Universidade de Barcelona, Barcelona, 1990.

GEIGER, R. **Manual de microclimatologia**. O clima da camada de ar junto ao solo. 4ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1961.

JARDIM, C. H; GALVANI, E. Uso da terra e variações da temperatura do ar no interior e áreas limítrofes ao Parque Nacional da Serra do Cipó, Minas Gerais. **Revista do Departamento de Geografia** – Volume Especial, p.162-173, 2018.

JARDIM, C. H.; MOURA, F. P.; COSTA, A. M. **A temperatura do ar como indicador de alteração ambiental**: bacia do rio Pandeiros, Januária-MG. In. VI Workshop Internacional Sobre Planejamento e Desenvolvimento Sustentável de Bacias Hidrográficas, 2017, Uberlândia. **Anais**… Uberlândia, Brasil: Univresidade Federal de Uberlândia, 2017.

JARDIM, C. H.; MOURA, F. P. Variações dos totais de chuvas e temperatura do ar na bacia do rio Pandeiros, norte do estado de Minas Gerais-Brasil: articulação com fatores de diferentes níveis escalares em área de transição climática de cerrado para semiárido. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.1, p. 168-189, 2018.

MONTEIRO, C. A. F. Análise rítmica em Climatologia. Problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho. São Paulo: **Climatologia**, n. 1, 1971. p.1-21.

MONTEIRO, C. A. F. **Geossistemas**: a história de uma procura. São Paulo: Contexto, 2000.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. 2.ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1989.

TARIFA, J. R. Alterações climáticas resultantes da ocupação agrícola no Brasil. **Revista do Departamento de Geografia,** São Paulo, v. 8, p.15-27, 1994.

VIDE, J. M. **Fundamentos de climatología analitica**. Madrid: Síntesis, 1999.

6. Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) atrevés de projeto com financiamento APQ-03773-14 Sustentabilidade da Bacia do Rio Pandeiros.

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

USO DO GEOPROCESSAMENTO NA IDENTIFICAÇÃO DE ALTERAÇÕES NA TEMPERATURA SUPERFICIAL EM VIRTUDE DAS MUDANÇAS NO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO EM EUSÉBIO/CE

Lidia Gomes de Castro [(a)]; Francisca Mairla Gomes Brasileiro [(b)]; Maria Elisa Zanella [(c)]

[(a)] Departamento de Geografia, Universidade Federal do Ceará, Email: lidiagomes291@gmail.com
[(b)] Departamento de Geografia, Universidade Federal do Ceará, Email: mairlagomesgeoufc@gmail.com
[(c)] Departamento de Geografia, Universidade Federal do Ceará, Email: elisazv@terra.com.br

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

O presente artigo teve por objetivo analisar o comportamento da temperatura de superficie do municipio de Eusébio, localizado na região metropolitana de Fortaleza, a fim de identificar as alterações no clima urbano local em virtude da retirada de vegetação e construção de edificações. A metodologia utilizada baseou-se em pesquisa documental e bibliográfica e produção de mapas temáticos de temperatura de superficie e NDVI, tendo como recorte temporal o período de 1999 a 2017. Como resultado obteve-se a distribuição das temperaturas e da vegetação nos anos analisados. Destaca-se que foram identificadas alterações significativas nos dois parâmetros, onde a temperatura se elevou conforme novos usos foram incremetandos a paisagem e o padrão de vegetação regrediu, com destaque para a apropiação de grandes áreas verdes pela iniciativa privada.

Palavras chave: Clima Urbano; Temperatura de Superficie; Uso e Ocupação do Solo; Especulação Imobiliaria.

1. Introdução

Eusébio é um dos municípios da região metropolitana de Fortaleza que mais atrai investimentos imobiliários nas últimas décadas. Isto tem modificado a configuração espacial do município, gerando novas formas e fluxos. Concomitante a esta reestruturação socioespacial, surge a discussão em torno da dimensão ambiental. O que antes eram extensas áreas com cobertura vegetal de sítios e chácaras, hoje são grandes condomínios de luxo, vias de acesso e comércios. Essas modificações na infraestrutura do município além de causarem mudanças sociais e econômicas, também afetam as condições climáticas locais.

O município possui uma área territorial de 79,005 km², e tem uma população estimada em 52.880 habitantes em 2018, segundo o IBGE. O tipo climático predominante é o tropical quente sub-úmido, com média de temperaturas entre 26°C e 28°C, o mesmo está à 26,5 m de altitude e possui pluviosidade média anual de 1.379,9 mm (IPECE, 2017). A pesquisa

ISBN: 978-85-7282-778-2

objetiva entender a realidade climática do município em questão, tendo por base as modificações no uso e ocupação do solo, principalmente no estudo das alterações da cobertura vegetal, utilizando-se do geoprocessamento de imagens de satélite para obter os resultados comparativos entre mapas temáticos. De acordo com Mendonça e Monteiro "o clima constitui-se numa das dimensões do ambiente urbano e seu estudo tem oferecido importantes contribuições ao equacionamento da questão ambiental" (2011, p. 93). Com isso, têm-se a necessidade de aprofundamento dos estudos relacionados à temática, uma vez que a urbanização é crescente em todo o país.

2. Material e Método

Foram realizadas pesquisas documental e bibliográfica em sites como IBGE, IPECE, acervos online de universidades, revistas eletrônicas e acervos de portais de notícias (O Povo, Diário do Nordeste). Para a base cartográfica, foram elaborados mapas de Temperatura Superficial Terrestre (TST) e Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI). O recorte temporal foi de 1999 a 2017, período referente ao início do processo de urbanização até hoje. Foi utilizado o software ArcGis 10.4, para o processamento das imagens, obtendo o cálculo de TST e NDVI e, posterior, confecção dos mapas apresentados. Os dados de urbanização, aspectos socioeconômicos e dados cartográficos em formato shapefile, foram adquiridos na base de dados do IBGE.

As imagens de satélite foram coletadas no site do *United States Geologic Survey*, optando pelos satélites 5 e 8, da série Landsat. As correspondentes ao Landsat 8 apresentavam os sensores TIRS e OLI, e as bandas utilizadas foram a 5 e 4 e 10 (bandas do vermelho, infravermelho e infravermelho térmico 1), e as imagens Landsat 5, sensor TM, sendo as bandas utilizadas 3, 4 e 6 (bandas do vermelho, infravermelho e infravermelho térmico) na órbita 216/63, do município de Eusébio nos anos 1999, 2001, 2015 e 2017, sendo as imagens referentes aos meses de Julho (ano de 1999) e agosto (os demais anos analisados), compreendendo o período seco.

3. Resultados e Discussão

ISBN: 978-85-7282-778-2

Nas décadas de 1970 e 1980, "empreendedores imobiliários fragmentaram grandes glebas e terrenos anteriormente destinados à produção agrícola, objetivando sua comercialização, sobretudo para construção de sítios e chácaras" (NOGUEIRA, 2012, p. 45). A partir dos anos 2000 a especulação imobiliária iniciou-se no município de Eusébio, atraindo novos investimentos em infraestrutura, com a venda de loteamentos. Segundo o IBGE, em 2010, Eusébio apresentou 31.500 habitantes residentes, para 2018, a estimativa foi de 52.880 habitantes, cerca de 40% acima do número anterior.

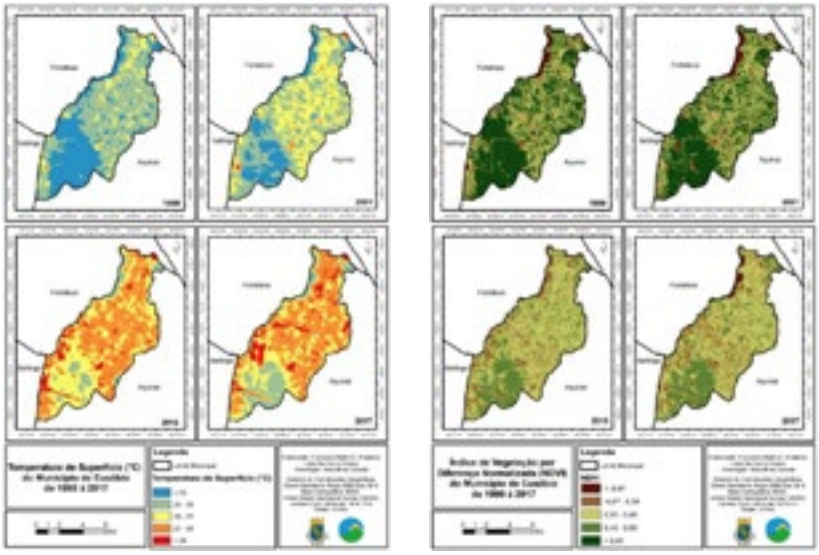
Essas modificações implicaram diretamente no clima urbano, que consiste em um sistema dinâmico que muda constantemente conforme os equipamentos e formas de uso e ocupação do solo se estabelecem. Monteiro e Mendonça afirmam que, "o clima urbano é um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização" (2011, p. 19). Jensen (2009), traz noções a respeito das ilhas de calor urbanas, destacando que as mesmas são resultado do "desflorestamento e substituição da superfície do solo por materiais não-evaporativos e não-porosos, como asfalto e concreto. Além disso, os sistemas de ar condicionado introduzem energia calórica na paisagem urbana". (p. 288). Neste sentido, os elementos do clima, dentre eles a temperatura, modificam-se a partir dos usos que são realizados. Dentre as modificações que podem ocorrer devido ao uso da terra, destaca-se o aumento da temperatura da superfície terrestre que trata de um parâmetro que se constitui do fluxo de calor dado, em relação à quantidade de radiação absorvida e emitida pelos corpos dispostos no espaço geográfico (AYOADE, 2001).

Assim, pôde-se conferir nos mapas que as temperaturas de superfície sofreram alterações significativas no período analisado (figuras 2 e 3). Observa-se que para o ano de 1999, as temperaturas oscilaram entre 23°C e 25°C, com pontos isolados de maior temperatura. Em 2001, houve uma distribuição termal completamente alterada, com a diminuição das baixas temperaturas e o aumento da espacialização de classes de temperaturas mais elevadas, com destaque para as compreendidas entre 25°C e 27°C. Para as datas posteriores as alterações visualizadas foram ainda maiores, com destaque para as TSTs entre

ISBN: 978-85-7282-778-2

27° e 29°C, observa-se também a consolidação de pontos de temperaturas extremas maiores que 29°C. O padrão de vegetação corrobora os dados de temperatura obtidos, sendo as áreas com ausência de vegetação associadas aos corpos hídricos e pequenos vazios urbanos (figuras 2 e 3). A área de maior vegetação está associada a uma extensa área verde no sul do município, que vêm sendo alterada para o incremento de equipamentos urbanos de iniciativa privada.

Observa-se variações no padrão da vegetação, onde nos anos de 1999 e 2001, esta, apresenta maior vigor. Em comparação a esses, os anos de 2015 e 2017, são significativos para demonstrarem a regressão do padrão de vegetação local. Observa-se que o município de Eusébio, ao longo dos anos, alterou sua paisagem e aos poucos se consolidou como um espaço urbano, em detrimento do rural, afetando diretamente o clima a partir das alterações na TST. Este parâmetro nos indica o grau de calor emitido pela superfície urbana, que afeta diretamente a distribuição dos demais elementos constituintes do clima, sobretudo, a temperatura do ar, portanto, considera-se que as modificações na TST, refletem diretamente no aumento da temperatura e consequentemente, no conforto térmico urbano.



Figuras 2 e 3 – Evolução da Temperatura de Superfície Terrestre e Comportamento da Vegetação nos anos analisados.

ISBN: 978-85-7282-778-2

4. Considerações Finais

O município de Eusébio nas duas últimas décadas apresentou modificações intensas em sua paisagem, corroborada pela descentralização da ocupação urbana na capital e sua redistribuição para a região metropolitana. A paisagem modificada pelo urbano e principalmente pelo vetor imobiliário atraiu classes médias e altas em busca de uma moradia que fosse de fácil acesso a capital Fortaleza e que ao mesmo tempo fosse agradável de viver, longe dos grandes congestionamentos e poluição. Porém, ao longo dos anos, com a tendência de expansão urbana, estima-se que o município se torne uma extensão da capital, com equipamentos de serviços e edificações semelhantes, assim como o clima quente. Estas mudanças na configuração da paisagem do município culminaram em alterações na condição termal local, com a visualização de pontos extremos de temperatura associados diretamente a alocação de empreendimentos privados e infraestrutura urbana em detrimento de espaços verdes.

REFERÊNCIAS

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 6.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

IBGE. **Cidades e estados. Eusébio**. 2018. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ce/eusebio.html>. Acesso em: 21 jan 2019.

_____. **População residente. Eusébio**. 2000. Disponível em: <https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000/universo.php?tipo=31o/tabela13_1.shtm&paginaatual=1&uf=23&letra=E>. Acesso em: 21 jan 2019.

IPECE. **Perfil municipal 2017 Eusébio**. 2018. Disponível em: <http://www.ipece.ce.gov.br/perfil_basico_municipal/2017/Eusebio.pdf>. Acesso em: 10 jun 2018.

INMET. **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP).** Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>. Acesso em: 25/01/2019.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento Remoto do Ambiente: Uma Perspectiva em Recursos Terrestres**. 2 -ed. Editora Parêntese. São José do Campos - SP. 2009. Disponível em: <https://profes.com.br/arquivos/gabriela.garcia/livro-sensoriamento-remoto-do-ambiente-jensen/download>. Acesso em: 12 jun 2018.

MONTEIRO, C. A. F. MENDONÇA, F. **Clima Urbano**. 2 ed. Editora Contexto. 2011.

NOGUEIRA, C. M. L. **Expansão metropolitana e dinâmica imobiliária: O município de Eusébio no contexto da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF)**. 2011. Dissertação (Pós-graduação em Geografia) - Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2011. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/7775/1/2011_dis_cmlnogueira.pdf>. Acesso em: 11 jun 2018.

PORTAL HIDROLÓGICO DO CEARÁ. **Portal das chuvas no estado do Ceará**. Disponível em: <http://www.hidro.ce.gov.br/municipios/chuvas-diarias>. Acesso em: 25/01/2019.

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

VARIABILIDADE CLIMÁTICA E A DIARREIA AGUDA EM MANAUS-AM

Marcela Beleza de Castro [(a)], João Cândido André da Silva Neto[(b)]

[(a)] Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universiade Federal do Amazonas (PPGEOG-UFAM), marcelabelezah@gmail.com

[(b)] Professor adjunto no Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universiade Federal do Amazonas (PPGEOG-UFAM), joaokandido@yahoo.com.br

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais.

Resumo/

Este estudo objetivou analisar a situação epidemiológica da diarreia aguda e sua relação com a pluviosidade em Manaus. Os dados utilizados foram notificações de diarreia por bairro disponibilizado pela Secretaria Municipal de Saúde, dados da normal climatológica do Instituto Nacional de Meteorologia e aplicação da técnica dos Quantis para avaliar a ocorrência de anos secos e chuvosos, para a espacialização da chuva foi utilizado os dados da série histórica do UCSB CHIRPS para a estação seca e chuvosa. A relação entre os casos de diarreia com a chuva, quando se analisa a doença no ponto de vista anual, os casos de diarreia aumentam quando os anos são tendentes a seco, mas quando se relaciona a doença por sazonalidade climática, na escala intra-urbana, o resultado preliminar indica a possibilidade das áreas com maiores totais pluviais e possivelmente alagamentos e inundações urbanas estarem associadas à doença. Nesse sentido, o comportamento da doença varia conforme o tempo e espaço, segundo a vulnerabilidade socioambiental da cidade.

Palavras chave: Diarreia, Pluviosidade, Socioambiental, Manaus,

1. Introdução

Conforme a Organização Mundial de Saúde, os sintomas da diarreia apresentam várias etiologias, assim como seus respectivos fatores de risco (QUEIROZ, HELLER e SILVA (2009). Esta é a segunda causa de morte nos países de baixa renda e cerca de 88% dos registros da doença são atribuídos à água, saneamento ambiental e questões higiênicas (WHO, 2002). Hacon *et al.* (2017, p.165) afirmam que "as doenças de veiculação hídrica relacionadas

à crise de abastecimento de água apontam o aumento da diarreia infantil nas regiões Norte e Nordeste".

Fuckner (2017, p.1971) corrobora que:

> Determinadas condições ambientais exercem impacto sobre a saúde humana e favorecem a ocorrência de determinadas doenças em certos lugares; dentre elas destacamos as condições ligadas ao clima. Podem ser estudados os períodos de maior incidência de uma doença na escala intranual e, a partir daí, elaboradas estratégias de prevenção ou de diminuição de seus impactos. Esses períodos podem ter comportamento sazonal, repetindo-se em uma mesma época em todos os anos, ou comportamento esporádico, associado a determinadas anomalias como precipitação extrema, seca, baixa umidade relativa do ar, ondas de calor ou de frio, etc.

Sant'anna Neto (2011) afirma que algumas enfermidades estão associadas aos eventos excepcionais do clima (em particular a pluviosidade), como por exemplo, as doenças de veiculação hídrica (dengue, leptospirose e doenças diarreicas), onde estas não dependem apenas da quantidade como também dos meios de disposição da água no sistema urbano. Hacon *et al.* (2017, p.174) também aborda como determinados eventos extremos hidrometeorológicos e climáticos afetam a dinâmica das doenças de "veiculação hídrica, como a leptospirose, as hepatites virais e as doenças diarreicas, como a gastroenterite". Segundo esta autora, estas doenças podem ser agravadas por meio das "alterações na temperatura, na umidade e no regime de chuvas com as enchentes ou secas, e alterar o transporte de microrganismos, a emissão de poluentes e, consequentemente, afetar a saúde humana".

Diferentes abordagens sobre a relação da diarreia e seus contextos socioambientais refletem na complexidade que é o processo saúde-doença. Alguns fatores podem influenciar neste processo, como por exemplo, o tipo de microorganismo, época do ano, formas de abastecimento e tratamento da água (Herrador *et al*., 2015).

Nesse sentido, Ardkaew e Tongkumcgum (2009) enfatizam que para alcançar o sucesso nas intervenções de saúde, devemos primeiramente compreender os padrões sazonais das doenças diarreicas. Aleixo, Freitas e Neto (2017, p.195) complementam que "a compreensão da saúde ambiental perpassa a produção social e a transformação do ambiente e é analisada como componente intrínseco da relação entre sociedade e natureza".

A cidade de Manaus apresenta uma problemática socioambiental marcada pela materialização de riscos (vários registros de inundação, por exemplo) que se relacionam às características geográficas da cidade, como a precariedade da infraestrutura básica. Buffon (2017, p.4) afirma que a partir disso "emergem altos índices de poluição hídrica (MENDONÇA, 2004) e que influenciam diretamente na ocorrência da doença." Nesse modo, este estudo objetiva analisar a situação epidemiológica da diarreia e sua relação com a pluviosidade em Manaus.

ISBN: 978-85-7282-778-2

2. Materiais e métodos

2.1 Unidade espacial de análise

Este estudo teve como unidade espacial de análise a cidade de Manaus (Figura 1), constituída até o ano de 2009 em 57 bairros. Conforme a Lei municipal N°1.402, de 14 de janeiro de 2010, regulamenta que sua nova configuração espacial abrange 63 bairros e é subdividida em seis zonas administrativas (Norte, Leste, Oeste, Centro-Oeste, Sul e Centro-Sul).

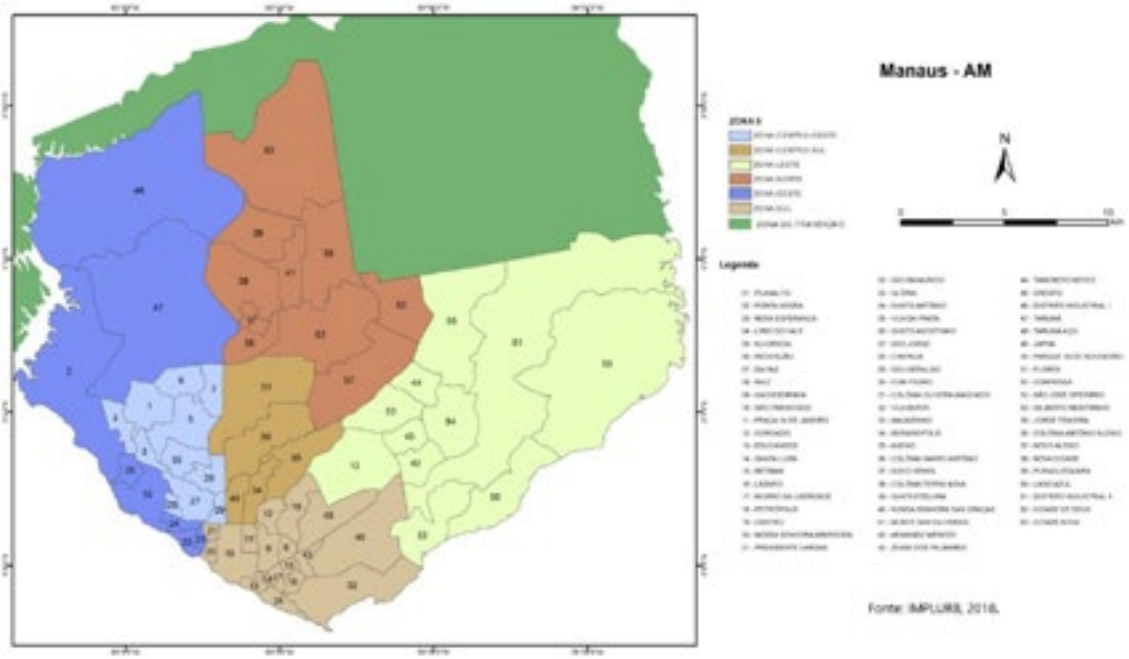


Figura 1 – Unidade espacial de análise, Manaus-Am. Org. Autores, 2018.

2.2 Dados e Procedimentos

Para compreender a variabilidade das condições climáticas no desenvolvimento da diarreia aguda no contexto urbano de Manaus, foi realizado um levantamento bibliográfico acerca dos eventos climáticos e seus impactos sobre a saúde humana, vulnerabilidade socioambiental e o processo saúde-doença.

Posteriormente, houve a coleta e agregação das confirmações mensal/bairro de diarreia aguda abrangendo o período de 2007 a 2010, obtidos na Secretária Municipal de Saúde (SEMSA, 2018.) e a coleta dos registros de notificação de diarreia em unidades sentinelas para Monitorização das Doenças Diarreicas Agudas (MDDA), obtidas pelo Ministério da Saúde abrangendo o período de 2007 a 2015. Cabe ressaltar que o mapeamento dos registros de diarreia por bairro só foi possível para os anos de 2007 a 2010, período este com dados mais completos e passíveis de espacialização, disponibilizados pela SEMSA.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Os dados climáticos da normal climatológica foram obtidos no Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Utilizou-se a técnica dos Quantis para avaliar a ocorrência de anos secos e chuvosos, onde foram utilizados os percentis P15, P35, P65 e P85 na definição de cinco classes de precipitação (Figura 02): muito seco (MS) para os 15% menores valores, seco (S) entre 15% e 35% das observações, normal (N) entre 35% e 65%, chuvoso (C) entre 65% a 85% e muito chuvoso (MC) para valores acima de 85%."

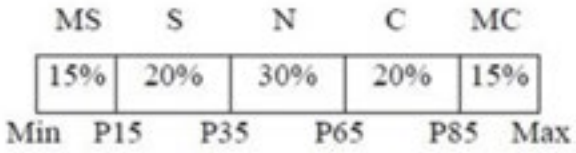


Figura 02: Ilustração da divisão de ano-padrão em 5 classes usando a técnica dos Quantis.
Fonte: Silvestre, Sant'anna neto e Flores (2013).

Para a espacialização da chuva, utilizou-se os dados da série histórica disponibilizada pelo UCSB CHIRPS (2018), abrangendo um raio de 5/5km. Com uso das técnicas de pesquisa utilizadas, foram construídos gráficos, tabelas e mapas.

2.3 Plano de análise

Este artigo foi fundamentado na perspectiva socioambiental, a qual elenca tantos fatores sociais (infraestrutura de saneamento, por exemplo) como fatores naturais – por exemplo, a pluviosidade analisada como um condicionante e não determinante dos problemas da saúde humana. A análise geográfica da pluviosidade e seu papel nas doenças diarreicas podem contribuir no entendimento da relação sociedade e natureza, compreendendo o "clima como fenômeno físico-natural e produzido socialmente por meio dos impactos deflagrados como forma de episódios e as condições de vulnerabilidade socioambiental que afetam o processo saúde-doença" (ALEIXO e SANT'ANNA NETO, 2017, p.93).

O papel do clima na análise persiste em evidenciar que o clima faz parte do cotidiano citadino, que determinadas atividades sociais, políticas e econômicas implicam em seu mecanismo, e que, portanto o clima, a pluviosidade, é um condicionante no processo saúde-doença, um fator a ser considerado nos planejamentos de saúde, assim corrobora Aleixo e Sant'Anna Neto (2017, p.99):

> Desta maneira, o tempo e o clima são condicionantes da saúde, é necessária a compreensão dos fatores socioespaciais, políticos, culturais e biogeográficos para análise da complexa relação que se estabelece na configuração do processo saúde-doença. No que tange à interação dos indicadores, os mesmos podem oferecer subsídios às atividades de planejamento, monitoramento, prevenção das doenças e agravos condicionados pelos diferentes tipos de tempo e pela produção desigual do espaço urbano.

ISBN: 978-85-7282-778-2

O presente texto acompanha tal argumento, compreender a dinâmica da pluviosidade e seus efeitos na sociedade humana, como por exemplo, o agravamento da diarreia aguda em Manaus.

3. Resultados e discussão

3.1 Relação da variabilidade climática e diarreia aguda

A caracterização climática aqui descrita diz respeito ao parâmetro climático pluviosidade, visto que a diarreia aguda é uma doença de veiculação hídrica, deste modo, foi enfatizado o papel da pluviosidade no processo de desencadeamento desta doença.

A variabilidade das chuvas em Manaus bem como em outras cidades na Amazônia, Segundo Molion (1987) é caracterizada por processos em macroescala e fatores biofísicos regionais, onde a pluviosidade é o principal parâmetro climatológico nos trópicos, visto que sua dinâmica anual se apresenta em duas estações, diferente da temperatura, que apresenta pouca oscilação anual. Para Molion (1987, p.115-116), em relação à dinâmica pluviométrica:

> As causas físicas de sua variabilidade interanual na Amazônia ainda não são bem conhecidas, mas certamente estão ligadas às flutuações de macroescala, principalmente as da intensidade da circulação de HadleyWalker. Estas flutuações. Por sua vez, estão relacionadas com a intensidade e a variabilidade, tanto espacial como temporal, das fontes de calor latente nas regiões equatoriais. Explicar os máximos e mínimos alternados, característicos da distribuição da precipitação média anual. As interações entre essa gama de processos são importantes na determinação da distribuição da precipitação e sua variabilidade anual.

Marengo e Nobre (2009, p.199) apontam outros sistemas que agem sobre a Amazônica e que estão relacionados ao mecanismo das chuvas: a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e Alto da Bolívia, apesar de a região Amazônica possuir o maior total de milímetros pluviométricos, no espaço sua dinâmica é heterogênea, devido à sua extensão territorial. Pensando nessa heterogeneidade espacial em uma escala menor, como a cidade de Manaus, cabe analisar como a distribuição das chuvas no espaço urbano está relacionada com a distribuição espacial das ocorrências de diarreia aguda.

A Tabela I consiste nos meses-padrão de pluviosidade segundo a técnica do Quantis, onde os meses caracterizados secos registraram chuvas abaixo de 50,9 mm e os meses chuvosos com registros acima de 341 mm. As chuvas consideradas habituais tiveram intervalos entre 119 mm a 231,7 mm.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Tabela I: Meses-padrão de pluviosidade segundo a técnica dos Quantis.

anos \ meses	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
2000	350,7	344,4	340,7	515,4	172,6	48,2	40,8	140	218,1	47,2	169,7	192,3
2001	348,4	219,5	216,8	188,2	231,6	164,1	30,6	14,9	88,2	28,3	55	213
2002	380,8	239,9	195,3	376,7	262,9	159,1	3,4	35,4	60,1	236,1	81,2	311,2
2003	305,8	340,9	209,2	390,1	219,6	110,7	93	118,3	60,9	96,9	119,6	89,9
2004	179,6	150,6	424,2	227,2	422,9	120,2	59,6	141,3	112	66	13,3	140
2005	165,7	331,5	334	404,8	225,5	53,5	52,4	16,2	45,5	75,2	211,6	291,8
2006	171,3	385,4	265,3	252,1	382,1	87	71,6	16,7	32,8	66	294	317,4
2007	454,4	137,7	336	343,1	165,3	100,2	121,9	133,3	71,7	28,5	226,2	327,9
2008	397,4	298,8	551	345,4	264,1	202,7	80,2	58,4	56	162,2	280,8	458,1
2009	330,8	457,9	232,5	222,1	114	165,8	25,1	5,4	4,2	26	132,3	262,4
2010	295,8	352,5	206,4	388,4	165,1	119,1	100,6	54,8	26,6	116,9	140,6	290,1
2011	226,8	493,1	323,3	515,9	222,4	121,3	20,2	64,1	41,5	283,7	272,8	194,5
2012	365,2	288,7	277,4	195,6	167,8	85,4	83	26,6	90,3	181,3	284,5	266,2
2013	334,6	342,1	427,4	420,6	238,4	32,3	167,1	53	121	193	312,2	181,3
2014	253,3	245,4	327,7	255	411,3	211,7	66,1	32,2	0,6	190,9	196	173,8
2015	303,7	214	373,2	165,5	280,8	75,8	47,3	10,7	15,8	31,5	90,7	126,4

Quantis	Média Mensal	Intervalo chuvas	Meses-Padrão
Abaixo de P15	50,9	abaixo 50,9	Seco
P15 a P35	119,0	50,9 a 119,0	Tendente a seco
P35 a P65	231,7	119,0 a 231,7	Habitual
P65 A P85	341,3	231,7 a 341,3	Tendente a chuvoso
Acima de P85	341,3	acima 341,3	Chuvoso

Fonte: INMET, 2018; SEMSA, 2018. Org. Autores, 2018.

Quando se aplica a técnica dos Quantis em anos-padrão de pluviosidade, foi evidenciado um cenário onde, os anos tendente a seco, 2009 e 2010, os casos de diarreia aumentaram, enquanto que nos anos chuvosos, 2011 e 2013, os casos de diarreia diminuíram vide em Figura 3. Diante a isso, pode-se inferir que a convivencia com eventos climáticos extremos instauraram considerável flutuação no comportamento da diarreia aguda em Manaus, onde as enchentes ou secas afetaram a qualidade e o acesso à água, condições de saúde e higiene da população. Barcellos et al. (2009) cita que longos períodos sem chuva agravam os problemas de saúde como o como estresse, desnutrição, diarreia, hepatites, doenças cardiovasculares e respiratórias. De tal modo, Meneguessi et al. (2015) afirma que o padrão da incidência da diarreia aguda não é homogênea, podendo predominar em meses mais frios ou no período de seca entre maio e setembro, visto que a sazonalidade do rotavírus é váriavel. Tal diminuição nos casos também pode estar relacionada a fatores como a implementação de estratégias de monitoramento e intensificação de campanhas. No entanto, deve-se considerar a magnitude da atuação dos eventos extremos climáticos no desenvolvimento da doença, pois estes dependem da vulnerabilidade socioambiental. Assim corrobora Alpino, Sena e Freitas (2016), “sendo relacionada com as características e a magnitude do tipo de evento e os fatores da estrutura social da sociedade”.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Chuva (mm)	Anos-Padrão
abaixo 1955,8	Seco
Entre 1955,8 a 2180,95	Tendente a seco
Entre 2180,95 a 2385,2	Habitual
Entre 2385,2 a 2692,2	Tendente a chuvoso
Acima 2692,2	Chuvoso

Figura 3: Casos confirmados de diarreia aguda e anos-padrão de pluviosidade.
Fonte: INMET, 2018; Ministério da Saúde (2018); Org. Autores, 2018.

No Brasil, estudos demonstram que nas regiões centro-oeste, sul e sudeste a sazonalidade das internações por diarreia no período de seca (MENEGUESSI *et al.,* 2015, p.728), enquanto que nas regiões norte e nordeste, a distribuição dos casos de diarreia são durante todo o ano (LINHARES, 2000).

Outro fator potencializador da heterogeneidade espacial desta doença é a deficiencia na gestão e precarização dos serviços de saneamento ambiental, além do consumo de água e alimentos contaminados principalmente em áreas suscetíveis a alagamentos e inundações. O que corrobora com os estudos de Ribeiro (2006), onde afirma que as principais patologias relacionadas à falta ou insuficiência dos serviços de saneamento básico (abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta e destino dos resíduos sólidos urbanos) são de origem infecciosa (Tabela II). Além disso, cabe mencionar a precarização e qualidade dos serviços de atendimento ao cidadão e infraestutura-fisíca das instituições de saúde, que culminam na complexidade do entendimento do processo saúde-doença.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Tabela II: Doenças relacionadas ao abastecimento de água

Transmissão	Doença	Agente Patogênico	Medida
Pela água	Cólera Febre Tifóide Leptospirose Giardíase Amebíase Hepatite Diarreia aguda	*Vibrio cholerae* *Salmonella lyphi* *Leptospira interrogans* *Giardia lambia* *Entamoeba histolytica* *Hepatite vírus A* *Balantidium coli, Cryptosporidium, S. aureus, Campylobacter, E. coli enterotoxogênica e enteropatogênica, Shigella, Yersinia enterocolitica, Astrovírus, Calicivírus, Rotavirus A e B*	Implantar sistema de abastecimento e tratamento de água, com fornecimento em quantidade e qualidade para consumo doméstico e coletivo. Proteção de contaminação dos mananciais fontes de água
Pela falta de limpeza Higenização com água	Escabiose Pediculose (piolho) Tracoma Conjuntivite bacteriana aguda Salmonelose Tricuríase Enterobíase Ancilostomíase Ascaridíase	*Sarcoptes scabiei* *Pediculus humanus* *Clamydia trachoma* *Haemophilus aegyptius* *Salmonella typhimurium* *Trichuris trichiura* *Enterobius vermiculares* *Ancylostoma duodeale* *Ascaris lumbricoides*	Implantar sistema adequado de esgotamento sanitário. Instalar abastecimento de água preferencialmente com encanamento no domicílio. Instalar melhorias sanitárias domiciliares coletivas. Instalar reservatório de água adequado limpeza sistemática
Através de vetores que se relacionam com a água	Málaria Dengue Febre Amarela Filariose	*Plasmodium vivax, P. malaria e P. falciparum* *Grupo B dos arbovírus* *RNA vírus* *Wucherecia bancrotti*	Eliminar o aparecimento de Criadouros com inspeção sistemática e medidas de controle (drenagem, aterro e outros).
Associada à água	Esquistomosse	*Schistosoma mansoni*	Controle de vetores e hospedeiros

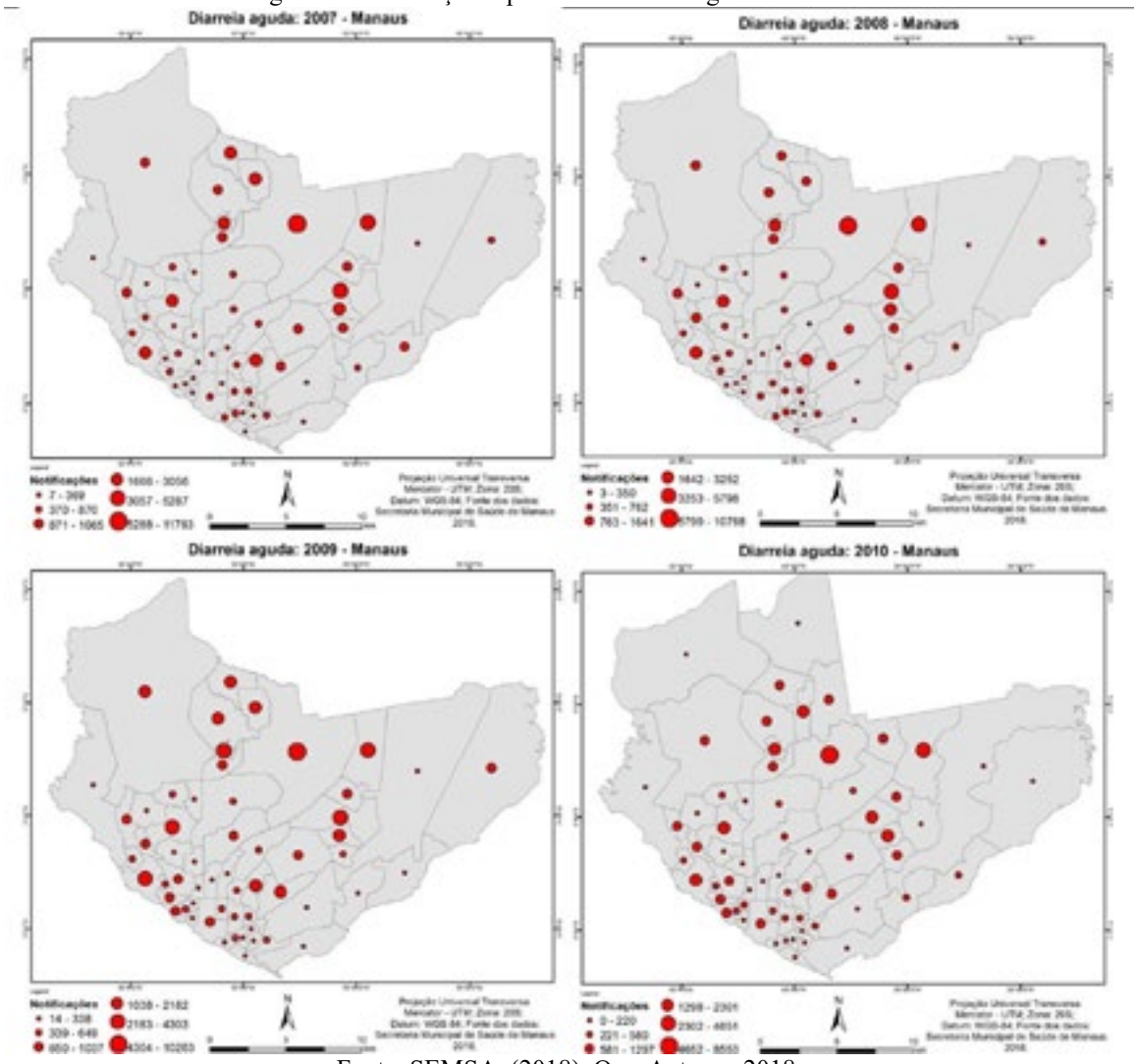
Fonte: Ribeiro (2006)

3.1 Distribuição espacial da diarreia aguda e pluviosidade

As ocorrências de diarreia identificadas tendo como base a escala temporal os anos de 2007 a 2010 se diferenciaram no tempo e espaço. Isso ocorre devido às múltiplas escalas e processos que se apresentam singularmente nos registros da doença. As zonas com maiores risco à diarreia foram norte, leste. Os bairros com maiores registros da doença foram Cidade Nova, Jorge Teixeira, São José do Operário e Compensa (Figura 4).

ISBN: 978-85-7282-778-2

Figura 4: Distribuição espacial da diarreia aguda em Manaus.



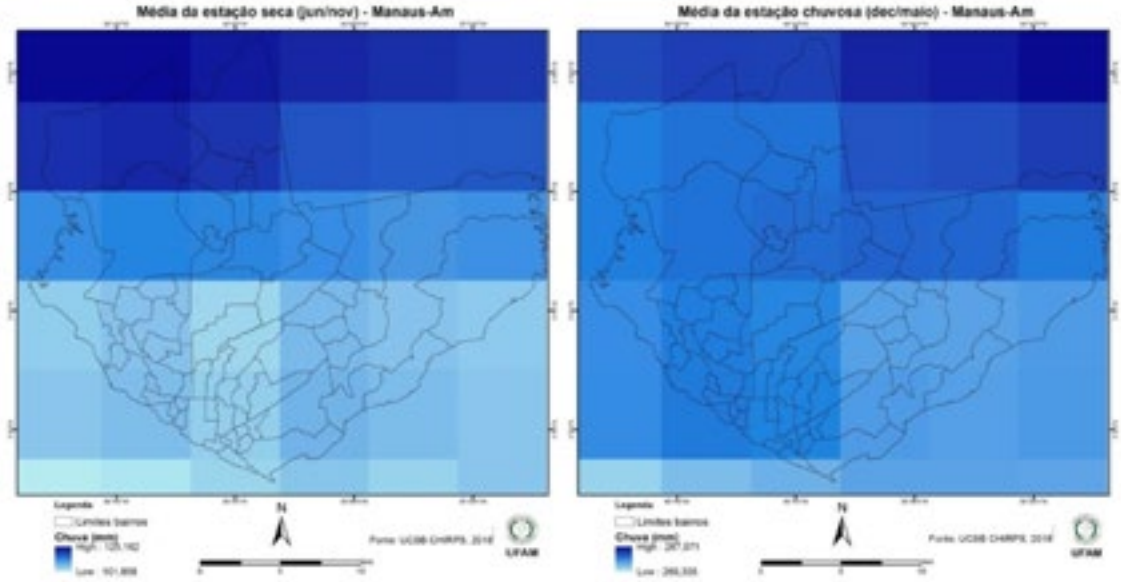
Fonte: SEMSA, (2018). Org. Autores, 2018.

Conforme a Figura 5, a distribuição da pluviosidade nos bairros de Manaus ocorre de forma heterogênea, com média na estação chuvosa de 269,335 a 287, 071 mm e de 101, 858 a 125, 162 mm na estação seca. Na estação chuvosa que corresponde aos meses de dezembro a maio, a variabilidade de chuva foi maior nos bairros que constituem a zona norte e leste da cidade próximos a Reserva Adolpho Ducke com total precicitado variando de 1059, 66 mm a 1269,35 mm. Já na estação seca que corresponde aos meses de junho a novembro a variação de chuva foi maior em alguns bairros que constituem a zona norte e oeste da cidade além da área da Reserva, os valores totais precipitados durante a estação foi de 611, 148 mm a 750,972 mm.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Nos bairros de Cidade Nova, Jorge Teixeira e Lago Azul foram identificados com grande distribuição de chuvas durante o ano, dentre estes bairros, apenas os dois primeiros apresentam maiores ocorrências de diarreia aguda, conforme identificado na Figura 4.

Figura 5: Distribuição espacial pluviosidade em Manaus.



Fonte: UCSB CHIRPS, 2018. Org. Autores, 2018.

A relação entre os casos de diarreia com a chuva, quando se analisa a doença no ponto de vista anual, os casos de diarreia aumentam quando os anos são tendentes a seco, mas quando se relaciona a doença por sazonalidade climática, na escala intra-urbana, o resultado preliminar indica a possibilidade das áreas com maiores totais pluviais e possivelmente alagamentos e inundações urbanas estarem associadas à doença. Nesse sentido, o comportamento da doença varia conforme o tempo e espaço, segundo a vulnerabilidade socioambiental da cidade. A contaminação ambiental pelas águas pluviais por meio de infecções bacterianas é, por exemplo, o que Meneguessi (2015, p.728) aponta como potenciais na incidência da doença, o que é característico principalmente nas zonas norte e leste de Manaus, onde o saneamento é precário (IBGE, 2010).

4. Conclusão

No contexto climático no desenvolvimento da diarreia em Manaus, constatou-se que ao longo da temporalidade analisada, houve uma relação dos casos de diarreia com a pluviosidade anual, mas que ainda precisam de estudos mais aprofundados sobre esta relação. A heterogeneidade espacial da diarreia aguda em Manaus é reflexo das condições de vida e da infraestrutura urbana precária, em particular, do saneamento básico da cidade. Nesse sentido, a cidade de Manaus configura o processo de reprodução das áreas de risco de diarreia aguda, onde a morfologia espacial multivariada dos bairros indicam as formas de contágio da doença.

4. Agradecimentos

À Secretaria Municipal de Saúde (SEMSA), por ter cedido os dados das ocorrências de diarreia aguda, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de mestrado, à Universidade Federal do Amazonas (UFAM) e ao Laboratótio de Hidroclimatologia da Amazônia (HIDROGEO) por ceder-nos toda estrutura necessária.

5. Referências Bibliográficas

ALEIXO, N.C.R. ; FREITAS, S. R. S. ; SILVA NETO, J. C. A. Saúde e ambiente no interior do Amazonas. In: Sandra Célia Muniz Magalhães; Martha Priscila Bezerra Pereira. (Org.). Pesquisa e extensão em geografia da saúde: entre a teoria e a prática. 1ed. Montes Claros: Editora Unimontes, 2017, v. 1, p. 1-252.

ALEIXO, N. C. R. SANT'ANNA NETO, J. L. Clima e saúde: diálagos gegoraficos. Revista Geonorte, v.8, n.30, p.78-103, 2017.

ALPINO, T. A; SENA, A. R. M; FREITAS, C. M. Desastres relacionados à seca e saúde coletiva – uma revisão da literatura científica. Ciênc. saúde coletiva, Rio de Janeiro , v. 21, n. 3, p. 809-820, Mar. 2016.

ARDKAEW, J.; TONGKUMCHUM, P. Statistical Modelling of Childhood Diarrhea in Northeastern Thailand. Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health, v. 40, n.4, p. 807-815, 2009.

BARCELLOS, C. et al . Mudanças climáticas e ambientais e as doenças infecciosas: cenários e incertezas para o Brasil. Epidemiol. Serv. Saúde, Brasília , v. 18, n. 3, p. 285-304, set. 2009 .

BUFFON, E.A.M; MENDONÇA.F.A. Análise integrada da vulnerabilidade à diarreia aguda em Curitiba. Confins. v. 33 | 2017, p.1-18, 2017.

FUCKNER, M.A. Estudo da relação entre os padrões espaço-temporais da diarreia e do clima no Brasil. Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - 28 a 31 de Maio de 2017 INPE Santos - SP, Brasil - p.1971 – 1978.

HACON et al. Saúde. In: Nobre, C.A., Marengo, J.A. (Org.). Mudanças climáticas em rede: um olhar interdisciplinar. São José dos Campos, SP: INCT, 2017. p.165-187.

HERRADOR et al. Analytical studies assessing the association between extreme precipitation or temperature and drinking waterrelated waterborne infections: a review. Environmental Health, v. 14, n. 1, 14 :29, 2015.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Normal climatológica de Manaus. Manaus. 2018.

LINHARES A.C. Epidemiologia das infecções por rotavírus no Brasil e os desafios para o seu controle. Cad Saude Publica. 2000 jul-set;16(3):629-46.

MARENGO, J.A; NOBRE, C. (2009). Clima da região Amazônica. In.:Tempo e Clima no Brasil. Cavalcanti, I. et al. (Orgs.) São Paulo: Oficina de Textos, p.197-207.

MENEGUESSI, G. M.; MOSRRI, R. M.; SEGATTO, T. C. V.; REIS, P. O. Morbimortalidade por doenças diarreicas agudas em crianças menores de 10 anos no Distrito Federal, Brasil, 2003 a 2012. Revista Epidemiol. Serv. Saúde, Brasília, v.24, n.03, p.721-730, 2015.

MENDONÇA, F. A. Riscos, vulnerabilidade e abordagem socioambiental urbana: uma reflexão a partir da RMC e de Curitiba. Desenvolvimento e Meio Ambiente, n. 10, jul./dez, p. 139-148, 2004.

MOLION, L.C.B. Climatologia dinâmica da Região Amazônica: mecanismos de precipitações. Revista Brasileira de Climatologia, n.2(1), 1987.

QUEIROZ, J.T.M; HELLER, L; SILVA, S. R. Análise da Correlação de Ocorrência da Doença Diarreica Aguda com a Qualidade da Água para Consumo Humano no Município de Vitória-ES. Saúde Soc. São Paulo, v.18, n.3, p.479-489, 2009.

RIBEIRO, H. (2006). "Patologias do ambiente urbano: desafios para a Geografia da Saúde". In: SILVEIRA, M. L. et al. (orgs.). Questões territoriais na América Latina. CLACSO Livros/Depto. de Geografia da Universidade de São Paulo, pp. 277-293.

SANT´ANNA NETO, J.L. O clima urbano como construção social: da vulnerabilidade polissêmica das cidades enfermas ao sofisma utópico das cidades saudáveis. Revista Brasileira de Climatologia, ano 7, v. 8, p. 45-60, 2011.

SEMSA. Secretaria Municipal de Saúde. Confirmações de diarréia por endereçamento. Manaus. 2018.

SILVESTRE, M. R.; SANT'ANNA NETO, J. L.; FLORES, E. F. Critérios estatísticos para definir anos-padrão: uma contribuição à climatologia geográfica. Revista Formação, v. 2, n. 20, p. 23-53, 2013.

UCSB CHIRPS, 2018. UCSB .CHIRPS .v2p0 .monthly .global .precipitation, IRI. 2018.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). World Health Report 2002: Reducing risks, promoting healthy life. Genebra: WHO, 2002. Disponível em: http://www.who.int/whr/2002. Acesso em: 25 Jul. 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

VARIABILIDADE COMPORTAMENTAL DA INSOLAÇÃO E NEBULOSIDADE EM ANOS SEM E COM EL NIÑO (2012 E 2015)

Vanessa Cristina Matos Pereira[(a),] Carlos Augusto Tórnio[(b)], Dayllan de Souza Alho[(c)], Maria Luíza Félix Marques Kede[(d)], Ana Valéria Freire Allemão Bertolino[(e)], Luiz Carlos Bertolino[(f)]

[(a)] Geografia, Faculdade de Formação de Professores, vanessamatos.meteorologia@gmail.com
[(b)] Geografia, Faculdade de Formação de Professores, carlos.tornio@hotmail.com
[(c)] Geografia, Faculdade de Formação de Professores, dayllan33@gmail.com
[(d)] Geografia, Faculdade de Formação de Professores, mluizakede@gmail.com
(e) Geografia, Faculdade de Formação de Professores, anabertolino@uol.com.br
(f) Geografia, Faculdade de Formação de Professores, lcbertolino@uol.com.br

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

Este trabalho apresenta as séries históricas de 2006 a 2018 de dados de insolação, nebulosidade e precipitação, coletados na Estação Climatológica Experimental Urbana da Universidade do Estado do Rio de Janeiro/Faculdade de Formação de Porfessosres (UERJ/FFP). Os anos de 2012 e 2015 foram selecionados para demonstrar o comportamento do município de São Gonçalo-RJ, que em 2012 apresentou condições de neutralidade, enquanto que em 2015 ficou sob influência do El Niño. De acordo com os efeitos típicos do El Niño, esperava-se um acumulado de chuva maior, assim como uma média mensal de nebulosidade e total de insolação mensal maiores em 2015, porém os resultados das comparações, dos meses de transição de cada estação do ano, foram diferentes do esperado, devido à atuação da Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), que predominou de forma atípica no verão desse ano, inibindo a formação de nebulosidade e, consequentemente, diminuindo o volume de chuva.

Palavras chave: Variabilidade. Insolação. Nebulosidade. El Niño. São Gonçalo.

1. Introdução

As estações do ano são fundamentadas no movimento de translação da Terra e na inclinação do eixo da mesma. Uma translação está dividida em quatro estações, cada uma, por sua vez, possuindo suas respectivas particularidades. As alterações nas características de cada estação são dadas devido à diferença de temperatura média, que sofre variações causadas pela posição da Terra em relação ao Sol. A variabilidade no recebimento de radiação de acordo com a estação e, somando este fator ao posicionamento da região estudada, gera um gradiente de temperatura e, consequentemente, ocasiona alteração no regime de nebulosidade, vento e chuvas (VAREJÃO-SILVA, M.A., 2006. p.17).

Além disso, no período estudado, constatou-se que o ano de 2015 sofreu influências do El Niño Oscilação Sul (ENOS) em sua fase quente, denominado, simplesmente, El Niño. Este fenômeno climático é caracterizado pelo aquecimento das águas do Pacífico Sul, deixando a temperatura da superfície do mar (TSM) acima da média térmica de 23ºC. A temperatura mais alta gera diversas alterações, tanto na atmosfera quanto no ecossistema marinho, afetando até a economia. Desde a década de 80 e 90 vem se estudando, mais aprofundadamente, o fenômeno, pois, devido ao aumento da temperatura das águas superficiais, as águas mais profundas, frias e ricas em nutrientes não conseguem subir à superfície, prejudicando a fauna e, consequentemente, sendo a justificativa para o desastre na pesca em 1980, após observarem branqueamento nos corais (ROSSI, S.; SOARES, M. O., 2017, p.1).

Devido à interação oceano-atmosfera, o fenômeno gera alterações nos padrões de vento e de pressão atmosférica entre o Taiti, sendo a região leste, e Darwin, na Austrália, sendo a região oeste do oceano Pacífico. No Brasil, o fenômeno contribui para o aumento da temperatura e das chuvas nas regiões Sul e Sudeste (FERREIRA, L. G. B, *et al*, 2017). Em contrapartida, diminui as chuvas e agrava o cenário do Polígono das Secas do Nordeste, pois, parte do ar quente localizado na costa oeste da América do Sul se eleva, movendo-se para leste, gerando um fluxo de ar descendente no Nordeste Brasileiro, caracterizando um sistema de Alta Pressão, inibindo a formação de nebulosidade e desfavorecendo as condições para chuva (PEGORIM, J., 2015).

ISBN: 978-85-7282-778-2

Este estudo tem como objetivo caracterizar a variabilidade da insolação, nebulosidade e precipitação com base nas séries históricas de 2006 a 2018 da Estação Climatológica Experimental Urbana da UERJ/FFP, localizada no município de São Gonçalo (RJ). Desta forma, serão comparados os meses de transição das estações do ano de 2012, devido a sua condição de neutralidade, com os mesmos meses de 2015, em período sob influência do El Niño.

2. Metodologia

Visando analisar os efeitos do fenômeno El Niño, foi utilizado o histórico de dados no período de 2006 a 2018 com a finalidade de conhecer a distribuição da insolação, sendo registrada através da decomposição de fitas heliográficas e, em seguida, sendo calculado o total mensal dos dados; nebulosidade, sendo registrada através do método de observação da abóbada celeste no momento da leitura diária da Estação Climatológica e, em seguida, sendo calculada a média mensal; e, por fim, a frequência de chuva nos anos citados, sendo calculadas separadamente de acordo com o acumulado registrado. Com base na série de dados, torna-se possível conhecer o comportamento dos elementos meteorológicos citados no ano de 2012, estando sem a presença do El Niño, e em 2015, ano sob influência do El Nino.

Para comparar o início de cada estação do ano entre os anos citados, foram adotados os meses de março, junho, setembro e dezembro, que representam os meses de transição de cada estação do ano. Meses onde cada estação que se inicia, encontra-se mais característica.

Dessa forma, torna-se possível conhecer o comportamento de tais variáveis nas quatro estações do ano, em períodos com ausência, sendo 2012, e a presença ou do El Niño, sendo 2015.

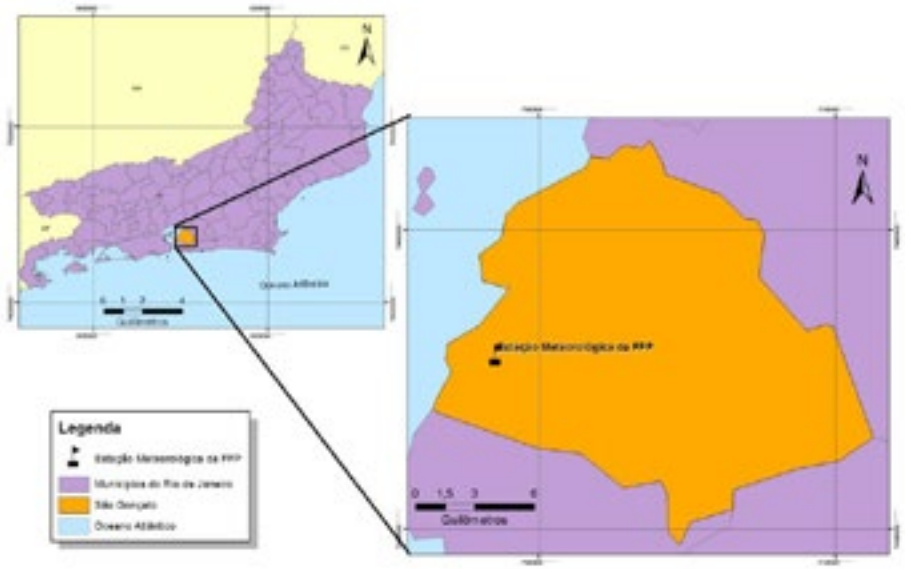
2.1 Área de Estudo

Utilizando os dados da Estação Climatológica Experimental Urbana da UERJ/FFP, no município de São Gonçalo, região metropolitana do Rio de Janeiro (Figura 1), correspondendo às coordenadas de 22º49'55,97”S e 43º4'25,52”W (BERTOLINO, A. V. F.

ISBN: 978-85-7282-778-2

A., *et al*, 2007). O município possui litoral voltado para a Baía de Guanabara e faz limites com Niteroi, Maricá e Itaboraí. Vale ressaltar que 65% de sua área correspondem a terrenos de baixada (SALGADO, C. M., *et al*, 2017.p.20).

Figura 1 – Localização do município de São Gonçalo e da Estação Climatológica Experimental Urbana da UERJ/FFP.



Fonte: BERTOLINO, A. V. F. A., *et al*,2012.

A região é caracterizada, segundo a classificação de Koppen, por clima quente com chuvas de verão e outono. Onde o período seco ocorre entre maio e outubro, com acumulados inferiores a 100 mm, e o período no qual ocorre maior quantidade de chuva se encontra entre novembro e abril, com acumulados superiores a 100 mm (KEDE, M. L. F. M.; BERTOLINO, A. V. F. A.; BERTOLINO, L. C.,2017). Além disso, São Gonçalo se encontra numa faixa de maritimidade, devido a sua proximidade ao mar. Somando este fator à topografia da Serra do Mar e da Mantiqueira, pode ocorrer maior formação de nebulosidade, o que contribui para uma boa distribuição de precipitação, quando comparado às cidades continentais (BERTOLINO, A. V. F. A., *et al*,2012).

Além desses fatores, o posicionamento geográfico do município no recôncavo da Baía de Guanabara facilita a chegada de sistemas de origens polares que, quando em contato com os ventos úmidos provenientes da Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), favorecem

ISBN: 978-85-7282-778-2

a ocorrência de chuvas, sendo esta configuração mais perceptível no verão (BERTOLINO, A. V. F. A., *et al*, 2012).

2.2 Estação Climatológica Experimental Urbana da UERJ/FFP

As observações na referida Estação Climatológica são realizadas diariamente no horário local de 09h (12 TMG), ou às 10h quando em horário de verão, conforme normas do Instituto Nacional de Meteorologia (BERTOLINO, A. V. F. A., *et al*, 2012).Os materiais utilizados foram os heliogramas, que são substituídos diariamente no horário da observação. O equipamento que faz o registro é o heliógrafo do modelo Campbell Stockes. As fitas heliográficas são decompostas, de forma que tanto as partes queimadas quanto as chamuscadas, pelo Sol, são contabilizadas em horas e minutos. Os dados de nebulosidade são coletados através de contagens, em oitavos, da cobertura de nuvens presentes na abóbada celeste no momento da observação. Os dados de precipitação são coletados pelo pluviômetro Ville de Paris e registrados pelo pluviógrafo do tipo diário, permitindo comparação entre os mesmos. Os dados são contabilizados e separados por eventos.

3. Resultados e Discussões

O quadro 1 mostra os totais mensais acumulados de 2006 a 2018, exibindo os meses entre maio e outubro, classificados como meses secos e os meses entre novembro e abril, classificados como meses úmidos.

Quadro 1: Totais mensais de insolação da Estação Climatológica Experimental Urbana da UERJ/FFP.

Totais Mensais Insolação Estação Climatológica Experimental Urbana da UERJ/FFP (decimal)												
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2006	198,13	131,65	124,07	85,92	146,20	122,80	122,58	182,35	141,77	135,77	113,65	141,42
2007	100,17	191,42	220,17	197,42	156,75	123,00	261,98	202,42	187,00	145,33	107,92	117,17
2008	107,75	155,17	194,67	163,50	195,20	151,55	251,83	198,48	124,75	148,90	122,15	85,05
2009	121,42	200,72	157,25	65,42	184,17	153,58	131,17	132,08	131,83	88,67	155,50	73,83
2010	187,17	191,95	154,92	154,73	179,58	177,17	192,33	184,17	149,30	140,75	133,08	113,08
2011	176,67	235,67	125,25	181,33	154,75	164,78	188,90	193,08	164,83	161,17	141,20	97,92
2012	149,08	243,92	209,08	165,50	189,33	160,25	193,83	235,37	189,62	230,17	114,25	159,92
2013	102,92	202,17	174,92	183,17	192,17	128,50	178,73	199,75	126,50	244,58	167,17	255,33
2014	199,25	225,00	169,25	138,00	181,75	155,75	141,75	175,50	134,75	152,50	122,25	140,00
2015	172,75	152,08	128,75	176,00	148,67	153,50	152,00	242,25	112,25	146,25	110,00	214,00
2016 *	67,00	190,00	138,75	131,75	128,50	78,25	160,00	140,50	121,50	115,00	117,50	75,00
2017 *	74,67	128,17	132,50	131,75	41,83	79,25	120,83	72,42	41,33	48,92	86,83	0,42
2018	101,75	138,67	177,00	155,17	210,83	139,42	223,67	147,42	168,58	113,67	128,17	121,25

Legenda:*Anos com problemas no monitoramento.
Fonte: Laboratório de Geociências da UERJ/FFP.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Visando à demonstração do comportamento da nebulosidade em toda a série histórica, foram apresentados no quadro 2, os meses de maio a outubro classificados como secos, tendo menor cobertura de nebulosidade, sendo justificados pelo Sistema de Alta Subtropical (ASAS) atuando na região Sudeste, inibindo a formação de nuvens e impedindo a chegada de sistemas frontais. Enquanto nos meses úmidos, como de novembro a abril, no geral, apresenta valores médios maiores de nebulosidade, devido ao posicionamento da ASAS no Atlântico mais afastada da costa brasileira, trazendo ventos úmidos de Nordeste, que convergem com a umidade da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), vinda da Amazônia, ocorrendo convergência de umidade em baixos níveis e favorecendo a formação de nebulosidade (BASTOS, C.; FERREIRA, N., 2018).

Quadro 2: Médias mensais de nebulosidade da Estação Climatológica Experimental, da UERJ/FFP no município de São Gonçalo (RJ), de 2006 a 2018.

Médias Mensais Nebulosidade - Estação Climatológica Experimental Urbana da UERJ/FFP (0 a 10)												
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2006	3	5	4	4	4	3	1	4	5	5	6	5
2007	7	2	2	3	4	4	4	3	2	3	7	4
2008	6	4	5	5	4	4	2	4	5	5	6	6
2009	6	4	6	5	3	3	5	4	5	6	4	6
2010	3	2	4	4	4	3	2	3	4	5	5	5
2011	4	3	6	3	4	2	4	4	3	4	5	5
2012	6	2	3	4	4	4	4	2	3	4	5	2
2013	6	4	5	4	3	4	4	3	4	6	4	4
2014	1	2	4	4	4	3	4	3	3	3	4	3
2015	2	4	5	4	3	3	4	1	4	4	6	4
2016 *	5	3	5	2	5	4	3		4	4	6	4
2017 *	4	3	3	3	4	5	2	4	2	4	4	5
2018	5	5	3	3	3	4	3	5	5	6	5	3

Legenda: * Anos com problemas no monitoramento.
Fonte: Laboratório de Geociências da UERJ/FFP.

Analisando os quadros 1 e 2, pode-se perceber que quando na ausência do El Niño, o comportamento é diretamente influenciado pela ASAS. No inverno, ela está posicionada próximo ao continente, gerando subsidência e diminuindo a quantidade média de nuvens para 3 oitavos, em julho. No verão, está no oceano, trazendo ventos úmidos, aumentando a média de nebulosidade para 5 oitavos, em novembro.

O quadro 3 mostra a frequência total de chuva precipitada por ano, sendo contabilizada por eventos e subdividida pela quantidade. De acordo com a série histórica apresentada no ano de 2012, a quantidade registrada foi de 254 eventos, mesmo sendo um ano que apresenta condições de neutralidade. Já em 2015, é possível perceber que na maior parte

ISBN: 978-85-7282-778-2

do período, a frequência de chuva foi menor, sendo 239 eventos, mesmo sendo um ano sob influência do fenômeno El Niño, que normalmente proporciona maior quantidade de chuva para o Sudeste.

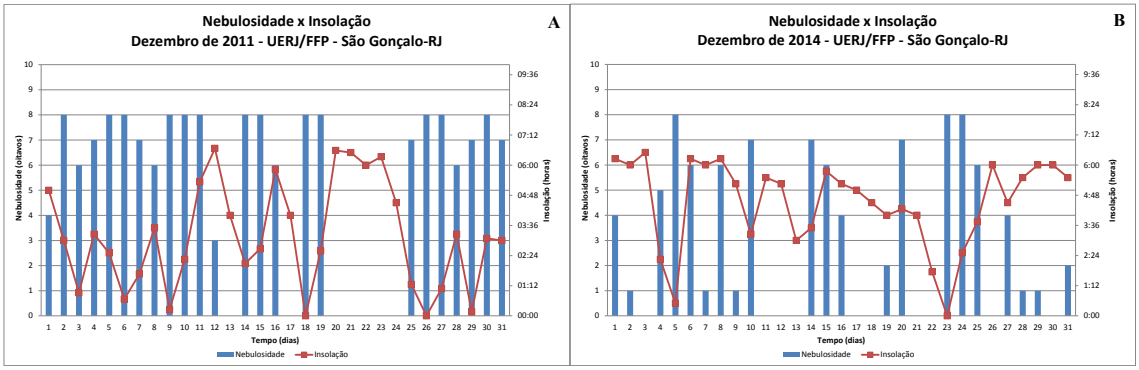
Quadro 3: Frequência de chuva na Estação Climatológica Experimental Urbana da UERJ/FFP.

Frequência de chuva	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
0-10 mm	88	360	265	282	329	307	344	364	228	288	100	216	147	150	260
10-20 mm	10	8	16	14	15	18	16	11	23	25	12	14	0	9	10
20-30 mm	2	0	6	7	3	6	7	3	0	4	3	4	5	2	2
30-40 mm	2	4	0	1	4	1	2	4	2	1	0	4	3	1	4
40-50 mm	0	1	0	1	1	3	1	0	1	1	1	0	0	0	0
> 50 mm	0	1	1	2	2	1	5	0	0	1	0	1	3	0	1
Total	102	374	288	307	354	336	375	382	254	320	116	239	158	162	277

Fonte: Laboratório de Geociências da UERJ/FFP.

Analisando os heliogramas junto às informações de nebulosidade das mesmas datas, pode-se perceber que no mês de dezembro/2011, ano com condições de neutralidade, o gráfico 3-A apresenta, na maior parte do período, os sistemas de baixa pressão atuantes, associados a sistemas frontais ou a ZCAS (CPTEC – INPE. 2016), ocasionando aumento de nebulosidade e menos horas de sol descoberto.

Gráfico 3: Nebulosidade e Insolação no mês de dezembro nos anos de 2011 e 2014, em São Gonçalo-RJ.



Fonte: Laboratório de Geociências da UERJ/FFP.

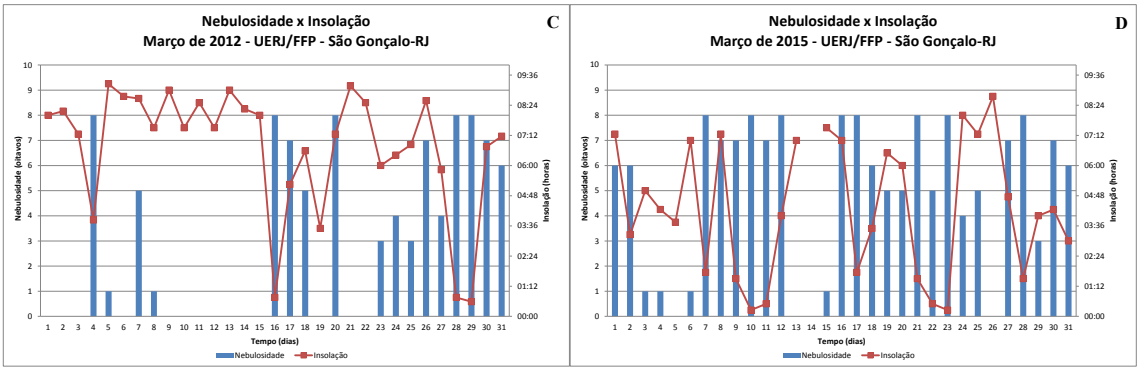
No gráfico 3-B, não é possível perceber grandes alterações características do El Niño, pois o fenômeno ainda não havia se configurado, pois, para caracterizá-lo são necessários pelo menos cinco valores médios trimestrais de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) acima de 0,5ºC para classificar o aquecimento como El Niño (MADEIRA, P.; PEGORIM,J.,2014),

ISBN: 978-85-7282-778-2

mas, é possível perceber diminuição na distribuição da nebulosidade ao longo do mês, variando de 5 oitavos em 2011 para 3 oitavos em 2014.

O gráfico 4-C apresenta o mês de março/2012, em condições de neutralidade, mostrando o fim do verão e o início de uma estação de transição, o equinócio de outono. No gráfico 4-D, mostra o mês de março/2015, onde se percebe um significativo aumento da nebulosidade e consequente diminuição da insolação de, aproximadamente, 209 horas totais em 2012 para 128 horas totais em 2015, diminuindo na ordem de 60%. A formação de nuvens observada se dá por conta do aumento anormal de temperatura no Sudeste, causando a elevação do ar. Este movimento de ar ascendente gera aumento de nebulosidade, impossibilitando mais horas de Sol descoberto (NASCIMENTO, A.; MADEIRA, 2015).

Gráfico 4: Nebulosidade e Insolação no mês de março nos anos de 2012 e 2015, em São Gonçalo-RJ.



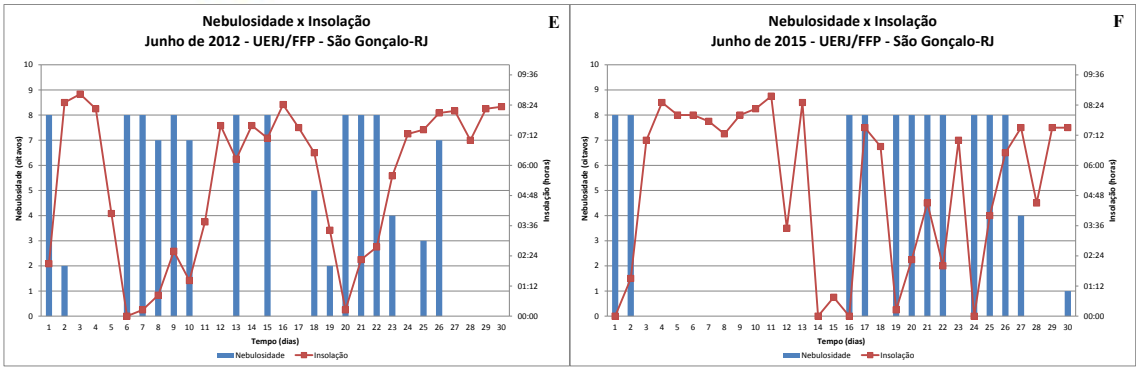
Fonte: Laboratório de Geociências da UERJ/FFP.

Ainda em condições de neutralidade, o início do inverno é apresentado no gráfico 5-E, demonstrando o Sistema ASAS que atua na região Sudeste (BASTOS, C.; FERREIRA, N., 2018, p. 612). Este fenômeno possui circulação de ar subsidente, inibindo a formação de nebulosidade (MUSK, L., 2018), o que caracteriza a estação como seca.

No gráfico 5-F, observa-se outra distribuição da nebulosidade, porém a média mensal quando comparada a julho de 2012, continua sendo a mesma, com 4 oitavos. Entretanto, houve diminuição na insolação, pois o total registrado em 2012 foi de 194 horas e, em 2015, de 152 horas. Esta diminuição pode ter ocorrido devido a uma disposição de nuvens nos horários de observação, que foram o suficiente para impedir os raios solares de alcançarem o heliógrafo.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Gráfico 5: Nebulosidade e Insolação no mês de junho nos anos de 2012 e 2015, em São Gonçalo-RJ.

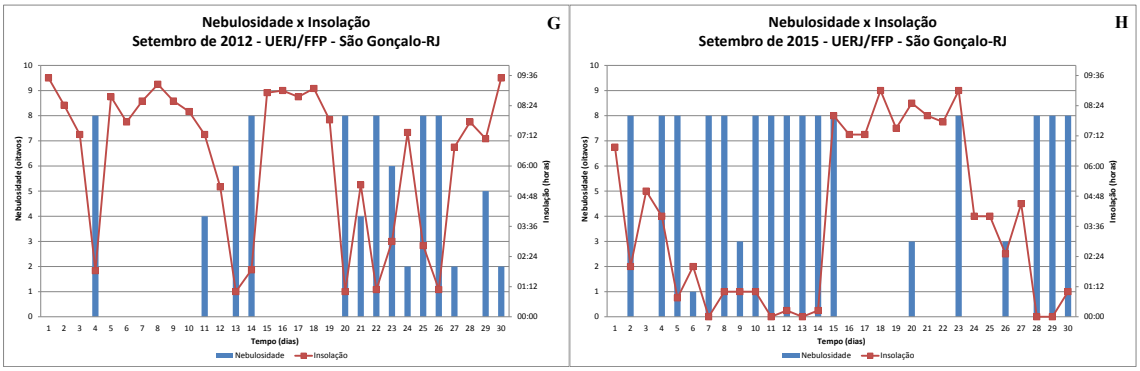


Fonte: Laboratório de Geociências da UERJ/FFP.

No início da segunda quinzena é possível observar o enfraquecimento da ASAS. Através disso, houve um desbloqueio e, em seguida, a entrada de massa de ar polar, segundo análise de dados do Laboratório de Geociências da UERJ/FFP.

O gráfico 6-G mostra o mês de setembro/2012 em transição do inverno para o início da primavera, sendo caracterizado por maior insolação, chegando a uma média de 09 horas e 36 minutos e, consequentemente, aumentando a formação de nuvens ao longo do dia. Nesse período foi registrado um acumulado mensal de chuva de 85,2 mm (dados não mostrados). No gráfico 6-H, percebe-se bastante atividade convectiva, favorecendo a formação de nebulosidade, tendo a média mensal elevada de 3 oitavos em 2012 para 4 oitavos em 2015 e, consequentemente, reduzindo a insolação de 190 horas totais mensais em 2012 para 112 horas totais em 2015. Isto ocorre devido ao fenômeno El Niño que se encontrava atuante na região.

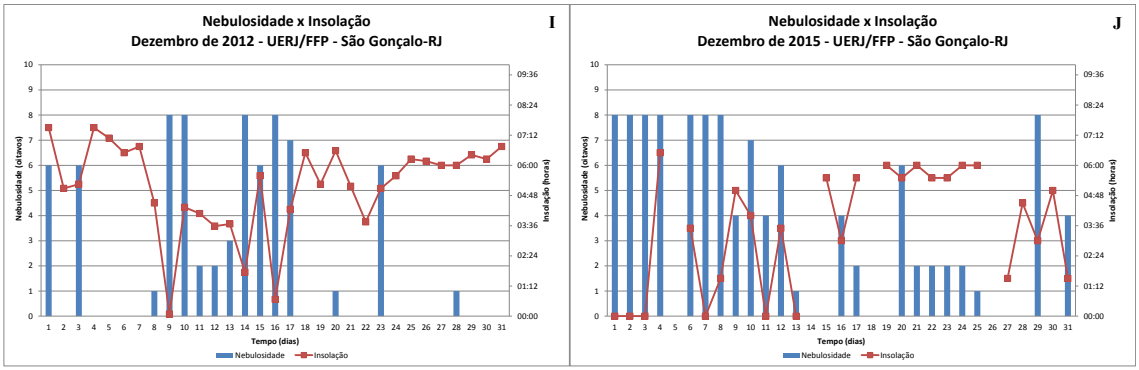
Gráfico 6: Nebulosidade e Insolação no mês de setembro nos anos de 2012 e 2015, em São Gonçalo-RJ.



Fonte: Laboratório de Geociências da UERJ/FFP.

E, finalmente, no gráfico 7-I, apresenta o fim da primavera e o início do verão, em 2012, com elevada insolação ao longo do dia. Nesse período houve uma diminuição ou até a ausência de nebulosidade na maior parte do mês, sendo justificada pelo enfraquecimento da ZCAS devido à atuação da ASAS (PEGORIM, J., 2013), diminuindo a chuva e tornando o mês de dezembro um dos menos chuvosos do verão de 2012. No gráfico 7-J, percebe-se um significativo aumento da nebulosidade e esta variação positiva é agravada pelo El Niño, que proporcionou 69,2 mm de chuva em dezembro/2015, enquanto a quantidade normal de chuva sem a atuação do fenômeno em dezembro/2012 foi de 46 mm em São Gonçalo, segundo análise do Laboratório de Geociências da UERJ/FFP (dados não mostrados).

Gráfico 7: Nebulosidade e Insolação no mês de dezembro nos anos de 2012 e 2015, em São Gonçalo-RJ.



Fonte: Laboratório de Geociências da UERJ/FFP.

Considerações Finais

O ano de 2015, ainda que estivesse sob a influência do El Niño, foi um ano com menor quantidade de chuva, quando comparado a 2012, estando em condições de neutralidade. Entretanto, as médias de eventos de chuva moderada (escala Reichardt, de 1987), em 2012 e 2015 foram de 1,56 e 2,16, respectivamente, justificando que o El Niño afeta tanto na distribuição da chuva quanto na sua intensidade. As diferenças verificadas entre as comparações podem ser justificadas devido à ASAS ter atuado de forma atípica no verão, a partir de 2014, com muita intensidade e duração sobre a região Sudeste. Tal sistema gera ar subsidente, que inibe a formação de nebulosidade e diminui consideravelmente o volume de chuva na região onde atua.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Agradecimentos

Os autores agradecem a UERJ – SR2 (Programa de Apoio Técnico às Atividades de Ensino, Pesquisa e Extensão - PROATEC) e a FAPERJ pelo apoio concedido.

Referências Bibliográficas

BASTOS, C.; FERREIRA, N. Análise Climatológica da Alta Subtropical do Atlântico Sul. In: XI Congresso Brasileiro de Meteorologia. Anais do XI Congresso Brasileiro de Meteorologia. Rio de Janeiro, p. 612-619, 2000. Disponível em: <http://mtc-m16b.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/iris@1915/2005/03.15.19.20/doc/Bastos_Analise%20climatologica.pdf>.

BERTOLINO, A. V. F. A.; COSTA, A. R. C; BERTOLINO, L. C.; FIALHO, E. S. Análise da dinâmica climatológica no município de São Gonçalo RJ - triênio 2004 - 2007. Revista Tamoios (Impresso), v. IV, p. 1-13, 2007.

BERTOLINO, A. V.F.A.; FIALHO, E. S.; MARCHIOROR, E.; BAPTISTA, E. C. S. As repercussões pluviais e os movimentos de massa na porção leste da Baía de Guanabara: estudo de caso de São Gonçalo - RJ. In: Charlei Aparecido da Silva; Edson Soares Fialho. (Org.). Concepções e Ensaios da Climatologia Geográfica. 1ed.: UFGD, 2012, v., p. 233-256.

CPTEC – INPE. 2016. Verão. Disponível em: http://clima1.cptec.inpe.br/estacoes/#c1. Acesso em 18 de julho de 2018.

FERREIRA, L. G. B.; *et al*. O Fenômeno El Niño De 2015/2016 e seus Impactos nas Chuvas do Paraná. 2017. Disponível em:

http://www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/agrometeorologia/2017-01-09-boletim-enos.pdf. Acesso em 16 de julho de 2017.

KEDE, M. L. F. M.; BERTOLINO, A. V. F. A.; BERTOLINO, L. C. Análise da precipitação sobre o efeito da Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) no município de São Gonçalo (RJ) no período de 2014 e 2015. In: VII Simpósio Internacional de Climatologia, 2017, Petrópolis. Simpósio Internacional de Climatologia, 2017.

MADEIRA, P.; PEGORIM, J. Vídeo Não temos mais El Niño em 2014, de 30 de outubro de 2014. Disponível em: https://www.climatempo.com.br/noticias/268536/nao-tem-mais-el-nino-este-ano-e-agora-brasil/. Acesso em 19 de julho de 2018.

MUSK, L. Capítulo I – Anticiclones. 2018. Disponível em: http://www.geografia.fflch.usp.br/graduacao/apoio/Apoio/Apoio_Elisa/flg0355/filespdf/Cap%C3%ADtulo-11_Anticiclones.pdf. Acesso em 18 de julho de 2018.

NASCIMENTO, A.; MADEIRA, P.. Vídeo Como El Niño influencia a chuva e o frio no Sudeste?,de 27 de maio de 2015. Disponível em:

https://www.climatempo.com.br/noticia/qual-sera-o-efeito-do-el-nino-na-regiao-sudeste. Acesso em 19 de julho de 2018.

PEGORIM, J. Como o El Niño agrava a seca no Nordeste?,de 06 de novembro de 2015. Disponível em: https://www.climatempo.com.br/noticia/2015/11/06/como-o-el-nino-agrava-a-seca-no-nordeste--9975. Acesso em 18 de julho de 2018.

PEGORIM, J. ASAS enfraquece a ZCAS Climatempo Meteorologia. 2013. (177 min) Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=ZIEsHbSi_wE. Acesso em 24 de janeiro de 2019.

ROSSI, S.; SOARES, M. O. Effects of El Niño on the coast al ecosystems and their related services. MERCATOR (FORTALEZA. ONLINE), v. 16, p. 1-16, 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/mercator/v16/1984-2201-mercator-16-e16030.pdf>.

SALGADO, C. M.; SILVA, T. da C.; SOUZA, G. C. A. de; FREITAS, H. C. de. Caracterização temporal e espacial da precipitação no entorno do município de São Gonçalo (RJ) considerando a série histórica de 1968 a 2002. Sociedade & Natureza (UFU. Impresso), v. 19, p. 19-31, 2007.

VAREJÃO-SILVA, M. A. Meteorologia e Climatologia: Versão digital 2. Recife, 2006, 463. 16-17 p. Acesso em 15 de julho 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

VARIABILIDADE DAS CHUVAS NA BACIA DO RIO PANDEIROS, JANUÁRIA-MG: O PERÍODO DE 2008-2018

Carlos Henrique Jardim[(a)], Felipe Pereira de Moura[(b)], Jefferson Vianna Bandeira[(c)], Lécio Hannas Salim[(d)], Claudio José Chagas[(e)]

[(a,b)] Depto. Geografia - Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais (dxhenrique@gmail.com; felipegeografia@hotmail.com).

[(c, d, e)] Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear CDTN/CNEN, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil (jvb@cdtn.br; salimlh@cdtn.br; cjc@cdtn.br).

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

O presente artigo analisa aspectos da variabilidade das chuvas na região entre Januária e Chapada Gaucha (bacia do rio Pandeiros), norte de Minas Gerais, em área de transição de clima tropical semiúmido para semiárido. Foram utilizados dados mensais e anuais de estações meteorológicas da rede oficial e de pluviômetros instalados em campo, para o período entre 2008-2018. Além de consulta ao material bibliográfico, foram utilizadas técnicas básicas de estatística e de análise climatológica. Os resultados mostraram relação dos totais de chuva com fatores dinâmicos ligados à ação das massas de ar e influência local do relevo.

Palavras chave: chuvas, massas de ar, relevo.

1. Introdução

O presente artigo traz resultados acerca da variação temporal das chuvas na bacia hidrográfica do rio Pandeiros em Januária, norte de Minas Gerais - Brasil. Pesquisas dessa natureza são relativamente escassas na região, principalmente na escala considerada, entre os estudos regionais para espaços da dimensão do estado de Minas Gerais e aqueles sobre

microclimas, na escala humana de percepção. A temática integra projeto de pesquisa em em fase final de execussão (FAPEMIG - APQ-03773-14 Sustentabilidade da Bacia do Rio Pandeiros: Dinâmica de Vertentes da Bacia do rio Pandeiros), desenvolvido em etapas desde dezembro de 2014.

Nas regiões tropicais a chuva é um importante atributo do clima, sobretudo onde se verifica sua escassez. Constitui-se, também, no principal input do sistema hidrológico, resultado do transporte advectivo de vapor e umidade dos oceanos, cuja proximidade influencia nos totais e distribuição das chuvas, organização dos sistemas naturais, abastecimento hídrico etc. E, apesar de se constituir num recurso abundante, sua distribuição está sujeita a desvios, verificando-se excedentes e déficits nas diferentes regiões.

No tocante às variações desse atributo, deve-se atentar para aspectos de origem e de características do evento (intensidade, duração e distribuição espacial-temporal) e impactos resultantes, tanto de processos naturais quanto de alterações introduzidas no ambiente pela ação huamana. No tocante à gênese da precipitação no sudeste brasileiro, conforme argumenta Tarifa (1994), sua origem está ligada fundamentalmente à dinâmica das massas de ar, marcada por irregularidades e desvios em relação às médias. No caso de Januária, em artigo de Silva et al. (2017), utilizando a técnica de ordenamento de dados Box Plot, os autores mostraram que a concentração de desvios positivos e negativos ocorrem nos meses de novembro, dezembro e janeiro, indicado pelos valores extremos, sendo 35% dos meses classificados como seco para o período entre 1961-2014 (esse índice foi de 29,6% em Belo Horizonte e 25,3% em Sete Lagoas). De forma adicional, complementar a esse quadro regional, deve-se considerar a importância do relevo como fator local de variação das chuvas (JARDIM et al., 2017; JARDIM e MOURA, 2018).

Dessa forma, com o objetivo de acrescentar elementos para compreensão da dinâmica das chuvas na área de estudo, carente de estudos locais, e considerando as necessidades de projeto de pesquisa em em fase final de execussão (FAPEMIG Projeto APQ-03773-14

Sustentabilidade da bacia do Rio Pandeiros-MG), foi efetuada a análise dos dados produzidos entre 2008-2018 visando estabelecer um diagnóstico com base em aspectos de causa e variação desse atributo, bem com documentar e tornar acessível as informações produzidas para o público em geral.

A área de estudo (figura 01) situa-se na bacia hidrográfica do rio Pandeiros, tributário do rio São Francisco no norte do estado de Minas Gerais, abrangida pelos municípios de Januária (15°29'16"S; 44°21'43"O) e Bonito de Minas (15°19'22"S 44°45'14"O). Segundo dados do IBGE (2016) Januária possui área de 6.661,666 km², população de 65.463 habitantes e economia voltada para o setor de serviços e, secundariamente, indústria e agropecuária. O município de Bonito de Minas possui área de 3905 km², com 10.797 habitantes e economia com base na produção de artesanato e agricultura.

A região situa-se, conforme Nimer (1989), em área de transição do clima "Tropical Quente Semi-úmido" com 04-05 meses de seca, para o "Tropical Quente Semiárido", com 06 meses de seca, verificando-se paulatina redução dos totais de chuvas de ±1500-1200 mm para ≤800 mm. A médias anuais de chuva e temperatura, de acordo com dados das Normais Climatológicas 1961-1990 (DNMET, 1992), indicam para o município de Januária 826,5 mm, concentrados entre novembro e abril, e 24,4°C. O relevo é plano-ondulado, com baixo grau de entalhamento dos vales e chapadões nas áreas de cabeceiras a oeste da foz do rio Pandeiros. As altitudes variam entre 400 m a 900 m.

Figura 1 – Localização aproximada das estações meteorológicas em Januária e Chapada Gaúcha, dos pluviômetros adicionais (São Domingos, Lavrado e Borrachudo), o rio Pandeiros e trecho do rio São Francisco ao centro. Fonte: base do Google Earth, 2019.

2. Procedimentos Metodológicos

As fontes de dados incluíram séries temporais históricas de precipitação anual e mensal obtidas das estações meteorológicas da rede oficial do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) de Chapada Gaúcha (Estação A548, Código OMM 86719; alt. 873 m) e Januária (Estação A559, Código OMM 86710; alt. 468 m) atavés do site www.inmet.gov.br, para o segmento temporal entre 2008 e 2018, em função da disponibilidade de dados da estação da Chapada Gaúcha, em operação desde meados de 2007.

Foram utilizados, também, dados de três pluviômetros automáticos instalados em campo com dados do período entre setembro/2016 a maio/2017 e setembro/2017 a maio/2018, em setores e cotas altimétricas diferenciadas na bacia hidrográfica do Pandeiros (figura 01).

Na análise foram aplicados recursos básicos de estatística para efeito de comparação entre totais médios, valores absolutos e desvios, auxiliados pelo software Excel. Considerou-se, também, além da bibliografia consultado a respeito da climatologia da região, a influência de fatores ambientais (altitude e topografia) e as características dos sistemas atmosféricos atuantes no período, através da análise de imagens de satélite meteorológico (www.cptec.inpe.br) e cartas sinóticas (www.mar.mil.br), com a finalidade de inferir as características dos sistemas atmosféricos atuantes.

3. Resultados

Os valores médios anuais de chuva para o período compreendido entre 2008 e 2018 (Tabela I) foram superiores na Chapada Gaúcha (1039,9 mm) em comparação à Januária (887,2 mm), com diferença de 152,7 mm, fato também verificado na distribuição mensal, exceto para os meses de outubro e dezembro, e nos totais anuais, exceto em 2011 e 2016 (figura 2).

O padrão crescente dos totais de chuva em direção à Chapada Gaúcha e alto vale da bacia hidrográfica do rio Pandeiros, considerando a relativa proximidade entre as localidades (±109 km) permite situá-las sob mesmo domínio de influência das diferentes massas de ar que atuam na região. Portanto, a topografia e altitude assumem o papel de modular localmente as variações de chuvas. A turbulência mecânica imposta pelo relevo de áreas planálticas implica no aumento da convecção do ar, acompanhado de movimento ascendente e resfriamento por descompressão adiabática, que favorece a formação de nuvens e, sob certas condições, precipitação (efeito orográfico). Trata-se, portanto, de um efeito adicional relacionado à formação de nebulosidade e chuvas e não propriamente de introdução de água no sistema, uma vez que a água atmosférica presente é oriunda de fontes externas, advectada pelas massas de ar do oceano Atlântico.

Esse padrão também se repete parcialmente nos totais de chuva dos postos pluviométicos instalados em campo, aumentando em direção aos postos situados em cotas altimétricas mais elevadas da bacia e no limite com divisores de outras bacias (figura 3).

Tabela I – Dados mensais e anuais de chuva das estações meteorológicas de Januária e Chapada Gaucha: período de 2008 a 2018.

Januária													
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
2008	83,6	53,9	74,2	105,3	0,3	0	0	0	12,6	0,7	177,9	278,9	787,4
2009	215,2	83,1	100,1	104,4	15,7	12	0	6,6	13,9	247,6	55,6	302,5	1156,7
2010	26,9	60,6	184,7	85,2	19,6	0,1	0,1	0	12,2	29,3	365,3	216,1	1000,1
2011	194,4	119,2	386,6	49,8	13,2	0	0	0	0	55	195,8	282	1296,0
2012	128,3	21,5	54,7	0,2	24,6	0	0	0	0	1,1	468	23,9	722,3
2013	307,2	25,5	148	124,4	0,6	0,2	0	0	5,4	71,2	129,4	296,5	1108,4
2014	50,1	25,3	49,7	5,3	13,7	0	0	0	4	55,7	190,8	210,5	605,1
2015	20,7	275,1	56,7	25,8	19	0	0,2	0	0	9,2	172,7	51,2	630,6
2016	456,5	8,9	74,8	3	0	0	0	2,4	0	83,7	232,8	128,6	990,7
2017	20,1	94,7	96,3	1,8	20,6	0	0,3	0	0	29,5	73,9	248,8	586,0
2018	60,4	362,5	128,7	10,9	0,0	0,0	0,0	0,3	10,5	32,0	136,3	134,3	875,9
Média	142,1	102,8	123,1	46,9	11,6	1,1	0,1	0,8	5,3	55,9	199,9	197,6	887,2
Chapada Gaúcha													
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
2008	250	144	89	108	0	0	0	0	42	12	219	275	1139,0
2009	226	124	166	116	73	12	0	20	12	290	121	205	1365,0
2010	67	59	136	x	x	x	x	x	80	x	x	x	x
2011	0	108	291	26	4	0	0	0	0	173	200	282	1084,0
2012	138	30	146	34	21	0	0	0	1	9	352	62	793,0
2013	324	34	242	94	0	25	0	0	10	54	194	427	1404,0
2014	72	154	188	31	1	24	0	2	0	36	169	145	822,0
2015	28	115	147	214	43	0	0	0	0	94	237	82	960,0
2016	373	17	115	0	0	6	0	1	6	6	151	169	844,0
2017	45	213,6	149,6	0,6	37,8	0	0	0	5,2	19,8	246,8	178,6	897,0
2018	181,0	133,0	131,0	120,0	0,0	0,0	0,0	35,0	11,0	17,0	347,0	116,0	1091,0
Média	154,9	102,9	163,7	74,4	18,0	6,7	0,0	5,8	15,2	71,1	223,7	194,2	1039,9
Fonte: INMET (www.inmet.gov.br)													

Em relação às variações mensais e anuais a ação das massas de ar assume papel de principal fator climático, responsável pela variabilidade intra e interanual, como mostra a variação das chuvas entre os anos de 2008 e 2018, cujos totais, analisados em sucessão temporal, torna evidente o padrão estacional, concentrando-se no período entre novembro e abril, apesar da reposição de água no sistema, após o período seco (maio a outubro), consumir

o total de precipitação de novembro, com excedentes a partir de dezembro (NIMER e BRANDÃO, 1989).

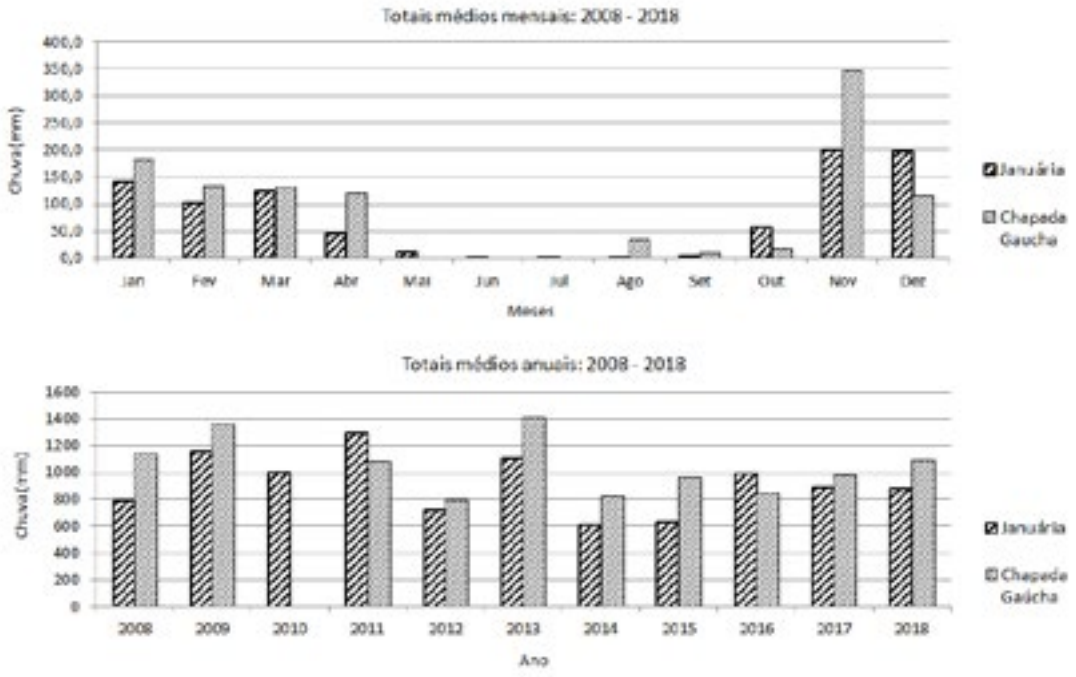


Figura 2 – Comparativo entre os totais médios mensais (acima) e totais médios anuais (abaixo) de chuva em Januária e Chapada Gaúcha: 2008 – 2018.

As variações interanuais, como no ano de 2013 e 2014, respectivamente para ano seco e chuvoso, foi desencadeada pela ação de mecanismos de meso e macroescala. No ano de 2013, principalmente no mês de dezembro devido à persistência de atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) com forte convergência em baixos níveis, segundo Marengo et al. (2015). A formação das ZCAS resulta do acoplamento de vários sistemas atmosféricos, como a proximidade de sistemas frontais, aquecimento diferencial oceano-continente desencadeando a forma ção de Linhas de Instabilidade (LI) e aquecimento basal das massas de ar (formação de núcleos convectivos locais) que, em conjunto e atuando de forma persistente, intensifica o transporte advectivo de umidade do Oceano Atlântico. Essas situações normalmente são

acompanhadas de desastres como ocorreu em grande parte do centro-norte e leste do território mineiro naquele ano.

No ano de 2014, ao contrário de 2013, a gênese e impactos ambientais negativos estiveram relacionados à escassez de chuva, decorrente da atuação de intensa e persistente área de alta pressão atmosférica nos níveis baixos e médios da atmosfera sobre o Oceano Atlântico subtropical, conforme informações de Marengo et al. (2015, p.35), entre os meses de janeiro e fevereiro, associado ao Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS). A zona de bloqueio atmosférico instalada inibiu a ação de outras massas de ar, além do aquecimento e retirada de água do ambiente relacionado ao processo dinâmico de subsidência do ar (aquecimento por compressão adiabática), distanciando ao ar da saturação. O problema, em princípio, não refere-se à participação do ASAS, recorrente no sudeste brasileiro durante todo o ano, mas a duração/persistência do fenômeno no semestre chuvoso, afetando negativamente a reposição de água no sistema e, portanto, de abastecimento hídrico e na agricultura, dependente desse tipo de insumo.

Situações como as descritas são recorrentes e podem ser amplificadas e/ou atenuadas pela ação de outros fenômenos de macroescala, além do El Niño/La Niña, como o Dipolo do Atlântico, Oscilação Decadal do Pacífico, atividade solar etc.

A repercussão das chuvas em microescala foi diferenciada em cada ponto de coleta de chuva (figura 3). As diferenças locais detectadas, aparentemente aleatórias sem padrão detectável, ocorrem em espaços proximais, de pouca representatividade espacial, em intervalos de tempo horário-diário, e podem ser atribuídas às características dinâmicas do ar como meio fluído em movimento caótico. O padrão detectado relacionado ao "efeito orográfico" causado pela da topografia e altitude, o que explicaria em parte os maiores totais de chuva na Chapada Gaúcha (figura 2), surge ao longo de vários anos de observações.

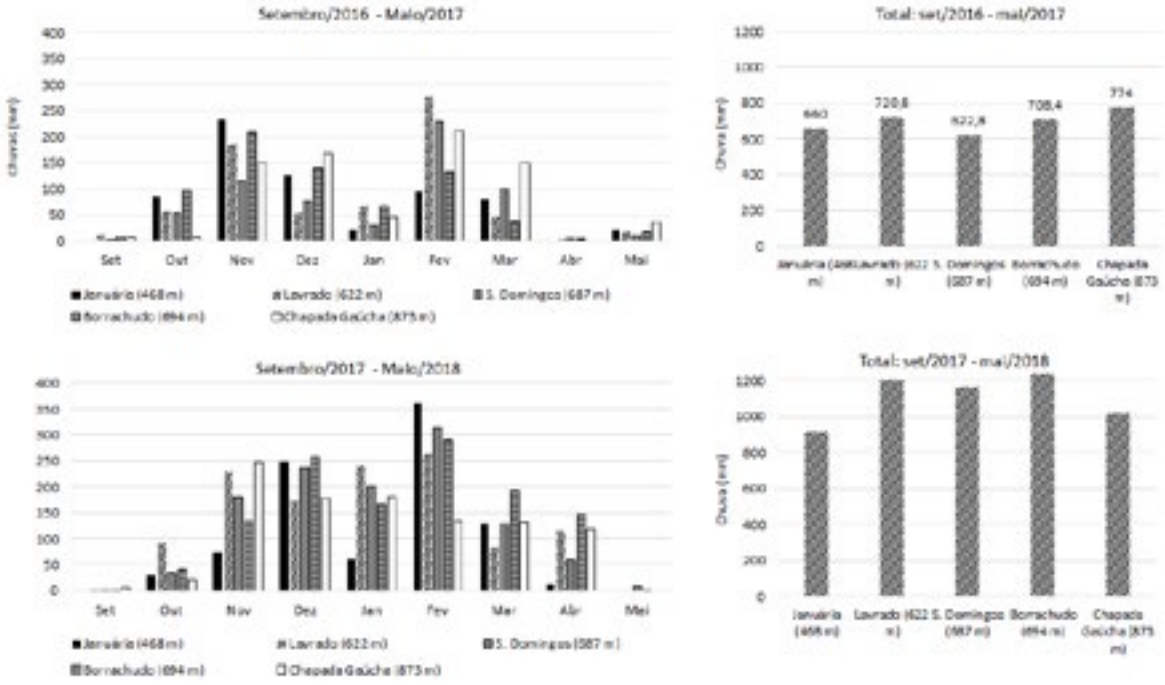


Figura 3 – Dados de chuva dos pluviômetros de campo em comparação com os dados das estaões meteorológicas em Januária e Chapada Gaúcha nos segmentos temporais de setembro/2016 – maio/2017 e setembro/2017 – maio/2018.

Outro aspecto importante relacionado à climatologia das chuvas nessa região refere-se ao balanço hídrico, uma vez que a chuva é o input do sistema hidrológico. Apesar das chuvas terem início em outrubro, como mostra a figura 02, o déficit acumulado no período seco é grande, de forma que apenas em dezembro verifica-se excedente hídrico conforme observa Nimer e Brandão (1989). Oliveira et al. (2016, p.174) corrobora essa informação com dados para o período de 2006 a 2015, verificando sete meses sequenciados de deficiência hídrica, com déficit total de 460,7 mm distribuídos entre os messes de abril a novembro (setembro com maior valor de deficiência chegando a 111,0 mm), com excedente totalizando 55,2 mm, com 41,1 mm em dezembro e 14,1 mm em março. Resultado semelhante foi verificado por Pimenta et al. (2018) com valores de excedente em janeiro e dezembro de 21,7 mm e 41,8 mm, respectivamente, utilizando dados do período de 2008 a 2017.

Apesar disso, quando comparado à regiões do interior do nordeste semiárido, com valores de deficits superiores àqueles da região de Januária, permite qualificar o clima da região como de transição entre os domínios dos cerrados e das caatingas (NIMER e BRANDÃO, 1989) ou semiárido brando (NIMER, 1989).

4. Considerações Finais

Como se trata de ambiente onde se verifica significativo déficit hídrico de 477,5 mm, utilizando dados de Januária, com valor médio anual de evaporação de 1354,2 mm superando a entrada de chuva no sistema com total médio de 876,7 mm (DNMET, 1992), principalmente quando se estabelece o período de seca entre os meses de abril e outubro, a preservação da vegetação nativa é fundamental não apenas para atenuar o impacto térmico e efeito erosivo das águas de escoamento superficial, mas, principalmente, para maximizar a entrada e permanência de água no ambiente.

Os totais mais elevados de chuva nos setores de maior altitude da bacia do rio Pandeiros contribuem de forma adicional no desenvolvimento de processos erosivos. Embora se trate de um fenômeno desencadeado tanto por processos naturais quanto antrópicos, o assoreamento de importantes áreas da foz do rio está diretamente ligado à redução da vegetação nativa (Jardim et al., 2017).

5. Referências Bibliográficas

DNMET. Departamento Nacional de Meteorologia. **Normais Climatológicas** (1961- 1990). Brasília-DF, 1992.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA – IBGE. **Cidades** 2016. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/v3/cidades/municipio/3167202>. Acesso em 17 de abril de 2017.

JARDIM, C. H.; BANDEIRA, J. V.; SALIM. L. H.; CHAGAS, C. J. Variação local das chuvas na bacia hidrográfica do rio Pandeiros, Januária-MG In: VII SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CLIMATOLOGIA (VII SIC): CLIMA, VARIABILIDADE E PERSPECTIVAS FUTURAS, 2017, Petrópolis-RJ. **Anais**... Petrópolis-RJ: SBMET, 2017.

JARDIM, C. H.; MOURA, F. P.; COSTA, A. M. **A temperatura do ar como indicador de alteração ambiental**: bacia do rio Pandeiros, Januária-MG. In. VI WORKSHOP INTERNACIONAL SOBRE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DE BACIAS HIDROGRÁFICAS, 2017, Uberlândia. **Anais**… Uberlândia, Brasil: Univresidade Federal de Uberlândia, 2017.

JARDIM, C. H.; MOURA, F. P. Variações dos totais de chuvas e temperatura do ar na bacia do rio Pandeiros, norte do estado de Minas Gerais-Brasil: articulação com fatores de diferentes níveis escalares em área de transição climática de cerrado para semiárido. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.1, p. 168-189, 2018.

MARENGO, J. A.; NOBRE, C. A.; SELUCHI, M. E.; CUARTAS, A.; ALVES, L. M.; MENDIONDO, E. M.; OBREGÓN, G.; SAMPAIO, G. A seca e a crise hídrica de 2014-2015 em São Paulo. **Revista USP**, São Paulo, n.106, p.31-44, julho/agosto/setembro, 2015.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. 2.ed. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1989.

NIMER, E.; BRANDÃO, A. M. P. **Balanço hídrico e clima da região dos Cerrados**. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1989.

OLIVEIRA, A. R.; MARTINS, R. N.; OLIVEIRA, J. A. M.; J. O. L.; SANTOS, A. F. S. Balanço hídrico climatológico para o município de Januária – MG. **Revista Univap**, Edição Especial – XX Encontro de Iniciação Científica, XVI Encontro de Pós-Graduação, X INIC Jr e VI INID da Universidade do Vale do Paraíba, v. 22, n.40, p.174, 2016.

PIMENTA, J. M; SOUZA, E. M. S.; SAN, A. F. S.; Balanço hídrico climatológico para o município de Januária-MG. In VII Seminário de Iniciação Científica do IFNMG, I Seminário da PPGVet e V Prospectar, 2018, Araçuaí-MG. **Anais**... Araçuaí, Brasil: Instituto Federal do Norte de Minas Gerais, 2018.

SILVA, M. R; MOURA, F. P; JARDIM, C. H. O Diagrama de Caixa (Box Plot) aplicado à análise da distribuição temporal das chuvas em Januária, Belo Horizonte e Sete Lagoas, Minas Gerais-Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 10, n.1, p.23-40, 2017

TARIFA, J. R. Alterações climáticas resultantes da ocupação agrícola no Brasil. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 8, p.15-27, 1994.

6. Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) atrevés de projeto com financiamento APQ-03773-14 Sustentabilidade da Bacia do Rio Pandeiros.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO 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 TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA DO AR EM LAGOA SANTA, PEDRO LEOPOLDO E VESPASIANO-MG

Ana Paula Minelli Moreira[(a)], Carlos Henrique Jardim [(b)]

[(a)] Departamento de Geografia/ Instituto de Geociências/ Universidade Federal de Minas Gerais, anapaulaminelli18@gmail.com

[(b)] Departamento de Geografia/ Instituto de Geociências/ Universidade Federal de Minas Gerais, cjardim@yahoo.com

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

O objetivo do presente artigo foi apresentar os resultados iniciais de pesquisa em andamento, relativa às variações de temperatura e umidade relativa do ar na área urbana nos municípios de Vespasiano, Pedro Leopoldo e Lagoa Santa, centro-sul do estado de Minas Gerais. A região abriga pólos industriais e de serviços e foi intensamente modificada pela ocupação urbana e rural. A importância desse tipo de pesquisa inclui questões relativas ao ordenamento e planejamento terriorial. Os dados foram obtidos em campo utilizando registradores automáticos, ajustados para tomadas contínuas e simultâneas, com intervalos de 60 minutos, durante os meses de junho, julho e agosto de 2017. Utilizou-se na análise técnicas básicas de estatística, análise rítmica e microclimatológica. Os resultados mostraram relação direta entre as variações dos atributos climáticos com as condições atmosféricas (ação da massas de ar) e características de topografia e de uso do solo.

Palavras chave: temperatura, umidade relativa do ar, urbanização.

1. Introdução

A análise das variações diárias de temperatura e umidade relativa do ar são essenciais para o entendimento do clima de um determinado lugar, já que a partir da verificação dos dados coletados é possível associá-los às variações dos elementos climáticos, dos tipos de tempo transcorrentes e das formas de circulação regional, básicos para compreensão do clima e relação com demais fatores do ambiente.

A disponibilidade de calor sensível e de umidade do ar, por exemplo, estão diretamente ligados ao transporte de calor e umidade pela circulação regional e local, cuja compreensão é essencial para definição do conforto térmico e higrométrico do ar num dado ambiente, seja ele urbano, periurbano ou rural, podendo tanto amplificar quanto atenuar a influência de outros fatores, como a topografia e uso do solo.

A obtenção de um "perfil" ou "padrão" de variação dos atributos, ajustados às características topográficas e de uso do solo em cada localidade, encontra respaldo no conceito de "análise rítmica":

> (...) ritmo climático só poderá ser compreendido através da representação concomitante dos elementos fundamentais do clima em unidades de tempo cronológico pelo menos diárias, compatíveis com a representação da circulação atmosférica regional, geradora dos estados atmosféricos que se sucedem e constituem o fundamento do ritmo (MONTEIRO, 1971, p. 9).

Desta forma é possível, considerando as variações dos atributos climáticos, compreender a ação dos sistemas atmosféricos atuantes e dos fatores de superfície (topográficos e urbanos) ligados à área de estudo.

Exemplo desse tipo de pesquisa foi realizado por Mendonça (2003) na cidade de Londrina, verificando-se intenso transporte de calor da área rural em direção à área urbana, fato que amplificou o desconforto térmico na referida cidade. Outros exemplos desse tipo de

ISBN: 978-85-7282-778-2

ação fora descrito anteriormente por García (1990) para contextos semelhantes de cidade e área rural e por Tarifa e Azevedo (2001) no município de São Paulo.

A área de estudo (figura 1) inclui elementos urbanos de forma generalizada pelo espaço, apesar do porte pequeno/médio das referidas cidades. Segundo informações do IBGE (2017) a população desses municípios é de 116.506 hab. em Vespasiano, 63.837 hab. em Pedro Leopoldo e 61.752 hab. em Lagoa Santa. Esse aspecto é fundamental, pois, além do ritmo, deve-se utilizar conhecimentos ligados ao "Sistema Clima Urbano" (MONTEIRO, 1975) em razão da abrangência pontual das mensurações e componentes urbanos presentes nas localidades.

Figura 1 – Localização da área de estudo: Lagoa Santa, Pedro Leopoldo e Vespaziano ao centro entre as áreas urbanas de Sete Lagoas (norte) e Belo Horizonte (sul). Fonte: Google Earth, 2019.

Os municípios estão num contexto de relevo cárstico e apresentam como bioma predominante o Cerrado, que garante relativa peculiaridade da fauna e flora local. O uso da terra se dá principalmente para lavouras, matas e florestas, pastagens, sistemas agroflorestais, lagos e açudes. A economia dos municípios apoia-se na siderurgia (foco em Pedro Leopoldo e Vespasiano) e setor de serviços (principalmente Lagoa Santa) (IBGE, 2010).

Considerando a discussão, o objetivo deste artigo foi apresentar os resultados iniciais de pesquisa em andamento, relacionada à análise das variações de temperatura e umidade relativa do ar na área urbana e periurbana dos municípios de Vespasiano, Pedro Leopoldo e Lagoa Santa, considerando a participação de fatores naturais e antrópicos.

2. Materiais e Métodos

A maior parte dos dados climáticos foram obtidos através da instalação de abrigos com registradores automáticos para coleta de dados de temperatura e umidade relativa do ar em campo, no período de inverno e primavera de 2018, dos dias 25 de junho à 09 de outubro/2018[1] nos municípios de Lagoa Santa (Lat.:19º37'49.09" S e Long.: 43° 53'53.89" O; 822 m), Pedro Leopoldo (Lat.: 19°38'07.91" S e Long.: 44°02'20.24" O; 710 m) e Vespasiano– MG (Lat.: 19°41'41.85 S e Long.: 43°56'09.23" O; 732 m), fixados em pontos distintos desses municípios, levando em consideração as características físicas do ambiente (topografia, altitude, uso do solo, etc.), a facilidade de acesso e segurança dos equipamentos.

Foram utilizados, também, dados das estações meteorológicas do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), disponíveis no site da instituição (www.inmet.gov.br), dos municípios de Belo Horizonte (Pampulha-A521; Código OMM 86800; Lat.: 19.883945º e Long.: -43.969397º; Alt.: 854 m) e Sete Lagoas (Sete Lagoas-A569; Código OMM 86790; Lat.: -19.455288º e Long.: -44.173380º; Alt.: 719 m) para fins comparativos e de controle das variáveis locais.

[1] No município de Lagoa Santa - MG os dados foram mensurados a partir do dia 02 de julho de 2018 até 09 de outubro de 2018.

Também foram utilizados equipamentos para auxiliar na análise das condições microclimáticas de temperatura e umidade: GPS usado para obter as coordenadas geográficas e aferir a altitude de cada ponto de instalação dos abrigos; máquina fotográfica, utilizada para registrar imagens e "congelar" as características de cada ponto de coleta de dados; pluviômetro usado para mensurar a quantidade de chuva precipitada e instalado de forma complementar no município de Vespasiano - MG.

A análise dos dados foi realizada de forma comparativa levando-se em consideração as características do ambiente de coleta de cada ponto amostral e das estações meteorológicas (Belo Horizonte e Sete Lagoas). Incluiu-se, também, elementos da "análise rítmica" (MONTEIRO, 1971), considerando a variação contínua e simultânea dos elementos climáticos em sucessão temporal e interação com os sistemas atmosféricos atuantes e com fatores de superfície (topografia e uso do solo).

A interpretação das imagens de satélite e cartas sinóticas, obtidas do site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (www.cptec.inpe.br) e da Marinha do Brasil (https://www.marinha.mil.br), auxiliaram na identificação e caracterização das massas de ar (em sucessão temporal), uma vez que parte das variações dos atributos climáticos está diretamente ligada a dinâmica desses sistemas.

3. Resultados e discussões

A partir do exame dos valores diários médios, máximos, mínimos e de amplitudes da temperatura e umidade relativa do ar (tabela 1) foi possível identificar aspectos gerais de variação desses elementos, condizentes com a ação das massas de ar durante o período e fatores de superfície (topografia e uso do solo) no tocante a aspectos particulares dessas variações.

O maior valor médio diário e geral em Lagoa Santa (21,3°C) mostra a capacidade desse ponto em conservar o calor, em grande parte atribuído às condições de relativo

confinamento imposto pela topografia local em bacia com drenagem endorreica. De forma similar, mas associado a outro fator, o maior valor de temperatura média das máximas diárias em Vespasiano pode ser atribuído à menor altitude e proximidade em relação à Belo Horizonte.

Nas figuras 2 e 3 o encadeamento temporal das massas de ar, associado à sucessão das estações do ano, aparece de forma evidente na elevação da temperatura em direção ao mês de outubro, na medida em que as mensurações adentram a primavera, quando a posição do hemisfério sul, em relação à entrada de radiação solar, favorece maior saldo energético. Entretanto, a variação da temperatura e umidade relativa não é uniforme, o que revela a ação de fatores topográficos e ligados ao uso do solo como pode ser observado nas figuras 2 e 3.

Tabela I – Valores diários de temperatura do ar (T°C) e umidade relativa do ar (UR %) médios, máximos, mínimos, absolutos e de amplitudes do período de 25/06 a 09/10/2018.

	Lagoa Santa (822 m)		Vespasiano (732 m)		Pedro Leopoldo (710 m)		BH Pampulha (854 m)		Sete Lagoas (719 m)	
	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)
Max Absol	35,3	88	37,3	89	31,2	88	33,5	93	33,7	98
Média	21,3	56	20,8	59	20,4	61	20,9	60	20,2	66
Min Absol	12,7	14	7,3	13	7,8	17	10,9	12	5,4	10
Amplitude	22,6	74	30	76	25,2	71	22,6	81	28,3	88
Med med	21,3	57	20,9	61	20,6	62	20,9	60	20,3	66
Med max	27,3	73	29,2	79	25,8	77	26,5	79	27,9	92
Med min	16,6	42	14,4	39	15,6	46	16,4	37	13,7	35
Amp med	10,7	31	14,8	40	10,2	31	10,1	42	14,2	57

Fonte: dados obtidos em campo. Elaboração: Ana Paula Minelli Moreira.

Nesse sentido, cabe indicar a variação de temperatura em Belo Horizonte–Pampulha, destacado nos gráficos de médias das médias diárias e média das mínimas, com valores elevados quase o todo o tempo, evidenciando maior disponibilidade de calor sensível nesse ambiente, decorrente da presença em maior número de fontes ativas e passivas de calor. Não

ISBN: 978-85-7282-778-2

se trata apenas de localização (a variação de latitude entre os postos é pequena) e nem de altitude, uma vez que a estação de Belo Horizonte situa-se em cota altimétrica mais elevada em relação aos demais postos, mas, principalmente, da dimensão da área construída, várias vezes maior do que as demais cidades, perfazendo quase toda a área do município com 330 km².

O posto instalado num dos municípios em estudo, Lagoa Santa, está localizado no interior de uma bacia endorreica, cujas águas drenam para um lago interior. E apesar do ponto situar-se em altitude de 822 m, a dissipação do calor encontra-se comprometida pelo contexto topográfico local, em área relativamente baixa circundada por morros e colinas de maior altitude. Deve-se acrescentar às características urbanas, a pouca vegetação e ocorrência de manchas de solo exposto, o que favorece a disponibilidade de calor sensível e, portanto, de elevação das temperaturas. O baixo valor de albedo destas superfícies (redução do efeito de reflexão dos raios solares), associada à maior capacidade e condutibilidade térmica dos materiais utilizados na construção civil, além da multiplicação das fontes passivas e ativas de produção de calor (superfícies pavimentadas, máquinas, automóveis etc.), contribui para adição de calor no ambiente, que se soma à disponibilidade natural de calor em decorrência da latitude tropical.

No município de Pedro Leopoldo, que se encontra em posição topográfica de fundo de vale (710 m), de orientação alongada e largo em determinados trechos, favorece a canalização e formação de ventos catabáticos e anabáticos. Durante o dia a radiação solar chega à superfície e o ar em contato com esta aquece, torna-se menos denso, expandindo-se com movimento ascendente ao longo da encosta (ventos anabáticos) e durante a noite a encosta resfria e, consequentemente, o ar em contato com a mesma também se resfria e fica denso, descendo em direção ao fundo do vale (ventos catabáticos). Desta forma, as temperaturas (tabela 1) experimentam elevados valores durante o dia e baixos valores durante a noite (TORRES e MACHADO, 2008).

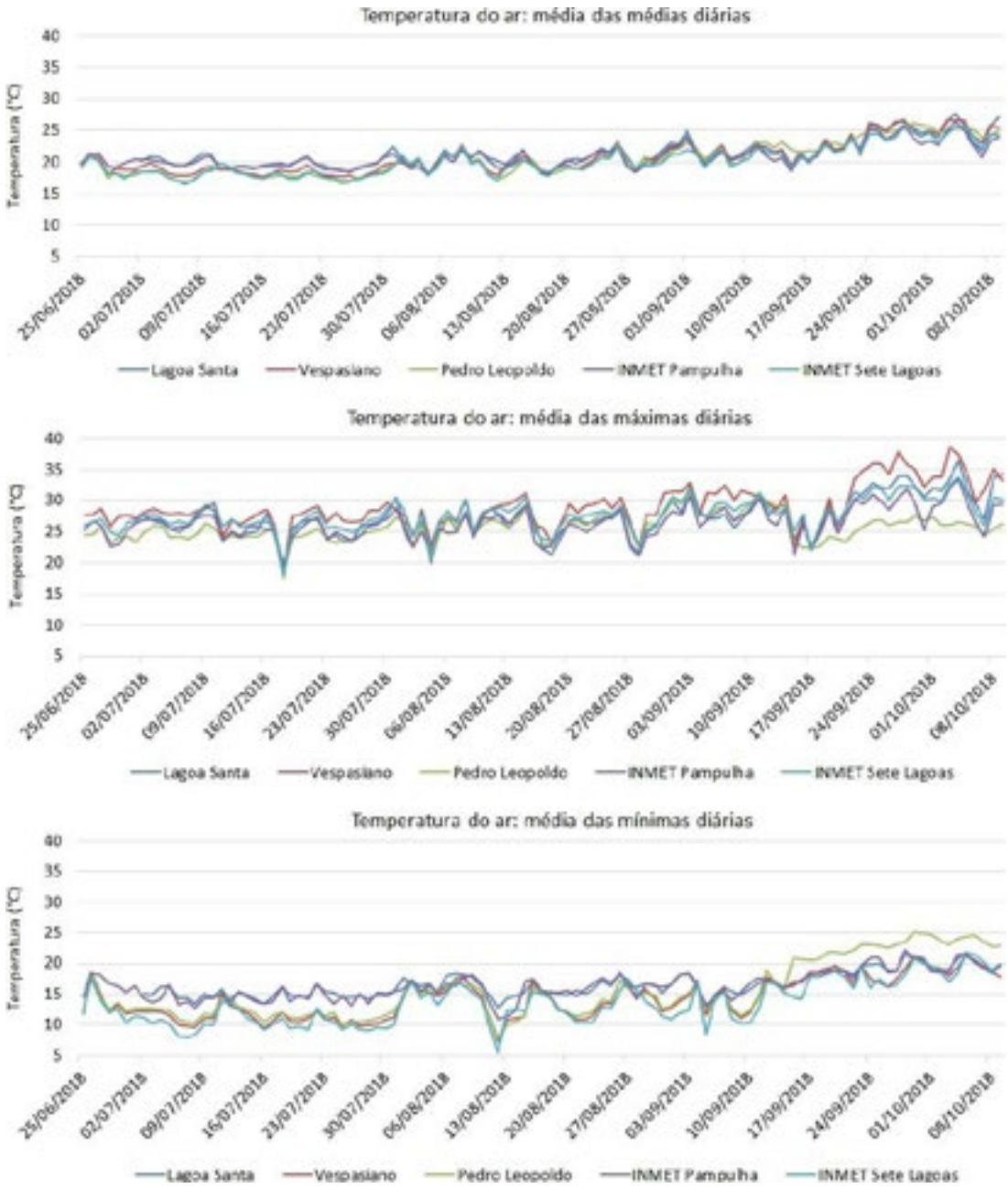


Figura 2 – Variação diária da temperatura do ar: média das médias, média das máximas e média das mínimas: período de 25/06 a 09/10/2018.

ISBN: 978-85-7282-778-2

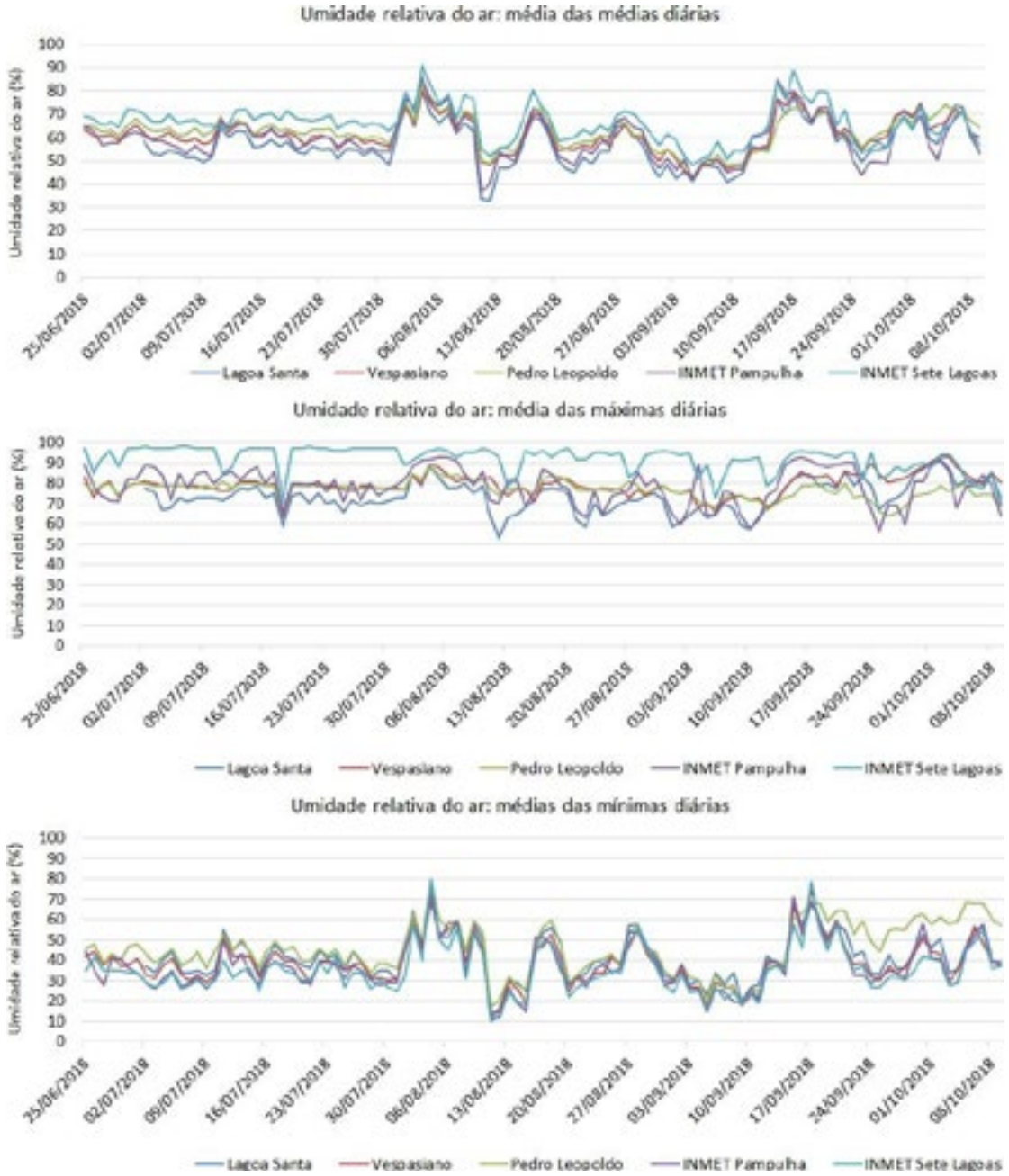


Figura 3 – Variação diária da umidade relativa do ar: média das médias, média das máximas e média das mínimas: período de 25/06 a 09/10/2018.

ISBN: 978-85-7282-778-2

O ponto de Vespasiano encontra-se a 732 m, na porção inferior de uma microbracia de drenagem, estando exposto tanto à radiação solar quanto aos ventos. Desta forma, os valores de amplitude térmica neste município foram os maiores apresentados de 30ºC (Tabela 1). Para Manoel e Galvani (2012) a amplitude térmica é caracterizada "pela diferença entre a maior e a menor temperatura do ar registrada, em um determinado período de tempo, que pode ser anual, mensal ou diária". Neste caso, os valores elevados de amplitude térmica indicam que o local possui grande capacidade de absorver e perder calor rapidamente.

4. Considerações finais

Os municípios estudados estão localizados numa mesma região, o que resulta em eventos atmosféricos semelhantes, influenciados em grande parte pelas mesmas massas de ar e entrada de radiação solar. Entretanto, mesmo com esses fatores atribuindo uma tendência de temperatura e umidade parecidas entre os pontos, estes apresentaram diferenças significativas entre si, o que pode ser explicado pelas particularidades topográficas e de ocupação existentes em cada local, devendo ser levadas em consideração, uma vez que podem influenciar no conforto térmico dos ambientes construídos, drenagem das águas de chuva, ventilação etc.

5. Referências Bibliográficas

GARCIA, M. C. M. **Estudio del clima urbano de Barcelona**: la "isla de calor". 1990. 193 p. Tese (Doutorado) – Universidade de Barcelona, Barcelona, 1990;

IBGE. **Cidades**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br>. Acesso: 10/02/2019.

_____, **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Disponível em:

<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv63011.pdf>Acesso em: 10/02/2019.

MANOEL, M. C.; GALVANI, E. **Variação da amplitude térmica em áreas de clima tropical de altitude, estudo do caso de Espírito Santo do Pinhal, SP e São Paulo, SP.** Revista Geonorte, [S.I], v.3, n.5, p.1090-1102, nov. 2012. ISSN 2237-1419. Disponível em:

<http://www.periodicos.ufam.edu.br/revista-geonorte/article/view/2169>. Acesso em: 10 jan. 2019.

MENDONÇA, F. Clima e planejamento urbano em Londrina. Proposição metodológica e de intervenção urbana a partir do estudo do campo termo-higrométrico. In: MENDONÇA, F.; MONTEIRO, C. A. F. **Clima Urbano**. São Paulo: Contexto, 2003. p. 93-120.

MONTEIRO, C. A. F. Análise rítmica em climatologia. Problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho. **Climatologia**, São Paulo, n.01, p.1-21, 1971.

MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e clima urbano**. Tese de Livre-Docência, Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo,119p,1975.

TARIFA, J. R.; AZEVEDO, T. R. (Orgs.) **Os climas na cidade de São Paulo**: teoria e prática. São Paulo: Pró-Reitoria de Cultura e Extensão. Universidade de São Paulo: Laboratório de Climatologia. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Universidade de São Paulo, 2001.

TORRES, F. T. P.; MACHADO, P. J. O. **Introdução à Climatologia**. – Ubá: Ed. Geographica, 2008. – (Série de Textos Básicos de Geografia), 234 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

VERANICOS NO MUNICÍPIO DE CABACEIRAS/PB

Milla Gomes Albuquerque [(a)], Maressa Oliveira Lopes Araújo [(b)], Daisy Beserra Lucena[(c)]

[(a)] Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal da Paraíba, millagomes0410@gmail.com

[(b)] Departamento de Geociências, Universidade Federal da Paraíba, maressalopes49@gmail.com

[(c)] Departamento de Geociências, Universidade Federal da Paraíba, daisylucena@yahoo.com.br

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo/

O objetivo deste trabalho foi de identificar os veranicos ocorridos no município de Cabaceiras, localizado na região semiárida da Paraíba, durante o período de 1994 a 2017 (24 anos de dados). Para tanto, foram utilizados dados de precipitação diária, fornecidos pela Agência Executiva de Águas do Estado da Paraíba (AESA). A frequência absoluta de veranicos foi observada utilizando os seguintes limiares: dias consecutivos sem chuva ou chuvas abaixo de 2 mm durante no mínimo 5 dias no período chuvoso do município (fevereiro a maio). Os resultados mostram a ocorrência de veranicos em todos os anos. A maior duração de veranico foi de 95 dias e ocorreu no ano de 2017. Não foi verificada nenhuma tendência de aumento na duração de dias e tampouco na frequência dos mesmos. Também não foi constatada uma ligação direta de anos chuvosos e a maior ocorrência de veranicos e vice-versa. É importante ressaltar que, quando se trabalha com veranicos, provoca-se uma quebra em dias consecutivos sem chuva, devido a ser delimitado, o que pode minimizar os efeitos causados na região.

Palavras chave: Período chuvoso; Dias sem chuva; Variabilidade; Veranicos.

1. Introdução

As localidades inseridas na região semiárida do Brasil apresentam características marcantes, tais como: maior índice de insolação e as mais elevadas taxas de evapotranspiração, precipitações inferiores a 800 mm anuais, grande variabilidade espacial e temporal da precipitação (intra e interanual), além da estação chuvosa restringindo-se a poucos meses (ANDRADE, 1977; MARENGO et al., 2011).

Sendo a chuva de grande importância para toda a população, a região semiárida sofre devido a irregularidade das mesmas e assim, afeta todos os setores, sejam eles econômicos, sociais e ambientais.

Segundo o Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República - NAE (2005) tem-se que, no semiárido brasileiro, é comum acontecer períodos secos durante a estação chuvosa e, dependendo da intensidade, frequência e duração dos dias secos, podem provocar fortes danos às culturas de subsistência.

O município de Cabaceiras, localizado no Estado da Paraíba, está situado na microrregião do Cariri Oriental, conhecida como a região que possui o menor índice pluviométrico do Estado, com precipitação média anual de 336,6mm (BRECKAM et al., 2013). Aproximadamente 67% do total médio anual ocorrem na estação chuvosa, ou seja, fevereiro a maio (MENEZES, 2006).

A região sofre com os processos de desertificação e, segundo Farias (2015) e Souza (2008), esse processo acontece na região dos Cariris Velhos, que envolve o município de Cabaceiras (correspondendo a mais de 77% de toda a região), mostrando a singularidade da região. Sales (1996) afirma que Cabaceiras apresenta um grande comprometimento da economia e do meio ambiente devido à intensidade da degradação do solo, e constitui um dos quatro núcleos de desertificação do Brasil.

Estudar veranicos, períodos com pouquíssima ou nenhuma chuva dentro da estação chuvosa (SILVA; RAO, 2002; MINUZZI et al., 2005), é importante para a gestão dos recursos hídricos, principalmente pela falta de regularidade nas chuvas na região Nordeste.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Vale ressaltar que Carvalho et al. (1999) verificou que a previsão de ocorrência de veranicos é significativa para a agropecuária pois este estudo fornece informações para que seja feito um planejamento agrícola de sequeiro e irrigado na região em estudo, já que este estudo pode ajudar na melhoria do uso da água nas áreas cultivadas.

Os veranicos prolongados, que são característicos do Sertão nordestino, causam um impacto considerável na agricultura de sequeiro (SOARES; NOBREGA, 2009). CUPOLILLO (2008) verifica que os veranicos podem ser classificados de acordo com o grau de intensidade, frequência e tempo de duração. Quanto mais vezes ocorrerem esses fenômenos, maiores os impactos negativos nas atividades humanas.

Diante do exposto, informações e compreensão de condições climáticas, principalmente variações e mudanças na precipitação, em uma determinada localidade são necessárias para que se possam desenvolver estratégias para tomada de decisões, além de planejamento sustentável e implementação de práticas agrícolas mais viáveis. Neste sentido, o objetivo deste trabalho é identificar os veranicos no município de Cabaceiras-PB, durante o período de 1994 a 2017.

2. Materiais e Métodos

2.1. Área de Estudo

O município em foco, Cabaceiras (7°29'S; 36°17'W), localiza-se na região semiárida da Paraíba, mais precisamente na microrregião do Cariri Oriental (Figura 1). Sua região imediata é Campina Grande que fica a 68,7 Km. Segundo o IBGE (2010), Cabaceiras ocupa uma área de 452,925 km² e possui uma população de 5035 habitantes, com densidade demográfica de 11,12 hab/km².

ISBN: 978-85-7282-778-2

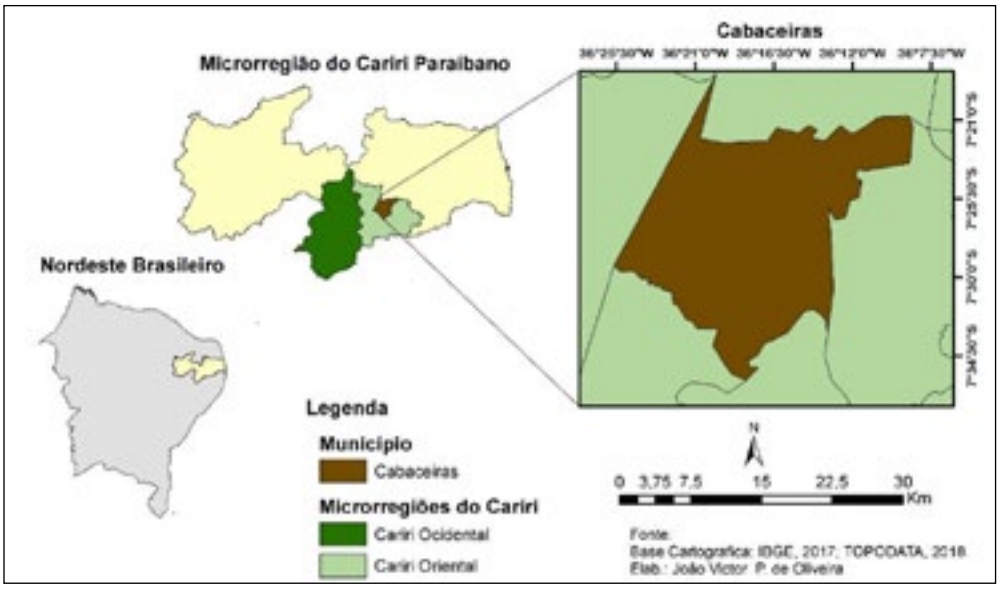


Figura 1. Mapa de localização do município de Cabaceiras – Paraíba

Com relação ao tipo climático, Rosendo et al. (2015, p.6) afirmam que:

> De acordo com a classificação de Köppen, a área de Cabaceiras está sob a influência de dois tipos climáticos: BSh — clima árido seco e quente —, com precipitação anual inferior a 500 mm, evapotranspiração potencial anual superior a precipitação anual e em sua maioria de cursos d'água intermitentes, com temperatura média anual maior do que 18°C. Outra parte do município encontra-se inserida no clima As - clima tropical, chuvas de inverno— outono, climas megatérmicos e estação invernosa ausente.

A área em estudo é uma área aberta, sobre o planalto, seu relevo é suave ondulado e sua altitude varia entre 400 e 600 metros (MEDEIROS et al., 2016). A vegetação encontrada é do tipo caatinga hiperxerófila – vegetação de clima semiárido. A atividade agrícola e a pecuária são deficitária na região, voltada para a criação de produção de caprinos, produção de algodão e cultivo da palma (FRANCISCO, 2010; ROSENDO et al., 2015).

ISBN: 978-85-7282-778-2

2.2 Coleta e Tratamento dos Dados

Foram utilizados dados diários de precipitação pluviométrica para o posto localizado no município de Cabaceiras/PB, obtidos da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA). A série histórica compreende o período de 1994 a 2017 (24 anos).

Para identificação do que se considera um dia seco, foi adotado o procedimento utilizado em Menezes (2006) ao qual considera um dia seco precipitações com volume de menor que 2mm/dia para um área isolada.

A partir dessa delimitação, foram determinadas as frequências absolutas da ocorrência de veranicos, ressaltando que, para ser considerado um veranico, precisa haver uma sequência de pelo menos cinco dias secos consecutivos, com precipitações diárias abaixo de 2 mm durante o período chuvoso da região (fevereiro a maio), podendo passar de um mês para o outro (MINUZZI et al., 2011**).**

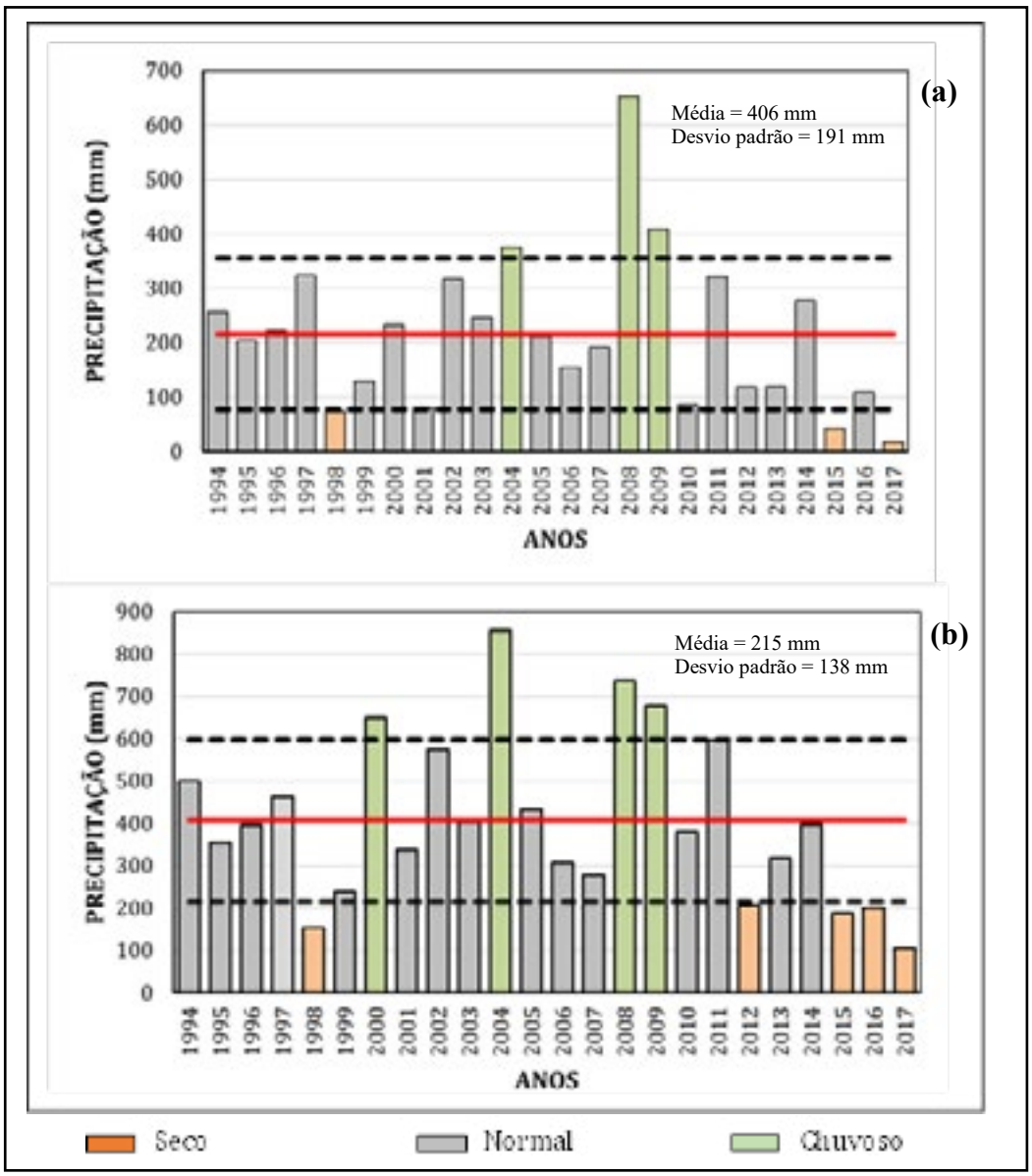
3. Resultados e Discussões

O comportamento da chuva em Cabaceiras, no período de 1994 – 2017, pode ser observado na Figura 2(a), em que a média de precipitação anual foi de 406 mm, com desvio padrão de 191 mm. Verifica-se que 12,5% dos anos apresentaram precipitações bem acima da média, considerados anos chuvosos (acima do desvio padrão positivo) e a mesma porcentagem (12,5%) apresentou precipitações bem abaixo da média, considerados secos (abaixo do desvio padrão negativo). Como esperado, a maioria dos anos está dentro da categoria normal.

A Figura 2(b) mostra o comportamento da precipitação dentro do período chuvoso do município (fevereiro a maio). A média deste período foi de 215 mm e seu desvio padrão de 138 mm. Outro fator importante é que 16,6% destes anos apresentaram precipitações bem acima da média, considerados chuvosos e 20,8% precipitações bem abaixo da média,

ISBN: 978-85-7282-778-2

considerados secos. Entretanto, verifica-se que como o total anual da precipitação, a chuva no período chuvoso também apresentou a maioria dos anos dentro da categoria normal.



Fonte: Os autores (2018)

Figura 2. Variação interanual da precipitação para o município de Cabaceiras (1994-2017): (a) total anual, (b) período chuvoso (FMAM)

Nota: A linha vermelha representa a média e as linhas tracejadas o desvio padrão da precipitação

ISBN: 978-85-7282-778-2

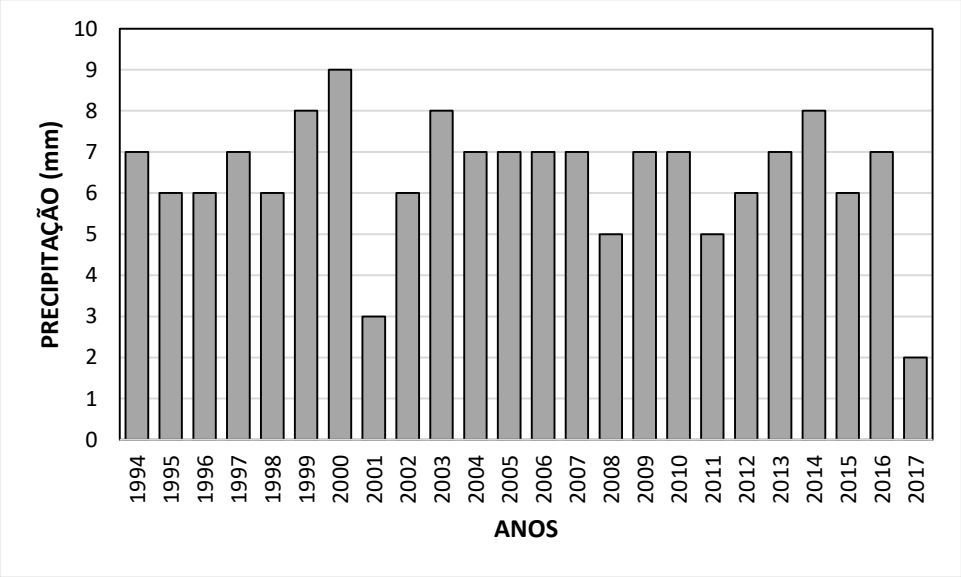
Analisando o comportamento interanual das chuvas, percebe-se que em anos chuvosos, geralmente, o período chuvoso também segue o mesmo comportamento. O contrário também foi observado. Contudo, vale ressaltar que, esse padrão não apresenta a mesma intensidade, ou seja, um ano muito seco não necessariamente apresenta o período chuvoso bastante seco, como por exemplo, os anos de 2012 e 2016. Ademais, tem-se que em alguns anos pode ser observada a contribuição de meses fora do período chuvoso, para o volume total anual das chuvas, como por exemplo, o ano de 2000, ano com uma precipitação anual acima da média e período chuvoso na média.

Para o período em estudo (1994-2017), o ano de 2017 foi o ano com menor precipitação anual, apresentando 104,7 mm/ano, tendo o período chuvoso com a maior redução, atingindo, aproximadamente 92% do total anual.

O ano de 2004 foi o ano que apresentou o maior volume de precipitação anual, com 855,8 mm e o período chuvoso, assim como na precipitação anual, se manteve acima do desvio padrão positivo.

Analisando a ocorrência de veranicos no município, é perceptível, a partir da Figura 3, a ocorrência de veranicos em todos os anos em análise. A menor quantidade de veranicos foi 2017 e o maior foi em 2000. Percebe-se, analisando a Figura 2 e Figura 3, que não há indícios de uma relação clara com a classificação de anos secos e chuvosos, se ocorrem mais ou menos veranicos dentro de um ano se ele for seco ou chuvoso. Todavia, cabe enfatizar que não se deve analisar só a frequência de ocorrência de veranicos, mas também verificar o comportamento dos mesmos, ou seja, duração e quantidade de chuva, até mesmo entre os intervalos de dois veranicos. Também não observa nenhuma tendência de aumento no número de veranicos.

ISBN: 978-85-7282-778-2



Fonte: Os autores (2018)

Figura 3. Quantidade de veranicos ocorridos no período de 1994 a 2017 no município de Cabaceiras.

A classificação dos veranicos foi realizada com base em sua intensidade: fraco (duração de 5 a 24 dias), moderado (25 a 60 dias) e intenso (mais de 60 dias). É bom ressaltar que a classificação para veranicos existe na literatura, porém para outras regiões que possuem comportamento diferente do município em análise, Cabaceiras. Por exemplo, Minuzzi et al. (2005) utilizaram os intervalos de veranicos em quatro classificações: 3 a 6 dias, 7 a 10 dias, 11 a 14 dias e acima de 15 dias, para o Estado de Minas Gerais e se esta fosse a classificação em uso para o município de Cabaceiras, praticamente todos os veranicos que ocorreram classificariam na maior classe. Sendo assim, percebe-se a partir da Figura 4 que predomina os veranicos de intensidade fraca.

Observa-se que no ano de 2017 ocorreram apenas 2 veranicos, sendo um de intensidade fraca e outro intenso (Figura 4), este com duração de 95 dias, o que representa 80% de dias que compõe o período chuvoso. O veranico "fraco" teve uma duração de 21 dias, mostrando que 116 dias ficaram sem chover dentro de um período de 120 dias. Nesse

ISBN: 978-85-7282-778-2

mesmo ano, o período chuvoso teve chuvas abaixo do esperado, uma redução de aproximadamente 91% do esperado. Já no ano de 2000, ocorreram 9 veranicos, sendo o ano com mais veranicos dentro do período de 24 anos.

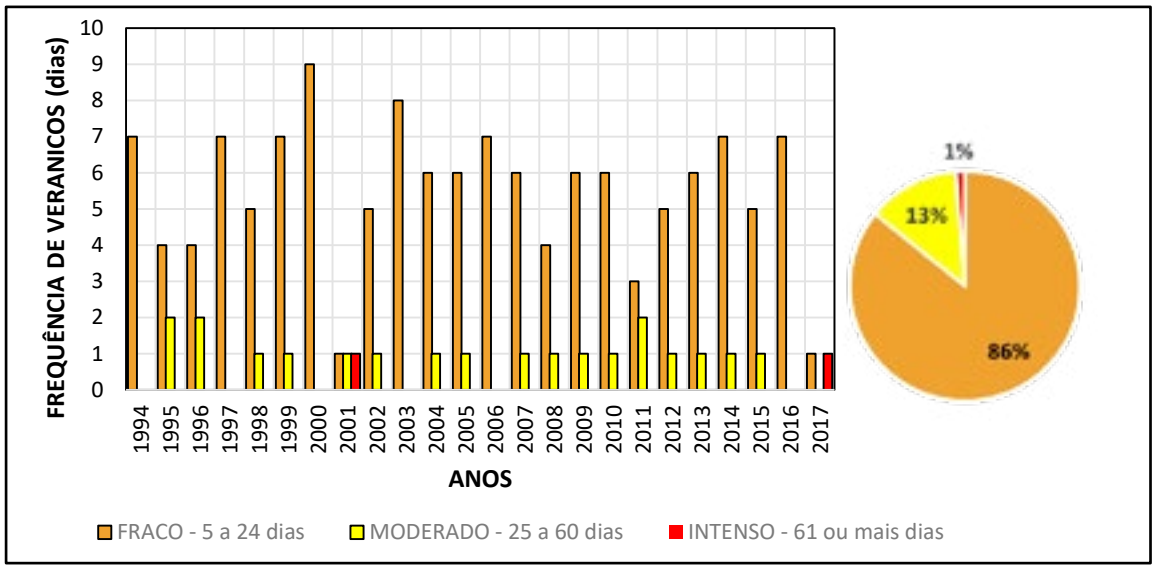


Figura 4. Classificação de veranicos em fraco, moderado e intenso no município de Cabaceiras – PB (1994 - 2017).

Após a análise da intensidade e duração de veranicos, foi realizada uma análise critica acerca da metodologia e foi percebido que o estudo de veranicos para a região talvez não seja o método mais adequado, tendo em vista que, como o estudo de veranicos limita-se ao período chuvoso, em Cabaceiras os dias sem chuvas (ou com pouca intensidade), em muitos anos, prevalecem em vários meses, em muitos anos analisados, o período chuvoso já iniciava com vários dias sem chuvas, as vezes até meses, o que pode mascarar os impactos causados. Talvez, o ideal para a região fosse o estudo de “Dias Consecutivos Secos” para uma análise melhor do comportamento, intensidade, duração e variabilidade dos dias sem chuvas.

ISBN: 978-85-7282-778-2

4. Considerações Finais

No município de Cabaceiras/PB, em todos os anos compreendidos de 1994 a 2017, foram observados veranicos – período sem chuva diária abaixo de 2 mm de no mínimo 5 dias durante o período chuvoso - e não foi verificada nenhuma tendência de aumento na duração de dias e tampouco na frequência dos mesmos.

A maior duração de um veranico foi de 95 dias e ocorreu no ano de 2017.

Não foi observada uma relação direta de anos chuvosos com maior ocorrência de veranicos e vice-versa.

É importante ressaltar que, quando se trabalha com veranicos, provoca-se uma quebra em dias consecutivos sem chuva, devido a ser delimitado, o que pode minimizar os efeitos causados na região.

5. Agradecimentos

As autoras agradecem ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica/ Programa Institucional de Voluntários de Iniciação Científica (PIBIC/PIVIC-CNPq) pela concessão da bolsa, e a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA) pelo fornecimento dos dados utilizados neste estudo.

6. Referências Bibliográficas

ANDRADE, G.O. Alguns aspectos do quadro natural do Nordeste. **Estudos Regionais**. Recife: SUDENE. v. 2. 1977.

BRECKAM, C.T.; MEDEIROS, R.M.; FRANCISCO, P.R.M.; GOMES FILHO, M.F. Climatologia da precipitação de Cabaceiras-PB no período entre 1926-2011. **Revista Educação Agrícola Superior**. v.28, n.2, p. 132-135, 2013.

CARVALHO, D.F.; OLIVEIRA, M.A.A.; SOUSA, S.A.V.; CARVALHO, P.O.L. Estimativas de ocorrência de veranicos em Seropédica, Vassouras e Piraí (RJ), e suas

influências no rendimento da cultura do feijão (Phaseolus Vulgaris L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v.23, n.2, p.323-330, 1999.

CUPOLILLO, Fulvio. **Diagnóstico Hidroclimático da Bacia do Rio Doce**.156 p. Tese (Doutorado em Climatologia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Belo Horizonte, 2008.

FARIAS, W.I.B. **Cabaceiras: uma análise dos aspectos físicos e do uso da Terra como fatores agravantes da desertificação**. Monografia - Bacharelado em Geografia, UFPB, João Pessoa/PB. 30 p. 2015.

FRANCISCO, P. R. M. **Classificação e mapeamento das terras para mecanização do Estado da Paraíba utilizando sistemas de informações geográficas**. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água). Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia. 112f. 2010.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2010.** Disponível em: < Disponível em: http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwin-dow.htm?1> Acesso nov. 2012. >. Acesso em 20/01/2018.

MARENGO, J.A.; ALVES, L.M.; BEZERRA, E.A.; LACERDA, F.F. Variabilidade e mudanças climáticas no Semiárido Brasileiro. In: Salomão de Souza Medeiros; Hans Raj Gheyj; Carlos de Oliveira Galvão; Vital Pedro da Silva Paz. (Org.). **Variabilidade e mudanças climáticas no Semiárido Brasileiro.** 1ed. Campina Grande: Instituto Nacional do Semiárido, 2011, v. 1, p. 383-416.

MEDEIROS, R.M.; BRITO, J.I.B.; BORGES, C.K.. Análise Hidroclimático do Município de Cabaceiras, PB. **Revista Brasileira de Geografia Física**. v. 05. 1174-1190, 2012.

MENEZES,H.E.A. **Influência da temperatura da superfície dos oceanos tropicais na ocorrência de veranicos no estado da Paraíba**. Dissertação (Mestrado em Meteorologia). – Programa de Pós-Graduação em Meteorologia, UACA/CTRN/UFCG, Campina Grande/PB, 110 p., 2006.

MINUZZI, R.B.; SEDIYAMA, G.C.; RIBEIRO, A.; COSTA, J.M.N. El niño: ocorrência e duração dos veranicos do Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 9, n. 3, p. 364-371, 2005.

MINUZZI, R. B.; CARAMORI, P. H.; BORROZINO, E. Tendências na variabilidade climática sazonal e anual das temperaturas máxima e mínima do ar no Estado do Paraná. Bragantia, Campinas, v.70, n.2, p.471- 479, 2011.

Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República - NAE. **Mudança de Clima**, Vol. I: Negociações internacionais sobre a mudança de clima; vulnerabilidade, impactos e adaptação á mudança de clima. Cadernos NAE, NAE-SECOM. Brasília, 250 pp., 2005.

ROSENDO, E.E.Q.; SOUZA, B.I.; PIRES, A.L.; PEDRONA, L.P.D.; FILGUEIRA, H.J.A., 2015. Chuvas extremas e desordenamento do território da construção do risco: um estudo de caso no município de Cabaceiras – Paraíba (Brasil). **Cuadernos de geografia/Revista Colombiana de Geografía**. Vol.24, n°2, 2015.

SALES, M. C. L. **Estudo da degradação ambiental em Gilbués - PI. Reavaliando o núcleo de desertificação**. Dissertação (Mestrado). São Paulo, USP, 181p. 1996.

SILVA, F.A.S.; RAO, T.V.R. Regimes pluviais, estação chuvosa e probabilidade de ocorrência de veranicos no estado do Ceará. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.6, n.3, p.453-459, 2002.

SOARES, D. B.; NOBREGA, R.S. Detecção de tendências na ocorrência de veranicos na Microrregião do Pajeú – PE. **Revista de Geografia**. Recife: UFPE, v. 26, n. 3, p. 263-275, 2009.

SOUZA, B.I. **Cariri Paraibano: do silêncio do lugar à desertificação**. Tese (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Instituto de Geociências. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre/RS, 198 p., 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

VARIABILIDADE ESPAÇO-TEMPORAL DA CHUVA NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO EM EVENTOS DE EL NIÑO E LA NIÑA

Rafaela Quintella Veiga [(a)], Andrews José de Lucena[(b)] , Gabriela Fernandes Santos Alves [(c)]

[(a)] Geografia/Graduanda, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, email: rafaquinveiga@gmail.com.

[(b)] Geografia/Docente do programa de graduação e pós-graduação em Geografia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, email: lucenageo@yahoo.com.br.

[(c)] Geografia/Mestranda do programa de pós-graduação em Geografia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, email: gabriela.geouerj@yahoo.com.br.

Eixo: Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

O trabalho analisa o padrão temporal e espacial da chuva na cidade do Rio de Janeiro durante os eventos mais recentes de El Niño, La Niña e ano normal (na ausência daqueles eventos). Foi realizada uma comparação para três estações meteorológicas (Alto da Boa Vista, São Cristóvão e Guaratiba) cujo os dados correspondem aos meses entre junho a junho, sendo 2010/2011 (La Niña); 2013/2014 (ano normal) e 2015/2016 (El Niño), e estatisticamente tratados no Programa R (the R Project for statistical computing). Os resultados mostram que no evento de La Niña a chuva é mais concentrada, no El Niño a precipitação é irregular, enquanto no ano normal apresenta regular distribuição de chuvas ao longo do período estudado, sem grandes distorções com concentração de chuvas no verão, sendo que com menor intensidade ao se comparar ao período de El Niño.

Palavras chave: Cidade do Rio de Janeiro; Precipitação; El Niño; La Niña.

1.Introdução

El Niño-Oscilação Sul (ENOS) é um fenômeno climático de macro escala decorrente de uma forte influência das condições oceânicas no clima, da interação oceano-atmosfera (MENDONÇA; OLIVEIRA, 2007). Acarreta anomalias na temperatura da superfície do mar na região do Pacífico Equatorial (GRIMM; FERRAZ; GOMES aput MINUZZI, R. B. et al). O ENOS apresenta duas fases: a fria, designada La Niña e a quente, El Niño. Em relação a sua identificação é feita por meio de índices da oscilação da pressão atmosférica e temperatura do mar (TSM). O Índice de Oscilação Sul (IOS) calcula-se através da diferença de pressão entre locais distintos: Taiti no Pacífico Central; e Darwin, Austrália no Oeste do Pacífico. O atual monitoramento utiliza índices fundamentados na medição da TSM Niño (Niño 1+2, Niño 3, Niño 3.4 e Niño 4), que são anomalias de temperatura médias da superfície do mar (TSM) que são controladas em distintas regiões do Pacífico Equatorial (The Climate Date Guide: Niño SST Índices - Niño 1+2, 3, 3.4, 4; ONI and TNI, 2016).

El Niño é um fenômeno oceânico caracterizado pelo aquecimento anormal das águas superficiais nas porções central e do leste do Oceano Pacífico, nas proximidades da América do Sul, principalmente na costa do Peru (MENDONÇA; OLIVEIRA, 2007). A corrente de águas quentes que circula nessa região, normalmente, na direção sul no início do verão, apenas recebe o nome de El Niño quando a anomalia térmica alcança proporções elevadas (1°C) ou muito elevadas (de 4°C a 6°C) acima da média térmica (23°C). El Niño está relacionado ao esfriamento da alta subtropical do Pacífico Sul (pressões incomumente baixas) e ao enfraquecimento do sistema de baixa pressão na porção oeste do Pacífico (pressões anormalmente baixas). Também, o mesmo se trata de uma alteração da dinâmica normal da Célula de Walker (MENDONÇA; OLIVEIRA, 2007).

A La Niña, conhecida também como Anti-El Niño, caracteriza-se pelo resfriamento atípico das águas do Pacífico. Efetiva-se quando a porção leste do Pacífico (Taiti) fica submetida ao aumento anômalo de suas pressões, regularmente elevadas, isto é, quando a situação barométrica padrão da Célula de Walker acentua-se (MENDONÇA; OLIVEIRA, 2007).

Alguns trabalhos têm destacado o papel desses eventos nos parâmetros climáticos. Araújo et al (2013) disserta sobre a influencia do evento El Niño – Oscilação Sul e Atlântico Equatorial na precipitação sobre as regiões norte e nordeste da América do Sul durante o período compreendido de 1900 a 2007, utilizando de análise de composições (utilizada para obter os campos espaciais

trimestrais da TSM e de anomalias de PNM (pressão ao nível do mar) para ilustrar a evolução temporal dos eventos). Os resultados de tal estudo evidencia padrão de precipitação na região norte e nordeste da América do Sul que é reforçado segundo a configuração do gradiente interbacias na fase inicial do ENOS, sendo eficientes para monitoramento climático.

Minuzzi et al (2006) desenvolveram um trabalho acerca da influência do El Niño no período chuvoso da região sudeste do Brasil, usando dados diários de 203 estações pluviométricas. Tais dados foram tratados estatisticamente e organizados de forma trimestral da precipitação durante o período chuvoso. A escolha das datas de início dos períodos chuvosos da série foi fundamentada aos valores médio, máximo e mínimo e a análise das influências do El Niño no final do período chuvoso adotou técnica dos quantis. A quantidade trimestral de precipitação foi relacionada e classificada com o Índice de Oscilação Sul (IOS) e a temperatura da superfície do mar de quatro regiões do Pacífico Equatorial, com a aplicação dos desvios normalizados e correlações 'lag'. Dessa forma, foi concluído que durante o e, a tendência é como, na precipitação trimestral, exceto o extremo sul da região, nos dois primeiros trimestres, mas nos eventos de El Niño ditos os mais fortes do século XX (1982/83 e 1997/98), o período chuvoso demorou em terminar, sobretudo, no Estado de São Paulo.

Vale destacar que apesar do fenômeno ENOS ser bem descrito, ou seja, há registros de sua manifestação ao longo da história desde pelo menos o século XVI, o mesmo apresenta controvérsias quanto à sua origem (MENDONÇA;OLIVEIRA, 2007). Entretanto, esse fenômeno influencia (tanto a fase positiva quanto a negativa) diretamente na distribuição e no quantitativo de chuva, inclusive na cidade do Rio de Janeiro, na região sudeste, que é alvo de muitos estudos.

Nesse sentido, a cidade do Rio de Janeiro é um importante espaço que exemplifica a complexidade espacial, sazonal e sinótica da climatologia da precipitação na região Sudeste, obtendo contraste marcante na sua climatologia quando se compara os diferentes bairros. Além de que a distribuição espaço-temporal das chuvas é um fator regional muito relevante para a sociedade e para orientar decisões aos possíveis danos decorrentes da irregularidade das chuvas. Assim, o presente trabalho visa analisar o comportamento temporal e espacial da chuva entre diferentes espaços da cidade do Rio de Janeiro, os bairros do Alto da Boa Vista, na encosta do maciço da Tijuca, a 300 metros de altitude, São Cristóvão, na área central e mais urbanizada da cidade e Guaratiba, situada no extremo oeste às margens da baía de Sepetiba, considerando os eventos de La Niña (2010/2011); ano normal (2013/2014) e El Niño (2015/2016).

2.Materiais e Métodos

Inicialmnte realizou-se um levantamento conceitual sobre os fenômenos de macroescala, em foco, El Niño e La Niña e seus impactos na Região Sudeste, principalmente, na cidade do Rio de Janeiro. Reuniram-se informações sobre a caracterização física da cidade do Rio de Janeiro, e posteriormente, o trabalhado foi dividido em distintas etapas, apontadas a seguir.

Foram determinados anos comparativos que compreendem os meses entre junho de um ano a junho de outro: de 2010/2011 (La Niña); 2013/2014 (ano normal); 2015/2016 (El Niño). Em seguida, foram definidas as intensidades dos fenômenos, respectivamente, em Moderado e Muito Forte, baseado no índice ONI (Oceanic Niño Index). Usou-se o parâmetro do Centro de Previsão Climáticas da NOAA dos Estados Unidos, que utiliza o índice Niño 3.4 para aferir as anomalias de temperatura do Pacífico, a qual se relaciona muito bem com a manifestação do ENOS.

Para determinar a intensidade do El Niño e La Niña é usado o índice ONI (Oceanic Niño Index), calculado através de médias trimestrais móveis (DJF, JFM, etc.) de anomalias da temperatura da superfície do mar (TSM) na região do Niño 3.4 (5°N-5°S, 120°-170°W, sobre o Pacífico Equatorial Tropical). Quando a diferença da TSM em relação à média é superior a 0,5°C por pelo menos cinco trimestres móveis sequente caracteriza-se EN, à medida que sendo inferior a 0,5°C por pelo menos cinco trimestres móveis, consecutivos caracteriza LN. E por fim, diferenças inferiores a -/+ 0,5°C correspondem à condição de neutralidade (N). Os eventos de EN ou LN, segundo com o índice ONI podem ser classificados como muito forte, forte, moderado e fraco, salientando que o critério para essa classificação é apoiado em um período que ultrapassou o limite crítico da TSM e não no valor médio.

Em seguida, foram selecionados dados diários pluviométricos e de temperatura de três estações meteorológicas (Alto da Boa Vista, São Cristóvão e Guaratiba) localizadas em três áreas distintas, zonas Norte, Centro e Oeste (Figura 1), que estão disponíveis no Sistema Alerta Rio da Prefeitura da cidade do Rio de Janeiro (http://alertario.rio.rj.gov.br/download/dados-meteorologicos/).

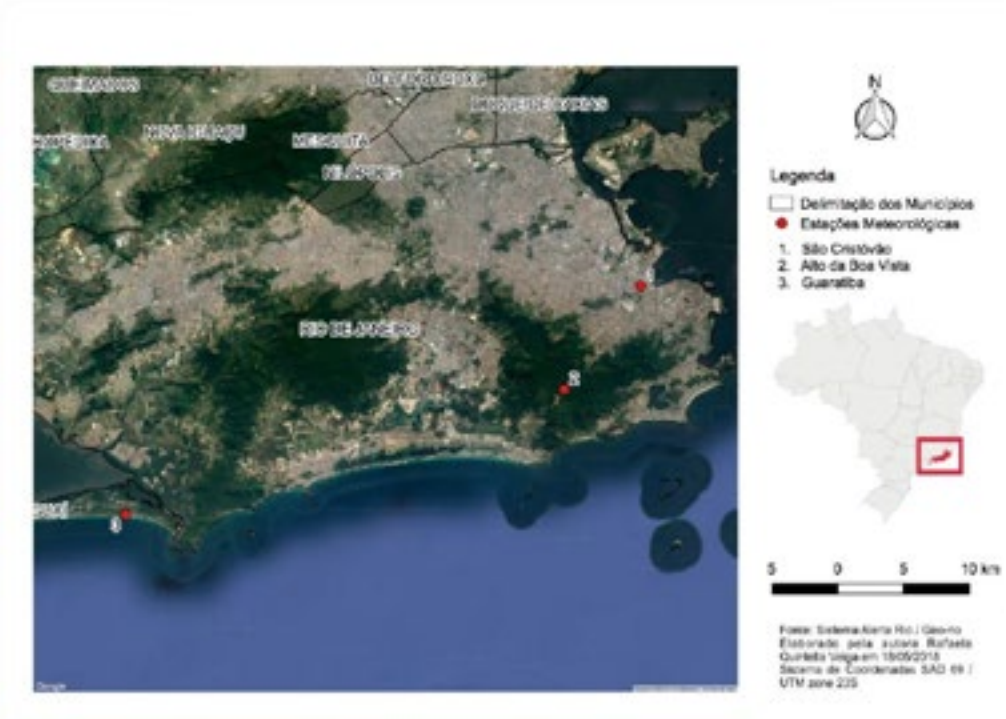


Figura 1 – Localização e Distribuição das estações meteorológicas na cidade do Rio de Janeiro

Os dados foram tabulados e tratados estatisticamente no Programa R (the R Project for statistical computing). Os dados de chuva não apresentam falhas. Finalmente, foram produzidos elementos da estatística básica (média, mediana, desvio padrão (DP), quartil, variância); como também gráficos de todos os anos comparados e de ambas variáveis.

3.Resultados e Discussões

3.1. Alto da Boa Vista

No evento de La Niña (Figura 2), há uma maior ocorrência no dia de chuvas com dois maiores picos entre julho/agosto e março/abril, destaque para 122,6 mm no dia 25 de abril de 2011. Possui concentração de chuvas no segmento de setembro a janeiro (período de primavera e verão). No ciclo Normal, há uma distribuição mais regular da precipitação, com baixa concentração no período,

contudo as chuvas estão centralizadas entre a primavera e o verão, e o período seco entre maio e junho. Dois picos sobressaem, um entre novembro/dezembro- 132,2mm no dia 11 de dezembro de 2013, e o outro (maior) entre março/abril (186,6mm no dia 14 de abril de 2014). Por outro lado, no evento de El Niño, a concentração das chuvas nos meses é regular, isto é, de verão com picos mais acentuados alcançando 193mm.

No ciclo de La Niña a máxima foi no Alto da Boa Vista, como também obteve maior variância (valores mais distantes da média) – 194,1546, consequentemente, apresentando maior desvio padrão – 13,93394. Em relação, no ciclo normal, à máxima de precipitação permanece no Alto da Boa Vista (186,6mm), e maior variância (285,7978) e o Desvio Padrão (13,93394). Já no ciclo El Niño, essa estação apresenta a maior máxima registrada ao comparar aos outros ciclos (La Niña e Normal), e seus valores de variância (329,9496) e desvio padrão (18,16452) continuam os maiores referentes as demais estações comparadas (São Cristóvão e Guaratiba).

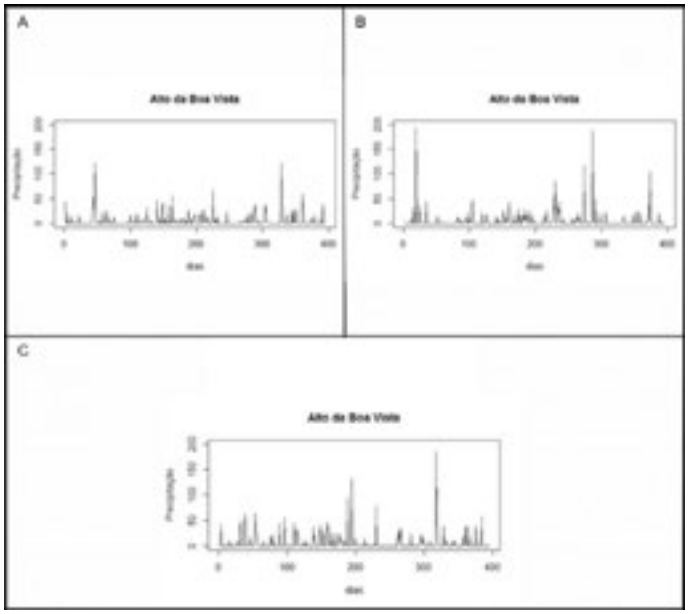


Figura 2 – Distribuição da chuva na estação Alto da Boa Vista durante evento La Niña (A), El Niño (B) e ciclo Normal (C)

Em relação aos box splots (Figura 3), no ciclo de El Niño apresenta menor correlação dos dados, com uma distribuição assimétrica dos valores pluviométricos. Já referente a La Niña, em

comparação entre El Niño e o ciclo Normal apresenta uma maior correlação dos dados, com um outlier 122,6mm. O ciclo Normal se encaixa obtendo uma melhor correlação dos dados que no ano de El Niño e pior correlação se comparar ao La Niña, também possui um outlier (193mm). Em todos os casos, os valores de primeiro, terceiro quartis e a mediana possuem valores muito aproximados (primeiro quartil obtendo o mesmo valor que a mediana).

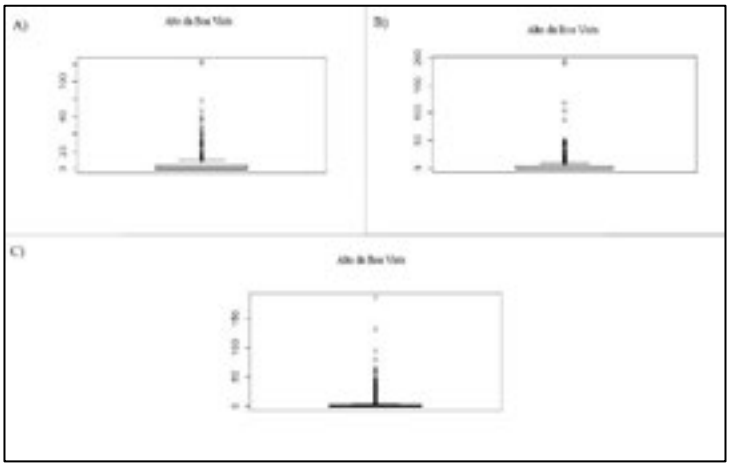


Figura 3 – Distribuição da chuva na estação Alto da Boa Vista durante evento La Niña (A), El Niño (B) e ciclo Normal (C)

3.2. São Cristóvão

Para a pluviosidade (Figura 4), no evento de La Niña, há uma distribuição mais regular ao longo do período, possuindo dois picos consideráveis entre novembro/dezembro e março/abril, alcançando neste último 115mm. Em relação ao ciclo Normal, há pequenos picos, valendo salientar o maior entre novembro/dezembro que alcançou 68,2mm. Já no evento de El Niño, a concentração de chuvas é mais expressiva, com períodos mais secos. O maior pico encontra-se entre fevereiro/março, alcançando 86mm.

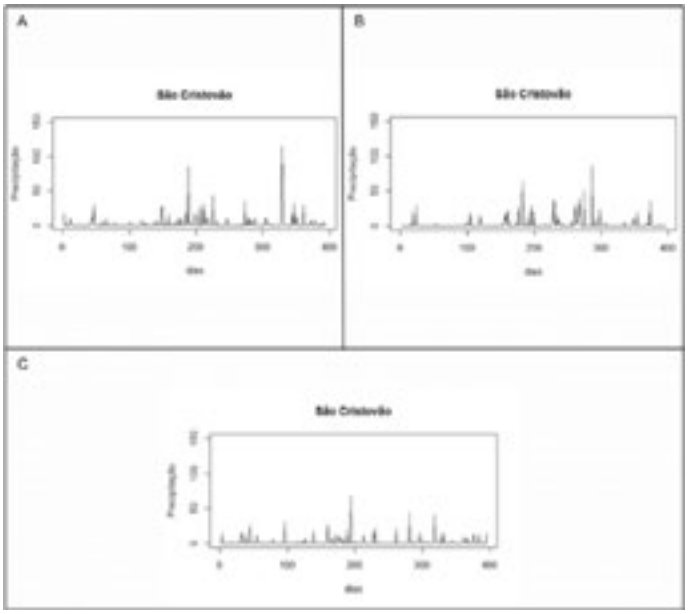


Figura 4 – Distribuição da chuva na estação São Cristóvão durante evento La Niña (A), El Niño (B) e ciclo Normal (C)

Ao analisar os box splots (Figura 5), apresenta uma razoável correlação dos dados pluviométricos, possuindo pouca dispersão durante o evento de El Niño. Já no ano de LN, mostra-se uma maior dispersão, consequentemente maior variação e amplitude dos dados de chuvas. E no ano normal, apresenta a melhor correlação (menor amplitude) dos dados de precipitação, com somente um pequeno valor discrepante (68,2mm).

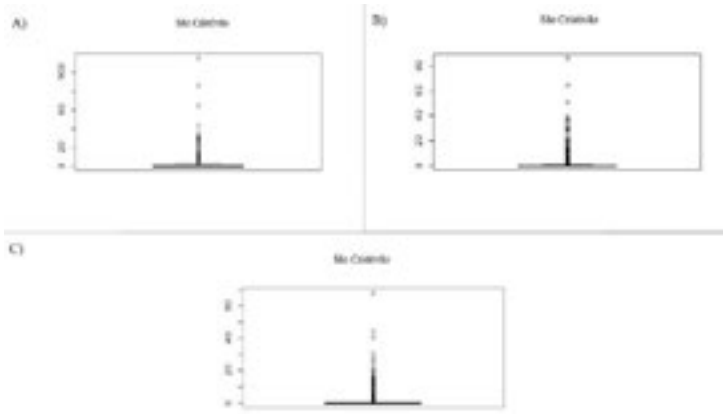


Figura 5 – Distribuição da chuva na estação São Cristóvão durante evento La Niña (A), El Niño (B) e ciclo Normal (C)

3.3. Guaratiba

Para a pluviosidade (Figura 6), no evento de La Niña, o pico ocorre entre fevereiro/março. No ciclo Normal, a chuva encontra-se mais distribuída, com menos concentração ao se comparar aos outros períodos analisados (La Niña e El Niño). Já no evento de El Niño, chuvas concentradas no verão, evidenciando picos mais expressivos e alcançando 64,4 mm.

No ciclo de La Niña, destaque para a estação de Guaratiba que apresenta menor variância (47,28749) e menor desvio padrão (6,87659), isto é, dados de chuva mais bem distribuídos. Já no cicloo Normal, essa estação apresenta a segunda máxima de chuva - (a primeira foi Alto da Boa Vista), e seus valores de variância (43,94262) e desvio padrão (6,628923) não são os menores comparáveis com as outras estações. E, por fim, no El Niño, permanece como a menor variância (51,12357) e menor desvio padrão (7,150075).

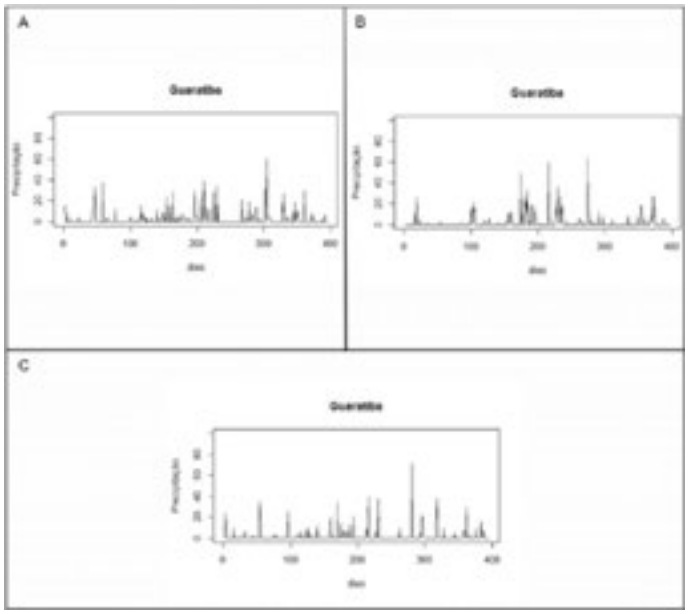


Figura 6 – Distribuição da chuva na estação Guaratiba durante evento La Niña (A), El Niño (B) e ciclo Normal (C)

Em relação aos box splots (Figura 7), o ano de LN apresenta a melhor correlação dos dados, com uma menor variação e amplitude dos dados de chuva, em comparação ao ano de El Niño e ano normal, também apresenta a maior média. O ano de El Niño possui maior dispersão dos dados pluviométricos (pior correlação), e o ano normal se comporta como o intermediário desses dois eventos, possuindo o maior outlier (71mm).

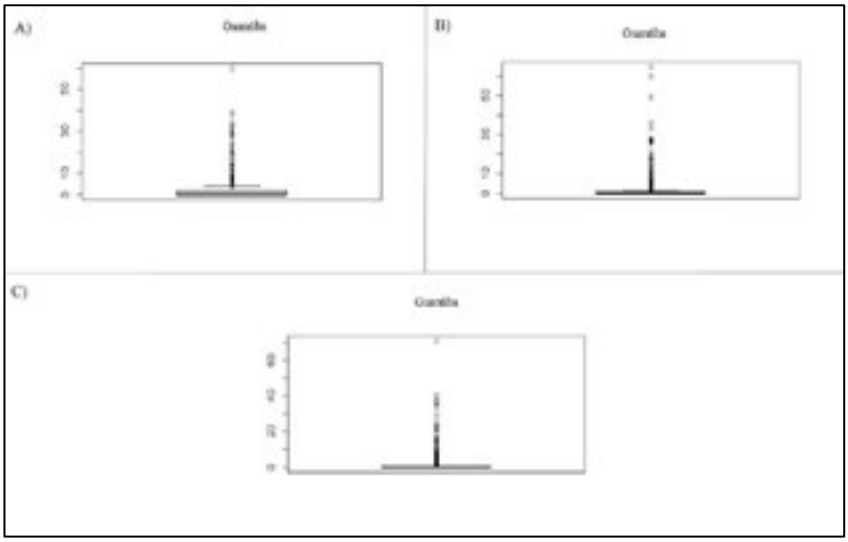


Figura 7 – Distribuição da chuva na estação Guaratiba durante evento La Niña (A), El Niño (B) e ciclo Normal (C)

4. Considerações Finais

No ciclo La Niña há uma maior ocorrência de chuvas, porém com alguns setores com ausência de chuva ao longo do período trabalhado. Já no ciclo Normal mostra-se uma regular distribuição de chuvas (concentradas no verão em torno de 200mm, e pouca chuva no inverno) e por fim, no ciclo de El Niño, a precipitação é mais irregular (maior concentração no final da primavera e no verão – destaque para novembro – 200,5mm, dezembro – 83,1mm e janeiro – 259,4mm).

Além dessa influência da macroescala, os efeitos locais são essenciais, assim, a estação do Alto da Boa Vista encontrada a 300 metros de altura no Maciço florestado da Tijuca contribui para chuva mais abundante; na estação de São Cristóvão por estar inserido numa área muito urbanizada, apresenta índices pluviométricos menores. Já Guaratiba, situada no extremo oeste às margens da baía de Sepetiba, sofre a influência da umidade do mar, apresentando chuvas mais regulares. Entretanto, em ano de La Niña e El Niño, mesmo com influência da baía, a estação de Guaratiba apresenta índice pluviométrico menor que São Cristóvão. Para trabalhos futuros pretende-se a inclusão de mais estações meteorológicas da cidade e de outros parâmetros, como a temperatura e a umidade relativa, bem como o aprimoramento da estatística visando um entendimento mais robusto dos dados coletados.

5. Referências Bibliográficas

ARAÚJO, ANDREOLI, CANDIDO, KAYANO & SOUZA, 2013. **A influência do evento El Niño – Oscilação Sul e Atlântico Equatorial na precipitação sobre as regiões norte e nordeste da América do Sul.** Acta Amazonica. VOL. 43(4) 2013: 469 – 480. Disponível em: < http://www.scielo.br/pdf/aa/v43n4/09.pdf>. Acesso em 20 de abril de 2018.

FERREIRA, L. G. B.; Caramori, P.H; Morais, H; Nitsche, P.R**. O Fenômeno El Niño de 2015/2016 e seus impactos nas chuvas do Paraná**. 2017. (Boletim Técnico) Disponível em: http://www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/agrometeorologia/2017-01-09-boletim-enos.pdf. Acesso em 20/04/2018.

GOLDEN GATE WEATHER SERVICES**. El Niño and La Niña Years and Intensities Based on Oceanic Niño Index (ONI).** http://ggweather.com/enso/oni.htm, acesso em 06 de janeiro de 2018.

MENDONÇA, F.; Oliveira, I. M. D. Tópicos especiais em climatologia. In: _____.

Climatologia: Noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficinas de Textos, 2007, 206p., p. 183-201.

MINUZZI, SEDIYAMA, COSTA & VIANELLO, 2006. **Influência do fenômeno climático el niño no período chuvoso da região sudeste do Brasil.** Geografia (Londrina), v. 15, n. 2 (2006). Disponível em: < http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/view/6586>. Acesso em 20 de abril de 2018.

TRENBERTH, KEVIN & NATIONAL CENTER FOR ATMOSPHERIC RESEARCH STAFF (Eds). Última alteração 02 fev 2016. **The Climate Data Guide: Niño SST Índices (Niño 1+2, 3, 3.4, 4; ONI and TNI).** https://climatedataguide.ucar.edu/climate-data/nino-sst-indicesnino-12-3-34-4-oni-and-tni. Acesso em 20 de abril 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

ÍNDICE DE ARIDEZ E SUA RELAÇÃO COM A OROGRAFIA DO MACIÇO RESIDUAL DE PEDRA BRANCA-CE.

Pedro Ítalo Carvalho Aderaldo [(a)], Jonas Teixeria Nery [(b)]

[(a)] Pós-Graduação em Geografia, UNICAMP, pedroitaloo@hotmail.com

[(b)] Pós-Graduação em Geografia, UNICAMP, jtn102040@hotmail.com

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

No atual artigo constata-se que a orografia apresenta-se como um importante fator interferidor dos índices de aridez, tendo em vista que ao espacializar as médias desses índices ao longo de décadas, na área de estudo, as porções a barlavento predominaram com menor aridez e as porções a sotavento com maior aridez. O entendimento dessa discussão mostra que apesar de um predomínio climático semiárido, há porções que estão sendo privilegiadas ou prejudicas, pela interferência orográfica, visto que essas oscilações nos índices proporcionam distintas dinâmicas naturais e consequentes complexidades em usos vigentes.

Palavras chave: Índice de Aridez; Orografia; Semiárido.

1. Introdução

Ao se tratar de porções semiáridas, nota-se relevância no entendimento das oscilações presentes em seus dados climáticos, tendo em vista que, a exemplo de uma maior

ou menor aridez em áreas distintas, irá proporcionar uma maior ou menor complexidade nas práticas de usos vigentes.

Entende-se que uma das possibilidades físico-naturais de interferência direta na aridez de uma área, é evidenciada pelas diferenciações altimétricas da topografia local, na qual constituem o fator orográfico. No caso do estado do Ceará, as mais notórias orografias estão presentes em suas bordas leste, oeste e sul, representadas pelos planaltos e chapadas, existindo também em sua porção central, orografias representadas por maciços residuais, cristas e inselbergs.

Neste artigo utiliza-se o Índice de Aridez (IA), por acreditar que este, ao sintetizar em um dado, toda uma combinação resultante de distintos elementos climáticos, configura-se como um relevante componente, para se alcançar um entendimento sobre as interferências orográficas. Quanto ao componente orográfico, utiliza-se o maciço residual de Pedra Branca, localizado na porção sudoeste do Ceará.

Ao se ter como objetivo, identificar, espacializar ao longo do tempo e discutir o IA em distintas áreas sobre o efeito orográfico, delimita-se a área de estudo a partir das porções vizinhas ao maciço residual de Pedra Branca, que fornecem requisitos úteis para as análises propostas. Nesse sentido, utilizou-se os seguintes municípios: Tamboril, Mosenhor Tabosa, Boa Viagem, Madalena, Quixeramobim, Milhã, Senador Pompeu, Pedra Branca, Mombaça, Piquet Carneiro, Dep. Irapuã Pinheiro, Acopiara, Iguautu, Jucás, Saboeiro, Catarina, Arneiroz, Aiuaba, Parambu, Tauá, Quiterianópolis, Novo Oriente, Independência e Crateús.

2. Metodolodia

O IA, elaborado por Thornthwaite (1948) e ajustado posteriormente por Penman (1953), é calculado a partir Equação 1.

ISBN: 978-85-7282-778-2

$$IA = Pr / ET_0 \qquad \text{Equação 1}$$

Em que: (Pr) a precipitação total anual e (ET0) a evapotranspiração total.

Para estimar a evapotranspiração, utilizou-se o método de Penman-Monteith, que atualmente é considerado como padrão e parametrizado pela *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO), evidenciado na Equação 2 (CONCEIÇÃO, 2006).

$$ETo_{PMF} = \frac{0{,}408\,\Delta\,(Rn - G) + \gamma \frac{900}{T+273} U_2\,(e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0{,}34\,U_2)} \qquad \text{Equação 2}$$

em que:

- "Δ" é a declividade da curva de pressão de vapor em relação à temperatura (kPa°C^{-1});
- "Rn" é o saldo de radiação diário (MJm^{-2}dia^{-1});
- "G" é o fluxo total diário de calor no solo (MJm^{-2}dia^{-1});
- "γ" é o coeficiente psicrométrico (kPa°C^{-1});
- "U_2" é a velocidade do vento a 2 m de altura (m s^{-1});
- "e_s" é a pressão de saturação de vapor (kPa);
- "e_a" é a pressão atual de vapor (kPa);
- "T" é a temperatura média do ar (° C).

Para auxiliar no cálculo da evapotranspiração utilizou-se o *software SEVAP*, desenvolvido pelo Departamento de Ciências Atmosférica, da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) e disponibilizado gratuitamente pelo *site: http://www.dca.ufcg.edu.br/download/sevap.htm*. Nesse *software* foi possível estimar a evapotranspiração pelo método de Penman-Monteith, imputando os dados diários de temperatura máxima e mínima, velocidade do vento, insolação, latitude/longitude e altura da estação meteorológica em questão.

ISBN: 978-85-7282-778-2

No primeiro momento de preenchimento dos dados na equação do IA, foram utilizadas as Estações Meteorológicas (EM) presentes na área de estudo, denominadas de: EM de Crateús, EM de Tauá, EM de Quixeramobim e EM de Iguatu. Num segundo momento, visando uma maior consistência na espacialização dos dados, se estimou os dados de evapotranspiração para oito Estações Pluviométricas (EP), a partir da técnica da "média ponderada pelo inverso da distância", no caso pela distância de duas EM mais próximas. Essa técnica que proporciona aumentar os pontos com identificação do IA, já é utilizada em aplicações nesse viés no estado do Ceará, pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME), Ver Equação 3.

$$Ev = \frac{\frac{1}{(d1)^2} \cdot Ev1 \; \frac{1}{(d2)^2} \cdot Ev2}{\frac{1}{(d1)^2} + \frac{1}{(d2)^2}} \qquad \text{Equação 3}$$

Em que: (Ev) evapotranspiração que se deseja estimar; (d1) distância da EM – 1; (Ev1); evapotranspiração da EM – 1; (d2) distância da EM – 2; (Ev2) evapotranspiração da EM – 2.

Os dados das estações meteorológicas foram obtidos no Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), já os dados das estações pluviométricas foram retirados da Agência Nacional das Águas (ANA) em seu portal denominado de *HidroWeb*.

A análise temporal dos IA, compreendeu as médias totais nos períodos de 1975 a 1984, de 1995 a 2004 e de 2005 a 2016. Essas datas foram escolhidas, por apresentarem menor quantidade de falha nos dados necessários para cálculo do IA e em sua soma, comporem dados acima de 30 anos. Quanto ao período de 1986 a 1994, verifica-se em todas as EM, a inexistência de dados, sendo assim excluído das análises com propósito de minimizar os erros. Todos os resultados foram apresentados em mapas, a partir da aplicação do método de Krige, no qual propicia estimar dados, preenchendo os vazios.

ISBN: 978-85-7282-778-2

3. Resultados

3.1 Análise de Dados Meteorológicos

Ao analisar os dados meteorológicos de 1975 a 1984 e de 1994 a 2016, referente à área de estudo observa-se que: a pluviometria anual varia em torno de 300 mm a 1.000 mm; as máximas temperaturas anuais têm, aproximadamente, 32 °C; as mínimas temperaturas anuais têm, aproximadamente, 23 °C; as médias anuais de temperaturas ficando em torno de 27 °C. O comportamento mensal pluviométrico é caracterizado pela existência de três a quatro meses chuvosos e de nove a oito meses com totais pluviométricos insignificantes ou de seca; as estações do verão e parte inicial da primavera são caracterizadas pela atuação dos sistemas modificadores do tempo, representados principalmente pela Zona de Convergência Intertropical, na qual proporciona de modo geral, um reduzido, irregular, torrencial e espacialmente desproporcional, período chuvoso; a predominância na inexistência de chuvas dá-se a partir do mês de junho, visto ser o início do inverno e consequente afastamento da Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) e fortalecimento da Massa Tropical Atlântica (MTA); a prevalência nas direções dos ventos são de sentido (E-E; SE-NW).

3.2 Análise de Dados Orográficos

As observações a cerca da orografia na área de estudo foram identificadas após execução, no *software ArcGis* 10.1, de um mapa hipsométrico. Nesse mapa foram utilizadas imagens *Shuttle Radar Topografy Mission* (SRTM), com resolução espacial de 30 metros, retiradas no *site EarthExplorer – U.S Geological Survey*, com cartas de seguintes nomeações: s05_w040_1arc_v3;s05_w041_1arc_v3;s06_w040_1arc_v3;s06_w041_1arc_v3;s06_wp42_1 arc_v3; s07_w040_1arc_v3; s07_w041_1arc_v3 (Figura 01).

ISBN: 978-85-7282-778-2

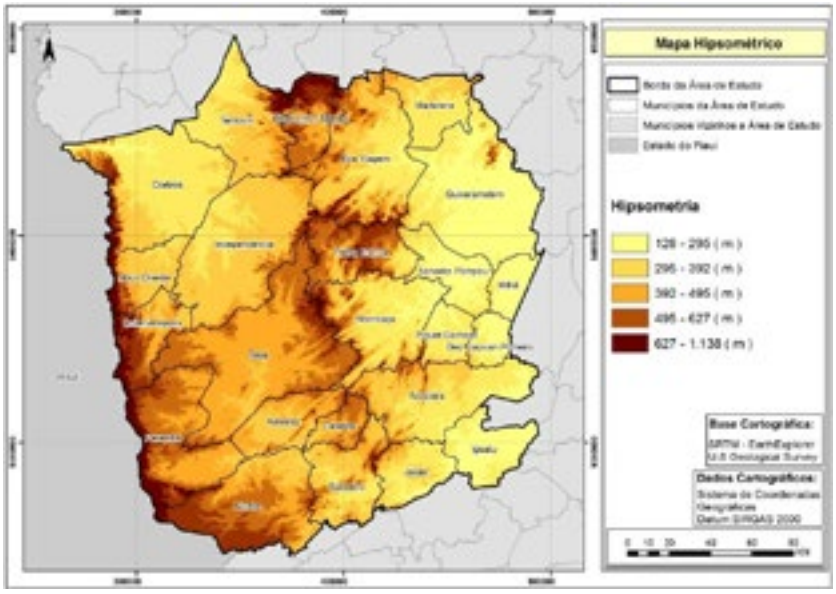


Figura 1 - Mapa Hipsométrico

Percebe-se ao verificar a Figura 1, duas principais porções, as com baixos níveis altimétricos caracterizada pelas depressões sertanejas e as com altos níveis altimétricos caracterizada por maciços residuais localizados principalmente em sua porção central, por cristas e incelbergs localizados em pontilhamentos sobre a depressão sertaneja, e por planalto localizado na porção de extremo oeste.

Nota-se que os pontos mais elevados, com intervalo de 627 a 1.138 metros acima do nível do mar posicionam-se em alguns picos localizados nas porções centrais e predominantemente no extremo oeste, representados respectivamente, pelos Maciços Residuais de Pedra Branca e das Matas e pelo Planalto da Ibiapaba. Já os pontos mais rebaixados, com intervalo de 128 a 295 metros acima do nível do mar, encontram-se nas porções nordeste, leste e sudeste, caracterizando-se pela depressão sertaneja.

Identifica-se também, ao associar as afirmações que, os maciços residuais localizados na porção central têm sua estrutura disposta no sentido preferencial N-S, com a direção dos ventos e das chuvas predominantes no sentido E-W, SE-NW e NE-SW, a

ISBN: 978-85-7282-778-2

formação na área de estudo de condições a barlavento, a leste do maciço de Pedra Branca e de condições a sotavento, a oeste do mesmo maciço.

3.3 Índice de Aridez

O índice de aridez (IA) é configurado pela relação entre a quantidade de água que entra no sistema por ação da chuva e pela quantidade de água que sai do sistema por ação da evaporação e transpiração. Seu resultado expõe em níveis o grau de aridez ou ressecamento, em que aquela determinada área apresentada, podendo assim, estar associado a uma classificação climática, com tais seguimentos: Hiperárido; Árido; Semiárido; Subúmido Seco; Subúmido úmido e Úmido (UNEP, 1992).

A questão chave expressa pela identificação do IA, remete-se para ideia de que, quanto mais ressecamento aquela determinada área apresentar, maior será a sua facilidade a existência de cenários com perdas agropecuárias, ressecamento da flora, dispersão da fauna, dentre outros.

De acordo com o IA identificado na área de estudo, verifica-se que todos os municípios enquadram-se como semiáridos. Percebeu-se também, que dentro dessa classificação semiárida na qual correspondente ao intervalo de 0,20 a 0,50, há oscilações, ao longo dos anos, entre áreas que demonstram índices mais baixos, com maior aridez, bem como índices mais altos, com menor aridez, podendo inclusive ser caracterizadas em alguns anos como subúmidos secos (Figuras 2 a 5).

Como o IA é resultado de vários fatores climáticos, a sua oscilação pode ser justificada em diferentes níveis escalares, desde globais a locais. De cunho global, podendo relacionar-se as mudanças climáticas, e de cunho local podendo relacionar-se aos diversos fatores climáticos presentes nas diferentes paisagens, como o do efeito orográfico.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Abordando o IA apenas de forma local, visto o maior enquadramento com o objeto de pesquisa, investiga-se além do comportamento oscilatório em diferentes áreas, o seu comportamento ao longo do tempo.

Durante os 10 primeiros anos de análises, entre 1975 a 1984, percebe-se que, significativas porções posicionadas a sotavento das orografias centrais, representadas principalmente pelo maciço residual de Pedra Branca, estiveram com menores valores em seus índices, quando comparadas às áreas a barlavento com maiores índices, destacando-se o município de Iguatu, no extremo sudeste (Figura 2).

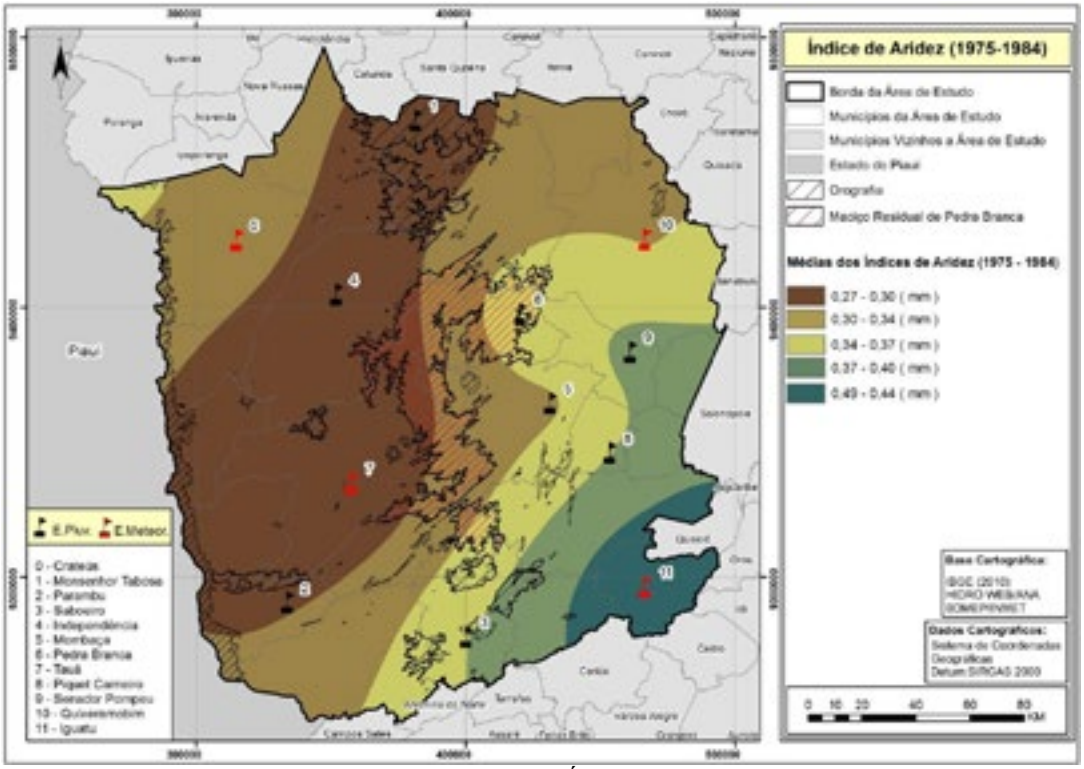


Figura 2: Mapa com a espacialização das médias dos Índices de Aridez, entre os anos de 1975 a 1984.

Na segunda década que consiste entre 1995 a 2004, visualiza-se a persistência de áreas com baixos índices de aridez a sotavento da orografia central e com elevados índices de aridez na porção sudeste da área de estudo. Nesse período salienta-se que o município de

Iguatu enquadrou-se como subúmido seco, já que seus índices ultrapassaram os 0,50 mm (Figura 3).

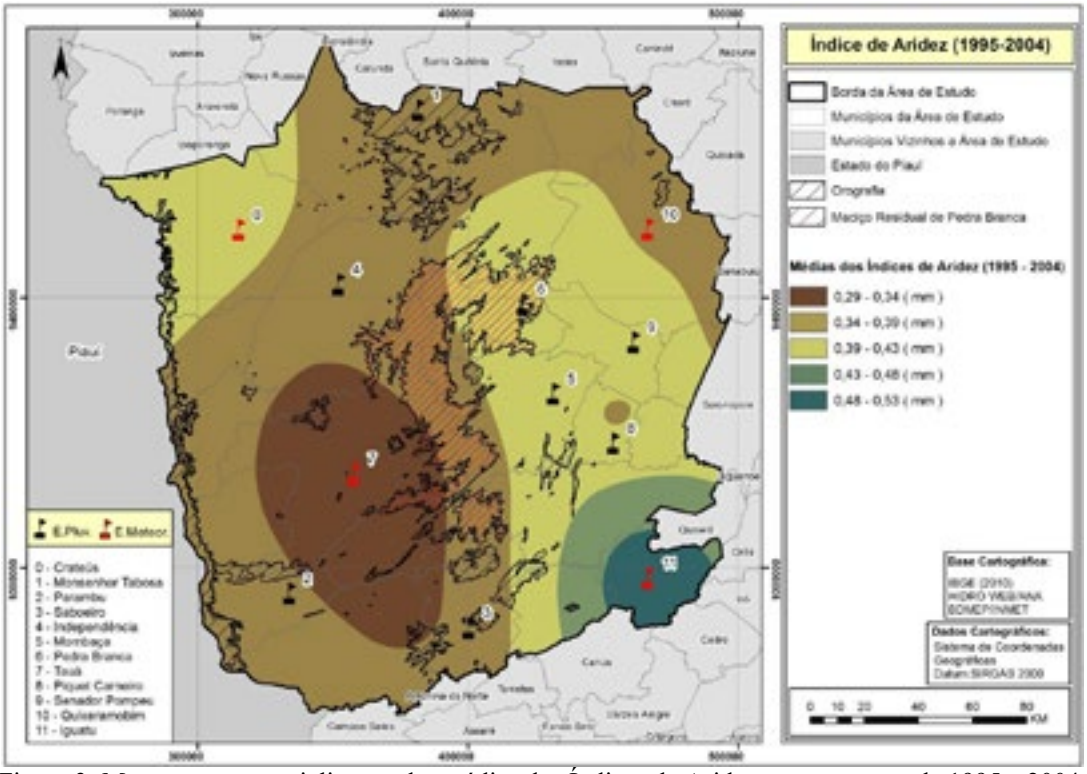


Figura 3: Mapa com a espacialização das médias dos Índices de Aridez, entre os anos de 1995 a 2004.

Na terceira década representada pelos anos de 2005 a 2016, evidencia-se que a área com baixos índices de aridez teve um significativo aumento, contemplando boa parte da área de estudo (Figura 4). Existindo apenas a prevalência em mais uma década, da porção de extremo sudeste, com altos índices de aridez.

ISBN: 978-85-7282-778-2

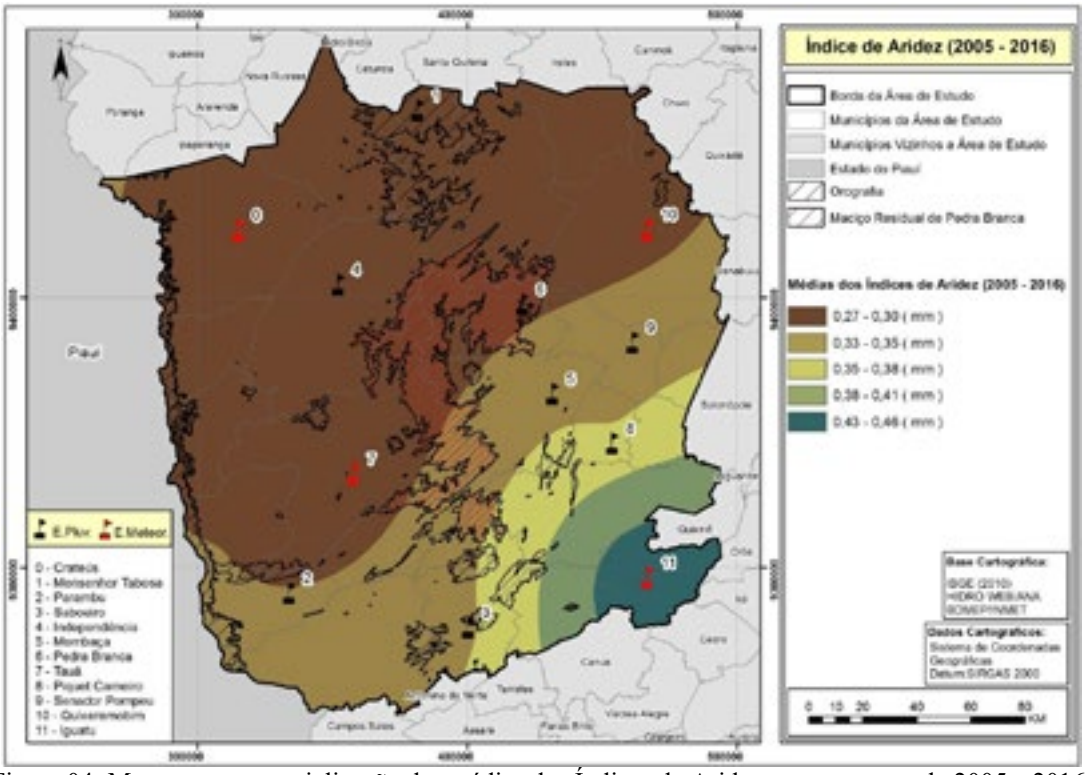


Figura 04: Mapa com a espacialização das médias dos Índices de Aridez, entre os anos de 2005 a 2016.

Comparando o primeiro mapa (1975-1984) e o último (2005-2016), observou-se a baixa oscilação entre os resultados finais dos índices, existindo aproximada constâncias entre as porções mais áridas com 0,27 e as porções menos áridas com 0,46. Constatou-se também ao analisar os mapas, um claro aumento espacial das áreas com baixos índices de aridez e a consequente redução das áreas com altos índices de áridas, ou seja, um aumento de áreas mais ressecadas e uma redução de áreas menos ressecadas que influenciam diretamente na dinâmica socioambiental local.

Identifica-se com as análises que os fatores climáticos no qual compõe o IA, estão se relacionando com o fator orográfico, tendo em vista que em nenhum mapa verificou-se porções a sotavento com prevalência de médios ou altos índices de aridez, mas sim com a prevalência de baixos índices de aridez. Já as porções a barlavento, por consequência, apresentaram-se com constâncias de médios e altos índices de aridez.

ISBN: 978-85-7282-778-2

Essas interações no índice de aridez com as posições de barlavento e sotavento ficam mais claras de se visualizar, quando se junta todos os resultados dos índices, compondo 32 anos de dados médios. Evidenciando-se a nítida diferenciação entre a porção leste e oeste da orografia central representada pelos maciços residuais de Pedra Branca, visto variações entre essas áreas, com valores acima de 0,5 mm (Figura 5).

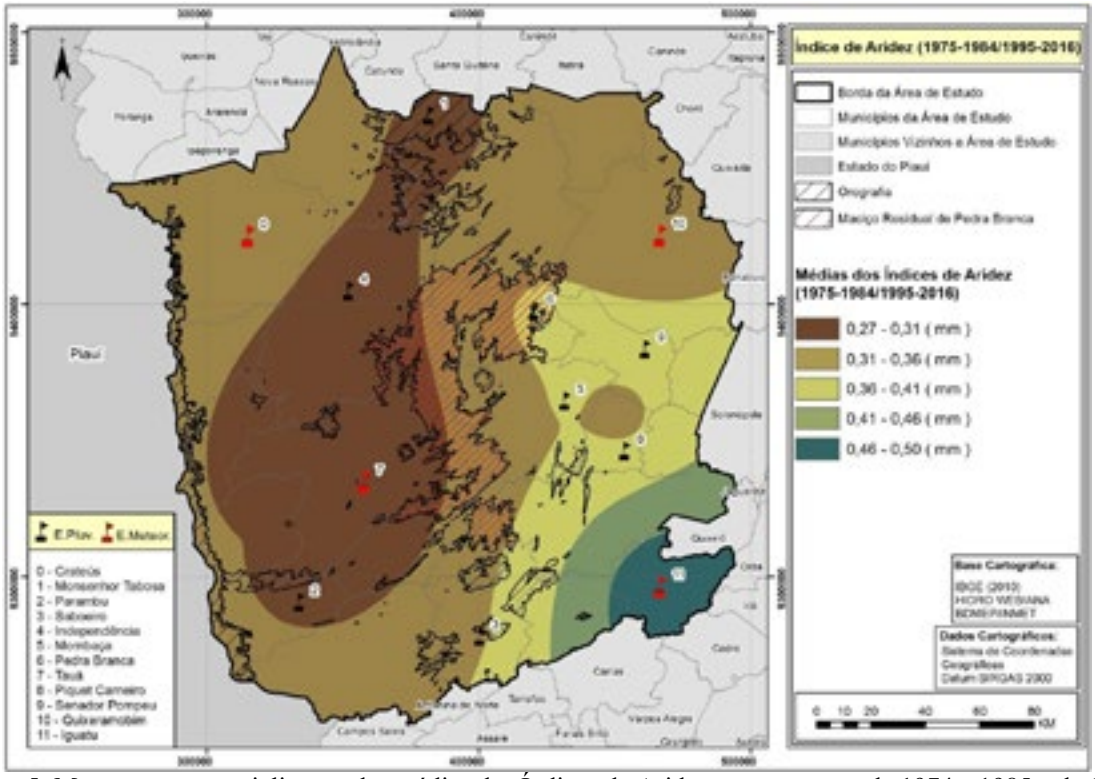


Figura 5: Mapa com a espacialização das médias dos Índices de Aridez, entre os anos de 1974 a 1985 e de 1995 a 2016.

4. Conclusão

Compreende-se com a análise, ao interagir o IA com a orografia, a existência de uma interferência do maciço residual de Pedra Branca em seus índices, ocasionados pelos distintos dados identificados nas porções a barlavento e a sotavento. Acredita-se que esses resultados observados, mostram que nas áreas mais ressecadas há prevalência de menores quantidades

ISBN: 978-85-7282-778-2

pluviométricas, de caatingas mais espaçadas, de menor proteção dos solos aos efeitos torrenciais, de afloramento rochoso, de menor fixação hídrica no subsolo, de êxodo da fauna silvestre e de um menor acúmulo hídrico, diferentemente das áreas com menos ressecadas.

Entende-se que essa importante relação no contexto semiárido também se reflete sobre o fator social, visto que as práticas antrópicas existentes ao se associarem a uma maior ou menor aridez, pode-se proporcionar para as populações que utilizam essas áreas com objetivos, principalmente agropecuários, um cenário que irá exigir uma maior complexidade em suas práticas de uso. Dado que, estes usos deverão estar totalmente adaptados e coerentes aos níveis de aridez vigentes.

5. Referências Bibliográficas

CONCEIÇÃO, M.A.F., **Roteiro de Cálculo da evapotranspiração de referência pelo Método de Penman – Monteith – FAO**. Circular Técnica – Bento Gonçalvez – RS. EMBRAPA, 2006.

MARENGO, J. A. Parte III – Mudanças Climáticas: **detecção e cenários futuros para o Brasil até p final do Século XXI.** In: CAVALCANTI, Iracema Fonseca de Albuquerque; FERREIRA, Nelson Jesus; SILVA, Maria Gertrudes Alvarez Justi da; SILVA DIAS, Maria Assunção Faus da (Ed.). Para entender tempo e clima. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. p. 61-74. ISBN 978-85-86238-92-5. (INPE--/).

MATALLO JÚNIOR, H e SCHENKEL, C. S. (Org). **Desertificação.** Brasília: UNESCO, 2003.

PENMAN, H.L. **The physical bases of irrigation control**. Hort. Congr., 2, London, Royal Horticultural Society, 1953, p.913-924. 11p.

THORNTHWAITE, C.W. An approach toward a rational classification of climate. ***Geographical Review,*** v.38, p.55-94, 1948.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO 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 ALTITUDE COMO UM DOS FATORES DETERMINANTES PARA AS TEMPERATURAS NA ÁREA URBANA DE GUARAPUAVA, PR[1].

Claudiane da Costa [(a)], Aparecido Ribeiro de Andrade [(b)]

[(a)] Departamento de geografia / Universidade Estadual do Centro-Oeste, clau_dianecosta@hotmail.com
[(b)] Departamento de geografia / Universidade Estadual do Centro-Oeste, apaandrade@gmail.com.br.

Eixo: A climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

O clima de uma cidade é determinado por vários fatores em razão da sua posição geográfica, a presente pesquisa teve objetivo analisar a relação da temperatura com a altitude na área urbana de Guarapuava. A partir de coleta de dados em pontos de monitoramento de acordo a variação de altitude, foi possível a realização da pesquisa. A coleta dos dados aconteceu no período de dezembro de 2015 a novembro de 2016. Com o intuito de contemplar as quatro estações do ano, para a análise temporal e sazonal. Levando-se em consideração que o verão e inverno tem características marcantes, já o outono e a primavera, em virtude de serem estações transitórias, possuem características menos definidas. A cobertura do solo principalmente nas cidade evidenciada em várias pesquisas demostra que tem uma grande influência nas temperaturas, assim estes foi um dos fatores levados em consideração nos pontos em que somente a altitude não explicava a temperatura.

Palavras chave: Altitude, temperatura, cobertura do solo.

1. Introdução

A dinâmica climática de uma região a até mesmo local é influenciada por vários aspectos geográficos, meteorológicos e ainda a ação antrópica. Nas cidades este último fator traz consequências significativas, como o aumento nas temperaturas e na precipitação. É nas grandes metrópoles que concentram-se a maioria das pesquisas a respeito de clima urbano.

Sendo assim, as médias e pequenas cidades ainda têm poucas pesquisas ligadas, mas há já alguns estudos realizados os mesmos são importantes e necessários, para compreender a dinâmica do clima destas cidades, se ocorreram mudanças na dinâmica do clima local e qual sua relevância atual e a médio e longo prazo. Assim, pesquisas realizadas nestas cidades podem ajudar a prevenir possíveis alterações na dinâmica climática local. (MENDONÇA, 2003).

Entender o clima de uma cidade quais são os fatores que determinam sua dinâmica é importante para encontrar um padrão a partir deste é possível localizar pontos que não o

[1] Este artigo é resultante da análise parcial dos resultados da dissertação de mestrado da primeira autora, intitulada Dinâmica Climática Na Área Urbana de Guarapuava-Pr no Período de Dezembro/2015 à Novembro/2016. Defendida e aprovada em março de 2017.

seguem e analisar quais são os fatores que estão sobressaindo, se está mudança de comportamento é positiva ou negativa.

A partir desta problemática, de entender o clima local a presente pesquisa teve como objetivo principal analisar a relação das temperaturas com a altitude e a cobertura do solo, a partir de pontos de monitoramento espacializados pela malha urbana da cidade no período de dezembro de 2015 a novembro de 2016.

1.1. Referencial teórico

O estado do Paraná, situado na região Sul do Brasil, apresenta características peculiares em relação ao clima. De acordo com Simões (1954 *apud* BALDO, 2006) o estado do Paraná classifica-se como sendo uma região de transição entre dois diferentes regimes: o clima tropical, que predomina desde planalto paulista até o norte e o clima mesotérmico úmido, que caracteriza de modo geral, a região sul do Brasil e que pode denominar-se de clima subtropical.

Estas características regionais climáticas na qual se configura a cidade onde foi realizada a pesquisa é resultante de um conjunto de fatores, alguns de ordem "estática" como a orografia e outros de ordem "dinâmica" - sistemas atmosféricos, que, associados, interagem simultaneamente (NIMER, 1989 *apud* BALDO, 2006).

A partir dessas considerações as temperaturas resultam da combinação de vários fatores climáticos como a latitude e a longitude, mas quando trata-se das temperaturas em pequenas escalas como a local a altitude é um dos fatores de relevância significativa, pois normalmente decresce com a elevação da altitude numa proporção de aproximadamente 1 ºC/100m (gradiente adiabático do ar seco). Isto acontece devido uma massa de ar seco em ascensão está sujeita a pressão cada vez menor, aumentando seu volume e diminuindo a temperatura. Mas como este gradiente térmico depende da saturação do ar, o decréscimo da temperatura média com a altitude se situa em torno de 1 ºC a cada 180 metros. No Estado do Paraná, com clima subtropical ocorre a alteração média de 0,5 ºC para cada 100 (DURY, 1972, MAACK,1981, *apud* FRITZSONS, 2008).

Ainda no que se refere o clima das cidades além dos fatores naturais que condicionam a dinâmica das temperaturas a ação antrópica também tem influência, nessa perspectiva, Sant'Anna neto (2002) descreve que a elevação da temperatura nas áreas urbanas ocorre em

função de vários fatores, como a verticalização das construções as quais criam um verdadeiro "labirinto de refletores", em que a energia proveniente do sol é refletida pelos edifícios, aquecendo o ar. Além disto, a diminuição da evaporação ocorre pela redução de áreas verdes e canalização de córregos, além da captura das águas pluviais, acarretando na atmosfera uma pequena capacidade de resfriamento do ar.

Dessa forma o clima local da área urbana de Guarapuava apresenta sua dinâmica totalmente ligada a fatores regionais como a orografia da Escarpa da Serra da Esperança, mas também resulta da sua altitude ao longo da malha urbana a qual tem uma variação de mais que 100 metros do ponto mais baixo para o mais alto. Além disto, a cobertura do solo deve ser também pode influenciar é com base principalmente nestes dois últimos fatores que a pesquisa foi desenvolvida.

1.1.1.Área de estudo

O município de Guarapuava está localizado na região Centro-Sul do Estado do Paraná (Figura 1) a área urbana abrange 73,368 KM² e, com 26 bairros.

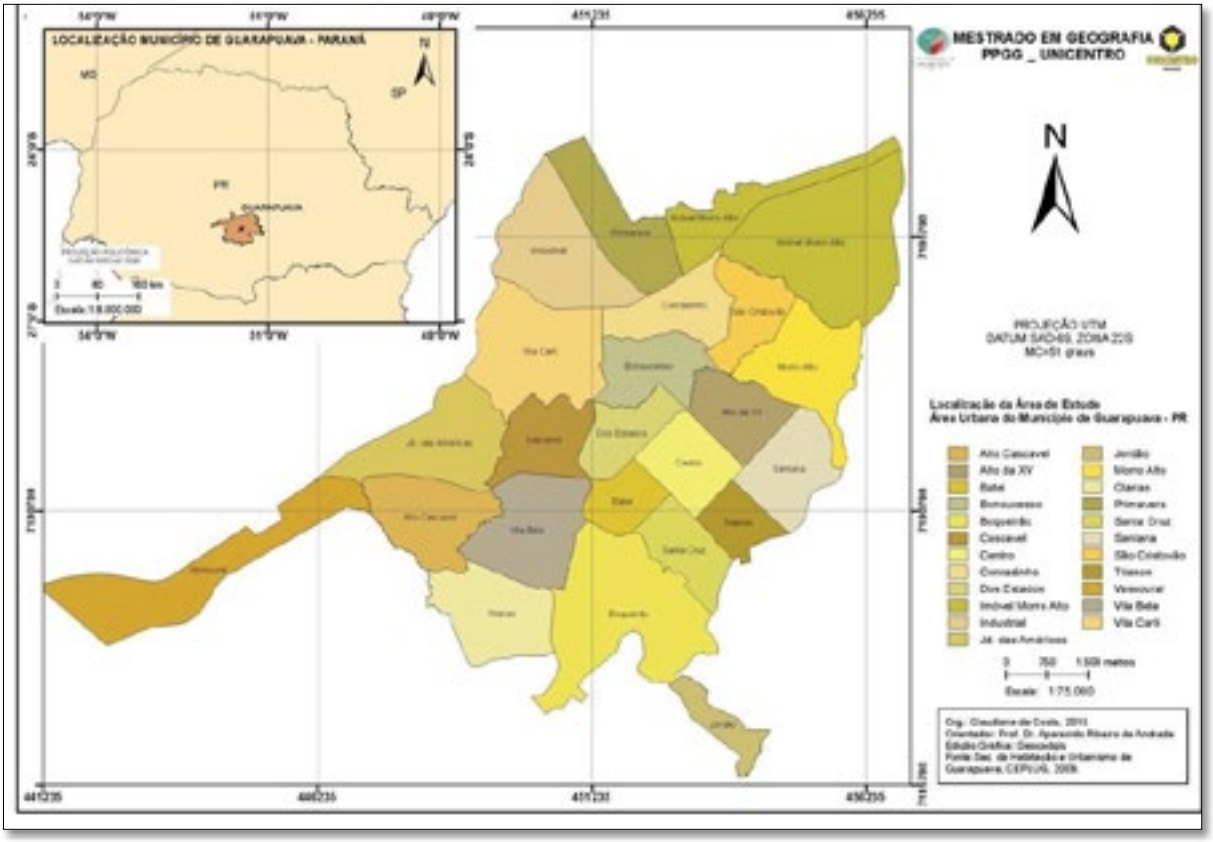


Figura 1: Mapa de localização da área de estudo.
Fonte: Secretária de habitação e urbanismo de Guarapuava, 2015. Organização: Costa, C. 2015.

A população rural de Guarapuava a partir de 1980 começou a diminuir. Em contrapartida, a população urbana aumentou de acordo com o último censo demográfico realizado em 2010 a área urbana conta com 152.993 mil habitantes e a área rural com 14.335 mil habitantes, (IBGE, 2015).

O clima de Guarapuava segundo a classificação de Köppen pode ser descrito como subtropical mesotérmico-úmido, ficando na zona extratropical do Paraná e sem estação seca definida. Tendo como fatores decisivos para definição da variabilidade da precipitação e temperatura, a altitude e o afastamento do mar, (THOMAZ e VESTENA, 2003).

Analisando mensalmente a temperatura e a precipitação de Guarapuava a figura 2 demonstra que os meses mais chuvosos são janeiro, outubro e dezembro acima de 180 milímetros e o mês com menos chuva é agosto com a média de 93 milímetros. As temperaturas são amenas quase em todas as estações do ano abaixo dos 30° C, com exceção do inverno, que se destaca por temperaturas baixas.

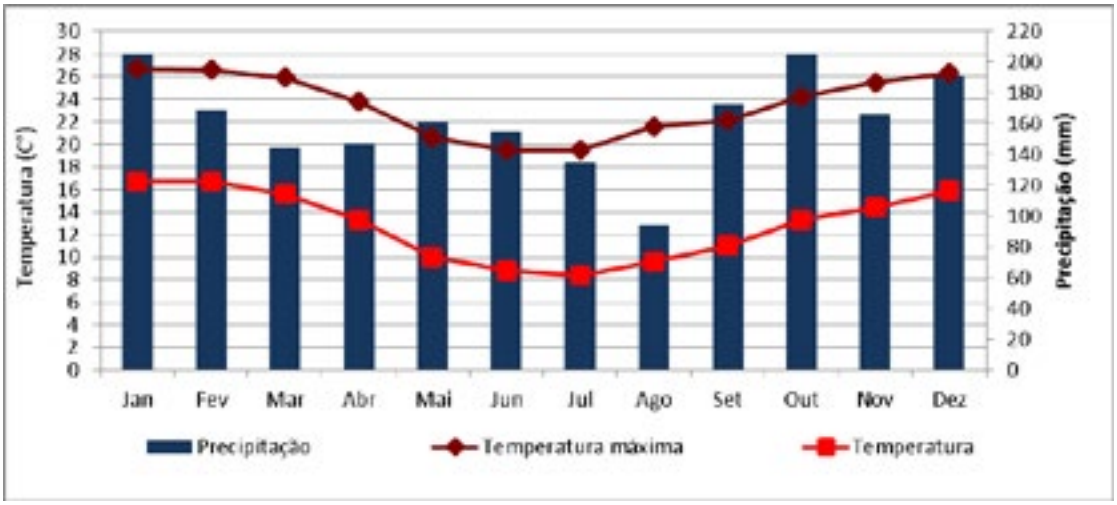


Figura 2: Climograma de Guarapuava período de 1976 a 2016
Fonte: IAPAR, 2016. Organização: COSTA, C. 2013

2. Materiais e métodos

Para o desenvolvimento da pesquisa primeiro houve a escolha dos pontos a partir da altitude dentro do perímetro urbano de acordo com a figura 3.

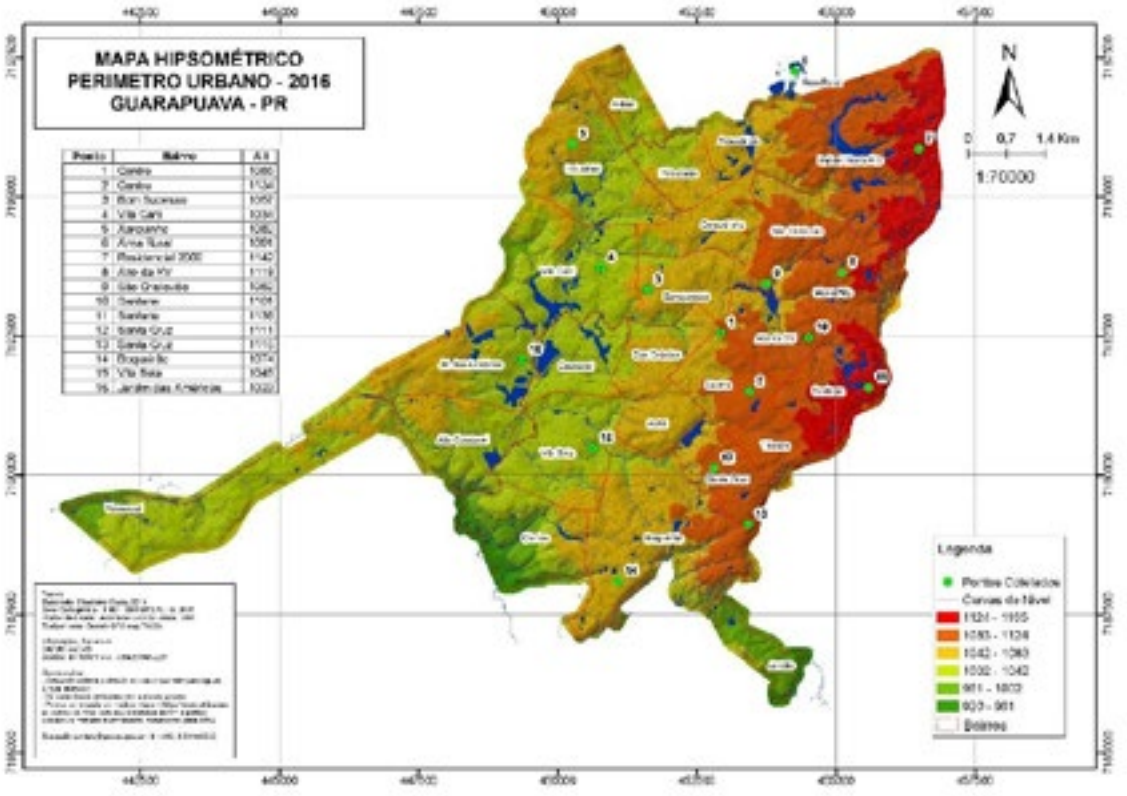


Figura 3: Mapa Hipsométrico da área urbana de Guarapuava.

Fonte: Costa, C, 2015

Após analisar as diferentes altitudes da malha urbana forma instalados equipamentos de monitoramento da temperatura do ar sendo 15 sensores de temperatura (5 da marca HOBO e 10 da marca PERCEPTEC, modelo DHT2000, figura 4 a e b), programados para coleta de dados no intervalo de 60 minutos.

(a) Sensores de temperatura da HOBO	(b) Sensores de temperatura PERCEPTEC

Figura 4: Sensores de temperatura.
Fonte: Costa, C. 2016

.

Todos os equipamentos foram instalados em uma altura de 1,50 metros do solo. Após a instalação dos equipamentos em saídas de campo (em média de duas a três vezes por mês), houve a coleta dos dados conforme a necessidade de atualização.

Para a proteção dos sensores de temperatura foram utilizados 5 abrigos, próprios para os *data-loggers* PERCEPTEC, os quais estavam disponíveis no Laboratório de Climatologia da UNICENTRO-PR. Além destes, foram confeccionados mais 5 abrigos para os sensores da PERCEPTEC utilizando canos de policloreto de Vinila, (que é um dos tipos de plástico usualmente conhecido como PVC). Para os abrigos dos sensores da marca HOBO utilizou-se 5 de pratos de plástico para a confecção de cada abrigo, na cor cinza, a qual não absorve a temperatura do ar. Além dos pratos foram utilizados três parafusos, ruela e porcas para fixar no último e pequenos pedaços de cano que separavam os pratos os quais proporcionam ao sensor um ambiente parecido com os outros confeccionados (Figura 5 a, b e c).

(a) - Abrigo para os data-loggers percepetc disponíveis no laboratório de climatologia.	(b)- Abrigo confeccionado a partir de PVC.	(c) Abrigo confeccionado com pratos de plásticos.

Figura 1: Abrigo para os sensores de temperatura.
Fonte: Costa, C., 2016.

2.1. Procedimentos de análises dos dados

Após as coletas dos dados em campo, estes foram analisados e selecionados no gabinete, a relação entre as temperaturas e a altitude. Os dias representativos foram selecionados a partir de uma primeira análise, por meio da qual foram elaborados gráficos diários para a temperatura máxima, mínima e média utilizando o *Microsoft Office Excel®.*

A partir da primeira análise observou-se que existia um padrão, que na maioria dos dias ele se repetia, em virtude disso foi selecionado apenas um dia, representativo estação do ano. As médias das temperaturas não foram levadas em consideração, pois sempre acompanhavam o padrão da máximas ou da mínimas. Como toda a pesquisa acontecem

imprevistos como os equipamentos, assim os dia em que apresentaram problemas foram retirados da análise.

3. Resultados e Discussões

Referente o verão foi selecionado o dia 30 de Janeiro, pois este representava o padrão encontrado para esta estação, assim é possível observar na figura 6 que a maioria temperaturas máximas encontraram-se nos pontos de menor altitude, mas há algumas exceções como no ponto localizado no bairro Jardim das Américas com a menor altitude, não é o ponto com a maior temperatura máxima, e o ponto do bairro Boqueirão também não demostra o mesmo padrão, dessa forma percebe-se a cobertura do solo tem influência em relação as temperaturas. Além destes, o bairro Alto da XV também diferencia-se.

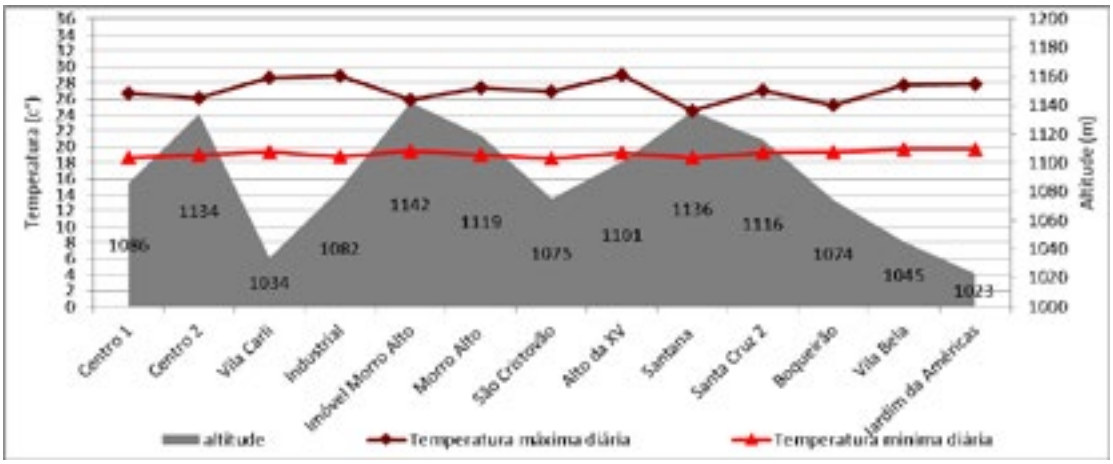


Figura 6: Gráfico de variabilidade das temperaturas máximas e mínimas para o dia 30 de Janeiro de 2016.

Em relação a esses dois pontos que destacam-se, ou seja, não seguem o padrão, os mesmos ficam na periferia da área urbana com pouca impermeabilização, as ruas não tem asfalto a vegetação com arbustos ainda é considerável comparando com os demais bairros, além disto o principal rio da cidade passa por pelo bairro Jardim das Américas, sem canalização ou grande interferência antrópica, estes fatores auxiliam na amenização da temperaturas, figura 7.

Figura 7: Bairro Jardim das Américas área de instalação do ponto de monitoramento.

O ponto de monitoramento localizado no bairro Alto da XV, que também destacou-se fica em ponto alto, mas, apenas com vegetação rasteira e ocorre a impermeabilização do solo com asfalto, casas e calçadas o que influencia nas temperaturas.

A partir dos dados coletados e analisados do verão, observou-se que as maiores temperaturas máximas estão localizadas nos pontos de menores altitudes e as menores temperaturas máximas nos pontos de maior altitude, as temperaturas mínimas quando não tem uma homogeneização pela precipitação que esteve presente na maioria dos dias do verão para esta pesquisa, seguem o mesmo padrão das máximas nos pontos de menor altitudes, elas são maiores e nos pontos de maior altitude são menores.

Além da influência da altitude bastante evidente, o tipo de cobertura do solo que também desempenha um papel importante no controle das temperaturas, o que pôde ser observado em alguns pontos destacados.

Para o outono foi selecionado o dia 06 de abril (Figura 8) as temperaturas estiveram elevadas, para esta estação a qual em Guarapuava normalmente não acontece chegando próximo aos 36°C. A influência da altitude se fez presente, assim como no verão. Os mesmos pontos que destacaram de na estação anterior continuam em destaque com influência da cobertura de solo. Além das análises já realizadas outras aqui merecem atenção. Como a amplitude térmica.

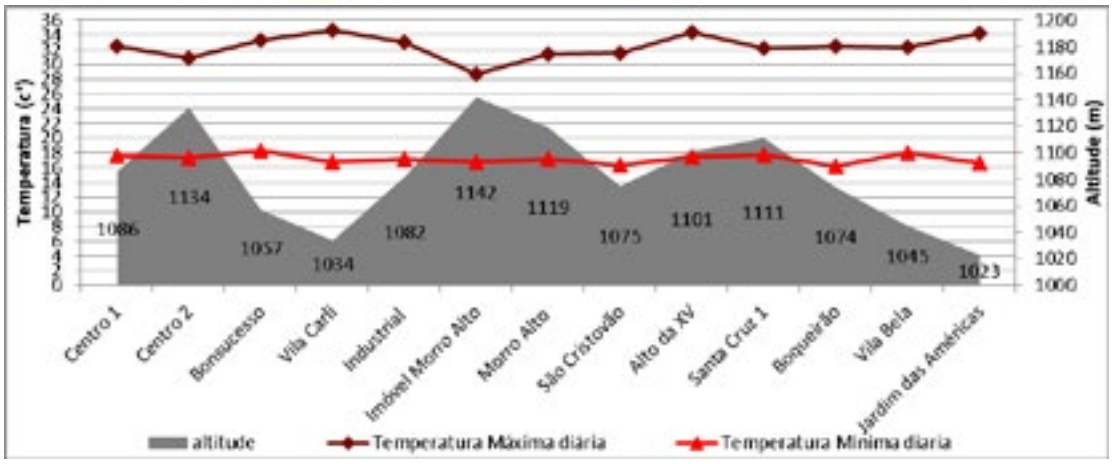


Figura 82: Gráfico de variabilidade das temperaturas máximas e mínimas para o dia 06 de Abril de 2016.

Observou-se que no ponto Jardim da Américas a amplitude térmica (noite/dia), se demonstra maior que nos demais. O ponto localizado na Vila Carli também obteve este mesmo comportamento, figura 9. Não segue a temperatura máxima ao contrário, sua temperatura mínima acaba diminuindo em relação aos outros pontos. Esta diferenciação em relação ao verão resulta da cobertura do solo, e também de outro fator importante, que são os ventos locais chamados catabáticos, o qual também ocorre no verão, mas com menos intensidade.

Figura 3: Ponto de monitoramento no bairro Vila Carli.

De acordo com Borsato (2016), os ventos locais surgem com mais evidência nos dias em que ventos regionais de grande escala estão mais fracos, e também há baixa nebulosidade, o que aconteceu no outono ao contrário do verão.

O outono, em relação ao verão por ser uma estação de transição entre duas estações bem definidas em termos de temperatura, a mesma não obtém um padrão específico. O

primeiro mês permanece parecido com o verão, o segundo destaca-se por apresentar amplitudes maiores, e o terceiro mês temperaturas menores devido à proximidade com o inverno. Por mais que alguns pontos tenham uma análise com relação a ação antrópica a altitude sobressai como um fator determinante.

Para o inverno o dia 24 de julho foi escolhido como representativo. Nesse dia as temperaturas máximas permanecem nos pontos de menor altitude (Figura 10), também constata-se as maiores amplitudes térmicas nos mesmos. Destaca-se que a influência do tipo de cobertura do solo nos pontos localizados nos bairros Jardim da América, São Cristóvão e Alto da XV, as quais já ocorriam no verão e outono, continuam no inverno. As temperaturas mínimas abaixo de 10°C, típicas do inverno de Guarapuava estão evidentes no mês de julho e variam de acordo com a altitude.

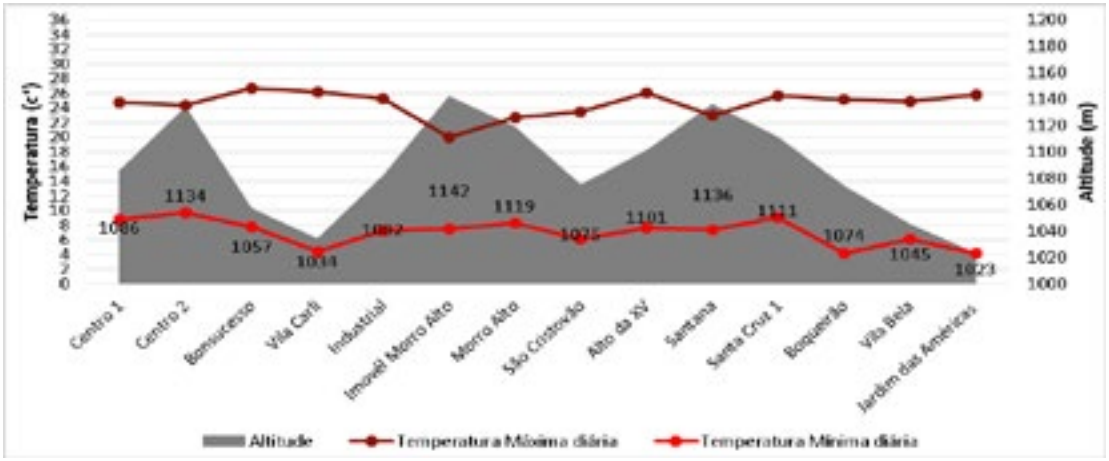


Figura 4: Gráfico de variabilidade espacial das temperaturas máximas e mínimas para o dia 24de Julho.

O inverno em Guarapuava referente ao período da pesquisa caracteriza-se por maiores amplitudes térmicas, influenciadas pelo principalmente pela altitude, mas em alguns pontos devido ao tipo uso e ocupação do solo e cobertura do mesmo. E ainda a atuação marcante dos ventos catabáticos ou brisas de montanhas. Estes ventos ocorrem na cidade devido as diferenciações de altitude ao longo da malha urbana, quando o ponto mais alto estava localizado a 1.142 metros de altitude e o ponto com menor altitude localizava-se a 1.023 metros.

A primavera é uma estação de transição do inverno para o verão. No mês de outubro no dia 15 figura 11 as temperaturas máximas ficaram entre 20°C e 26 °C. Neste mês os pontos de maior altitude concentram as temperaturas mais baixas e os pontos de menor altitude as

temperaturas mais altas, não houve diferença significativa em relação as outras estações somente na amplitude térmica já não está tão presente quanto na estação anterior (inverno).

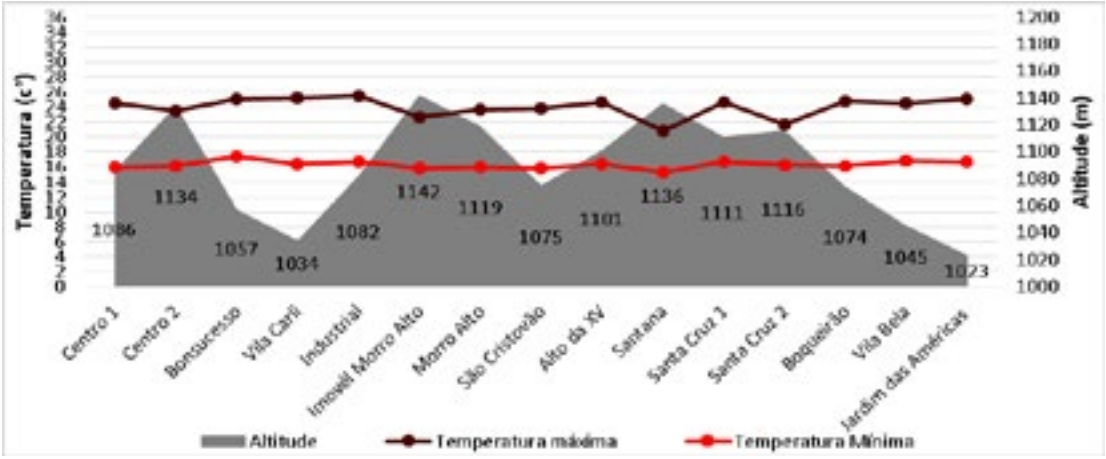


Figura 11: Gráfico de variabilidade espacial das temperaturas máximas e mínimas para o dia 15 de Outubro.

A primavera última estação analisada percebeu-se que as características da mesma são menos marcantes, assim como houve no outono, no início semelhantes com o inverno e conforme a temperatura vai aumentando, começa a apresentar características parecidas com o verão, com menores amplitudes térmicas. A partir da análise das quatro estações foi possível observar a altitude como fator determinante.

4. Considerações finais

A partir dos resultados obtidos e da análise das temperaturas em relação a altitude na área urbana de Guarapuava nas quatro estações conclui-se que:

- Em todas as estações do ano (verão, outono, inverno e primavera) a altitude é um fator determinante na maioria dos pontos de monitoramento.
- A ação antrópica, a preservação da vegetação em alguns pontos ainda que com pouca relevância sobressai amenizando as temperaturas.
- A área central a qual tem maior impermeabilidade não destacou com maiores temperaturas, isto deve-se a altitude e também a arborização das praças centrais e a dois corpos hídricos (lagoa das lágrimas e lago) são essenciais na regulação das temperaturas.
- Por fim, ainda que altitude seja um dos fatores determinantes é necessário atentar-se para os pontos que demostraram-se diferenciação, ou seja que a cobertura do solo está

influenciando, tanto para a preservação da vegetação existente quanto para o incentivo nos demais bairros.

Referências Bibliográficas

BALDO, M. C. **Variabilidade pluviométrica e a dinâmica atmosférica na bacia hidrográfica do rio Ivaí – Pr**. Tese (Doutorado) Universidade Estadual Paulista. São Paulo, 2006

BORSATO, V. A. **A dinâmica climática do Brasil e massas de ares**. 1.ed. Curitiba, Pr: CVR, 2016

FRITZSONS, E; MANTOVANI, L. E; AGUIAR, A. V. Relação entre altitude e temperatura: uma contribuição ao zoneamento climático no estado do Paraná**. REA – Revista de estudos ambientais** v.10, n. 1, p. 49-64, jan./jun. 2008.

IBGE, Instituto brasileiro de geografia e estatística. **Banco de dados sobre população de Guarapuava urbana e rural.** Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?codmun=410940>. Acesso em 2015.

MENDONÇA, F. O estudo do clima urbano no Brasil. In MENDONCA, F. e MONTEIRO, C. A. F. (org.) **Clima Urbano.** São Paulo: Contexto, 2003.

SANT'ANNA NETO, J. l.(org) **O clima das cidades brasileiras.** Presidente Prudente,

2002

THOMAZ, E. L. VESTENA, L. R. **Aspectos climáticos de Guarapuava-PR** Guarapuava: UNICENTRO. 2003 PR.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO 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 DISTRIBUIÇÃO E OCORRÊNCIA DE QUEIMADAS EM GOIÂNIA, NO ANO DE 2017

Ana Caroline Pereira da Silva [(a)], Sylvia Elaine Marques de Farias [(b)], Gislaine Cristina Luiz [(c)]

(a) Instituto de Estudos Socioambentais, Universidade Federal de Goiás, anaacps@hotmail.com,
(b) [(b, c)] Laboratório de Climatologia IESA/UFG, sylfarias@ufg.br. gislaineluiz@ufg.br

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais.

Resumo

O objetivo da pesquisa consistiu em analisar a distribuição e ocorrência de focos de queimadas em Goiânia, no ano de 2017. Para isso, o procedimento metodológico adotado foi à extração de dados de queimadas, do período de 01 de janeiro a 31 de dezembro de 2017, do banco de dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. A partir dos dados coletados observou-se que condições meteorológicas desempenha um papel fundamental para a propagação de focos de queimadas. Dos 644 focos de queimadas registrados durante o ano de 2017, o maior número de focos concentra de julho a setembro, totalizando 555 focos. Isso se deve ao período de estiagem que favorece a combustão de áreas vegetadas devido a temperaturas elevadas, baixa umidade relativa do ar e ventos fortes.

Palavras chave: Focos de queimadas. Imagens de satélite. Condições meteorológicas.

1.Introdução

Em decorrência das ações antrópicas as mudanças ambientais tendem a ocorrer, principalmente devido às mudanças térmicas. As queimadas assumem um papel importante nessas transformações e apesar da grande maioria ser originada pela ação humana, fatores climáticos como umidade do ar, temperatura e vento influenciam diretamente a sua propagação (TORRES, 2006). Dada a sua posição geográfica, Goiânia é influenciada por sistemas atmosféricos como as massas de ar, equatoriais (MEC), tropicais (MTA e MTC), e também a polar atlântica (MTA), que atuam diretamente sobre a sazonalidade climática caracterizando períodos bem distintos: verão quente e úmido, e inverno seco (MENDONÇA; OLIVEIRA, 2009). As condições de sazonalidade aliada a fenômenos meteorológicos transientes atuantes sobre o Cerrado (Farias, 2016), consequentemente sobre a cidade, associadas à topografia e ao tipo de vegetação determinam a variabilidade e tendência

de condições de queimadas durante cada época do ano. Sendo assim, o presente trabalho tem como objetivo analisar a distribuição e a ocorrência de queimadas no municipio de Goiânia, no ano de 2017, através dos dados gerados por satéltes em orbita e correlacioná-las com os fatores climáticos.

2. Materiais e Métodos

2.1 Área de Estudo

A área de estudo do presente trabalho é o município de Goiânia, que está localizado no estado de Goiás, região Centro-Oeste do Brasil. Corresponde a região do planalto central com altitude de aproximadamente 730 metros e está situada a -49,31'56" de longitude e -16,67'67" de latitude. Segundo a classificação de Köppen, o clima local é do tipo Aw, clima quente e úmido, com longa estação seca e precipitações anuais médias de 1600 mm.

2.2 Coleta de Dados

A pesquisa teve como finalidade detectar a distribuição e ocorrência de focos de queimadas em Goiânia, no ano de 2017. Para isso, foram extraídos do banco de dados de queimadas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, do período de 01 de janeiro de 2017 a 31 de dezembro, os dados de focos de queimadas em Goiânia. Esses dados são gerados a partir de imagens de sensores abordo de satélites em órbita polares da série NOAA, EOS (TERRA e AQUA) e satélites em órbita geoestacionais GOES e METEOSAT.

3. Resultados e Discussões

Torres (2006), Machado (2014), Viganó (2016), Pinto Junior (2012) et al. apontam que as condições meteorológicas – como umidade, temperatura – desempenha um papel fundamental para a propagação de focos de queimadas. Neste sentido, o recorte temporal foi selecionado por ser considerado o ano mais quente sem a presença do fenômeno El Niño que, por registros de altas temperaturas e baixa umidade, propiciou o aumento do número de queimadas, sendo considerado o ano com maior número de queimadas da história em Goiás.

Com base nos dados levantados pelo INPE Queimadas, o monitoramento orbital detectou no período de janeiro a dezembro 644 focos de queimadas (Figura 1)

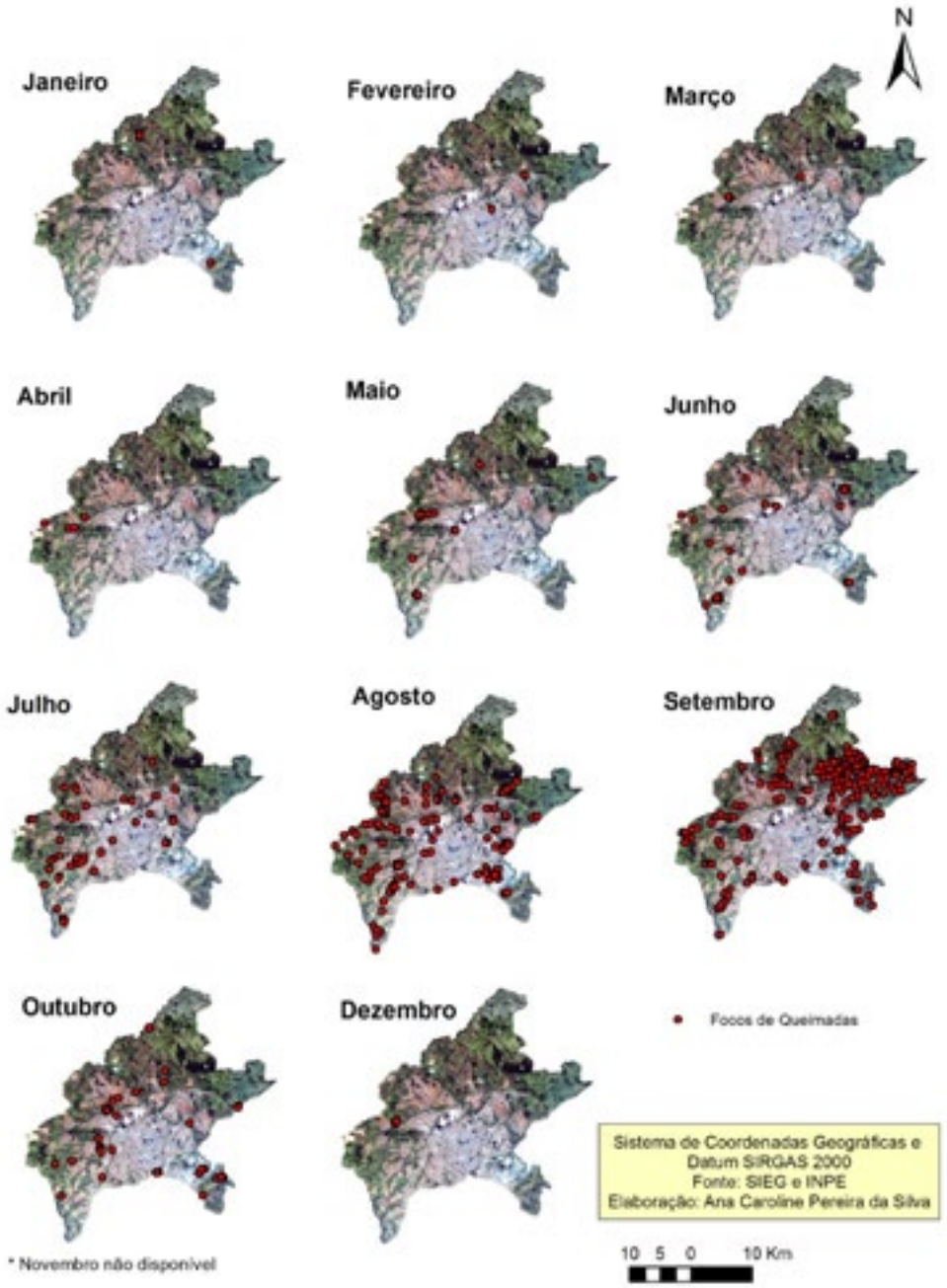


Figura 1 –Mapeamento dos focos de queimadas em Goiânia, 2017.

Os meses de janeiro, fevereiro, março e dezembro totalizaram 14 focos, e correspondem aos meses com menor número de focos devido ao verão que tem como caracteristica altos índices pluviometricos. De abril a junho ainda é considerado um tremestre de poucos focos, totalizando 39 registrados, sendo o maior número a partir de maio devido ao decréscimo das chuvas e a transição para um período seco. Como é possivel visualizar no mapeamento (Figura 1) o maior número de focos concentram-se de julho a setembro, totalizando 555 focos, sendo 510 registros de agosto a setembro. Estes meses são considerados críticos para a ocorrência de queimadas devido suas condições climáticas. Torres (2011) destaca que em ambientes com temperatura elevada, associada a uma baixa umidade relativa do ar, favorece o princípio do poder evaporativo nos vegetais, tornando-os mais secos e propícios a combustão. Essas condições associadas a velocidade dos ventos colabora com a propagação das queimadas. A partir de outubro há um declínio no número de focos devido à intensificação da atividade convectiva que favorecem o início da estação chuvosa.

Na análise da série temporal as áreas atingidas por queimadas concentram-se próximo às redes de drenagens. Setembro, o mês com maior número de queimada, os focos concentram-se, sobretudo, ao norte do município onde se localiza a bacia hidrográfica do Ribeirão João Leite, um dos principais remanescentes hídricos da região metropolitana Goiânia. Neste mês, foram detectados 133 focos n área da bacia, responsáveis por atingir 47% da área do Parque Ecológico, que inclui o Parque Estadual Altamiro de Moura Pacheco e a Área de Preservação Ambiental João Leite. A Secretaria de Meio Ambiente, Recursos Hídricos, Infraestrutura, Cidades e Assuntos Metropolitanos (Secima) indicou que os focos iniciaram a partir de ações antrópicas.

4. Considerações Finais

O monitoramento de focos de queimadas a partir de imagens de satélite evidenciou que há uma variação temporal em Goiânia, notando-se que 87% das ocorrências foram durante o período de julho a setembro. Destaca-se que as condições meteorológicas somadas as geográficas determinam condições necessárias para a ocorrência das queimadas.

Agradecimentos

Ao Laboratório de Climatologia/IESA da Universidade Federal de Goiás, pelo ambiente de prendizagem e construção de conhecimento profissional, mediante a concessão do Estágio Curricular Obrigatório.

Referências Bibliográficas

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Portal do Monitoramento de Queimadas e Incêndios**. Disponível em <http://www.inpe.br/queimadas>. Acesso em: 21 nov. 2018.

FARIAS, S. E. M. Estimativas satelitárias de precipitação sobre o bioma cerrado: possibilidades e perspectivas. (Tese de Doutorado). Universidade Federal de Goiás. Goiânia, GO. Abril. 2016.

MACHADO, N. G.; SILVA, F. C. P.; BIUDES, M. S. **Efeito das condições meteorológicas sobre o risco de incêndio e o número de queimadas urbanas e focos de calor em Cuiabá-MT, Brasil**. Ciência e Natura, Santa Maria, Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas – UFSM, v. 36 n. 3 set-dez. 2014 p. 459 – 469.

Mendonça, F.; Danni-Oliveira, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil.** São Paulo: oficina de texto, 2007.

Nunes, P. **Quase a metade da área do Parque Altamiro Pacheco foi queimada por incêndio criminoso.** Disponível em: < https://www.opopular.com.br/editorias/cidades/quase-a-metade-da-%C3%A1rea-do-parque-altamiro-pacheco-foi-queimada-por-inc%C3%AAndio-criminoso-1.1345163>. Acesso: 30 out. 2018.

PINTO JUNIOR, S. C.; APARECIDO DA SILVA, C. **A distribuição e a ocorrência têmporo-espacial das queimadas no Mato Grosso do Sul, uma análise através das imagens do satélite NOAA-15**. REVISTA GEONORTE, [S.l.], v. 3, n. 9, p. sem p, out. 2012. ISSN 2237-1419. Disponível em: <http://www.periodicos.ufam.edu.br/revista-geonorte/article/view/editar%20prf>. Acesso em: 13 nov. 2018.

TORRES, F. T. P. **Relações entre fatores climáticos e ocorrências de incêndios florestais na cidade de Juiz de Fora (MG)**. Caminhos de Geografia 7 (18) p. 162 - 171, jun/2006

VIGANÓ, H. H. da G., et al. **Incêndios no Pantanal de Corumbá, MS:** modelagem e previsão a partir das técnicas de análise multivariada Rev. Ambient. Água vol. 13 n. 5, e2024 – Taubaté, 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

A UTILIZAÇÃO DE TRANSECTOS MÓVEIS NA ANÁLISE CLIMÁTICA URBANA: ENSAIO METODOLÓGICO APLICADO À CIDADE DE ITUIUTABA-MG NO INVERNO DE 2018[1]

Ana Cristina Araújo Foli [(a)], Gislaine Cristina Luiz [(b)]

[(a)] Instituto de Estudos Socioambientais, Universidade Federal de Goiás, anacafoli@outlook.com
[(b)] Instituto de Estudos Socioambientais, Universidade Federal de Goiás, gislaineluiz@yahoo.com.br

Eixo 1: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

Este trabalho apresenta uma análise parcial sobre o clima urbano da cidade de Ituiutaba-MG, e prezou pela busca de uma relação entre os fatores geográficos que compõem a estrutura termohigrométrica com o objetivo de identificar as Ilhas de Calor Urbanas (ICU), utilizando a metodologia do transecto móvel. Os dados de temperatura e umidade relativa do ar utilizados foram coletados *in situ* entre os dias 21 e 30 de julho de 2018 às 09h00, 15h00 e 21h00. Os resultados apontaram para a formação de ilhas de calor urbanas com intensidade de até 7°C. Entretanto, novos dados deverão ser analisados e incluídos posteriormente, por se tratar de pesquisa em andamento.

Palavras chave: Transecto Móvel. Ilhas de Calor. Temperatura do Ar. Umidade do Ar. Ituiutaba-MG

1. Introdução

As alterações ambientais decorrentes da ocupação humana nas cidades são evidentes. O processo de urbanização implica em um conjunto de modificações que interferem no balanço energético e nos climas locais, trazendo consequências que influenciam a qualidade de vida dos

[1] Este artigo apresenta parte dos resultados da pesquisa de mestrado intitulada "A influência dos fatores geográficos na estrutura termohigrométrica de Ituiutaba-MG".

cidadãos. Grande parte das cidades brasileiras situa-se em ambientes de clima tropical, caracterizados por altas temperaturas durante o ano todo. Estas condições naturais podem ser agravadas devido à forma como o espaço urbano é apropriado, ocasionando o fenômeno Ilhas de Calor Urbanas (ICU) (TEOBALDO NETO; AMORIM, 2017).

Muitos são os mecanismos e fatores que contribuem para a formação e intensidade das ilhas de calor urbanas, dentre eles: localização geográfica, condições climatológicas do dia, tamanho da cidade, densidade da população, entre outros. Segundo Amorim, (2005)

> O parâmetro mais importante que caracteriza a ilha de calor é sua intensidade ou magnitude, que geralmente evolui mediante a diferença máxima observada, em um momento determinado, entre a temperatura de um ponto da cidade, densamente construído, e outro em seu entorno ou no ambiente rural (AMORIM, p.122, 2005).

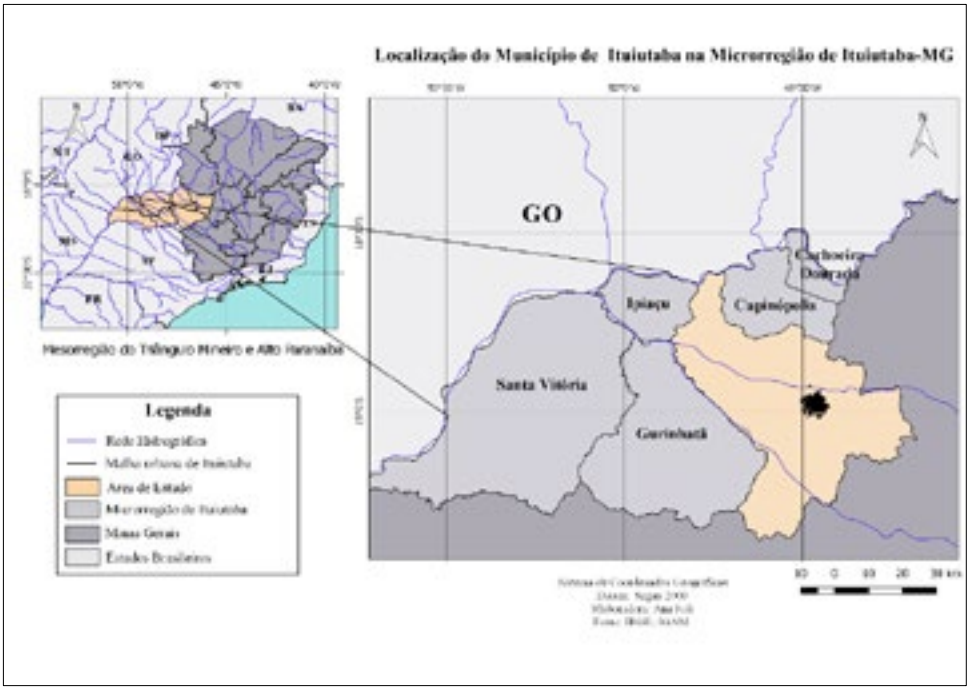
Os efeitos das ilhas de calor urbanas são desfavoráveis para o meio ambiente, provocando alterações na temperatura e umidade do ar, precipitação e ventos, além de trazer consequências como desconforto térmico, problemas de saúde, elevação do consumo de energia para refrigeração dos ambientes, degradação da qualidade do ar, dentre outros (OKE, 1987).

A ocorrência espacial e temporal das ilhas de calor urbanas pode ser variada, como aponta Minaki (2017), é necessário considerar que

> Comumente, a formação da área mais aquecida segue a lógica da ocupação urbana e do desenvolvimento local, na constituição de espaços favoráveis à concentração de pessoas, edificações, serviços e atividades poluentes, em detrimento da vegetação urbana. Particularidades como a dinâmica dos ventos e as feições do relevo, são aspectos que devem ser evidenciados na busca pela compreensão do fenômeno. (MINAKI, 2017, p. 1622-1623).

O presente trabalho tem como unidade territorial o município de Ituiutaba – MG (Mapa 1), situado na Mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, na intersecção das coordenadas 18°57’36” S e 49°27’36” W. A população estimada de 2018, segundo o IBGE é de 104. 067 mil habitantes, possuindo uma área territorial de 2.598,046 km² e o perímetro urbano uma área de aproximadamente 24,2 km².

De maneira sintética, os principais mecanismos atmosféricos que atuam sobre o município de Ituiutaba são os sistemas intertropicais e polares.



Mapa 1: Localização do município de Ituiutaba-MG

Nos meses de verão, o município sofre influência, principalmente, dos sistemas equatoriais (mEc) e polares (mPa), e no intervalo de atuação destes verifica-se a ação da mTac. Também é comum a ocorrência da ZCAS (Zona de Convergência do Atlântico Sul), que se estende da porção sul da região amazônica ao litoral da Região Sudeste, passando sobre o Triângulo Mineiro, provocando nebulosidade e chuvas intensas por dias e até semanas (MENDES; QUEIROZ, 2011).

Nos meses de inverno, a faixa de convergência intertropical passa a abranger a região norte do Brasil. Associada a um fraco anticiclone térmico sobre o Uruguai e o sul do Brasil facilita o avanço de dois sistemas principais: mTac, responsável por dias de temperaturas elevadas e baixa umidade relativa do ar, e a mPa que acarreta a formação de frentes frias que

podem causar algumas chuvas na região. As estações de primavera e outono são consideradas de transição seca/chuvosa e chuvosa/seca, respectivamente (MENDES; QUEIROZ, 2011).

Nas escalas locais do clima os fatores geográficos como vegetação, relevo e rede hidrográfica exercem um papel fundamental na configuração do clima, pois trocam energia e matéria de forma diferenciada em ambientes rurais ou urbanos, evidenciando a importância do balanço de energia.

Neses sentido, este trabalho prezou pela busca de uma relação entre os fatores geográficos que compõem a estrutura termohigrométrica de Ituiutaba-MG com o objetivo de identificar as ICU, utilizando a metodologia do transecto móvel. Sob esse aspecto, foram realizadas adaptações de caráter técnico que mais se aproximassem da realidade local.

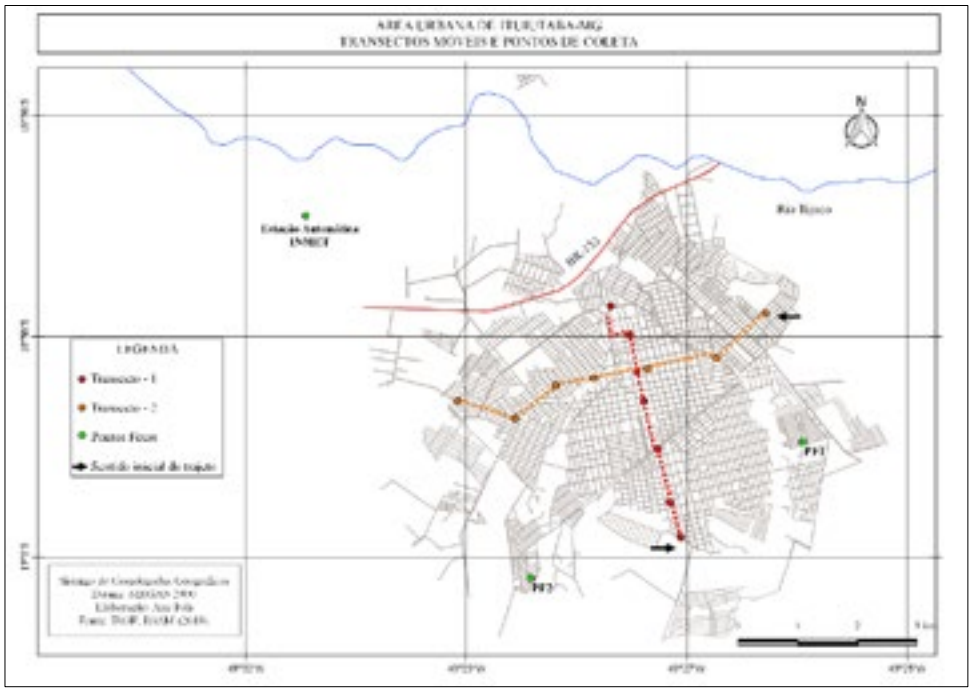
2. Materiais e Métodos

Este trabalho teve como premissa uma revisão bibliográfica sobre a integração dos elementos do clima com os fatores da atmosfera urbana. Partindo dessa análise, utilizou-se os pressupostos acerca do clima urbano, com destaque para a proposta metodológica denominada Sistema Clima Urbano – S. C. U., elaborada por Monteiro em 1976, a qual utiliza-se da abordagem sistêmica do clima urbano.

Sob essa perspectiva, o autor sugeriu a adoção de três subsistemas relacionados aos canais de percepção humana. Neste trabalho, deu-se ênfase ao subsistema termodinâmico, que compreende o conforto térmico a partir do estudo do comportamento da temperatura, na atmosfera urbana. Sobre a metodologia do transecto móvel[2] foram utilizados diversos referenciais, como os de Amorim (2000, 2005); Castro (2017); Minaki (2017); Araújo et. al. (2010), dentre outros.

[2] O método do transecto móvel consiste em caminhar ao longo de um percurso previamente determinado, registrando as medições em pontos equidistantes. O comprimento do transecto e a distância entre os pontos amostrados dependem dos objetivos do estudo, do tempo disponível e da finalidade a amostrar (KREBS, 1989).

Foi realizado um trabalho de campo para a coleta de dados da temperatura do ar e da umidade relativa do ar na área urbana de Ituiutaba-MG, através de medidas em dois transectos móveis, no sentido S-N, E-W respectivamente (Mapa 2). Ambos atravessaram a malha urbana da cidade simultaneamente entre os dias 21 e 30 de julho de 2018, com uma equipe de dois motoristas e dois auxiliares, no intuito de visualizar as possíveis entradas de sistemas atmosféricos característicos do período de inverno. Dessa forma, selecionou-se 29 de julho como o dia mais representativo para a análise das condições sinóticas.



Mapa 2: Trajeto de coleta de dados nos dois transectos

A coleta de dados pelos transectos foi realizada utilizando dois termohigrômetros digitas da marca Instrutemp, modelo ITHT-2210 a uma altura de 1,5 m do solo, em três horários sinóticos conforme indicação da Organização Meteorológica Mundial, às 09h, 15h e 21h, com duração aproximada de 30 minutos. Os instrumentos foram calibrados tendo como parâmetro

os termômetros de bulbo seco e bulbo úmido, responsáveis pelos dados de temperatura do ar seco e do ar úmido, utilizados na Universidade Federal de Uberlândia – campus Pontal.

Foram selecionados sete pontos em cada trajeto, que privilegiassem áreas com diferentes usos e ocupação do solo, assim como diferentes feições do relevo. Além disso foram instalados dois dataloggers digitais da marca KlimaLogg para pontos fixos em bairros equidistantes dos transectos móveis, bem como foram utilizados dados da estação meteorológica do INMET a fim de avaliar alguma alteração natural significativa (Mapa 2).

Para compreender a relação do urbano com os fatores geográficos foram considerados: altitude (m) mensurada pelo aparelho *Global Position System* modelo Etrex, morfologia do terreno, vegetação, tipos de construção e circulação urbana, informações essas verificadas empiricamente por comparação nos diferentes pontos de observação e coleta de dados.

Os dados foram digitalizados e organizados em tabelas por meio do programa *Microsoft Office Excel 2003*® e tratados por meio de técnicas estatísticas tradicionais, como valor máximo e mínimo, que auxiliaram na análise das variações termohigrométricas. Sob o contexto da climatologia dinâmica elaborou-se um gráfico de análise rítmica, metodologia proposta por Monteiro (1971), a qual consiste em relacionar as variáveis meteorológicas à dinâmica da atmosfera, com a finalidade de revelar a gênese dos fenômenos climáticos.

Os elementos meteorológicos foram obtidos por meio de acesso aos dados da Estação Automática de Ituiutaba-MG, sob responsabilidade do site oficial do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. As cartas sinóticas disponibilizadas pelo Centro de Hidrografia da Marinha, e as imagens do satélite GOES-16 no site do INMET auxiliaram na identificação dos sistemas atmosféricos e da circulação regional.

De acordo com o que foi adotado por Gomez et al. (1993) *apud* Brandão (1996), os diferentes valores encontrados para representar a intensidade da ilha de calor foram assim agrupados: ilha de calor de fraca intensidade, quando as diferenças oscilam entre 0 e 2°C; ilha de calor moderada, quando as diferenças se situam entre 2 e 4°C; ilha de calor de forte

intensidade, quando as diferenças oscilam entre 4 e 6°C e ilha de calor de intensidade muito forte, quando as diferenças ultrapassam 6°C.

3. Resultados e Discussão

A elaboração do gráfico de análise rítmica (Figura 1) permitiu analisar a entrada e permanência dos sistemas atmosféricos na cidade de Ituiutaba-MG. Nos primeiros dias de coleta dos dados houve a atuação da massa Tropical atlântica (mTa), entremeada pela atuação de uma frente fria no dia 22 de julho e uma frente estacionária no dia 24 de julho. Entre os dias 26 e 29 observou-se a predominância da massa Tropical atlântica continentalizada (mTac), o que resultou na escolha dos dados coletados no dia 29 de julho, pela estabilidade atmosférica proporcionada pelo sistema em questão.

Em relação ao registro das observações no Transecto 1 (T1), de forma geral observou-se a elevação da temperatura do ponto inicial ao final (P1 e P7). No período da manhã as temperaturas oscilaram entre 20,3°C a 27,2°C, sendo a diferença entre o ponto mais ameno e o mais aquecido de 6,9°C. No período da tarde essa oscilação foi de 1,8°C, no qual os pontos 1 e 2 apresentaram a menor temperatura, 32°C, e o ponto 7 a maior temperatura 33,8°C. No período noturno essa variação chegou a 4,9°C, com a temperatura mais amena registrada nos pontos 1 e 2, 22,9°C, e a mais alta no ponto 7, 27,8°C.

Foto: a) Parque do Goiabal, Transecto 1, Ponto 1; b) Praça dos Trabalhadores, Transecto 1, Ponto 7.
Fonte: Trabalho de Campo (2018)

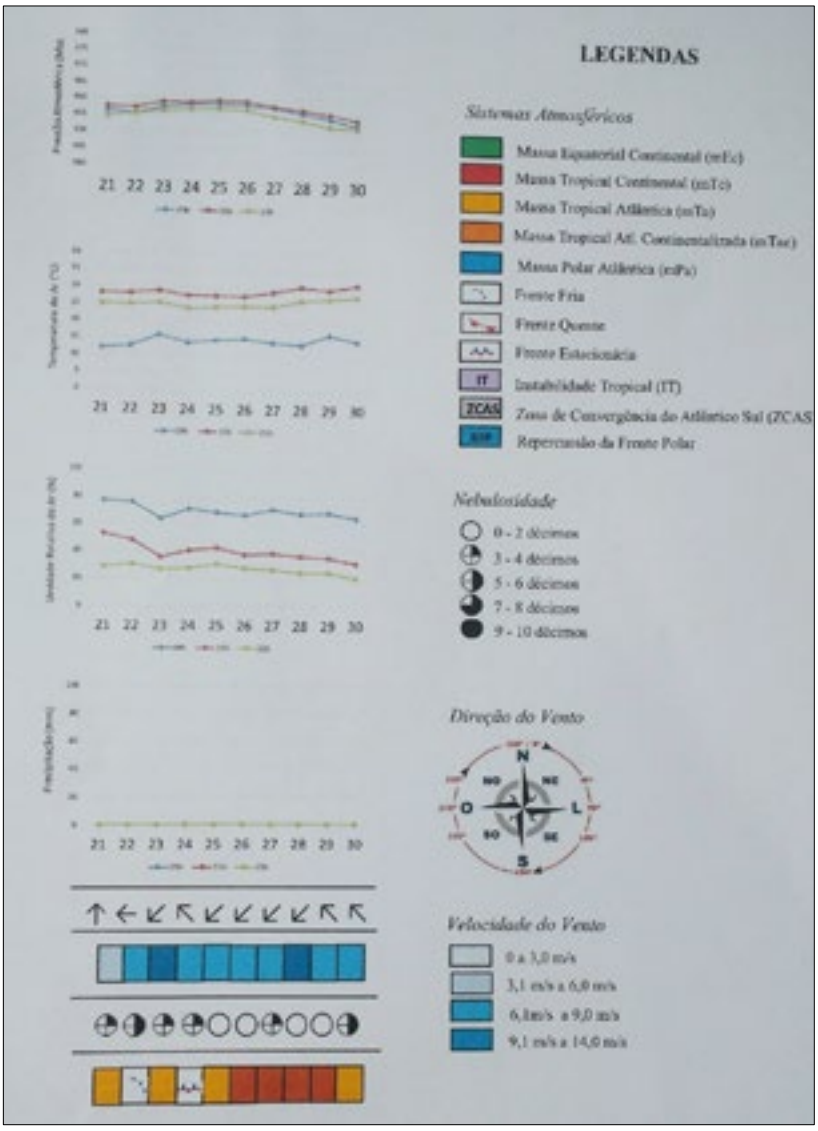


Figura 1: Ritmo dos elementos e sistemas meteorológicos em Ituiutaba
Fonte: INPE; CPTEC; DSA; INMET; Marinha do Brasil (2018)
Adaptado: ARAÚJO *et. al.* (2010)

O ponto com as maiores temperaturas registradas foi o ponto 7 (Praça dos Trabalhadores – Setor Norte), localizado a 553 m de altitude e caracterizado como uma área de alta impermeabilização, tanto na praça quanto em seu entorno. A temperatura mais amena foi registrada no ponto 1 (Parque do Goiabal – Bairro Tupã), lozalizado a 622 m de altitude em

uma área destinada a Unidade de Conservação com cerca de 37,59 hectares de extensão, porém apresenta recentes transformações em seu entorno, como a instalação de loteamentos e incremento no fluxo de veículos e pessoas (Foto 1).

Neste transecto, a variação higrométrica seguiu a oscilação da temperatura no ponto 1, evidenciando a relação de proporção inversa entre essas variáveis, sendo registrados os maiores índices de umidade relativa do ar nos três horários sinóticos analisados (59%, 40% e 55%). Os menores índices foram registrados, respectivamente, nos pontos 5 e 7 às 09h00 (46%), às 15h00 no ponto 3 (35%) e às 21h00 no ponto 7 (48%). Sob esse aspecto, os fatores que mais evidenciaram a variação termohigrométrica estão associados às características de uso e ocupação do solo, como presença/ausência de vegetação e altos níveis de impermeabilização.

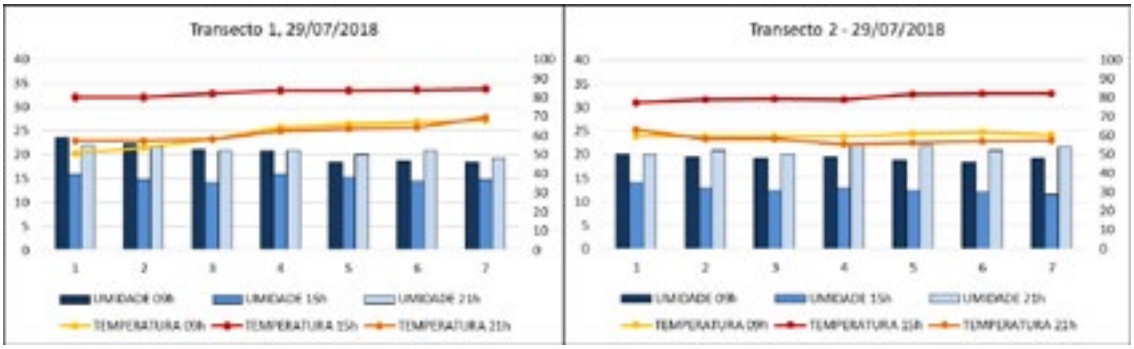
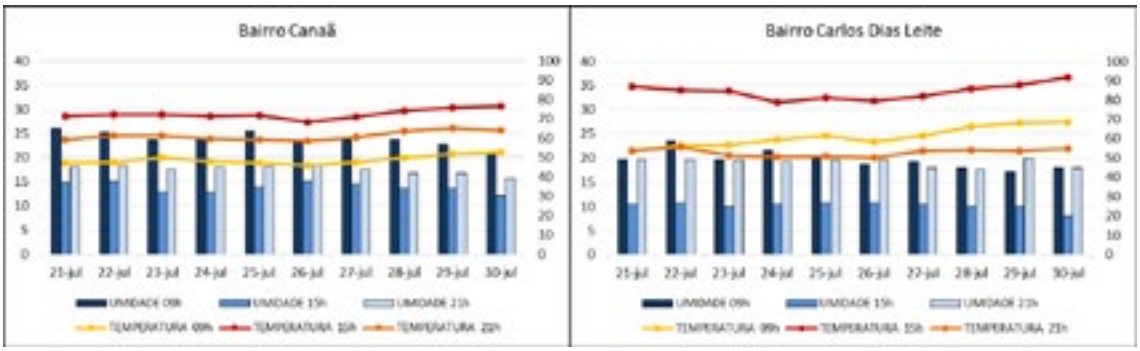


Gráfico 1 e 2: Distribuição de temperatura e umidade do ar nos Transecto 1 e 2 respectivamente, no dia 29/07/2018.

Sobre os registros obtidos no Transecto 2 (T2), as primeiras observações (09h00) apontam uma variação térmica de 0,9°C, em que as menores temperaturas foram registradas nos pontos 2, 3 e 4 (23,8°C) e a mais alta no ponto 6, 24,7°C. Às 15h00 a temperatura mais amena foi registrada no ponto 1, 31°C e a temperatura mais alta no ponto 7, 33°C, ou seja, uma diferença de 2ºC. No período noturno a menor temperatura foi registrada no ponto 4, 22°C e a temperatura mais alta no ponto 1, 25,3°C, uma variação térmica de 3,3°C. Em relação à umidade relativa do ar, os maiores índices foram registrados nos pontos 1, 50% e 35% às 09h00 e 15h00, respectivamente, e no ponto 4, 56% às 21h00. Os menores valores foram observados: às 09h00,

46% no ponto 6; às 15h00, 29% no ponto 7; e às 21h00, 50% nos pontos 1 e 3. Neste transecto, tanto fatores morfológicos quanto de uso e ocupação do solo podem explicar as variações termohigrométricas. Um exemplo da influência da morfologia do terreno foi o registro da menor temperatura no ponto 4, provavelmente por se localizar em uma área de fundo de vale.

Para validação dos dados obtidos nos transectos, optou-se por confrontar estes com os obtidos nos pontos fixos (PF) (Gráficos 3 e 4), o que levou à elaboração de um quadro síntese de todas essas informações. Esses pontos foram escolhidos para representar áreas da cidade não contempladas pelos transectos, ambos são bairros populares do Programa Minha Casa, Minha Vida e possuem características urbanísticas de baixo padrão construtivo e baixa densidade de áreas verdes. Vale ressaltar que, por se tratar de uma pesquisa em andamento, todos estes dados deverão compor os mapas térmicos das análises ao final da dissertação.



Gráficos 3 e 4: Dados de temperatura e umidade do ar nos Ponto Fixo 1 e 2, respectivamente, nos dias de coleta.

HORÁRIO	VARIAÇÃO TÉRMICA	MENOR TEMPERATURA (PONTO)	MAIOR TEMPERATURA (PONTO)	VARIAÇÃO HIGROMÉ-TRICA	MAIOR UMIDADE (PONTO)	MENOR UMIDADE (PONTO)
09h00	7 °C	T1 – P1	PF – 2	16%	T1 – P1	PF – 2
15h00	5,1 °C	T1 – P1	PF – 2	15%	T1 – P1	PF – 2
21h00	5,6 °C	T2 – P4	T1 – P7	14%	T2 – P4	PF – 1

Quadro 1: Síntese dos resultados sobre temperatura e umidade relativa do ar em 29/07/2018.

4. Considerações Finais

Este ensaio refere-se ao primeiro trabalho de campo realizado em razão da estrutura da dissertação em andamento, com o título provisório de "A influência dos fatores geográficos na estrutura termohigrométrica da cidade de Ituiutaba-MG", no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Estudos Socioambientais – IESA, da Universidade Federal de Goiás – UFG, de forma que alguns aspectos deverão ser modificados. Um exemplo foi a escolha do Parque do Goiabal (Transecto 1, Ponto 1) como parte do transecto, no entanto, nos próximos trabalhos este ponto servirá como referência na identificação da ICU, por constituir-se de cobertura de vegetação mais próxima do natural na cidade. Ainda, deverão ser acrescidos novos pontos aos dois transectos e coleta de dados em novos pontos fixos.

De toda forma, observou-se grande variação dos elementos analisados, especialmente da temperatura do ar. Essas primeiras análises demonstraram que as variações termohigrométricas estão associadas tanto à fatores morfológicos quanto às modificações na cobertura do solo. Assim, evidencia-se a importância da realização de trabalhos de campo ainda nos primeiros meses de pesquisa, pois, é uma forma de analisar a metodologia empregada e caso haja necessidade de alterações metodológicas, é possível realiza-las em tempo hábil.

5. Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

6. Referências

AMORIM, M. C. C. T. **O Clima Urbano de Presidente Prudente/SP**. 2000. 322 f. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

_____. Intensidade e forma da ilha de calor urbana em Presidente Prudente/SP: Episódios de Inverno. **Geosul**, UFSC – Florianópolis, v. 20, n. 39, p. 65-82, 2005.

ARAÚJO, A. P. et al. Ensaio Metodológico sobre a utilização de transectos móveis no período diurno em Presidente Prudente - SP. **Revista Formação**, n. 17, v. 1, p. 77-95, 2010.

BRANDÃO, A. M. P. M. **O Clima Urbano da Cidade do Rio de Janeiro.** Departamento de Geografia, FFLCH, USP. Tese de Doutorado. São Paulo, 1996. 362 p.

CASTRO, F. S. **Clima urbano sob o olhar das pequenas cidades:** influência dos fatores geográficos nas variações climáticas em Lagoa Formosa (MG). Dissertação (Mestrado em Geografia). 148 f. Universidade Federal de Goiás, Catalão, 2016.

GOMEZ, A. L. et al. El clima urbano. **Teledetección de la isla de calor em Madrid**. Madrid, MPOT (Ministerio de obras públicas y transportes), 1993.

KREBS, C. J. **Ecological Methodology**. New York: Haper & Row Publishers, 1989.

MARINHA DO BRASIL. Centro de Hidrografia da Marinha. **Cartas Sinóticas**. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/chm/dados-do-smm-cartas-sinoticas/cartas-sinoticas> Acesso em julho de 2018.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades.** Disponível em: < https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/ituiutaba/panorama> Acesso em novembro de 2018.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **Estações e Dados.** Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/inicio.php> Acesso em setembro de 2018.

_____. **Satélites.** Disponível em: < http://www.inmet.gov.br/satelites/?area=0&produto=G12_AS_TN> Acesso em julho de 2018.

MENDES, P.C.; QUEIROZ, A.T. de. Caracterização climática do município de Ituiutaba – MG. In.: PORTUGUEZ, A.P.; MOURA, G.G.; COSTA, R.A. (orgs.) **Geografia do Brasil Central:** enfoques teóricos e particularidades regionais. Uberlândia: Assis Editora, 2011, p. 333-353.

MINAKI, C. **Análise das características termo higrométricas de transectos móveis noturnos em episódios de inverno em Maringá-PR.** Anais XVII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, Campinas, 2017, p. 1622-1633.

MONTEIRO, C. A. de. F. **Teoria e Clima Urbano**. São Paulo: IGEOG/USP, 1976. Série Teses e Monografias, 181 p.

OKE, T. R. **Boundary Layer Climates**. 2 ed. Routledge. New York, p. 435, 1987. Disponível em: <http://bayanbox.ir/view/6693893538424427706/T.-R.-Oke-Boundary-Layer-Climates-Second-Editio-BookFi.org.pdf> Acesso em janeiro de 2017.

SANT'ANNA NETO, J. L. Escalas Geográficas do Clima: mudança, variabilidade e ritmo. IN: AMORIM, M. C. de C. T.; SANT'ANNA NETO, J. L.; MONTEIRO, A. (Orgs.). **Climatologia Urbana e Regional:** questões teóricas e estudos de caso. São Paulo: Outras Expressões, 2013, p. 75-91.

TEOBALDO NETO, A. AMORIM, M. C. de C. T. **Ilha de Calor Urbana e desconforto térmico: uma análise episódica em Cuiabá/MT**. Anais XVII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, Campinas, 2017, p. 1492-1506.

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

ABORDAGEM BIOCLIMÁTICA EM POPULAÇÕES RIBEIRINHAS DA AMAZÔNIA BRASILEIRA

Maria Cristina Celuppi [(a)], Célia Regina Moretti Meirelles [(b)], João Paulo Assis Gobo [(c)]

[(a)] Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo - PPGAU– Universidade Presbiteriana Mackenzie – UPM, E-mail: mariaceluppi@hotmail.com

[(b)] Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo - PPGAU– Universidade Presbiteriana Mackenzie – UPM, E-mail: morettimeirelles@gmail.com

[(c)] Departamento de Geografia/Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, E-mail: jpgobo@usp.br

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo/

A presente pesquisa aborda a percepção, a preferência e a aceitação térmica, da população ribeirinha da Amazônia brasileira. Para tanto, utilizou-se de questionários para análise da percepção, preferência e aceitação dos moradores desta região, bem como da coleta de dados meteorológicos internos e externos. As respostas ao questionário foram analisadas estatisticamente, investigando ainda a influência do gênero, idade e IMC na percepção climática humana. Os resultados indicaram que embora os ribeirinhos percebam um ambiente termicamente desconfortável e prefiram um ambiente mais fresco, os mesmos aceitam àquela situação climática.

Palavras chave: Percepção climática; conforto térmico; sensação térmica; habitação ribeirinha.

1. Introdução

O conforto ambiental constitui-se na necessidade de proporcionar aos assentamentos humanos, condições necessárias de habitabilidade, aliando a utilização dos recursos para responder as condicionantes ambientais (SCHMID, 2005) por meio das vertentes: térmica, acústica, lumínica e ergonômica. Porém, dentro destas vertentes, o conforto térmico corresponde ao parâmetro mais importante na qualidade interna de um ambiente (FRONTCZAK; WARGOCKI, 2011).

Com base nisso, a arquitetura vernacular ribeirinha do Amazonas surge como o reflexo de diversos parâmetros, fortemente influenciados pela cultura cabocla, pelo ciclo das águas, pela noção de casa e de estética do local, pelos materiais disponíveis na região (NOGUEIRA, 2016) e pelas condições climáticas locais.

As habitações na região amazônica devem ser compatíveis com a variação anual do curso das águas e neste contexto, dois tipos de casa são predominantes: a palafita e a flutuante. As palafitas são casas de madeira construídas na várzea, elevadas por pilotis suspensas por esteios, ou seja, estacas de madeira que sustentam a construção. Se encontram nas encostas dos rios e são construídas desta forma para que não inundem na estação de cheia. Já a casa flutuante tem as mesmas características da palafita, porém, é construída sobre toras originadas da espécie assacu, conferindo a possibilidade de deslocamento de seus locais originais e a sua flutuação com a variação do curso das águas. (NOGUEIRA, 2016; SAMPAIO, LENCIONE, 2013). Ambas as tipologias são constituídas de madeira local, paredes finas, com coberturas de telha metálica e sem a utilização de forro.

Com base na tipologia construtiva da habitação ribeirinha da região amazônica, que primordialmente deve responder de forma adequada a ação do sol, das chuvas e da umidade elevada (NEVES, 2006), observa-se, portanto, que a arquitetura local deve proporcionar ambientes com condições confortáveis de habitabilidade, considerando que tal região encontra-se no microtipo climático definido como “clima equatorial”, fixado por Monteiro (1968) como “clima equatorial úmido da frente intertropical”, o que denota uma região de clima quente, com expressiva homogeneidade térmica, que não apresenta grande amplitude térmica diária e/ou anual, tendo em vista a umidade e nebulosidade elevada (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007). Alvares et al. (2013) classificam a região como “zona tropical sem estação seca”, o que significa médias anuais de

temperatura do ar na faixa dos 26.7ºC, com pouca variação sazonal, bem como precipitação anual de 2.420 mm, sendo agosto o mês mais seco, em que a precipitação mensal está na faixa dos 80 mm.

Com base nisso, a presente pesquisa objetivou avaliar a percepção, preferência e aceitação térmica de populações residentes nas habitações ribeirinhas do município de Manacapuru (Figura I), no estado do Amazonas, por meio da aplicação de questionário baseado nos padrões da ISO 10551 (INTERNACIONAL ORGANIZATION STANDARDIZATION, 1995).

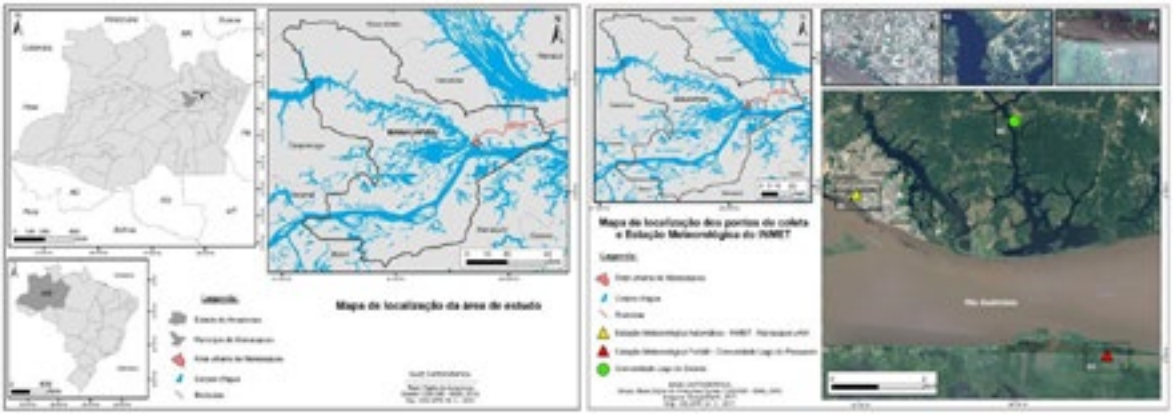


Figura I: Mapa de localização da área de estudo.

2. Materiais e Métodos

Desenvolveu-se um questionário específico para a análise da percepção ambiental e do conforto térmico do ribeirinho (Figura II), com base os padrões estabelecidos pela ISO 10551 (1995), aliando ainda dados referentes à idade, sexo, peso, altura, vestimenta e croqui da casa em que o inquirido reside.

As pesquisas ocorreram nos dias 15, 16 e 17 de agosto de 2017 em duas comunidades ribeirinhas no município de Manacapuru-AM, “Pesqueiro” e “Rei Davi – Calado” (Figura I). Considerando a pequena quantidade de moradores nas comunidades analisadas, o tempo disponível para pesquisa e a distância entre casas, optou-se pela aplicação do questionário na forma de blocos, tendo as mesmas perguntas aplicadas para às 08:30h, 12:30h e 20:30h. Esta disposição de horários permitiu uma dimensão da percepção do ribeirinho durante um dia completo, nos períodos da manhã, meio dia e noite, em um mesmo questionário.

Nos dias 15 e 17 de agosto de 2017, a aplicação de questionário deu-se na comunidade “Pesqueiro” e no dia 16 de agosto de 2017, na comunidade “Rei Davi – Calado”. Os inquiridos foram

entrevistados dentro de suas casas, com a finalidade de coletar dados referentes a percepção do ambiente interno. Os três dias de pesquisa, resultaram em 48 questionários que foram tabulados e importados para o programa Minitab® Statistical Software v.17 utilizado na realização das análises quantitativas.

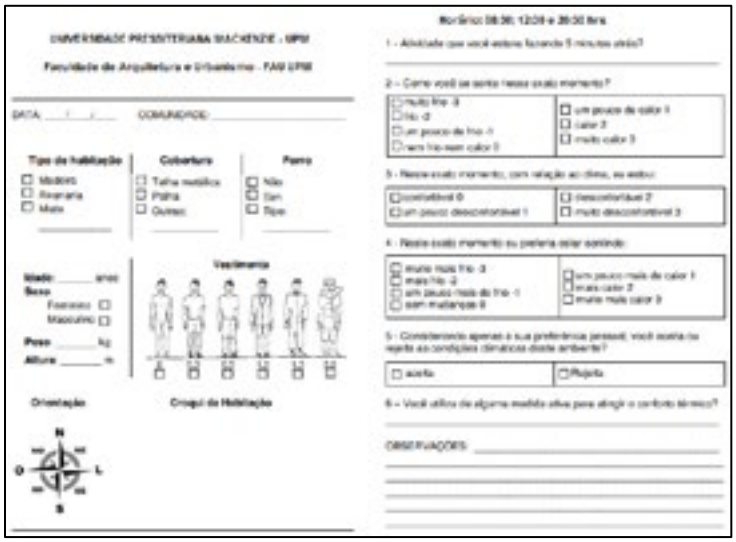


Figura II: Questionário desenvolvido e aplicado aos ribeirinhos.

Nos dias 15 e 17 de agosto de 2017, a aplicação de questionário deu-se na comunidade "Pesqueiro" e no dia 16 de agosto de 2017, na comunidade "Rei Davi – Calado". Os inquiridos foram entrevistados dentro de suas casas, com a finalidade de coletar dados referentes a percepção do ambiente interno. Os três dias de pesquisa, resultaram em 48 questionários que foram tabulados e importados para o programa Minitab® Statistical Software v.17 utilizado na realização das análises quantitativas.

Os dados foram divididos em três grupos, coletados em casas de chão, casas flutuantes e casas palafitas e, para testar a diferença de proporções de aceitação das condições climáticas do ambiente nos três grupos, foi utilizado o teste não paramétrico de Cochran (SIEGEL; CASTELLAN JR., 2008).

Foram calculadas as proporções de percepção das condições climáticas do ambiente por horário e, por horário e tipo de casa. Posteriormente foram calculados por meio do método exato, os respectivos intervalos com 95% de confiança para as proporções.

Para análise da idade utilizou-se a seguinte faixa etária: Jovens: do nascimento até os 19 anos; Adultos: dos 20 aos 59 anos; idoso: 60 anos ou mais, enquanto para análise da influência do peso corporal, utilizou-se o Índice de Massa Corporal (IMC), que é um indicador utilizado para avaliação da proporção entre peso e altura de adultos e é expresso pela relação entre a massa corporal em kg e a estatura em m² (kg/m²).

Com base em dados de 2004 da Organização Mundial de Saúde (OMS), para essa pesquisa optou-se pelo uso de seis faixas, assim denominadas: IMC abaixo de 17,00: muito abaixo do peso; IMC de 17,00 18,49: abaixo peso; IMC de 18,50 a 24,99: peso normal; IMC de 25,00 a 29,99: acima do peso/sobrepeso; IMC de 30,00 a 34,99: obesidade I; IMC de 35,00 a 39,99: obesidade II.

Devido ao pequeno tamanho da amostra, para realização de testes de independência, as variáveis foram dicotomizadas, para os três horários de análise, da seguinte forma: "Como se sente neste exato momento" (não calor: de -2 a 1; calor ou muito calor: de 2 a 3); "obesidade" (não obeso: IMC de 17,00 a 29,99; obeso: IMC de 30,00 a 39,99); "ser idoso" (não idoso: até 59 anos; idoso: 60 anos ou mais) e "sexo" (feminino e masculino).

Mesmo dicotomizando as variáveis, ao se testar a hipótese de que há independência entre pares de variáveis aleatórias de interesse, houveram valores esperados inferiores a 5 para combinações de níveis das variáveis, não atendendo às suposições necessárias para uso do teste de independência Qui-Quadrado. Desta forma optou-se pela realização do teste de independência exato de Fisher que exige que ambas as variáveis sejam dicotômicas (SIEGEL; CASTELLAN JR., 2008).

Outro teste realizado afim de comparar a percepção média para as variáveis IMC, idade e sexo, para os grupos dicotomizados deu-se por meio do teste não paramétrico para comparação de médias de Mann-Whitney (SIEGEL; CASTELLAN JR., 2008).

Foram calculados intervalos de 95% de confiança para as variáveis de interesse. Todos os testes de hipóteses foram realizados adotando-se o nível de significância de 5%, sendo rejeitadas as hipóteses cujos níveis descritivos (valores-p) dos testes resultaram inferiores ao nível de significância adotado de 5%.

Para o monitoramento meteorológico foram coletados dados da região de estudo, por meio da estação meteorológica automática do INMET, localizada na área urbana de Manacapuru-AM, (Figura I), bem como dados meteorológicos no interior de uma casa palafita ribeirinha (Figura III).

O equipamento foi instalado em uma casa na comunidade "Pesqueiro" (Figura III) do tipo palafita, e para a coleta dos dados meteorológicos internos esta pesquisa baseou-se no trabalho de Hwang et al., (2009), que verificaram a correlação entre sensação térmica e insatisfação térmica para regiões de clima tropical. Para tal coleta utilizou-se uma estação meteorológica automática portátil (Figura III) que conta com sensores de temperatura de bulbo seco e bulbo úmido, anemômetro e termômetro de globo negro.

Figura III: Estação meteorológica automática portátil e casa da tipologia palafita ribeirinha analisada.

3. Resultados

Dos inquiridos, 66,67% eram moradores da comunidade "Pesqueiro" e 33,33%, moradores da comunidade "Rei Davi – Calado". Esta discrepância entre o número de entrevistados nas duas comunidades deu-se em função da aplicação dos questionários ter ocorrido em dois dias na comunidade "Pesqueiro" e em apenas um dia na comunidade "Rei Davi – Calado". Deste total, 73,91% eram adultos, 15,22% idosos e 10,87% adolescentes, sendo 68,75% do sexo feminino e 31,25% do sexo masculino.

A idade média dos inquiridos foi de 39,6 anos, com desvio padrão de 19,4 anos. A idade mínima foi de 13 anos, a máxima de 102 anos, sendo a mediana de 34,5 anos. 25% dos inquiridos tinham até 24 anos e 25% mais de 51 anos. Quanto ao IMC, 4,35% estavam muito abaixo do peso, 4,35 estavam abaixo do peso, 52,17% tinham peso normal, 23,91% acima do peso, 13,04% foram classificados como obesidade I e 2,17% foram classificados com obesidade tipo II. As questões de idade, peso e altura, não foram respondidas por apenas 2 indivíduos.

As mulheres que desenvolviam atividades domésticas, responsáveis pelo serviço da casa e dos filhos representam 65,93% do total de entrevistados, um valor significativo para esta pesquisa, tendo em vista o objetivo de identificar as condições internas de conforto térmico das habitações.

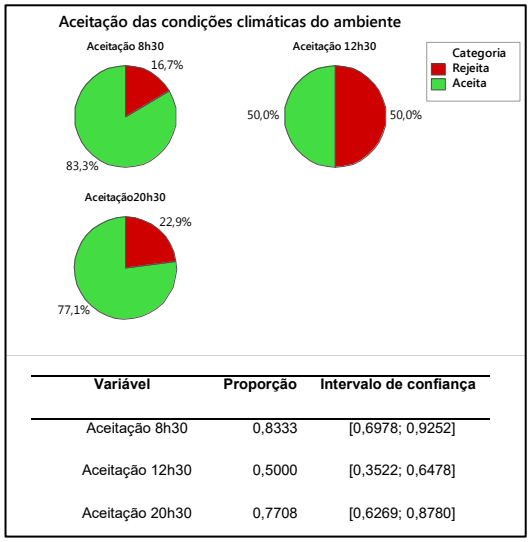
Das tipologias analisadas, 47,92% corresponderam ao tipo flutuante, 39,58% ao tipo palafita e 12,50% ao tipo casa no chão. Deste total, 75,00% eram constituídas em madeira, sendo que o restante se dividiu em alvenaria, mista I (madeira e alvenaria) e mista II (madeira e PVC). As coberturas metálicas apresentaram-se em 100% das habitações analisadas, nas quais 85,00% delas não utilizaram forro.

Foi identificado ainda que 85,11% das habitações contavam com o auxílio de ventilador para a melhora das condições de conforto térmico, 10,64% das casas possuia, além do ventilador, aparelhos de ar condicionado em alguns cômodos, 2,13% utilizavam ventilador e telas nas janelas propiciando que as mesmas ficassem abertas durante a noite e 2,13% não possuíam nenhum mecanismo visando a melhoria das condições climáticas.

A quarta e última pergunta trata da aceitação ou não das condições climáticas pelos inquiridos, dentro de suas casas e tem seus resultados ilustrados na Figura IV. Com base na Figura IV, observa-se um ponto relevante na discussão acerca de percepção, preferência e aceitação. Embora a situação encontrada nas casas dos inquiridos denotem ambientes termicamente desconfortáveis para os mesmos mostrando que os ribeirinhos preferem ambientes mais frescos, a aceitação vai contra a sua percepção e preferência.

A literatura aponta para o fato de que pessoas habituadas à climas quentes tendem a se sentir confortáveis com temperaturas mais elevadas (DE DEAR; LEOW; FOO, 1991; NGUYEN; REITER, 2014; KARYONO *et al*., 2015), bem como para o fato de que variáveis climáticas são apenas parte dos fatores influentes na percepção do conforto, que é formada sobretudo pela expectativa do usuário, cultura, religião, educação e experiência (YANG; YAN; LAN, 2014; FABBRI, 2015), da mesma forma que a adaptação do indivíduo consiste na diminuição da resposta humana aos padrões ambientais, e tal resposta pode se dar comportamental e fisiologicamente (WONG *et al*., 2002; HALAWAA; HOOF, 2012; DJAMILA; CHU; KUMARESAN, 2013).

Contudo, embora percepção, preferência e aceitação sejam fundamentadas nos aspectos experimentados pelo indivíduo ao longo de sua vida (expectativa, experiência, cultura, religião e educação, entre outros), não há uma relação direta entre ambas. Observou-se aqui, que percepção e preferência são variáveis próximas quanto as respostas, no entanto distintas da variável aceitação (Figura IV). Tal fato infere um questionamento acerca dos parâmetros que fundamentam a aceitação do usuário quanto ao ambiente.



Variável	Proporção	Intervalo de confiança
Aceitação 8h30	0,8333	[0,6978; 0,9252]
Aceitação 12h30	0,5000	[0,3522; 0,6478]
Aceitação 20h30	0,7708	[0,6269; 0,8780]

Figura IV: Representação gráfica da aceitação das condições climáticas do ambiente e proporção da aceitação das condições climáticas do ambiente e intervalo de confiança.

Com vistas a uma análise quantitativa, entre os três grupos de casa (casa no chão, palafita e flutuante) e as três primeiras perguntas do questionário, com base no teste de Kruskal-Wallis, a Tabela I apresenta os níveis descritivos e conclusões com relação à hipótese nula de que as médias são iguais para os três tipos de casa contra a hipótese alternativa de que pelo menos para um dos tipos de casa a média difere.

Tabela I: Teste de Kruskall-Wallis para as três primeiras perguntas.

Variável	Valor-p	Conclusão
Como se sente neste exato momento 8h30	0,381	Iguais
Como se sente neste exato momento 12h30	0,249	Iguais
Como se sente neste exato momento 20h30	0,002	Diferentes
Neste exato momento em relação ao clima eu estou 8h30	0,154	Iguais
Neste exato momento em relação ao clima eu estou 12h30	0,527	Iguais
Neste exato momento em relação ao clima eu estou 20h30	0,002	Diferentes
Neste exato momento eu preferia estar sentindo 8h30	0,567	Iguais
Neste exato momento eu preferia estar sentindo 12h30	0,589	Iguais
Neste exato momento eu preferia estar sentindo 20h30	0,615	Iguais

Tanto para a pergunta “como você se sente neste exato momento” como para a pergunta “neste exato momento, em relação ao clima, eu estou” (Figura V), ao nível de significância de 5%

concluiu-se que a casa no chão apresenta menor valor médio, ou seja, as respostas indicaram estatisticamente que esta tipologia é termicamente mais confortável. Já a tipologia flutuante, apresentou maior valor médio, indicando que a mesma confere maior desconforto por calor aos usuários.

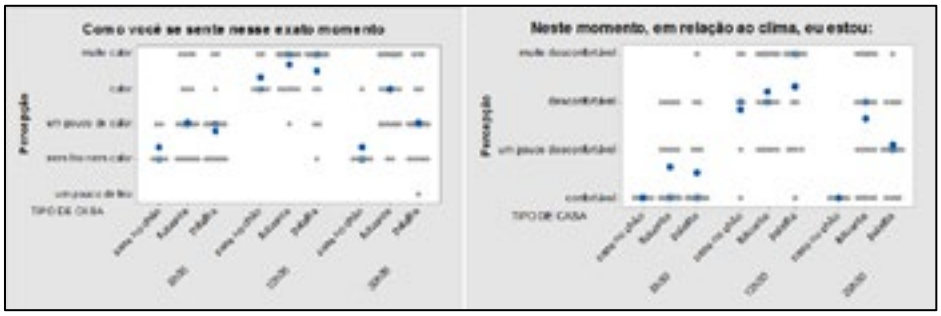


Figura V: Representação gráfica do teste de Kruskal-Wallis

Esta pesquisa também buscou por analisar estatisticamente, se haviam diferenças entre idade (idoso e não idoso), IMC (obesos e não obesos) e sexo (feminino e masculino), para a variável também dicotomizada "como se sente neste exato momento", considerando que esta variável representa a pergunta mais característica do questionário, para a percepção humana do conforto térmico dos ribeirinhos em suas casas. Estas análises foram feitas por meio do teste de Fisher (Tabela II).

Tabela II: Níveis descritivos (valores-p) dos testes de Fisher.

Variável/horário	Ser idoso valor-p	Ser obeso valor-p	Sexo valor-p
Sentir calor ou muito calor às 8h30	0,636	1,000	0,703
Sentir calor ou muito calor às 12h30	0,056	1,000	1,000
Sentir calor ou muito calor às 20h30	1,000	1,000	0,366

Para todos os testes de independência realizados, não foram rejeitadas as hipóteses de independência. Entretanto, como no teste de Fisher de independência entre as variáveis "sentir calor ou muito calor" e "ser idoso", para o horário das 12h30, o nível descritivo do teste ficou muito próximo do nível de significância adotado, há indicação de uma possível tendência para pessoas idosas sentirem menos calor que pessoas não idosas. Tal indicação pode vir a ser confirmada em pesquisa posterior, com um maior número de amostra.

A tendência aqui apontada corrobora com a literatura sobre humanos idosos e o conforto térmico dos mesmos, que aponta para diferenças na percepção do calor, de acordo com a idade. Para Gobo (2017), a população idosa é mais vulnerável, tendo em vista que pessoas mais velhas tem em geral um menor nível de atividade, ou seja, uma menor taxa metabólica quando comparada com pessoas mais novas, sendo este o principal motivo pelo qual preferem uma temperatura ambiente maior (HAVENITH, 2001; TSUZUKI; IWATA, 2002). Quanto a transpiração, Foster et al., (1976) encontrou uma redução nesta atividade em homens idosos, quando comparado à homens mais jovens.

Já para o IMC (obesos e não obesos), não se observou diferenças estatísticas. No entanto, a literatura aponta para diferença na percepção do calor entre obesos e não obesos, afirmando que quanto maior o nível de gordura corporal, maior é a preferência por temperaturas mais baixas e tal fato se dá, pois, a condução de calor e o fluxo sanguíneo são influenciados diretamente pela gordura corporal (ZHANG et a., 2001; GOBO, 2017).

Assim como para o IMC, não se observou diferenças estatísticas na percepção entre o sexo, entretanto, a literatura aponta para uma distinção na percepção de calor entre homens e mulheres. Kaciuba-Uscilko e Grucza (2001), assim como Gobo et al. (2017) afirmam que mulheres apresentam uma menor tolerância à amplitude térmica, com base no fato de que, em geral, pessoas do sexo feminino tem menor massa corporal e magra, bem como uma menor taxa metabólica em repouso, quando comparadas aos homens. Karjalainen (2012), em uma revisão literária acerca da diferença de gênero no conforto térmico concluiu que mulheres apresentam maior insatisfação quanto ao ambiente térmico quando comparadas aos homens. Para o autor elas são mais sensíveis aos desvios de um ambiente térmico e sentem-se menos satisfeitas com temperaturas mais baixas, necessitando de controle individual de temperatura e de ações adaptativas. No entanto Gobo et al. (2017) indica que as mulheres são mais sensíveis aos estímulos quentes e frios (limiares mais baixos para a detecção do estímulo) do que os homens, bem como possuem uma sensação de calor mais forte para o estímulo quente (GOBO et al. 2017; GERRETT et al. 2014).

4. Considerações Finais

Com a finalidade de elucidar os objetivos desta pesquisa, a análise estatística levantou pontos importantes que foram discutidos durante a investigação e demontrou eficiência na

comprovação dos resultados, evidenciando por meio das respostas, que a percepção e preferência dos inquiridos apontam para ambientes mais frescos, no entanto os mesmos aceitam aquela situação climática.

Estatisticamente, observou-se ainda que a casa no chão é a tipologia mais confortável para o período das 20h30, enquanto a tipologia flutuante é a mais desconfortável por calor no mesmo período.

Ao analisar gênero, idade e IMC, não observou-se diferenças estatísticas na percepção do calor, porém os testes apontaram para uma possível tendência ao fato de que pessoas idosas são menos sensíveis ao calor para o período das 12h30, corroborando com a literatura sobre humanos idosos abordada na discussão. Tais evidências poderiam ser melhor observadas e evidenciadas com uma amostra maior de respostas, demonstrando assim, uma limitação da presente pesquisa.

5. Referências Bibliográficas

ALVARES CA; STAPE JL; SENTELHAS PC; GONÇALVES JLM; SPAROVEK G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**. V. 22, p. 711-728, 2013

BARRY R. G.; CHORLEY R. J. **Atmosfera tempo e clima**. Porto Alegre: Bookman, ed.9. 2013.

DE DEAR, R.; LEOW, K.G.; FOO, S.C. Thermal comfort in the humid tropics: Field experiments in air conditioned and naturally ventilated buildings in Singapore. **International Journal of Biometeorology**, V. 34, p.259-265, 1991.

DJAMILA, H.; CHU, C.; KUMARESAN, S. Field study of thermal comfort in residential buildings in the equatorial hot-humid climate of Malaysia. **Building and Environment**. V. 62, p. 133-142, 2013.

FABBRI, K. Indoor **Thermal Comfort Perception – A questionnaire approach focusing on Children**. Editora Springer, 293p, 2015.

FOSTER, K. G.; ELLIS, F. P.; DORE, C.; EXTON-SMITH, A. N.; WEINER, J. S. Sweat responses in the aged. **Age and Ageing**, V. 5(2), p.91-101, 1976.

FRONTCZAK, M.; WARGOCKI, P. Literature survey on how different factors influence human comfort in indoor environments. Building and Environment. V. 46, p. 922-937, 2011.

GERRETT, N.; OUZZAHRA, Y.; COLEBY, S.; HOBBS, S.; REDORTIER, B.; VOELCKER, T.; HAVENITH, G. Thermal sensitivity to warmth during rest and exercise: a sex comparison. **Eur. J. Appl. Physiol**. V. 114 (7), p.1451-1462, 2014.

GOBO. J. P. A. Bioclimatologia subtropical e modelização do conforto humano: da escala local à regional. **Tese** (Doutorado). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas (FFLCH), Universidade de São Paulo (USP). 396 p. 2017.

GOBO, J. P. A.; BORGES, D. C.; BARATTO, J.; SILVEIRA, T. S.; ONCA, D. S.; FARIA, M. R.; GALVANI, E. Avaliação da percepção climática de homens e mulheres e do conforto térmico em Santa Maria-RS. **Boletim Paulista de Geografia**. V. 96, p. 31-50, 2017.

HALAWAA, H.; VAN HOOF, J. The adaptive approach to thermal comfort: A critical overview. **Energy and Buildings**. V. 51, p. 101–110, 2012.

HAVENITH, G. Temperature regulation and technology. Gerontechnology. V. 1(1), 2001, p.41-49.
HWANG, R.; CHENG, M.; LIN, T.; HO, M. Thermal perceptions, general adaptation methods and occupant's idea about the trade-off between thermal comfort and energy saving in hot–humid regions. **Building and Environment**. V. 44, p. 1128–1134, 2009.
INTERNACIONAL ORGANIZATION STANDARDIZATION - **ISO 10551**. Ergonomics of the Thermal Environment – Assessment of the Influence of the Thermal Environment Using Subjective Judgement Scales. Geneva. 1995.
KACIUBA-USCILKO, H.; GRUCZA, R. Gender differences in thermoregulation. **Curr Opin Clin Nutr Metab Care**, V. 4, p.533-536, 2001.
KARJALAINEN, S. Thermal comfort and gender: a literature review. **Indoor Air**. V. 22, p. 96–109, 2012.
KARYONO, T. H.; SRI, E.; SULISTIWAN, J. G.; TRISWANTI, Y. Thermal Comfort Studies in Naturally Ventilated Buildings in Jakarta, **Indonesia. Buildings**. V. 5, p. 917-932, 2015.
MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia – noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos. 205 p. 2007.
MONTEIRO, C. A. F. O clima da Região Sul. In: **Geografia Regional do Brasil: Grande Região Sul**. Rio de Janeiro: IBGE/Conselho Nacional de Geografia. V.4. p. 117-169. 1968.
NEVES, L. O. Arquitetura Bioclimática e a Obra de Severiano Porto: Estratégias de Ventilação Natural. **Dissertação** (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.
NOGUEIRA, R. L. B. Arquitetura Vernacular e Paisagem Amazônica: um Caminho na Busca pelo Habitar Poético. **Revista da Abordagem Gestáltica - Phenomenological Studies** - XXII(2): 171-180, jul-dez, 2016.
NGUYEN, A. T.; SINGH, M. K.; REITER, S. An adaptive thermal comfort model for hot humid southeast Asia. **Building and Environment**. V. 56, p.291–300, 2012.
NGUYEN, A. T.; REITER, S. Passive designs and strategies for low-cost housing using simulation-based optimization and different thermal comfort criteria. **Journal of Building Performance Simulation.** V. 7:1, p. 68-81, 2014.
ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE – **OMS**. Classificação do IMC (2004). Disponível em: http://apps.who.int/bmi/index.jsp?introPage=intro_3.html acesso em: 20 de fev. de 2018.
SAMPAIO, M. R.A.; LENCIONE, S. **Casas do Brasil: Habitação Ribeirinha na Amazônia**. São Paulo/SP: Museu da Casa Brasileira, 2013.
SIEGEL; S.; CASTELLAN JR., N. J. **Estatística não-paramétrica para ciências do comportamento: Métodos de Pesquisa**. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.
SCHMID, A. L. **A Idéia de Conforto: reflexões sobre o ambiente construído**. Curitiba: Pacto Ambiental, 2005.
TSUZUKI, K.; IWATA, T. Thermal comfort and thermoregulation for elderly people taking light exercise. In: LEVIN, H. (ed.). **Proceedings of Indoor Air** ‟02. Monterey - CA, 2002, p. 647-652.
WONG, N.H.; FERIADI, H.; LIM, P.Y.; THAM, K.W.; SEKHAR, C.; CHEONG, K.W. Thermal comfort evaluation of naturally ventilated public housing in Singapore. **Building and Environment**. V. 37, p. 1267 – 1277, 2002.
YANG, L.; YAN, H.; LAM, J. C. Thermal comfort and building energy consumption implications – A review. **Applied Energy**. V. 115, p. 164–173, 2014.
ZHANG, H.; HUIZENGA, C.; ARENS, E.; YU, T. Considering individual physiological differences in a human thermal model. **J Therm Biol**. V. 26, p.401-408, 2001.

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

ABORDAGEM BIOCLIMÁTICA PARA CIDADES DE PORTE MÉDIO EM CLIMA SUBTROPICAL

João Paulo Assis Gobo [(a)], Marlon Resende Faria [(b)], Emerson Galvani [(c)]

[(a)] Departamento de Geografia/Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, E-mail: jpgobo@usp.br

[(b)] Departamento de Fisica Aplicada/Instituto de Física, Universidade de São Paulo, E-mail: marlon.faria@usp.br

[(c)] Departamento de Geografia/Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, E-mail: egalvani@usp.br

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo/

O presente estudo propôs a definição de três modelos empíricos baseados em entrevistas transversais realizadas na cidade de Santa Maria - RS, com base em dados meteorológicos, subjetivos e fisiológicos obtidos a partir da aplicação de questionários e avaliação conjunta e simultânea de atributos climaticos. Para tanto, foram obtidos dados por meio de uma estação meteorológica automática instalada no centro da cidade. Entrevistaram-se 1720 pessoas com os resultados executaram-se regressões lineares a partir da série de dados completa, bem como dos dados separados sazonalmente. Em seguida foi executada a validação dos modelos propostos por meio da comparação com modelos já tradicionais na literatura, tais como o PET, SET e PMV. Os resultados observados propuseram os novos modelos empíricos para áreas urbanas de médio porte em clima subtropical, o Modelo Subtropical de Verão (MOSV), o Modelo Subtropical de Inverno (MOSI) e o Modelo Bioclimático para Cidades Médias Subtropicais (MBCMS).

Palavras chave: Conforto térmico; sensação térmica; clima urbano.

1. Introdução

O crescimento exponencial da população residente em áreas urbanas foi um dos maiores legados do século XX, o que impulsionou o desenvolvimento dos estudos em clima urbano e de conforto térmico em áreas urbanas desde o fim do século passado.

A população brasileira atingiu 190,8 milhões em 2010 e será de aproximadamente 208,9 milhões em 2018 (Ervatti et al., 2015), sendo que a parcela da população com 80 anos ou mais aumentou em aproximadamente 48% entre 1997 e 2007. Assim, ao considerarmos o crescimento urbano e os padrões climáticos desses ambientes, cabe destacar a vulnerabilidade da população urbana ao estresse térmico, muitas vezes observado nas grandes cidades, porém agora, também percebido em médias e pequenas cidades (Ervatti et al., 2015).

No Brasil, tais estudos são fundamentais pela expressão que as cidades pequenas e médias tomaram nos últimos anos, pois nelas se concentram 66,22% do total da população (IBGE, 2013), além de desempenharem papel importante na dinâmica econômica e espacial do país. Desde modo, segundo o censo demográfico do (IBGE, 2013), 62.575.769 habitantes (38,88%) viviam em municípios de pequeno porte, com menos de 100 mil habitantes e 43.992.408 habitantes (27,34%) em municípios de médio porte com população entre 100.001 e 500.000 habitantes.

Tendo em vista estes aspectos associados a estudos de conforto térmico e predição térmica para populações em espaços abertos, com a finalidade de averiguar os padrões de conforto e preferência da população durante distintas épocas do ano e zonas climáticas (Farajzadeh et al., 2015; Hong and Lin, 2015; Lai et al., 2014; Lin et al., 2011; Nasir et al., 2012; Ng and Cheng, 2012; Pantavou et al., 2018, 2013; Villadiego and Velay-Dabat, 2014; Yang et al., 2013), o presente estudo propõe a definição de três modelos empíricos para cidade média de clima subtropical, baseado nas entrevistas transversais realizadas na cidade de Santa Maria, estado do Rio Grande do Sul, Brasil, com base em variáveis ambientais, subjetivas e individuais.

1.1. Área de Estudo

Localizado no extremo sul do Brasil, o estado do Rio Grande do Sul está situado entre as coordenadas geográficas: 27º 04' 48" latitude norte, 53º 01' 53" longitude norte, 33º 45' 06'' latitude

sul, 53º 23' 48" longitude sul (Figura 1), e conta com uma população estimada de 11.322.895 habitantes (IBGE, 2013).

O município de Santa Maria está situado no centro geográfico do estado do Rio Grande do Sul, com população estimada em 278.445 habitantes (IBGE, 2013), e é caracterizado, climaticamente segundo Sartori (2016), por um mês mais quente (janeiro) com temperatura média acima de 24ºC e média das máximas de 32ºC, e um mês mais frio (julho) com temperaturas médias entre 13ºC e 15ºC, sendo a média das temperaturas mínimas, entre 7ºC e 10ºC. Alvares et al., (2013) define Santa Maria dentro do clima Cfa, subtropical com verão quente, porém Dubreuil et al., (2018), aponta para o fato de Santa Maria, além de estar inserida dentro do tipo climático Cfa, também apresenta o tipo climático Csa, clima temperado com verão seco e quente.

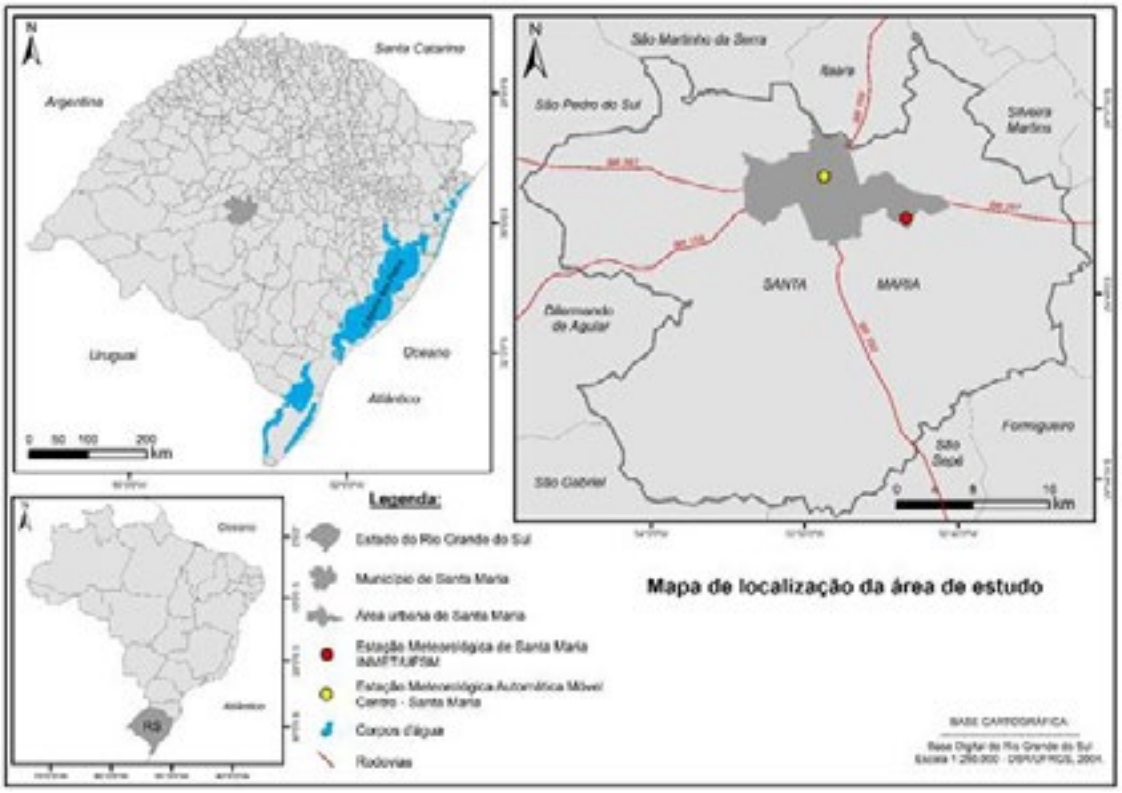


Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo.

2. Materiais e Procedimentos

A coleta de dados de campo foi realizada nos períodos de 5 a 7 de agosto de 2015, 17 a 19 de janeiro de 2016 e de 6 a 8 de julho de 2016, no período das 09h00min às 17h00min. Os dados meteorológicos foram coletados por meio de uma Estação Meteorológica Automática Campbell CR100 (AWS) contendo os seguintes sensores: sensor de precipitação; de radiação global; de temperatura e umidade relativa; de velocidade e direção do vento; e termômetro de globo cinza. A estação foi posicionada em uma área pavimentada no centro de Santa Maria.

Foram entrevistadas apenas pessoas residentes em Santa Maria a mais de um ano, em função da história térmica e memória ambiental dos inqueridos, como foi observado por Nikolopoulou et al., (2001), totalizando 1720 entrevistas. Também foram limitadas as entrevistas a pessoas com área de corpo coberta entre 0,5 e 1,0 clo, o que corresponde, respectivamente, a um indivíduo de calça jeans e camiseta e um indivíduo de terno (ISO 9920, 2007) e com um padrão de atividade física de 300 W, uma vez que só foram selecionadas pessoas em movimento (caminhando) (ISO, 2004). Quanto ao questionário aplicado, foi utilizado o modelo estabelecido pela norma ISO 10551 (1995).

Por meio da correlação das variáveis ambientais (temperatura do ar, umidade relativa do ar e temperatura radiante média - TRM) e variáveis fisiológicas (índice de massa corporal – I.M.C.) observadas em campo com as respostas subjetivas dos entrevistados, um novo modelo empírico foi proposto. Para tanto, foram utilizados apenas os dados referentes aos dias de coleta nos meses de janeiro e julho de 2016, uma vez que os dados de agosto de 2015 foram utilizados posteriormente para a validação dos resultados do modelo.

Na obtenção dos dados de índice de massa corporal (I.M.C.), considerou-se o peso e a altura para classificar o baixo e o excesso de peso, além da obesidade dos adultos, a partir dos parâmetros indicados pela Organização Mundial da Saúde – OMS (World Health Organization, 2006). Este índice é definido como o peso em quilogramas dividido pelo quadrado da altura em metros (kg.m-2). A OMS subdivide o I.M.C. de um indivíduo de acordo com as seguintes classes:

- menor que 18,5 - abaixo do peso;
- entre 18,5 e 24,9 - peso normal;
- acima de 25 - acima do peso.

Para a formulação do modelo foram selecionados, 66% dos dados com a finalidade de obter o modelo linear pelo método dos mínimos quadrados e logística multivariada, a fim de compará-los. O restante dos dados, 34% foram utilizados para validação.

A correlação de Pearson de 98,9% entre os modelos de regressão logística e linear mostrou desnecessária a utilização de dois métodos diferentes, e, portanto, optou-se pelo modelo de regressão linear múltipla descrito pela seguinte expressão matemática:

Equação 1

$$Y=\alpha_1\ x_1+\alpha_2\ x_2+\alpha_3\ x_3+\cdots\alpha_n\ x_n+\ c$$

Em que: n é o número de termos da equação; αn são os parâmetros (constantes) obtidos pela regressão; c é a constante que corresponde ao ponto onde a reta ajustada intercepta o eixo y; Y é a variável dependente; xn são as variáveis independentes.

O que chamamos de Índice Empírico é a média das respostas observadas em campo para um dado valor das variáveis climáticas durante o intervalo de 20 minutos. Considerando que são possíveis apenas valores discretos de -3 a 3, de acordo com a escala da (Ansi/Ashrae, 2004), a média das respostas foi obtida a partir do cálculo da média de uma distribuição discreta aleatória.

Para a validação do modelo desenvolvido, foram utilizados 34% dos dados para a comparação entre este e os modelos já tradicionais na literatura, Physiologically Equivalent Temperature - PET (Höppe, 1999), Standard Effective Temperature - SET* (Pickup and De Dear, 2000) e Predicted Mean Vote - PMV (Fanger, 1970), os quais tiveram suas classes ajustadas por Gobo, Galvani e Wollmann, (2018) para a mesma condição climática em Santa Maria.

3. Resultados e Discussão

Ao buscar-se avaliar uma nova proposta de modelos empíricos analisaram-se as correlações entre as variáveis utilizadas e a preferência térmica dos indivíduos (Índice Empírico), bem como a distribuição das médias destes votos de preferência térmica dos entrevistados (Índice Empírico) dentro da escala de 7 pontos (ANSI/ASHRAE, 2004).

Durante a referida análise de correlação entre as variáveis, observou-se que a correlação da temperatura do ar com a umidade relativa apontou um R de -0,76 o que demonstra multicolinearidade entre os dois atributos climáticos, assim, em função da multicolinearidade observada, foi executada uma regressão substituindo a variável sob suspeita (UR) por outra que em tese não seria afetada (Umidade Absoluta- UA), porém, os resultados da regressão com a UA não demonstraram melhora estatística considerável, sendo que o nível de significância da UA (p-value 0,72) é inferior à UR (p-value 0,27).

Dessa forma, calculou-se o Fator de Inflação da Variância (VIF) para as variáveis previamente selecionadas. Como afirma Marquardt (1970), aquelas variáveis caracterizadas por valores de VIF maiores que 10 devem ser excluídas, no entanto, as variáveis colineares não acrescentam qualquer valor relevante ao modelo, não sendo verificados valores acima do limiar estabelecido por Marquardt (1970), logo, optou-se, por manter a umidade relativa na construção do modelo.

A seguir, nas Tabelas I, II e III apresentam-se os resultados das regressões lineares realizadas para os valores médios alcançados durante o verão, inverno e para o período completo (verão e inverno), respectivamente.

Tabela I – Análise estatística da constante, das quatro variáveis independentes e da variância para a regressão realizada para o verão (janeiro de 2016).

	Coeficiente	Erro Padrão	Valor Estatístico t	Nível de significância p
Constante	-4,103611	1,912679	-2,145	0,0355
Tar	0,141870	0,050093	2,832	0,0061
UR	0,002138	0,009280	0,230	0,8185
I.M.C.	0,060335	0,029102	2,073	0,0420
TRM	0,001708	0,006119	0,279	0,7810
Erro padrão residual				0,3882
R - Múltiplo quadrado				0,6616
R - Quadrado ajustado				0,6414
F - Estatístico				32,75
Nível de Significância – p				3,987

Tabela II – Análise estatística da constante, das quatro variáveis independentes e da variância para a regressão realizada para o inverno (julho de 2016).

	Coeficiente	Erro Padrão	Valor Estatístico t	Nível de Significância
Constante	-2,6442001	1,6867833	-1,568	0,12169
Tar	0,1438950	0,0522399	2,755	0,00756
UR	0,0109601	0,0102163	-1,073	0,28721
I.M.C.	0,0259737	0,0276817	0,938	0,35146
TRM	0,0004312	0,0019910	-0,217	0,82921

Erro padrão residual	0,3711
R – Múltiplo Quadrado	0,729
R – Quadrado Ajustado	0,7128
F - Estatístico	45,06
Nível de Significância – p	< 2,2

Tabela III – Análise estatística da constante, das quatro variáveis independentes e da variância para a regressão realizada para o período completo (janeiro e julho de 2016).

	Coeficiente	**Erro Padrão**	**Valor Estatístico t**	**Nível de significância**
Constante	-3,737138	0,674142	-5,544	$1,44.10^{-07}$
Tar	0,151633	0,006927	21,890	$< 2.10^{-16}$
UR	-0,003338	0,003039	-1,098	0,27395
I.M.C.	0,052020	0,019910	2,613	0,00997
TRM	-0,002114	0,001599	-1,322	0,18834
Erro padrão residual				0,386
R – Múltiplo Quadrado				0,928
R – Quadrado Ajustado				0,925
F - Estatístico				447,6
Nível de Significância – p				< 2,2

O valor estatístico t testa a hipótese nula de que o coeficiente da variável independente seja igual a 0, ou seja, que ela não contribui para a predição da variável dependente. O valor de t é a razão entre o coeficiente de regressão e o seu erro padrão. Os valores de p apresentados referem-se à predição da variável dependente por combinação linear das variáveis independentes.

Verificam-se resultados próximos para as duas primeiras regressões (Tabela I e II), com a soma dos quadrados totais praticamente idêntica, em ambos os casos. Contudo, por meio do teste estatístico F, que considera a razão entre os quadrados médios, o valor não é tido como elevado, no entanto, indica que as variáveis em conjunto contribuem para a predição da variável independente.

Os resultados da regressão da Tabela III apresentou R múltiplo quadrado e R quadrado ajustado elevado com valores de 0,928 e 0,925, respectivamente. O teste estatístico F apresentou valor elevado de 447,6, o que confirma que as variáveis em conjunto contribuem para a predição da variável independente.

Assim, definiram-se as equações que consideram as quatro variáveis anteriormente apresentadas (Tar, UR, TRM e I.M.C.) correlacionadas para as situações de verão, inverno e para o período completo (verão e inverdo), e o valor médio de percepção de sensação térmica verificado em cada uma delas:

Equação 2

$$MOSV = 0{,}1419 \times Tar + 0{,}0021 \times UR + 0{,}0603 \times IMC_{médio} + 0{,}0017 \times TRM - 4{,}1036$$

Equação 3

$$MOSI = 0{,}1439 \times Tar - 0{,}0110 \times UR + 0{,}0260 \times IMC_{médio} - 0{,}0004 \times TRM - 2{,}6442$$

Equação 4

$$MBCMS = TAR * 0{,}1567 + UR * 0{,}0047 + IMC * 0{,}0522 - TRM * 0{,}0012 - 4{,}1516$$

Em que: MOSV = Modelo Subtropical de Verão; MOSI = Modelo Subtropical de Inverno; MBCMS = Modelo Bioclimático para Cidades Médias Subtropicais; Tar = temperatura do ar (°C); UR = umidade relativa do ar (%); I.M.C.média = índice de massa corporal médio dos entrevistados; TRM = temperatura radiante média (°C).

Os três modelos podem ser sucintamente definido como uma escala de sensação térmica baseada no voto médio dos indivíduos entrevistados, por meio da escala de 7 pontos (Tabela IV).

Tabela IV – Faixas interpretativas para os modelos MOSV, MOSI e MBCMS.

<= -3	Muito frio
-2,9 a -2	Frio
-1,9 a -1	Um pouco de frio
-0,9 a 0,9	Nem frio nem calor
1 a 1,9	Um pouco de calor
2 a 2,9	Calor
>= 3	Muito calor

Após a execução e o desenvolvimento dos modelos anteriormente apresentado, cabe abordar o processo de validação dos mesmos. Para tanto, foram utilizados dados obtidos por meio do primeiro trabalho de campo realizado em agosto de 2015. A correlação entre o MOSV, o MOSI e o MBCMS com as respostas de sensação térmica da população observadas em campo no período de agosto de 2015, estão descritas na Tabela V.

Dentre os índices de conforto térmico mais utilizados na literatura, quatro (PET, PMV, Universal Thermal Climate Index - UTCI, SET*) são amplamente utilizados em estudos de percepção

térmica ao ar livre (Potchter et al., 2018). Deste modo, realizou-se um teste de correlação entre as respostas de preferência térmica dos entrevistados (Índice Empírico) no período utilizado para a validação dos modelos (Agosto de 2015) e os modelos PET (Höppe, 1999), SET* e PMV calibrados por Gobo, Galvani e Wollmann (2018) para a Santa Maria. Os resultados também estão descritos na Tabela V.

Tabela V – Correlação entre os modelos MOSV, MOSI e MBCMS e os modelos PET, SET* e PMV em relação a preferência térmica dos entrevistados (Índice Empírico).

Correlação entre os modelos MOSV, MOSI e MBCMS com voto médio dos indivíduos entrevistados no período de Agosto de 2015
MOSV = 0,8305
MOSI = 0,8264
MBCMS = 0,8398
Correlação entre os modelos PET, SET* e PMV calibrados por Gobo, Galvani e Wollmann (2018) e voto médio dos indivíduos entrevistados no período de Agosto de 2015.
PET calibrado = 0,2352
SET* calibrado = 0,1478
PMV Calibrado = 0,3805

Observou-se uma eficiência baixa dos modelos PET, SET* e PMV, mesmo calibrados para o ambiente em questão, quando comparados aos modelos propostos. No entanto, é importante destacar que as correlações feitas entre os modelos PET, SET*, PMV e o Índice Empírico foram apenas para o período utilizado na validação dos modelos MOSV, MOSI e MBCMS, de agosto de 2015, diferentemente do período utilizado por Gobo, Galvani e Wollman (2018) na calibração dos referidos modelos, onde se utilizou toda a série de agosto de 2015, janeiro e julho de 2016.

4. Considerações Finais

A proposição de modelos empíricos sazonais de conforto térmico baseado em pesquisa de campo transversal é uma contribuição inédita para a bioclimatologia humana em cidades de médio porte da zona subtropical brasileira.

O Modelo Subtropical de verão (MOSV), o Modelo Subtropical de Inverno (MOSI) e o Modelo Bioclimático para Cidades Médias Subtropicais (MBCMS), propostos nesta pesquisa, apresentaram F-estatístico e R2 ajustado elevados, não revelando nenhum comportamento patológico que indicasse inapropriação dos modelos escolhidos.

A validação dos modelos confirmou o alto desempenho destes, bem como sua maior eficiência na área de estudo quando comparados aos demais índices comumente utilizados em estudos para espaços abertos na literatura.

Assim, como qualquer modelo estatístico, o MOSV e o MOSI possuem limitações e são válidos para ambientes característicos de sua formulação, a cidade de médio porte de Santa Maria-RS localizada sob influência de clima subtropical, sendo que para a sua utilização em um espectro ambiental mais amplo, recomenda-se a sua validação e, quando necessária, sua calibração.

5. Referências Bibliográficas

Alvares, C.A., Stape, J.L., Sentelhas, P.C., De Moraes Gonçalves, J.L., Sparovek, G., 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorol. Zeitschrift 22, 711–728. https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507

Ansi/Ashrae, 2004. ANSI/ASHRAE 55:2004 Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. Ashrae. https://doi.org/10.1007/s11926-011-0203-9

Dubreui V.; K. P. Fante; O. Planchon; J. L. Sant'Anna Neto., 2018. Climate change evidence in Brazil from Köppen ' s climate annual types frequency. Int. J. clim 11, 1–12. https://doi.org/10.1002/joc.5893

Ervatti, L.R., Borges, G.M., Jardim, A. de P., 2015. Mudança Demográfica no Brasil no início do Século XXI. Subsidios para as Projeções da População, IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. https://doi.org/ISSN 0101-4234

Fanger, P.O., 1970. Thermal comfort, analysis and application in environmental engineering. Copenhagen Danish Tech. Press.

Farajzadeh, H., Saligheh, M., Alijani, B., Matzarakis, A., 2015. Comparison of selected thermal

indices in the northwest of Iran. Nat. Environ. Chang. 1, 1–20.

Gobo, J. P. A.; Galvani, E.; Wollmann, C.A., 2018. Subjective Human Perception of Open Urban Spaces in the Brazilian Subtropical Climate : A First Approach. climate 6, 1–12. https://doi.org/10.3390/cli6020024

Hong, B., Lin, B., 2015. Numerical studies of the outdoor wind environment and thermal comfort at pedestrian level in housing blocks with different building layout patterns and trees arrangement. Renew. Energy 73, 18–27. https://doi.org/10.1016/j.renene.2014.05.060

Höppe, P., 1999. The physiological equivalent temperature - A universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. Int. J. Biometeorol. 43, 71–75. https://doi.org/10.1007/s004840050118

IBGE, 2013. Censo 2010, Atlas censo demografico. https://doi.org/ISSN 0101-4234

ISO. International Organization for Standardization. ISO 10551. Ergonomics of the Thermal Environment – Assessment of the Influence of the Thermal Environment Using Subjective Judgement Scales. Geneva, 1995.

ISO, 2004. ISO 8996 Ergonomics of the thermal environment — Determination of metabolic rate. Management. https://doi.org/10.3403/03205220

ISO 9920, 2007. Ergonomics of the thermal environment - Estimation of thermal insulation and water vapour resistance of a clothing ensemble. Int. Organ. Stand.

Lai, D., Guo, D., Hou, Y., Lin, C., Chen, Q., 2014. Studies of outdoor thermal comfort in northern China. Build. Environ. 77, 110–118. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.03.026

Lin, T.P., De Dear, R., Hwang, R.L., 2011. Effect of thermal adaptation on seasonal outdoor thermal comfort. Int. J. Climatol. 31, 302–312. https://doi.org/10.1002/joc.2120

Marquardt, D.W., 1970. Generalized Inverses, Ridge Regression, Biased Linear Estimation, and Nonlinear Estimation. Technometrics. https://doi.org/10.2307/1267205

Nasir, R.A., Ahmad, S.S., Ahmed, A.Z., 2012. Psychological Adaptation of Outdoor Thermal Comfort in Shaded Green Spaces in Malaysia. Procedia - Soc. Behav. Sci. 68, 865–878.

https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.12.273

Ng, E., Cheng, V., 2012. Urban human thermal comfort in hot and humid Hong Kong. Energy Build. 55, 51–65. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2011.09.025

Nikolopoulou, M., Baker, N., Steemers, K., 2001. Thermal comfort in outdoor urban spaces: Understanding the Human parameter. Sol. Energy 70, 227–235. https://doi.org/10.1016/S0038-092X(00)00093-1

Pantavou, K., Lykoudis, S., Nikolopoulou, M., Tsiros, I.X., 2018. Thermal sensation and climate: a comparison of UTCI and PET thresholds in different climates. Int. J. Biometeorol. 1–14. https://doi.org/10.1007/s00484-018-1569-4

Pantavou, K., Theoharatos, G., Santamouris, M., Asimakopoulos, D., 2013. Outdoor thermal sensation of pedestrians in a Mediterranean climate and a comparison with UTCI. Build. Environ. 66, 82–95. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2013.02.014

Pickup, J., De Dear, R., 2000. An outdoor thermal comfort index (OUT_SET*)-part I-the model and its assumptions., in: In Biometeorology and Urban Climatology at the Turn of the Millenium. Selected Papers from the Conference ICB-ICUC.

Potchter, O., Cohen, P., Lin, T.P., Matzarakis, A., 2018. Outdoor human thermal perception in various climates: A comprehensive review of approaches, methods and quantification. Sci. Total Environ. 631–632, 390–406. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.02.276

Sartori, M. G. B.; O Vento Norte. Santa Maria: Editora DR Publicidade, 2016. 256p.

Villadiego, K., Velay-Dabat, M.A., 2014. Outdoor thermal comfort in a hot and humid climate of Colombia: Afield study in Barranquilla. Build. Environ. 75, 142–152. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.01.017

Yang, W., Wong, N.H., Jusuf, S.K., 2013. Thermal comfort in outdoor urban spaces in Singapore. Build. Environ. 59, 426–435. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2012.09.008

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

ANALISE DESCRITIVA E IMPACTOS DA CHUVA OCORRIDA 19/09/2018, NA CIDADE DE CATALÃO/GO

Natália de Souza Santos, Unidade Acadêmica Especial
Instituto de Geografia/Universidade Federal de Goiás, natysouza77@hotmail.com

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

Neste trabalho analisou-se a precipitação na malha urbana de Catalão/GO, no dia 19 de setembro de 2018, na perspectiva de maior conhecimento sob à dinâmica do clima urbano, tendo como objetivo a distribuição da chuva nos pontos. Sendo realizado uma tabulação das Normais Climatológicas, aonde esperava-se para mês de Setembro - 41mm, os quais foram obtidos junto à Estação Meteorológica Convencional do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Seguindo a coleta de dados pluviométricos para analise, foram instalados 7 pluviômetros em pontos distintos da cidade, resultando na média de 52,54mm. Consequentemente, os impactos ocorridos na principal avenida do centro da cidade por conta do alto índice pluviométrico.

Palavras chave: análise, precipitação, clima urbano

1. Introdução

Em uma dada região o clima é considerado uma das características naturais marcantes (WOLLMANN e SIMIONI, 2013), sendo para o ambiente urbano em seus aspectos econômicos e socioambientais, o clima merece atenção especial. Compreendendo que o desenvolvimento das cidades traz um agravamento das condições de escoamento superficial, principalmente quando não há planejamento urbano adequado.

Conforme, Garcia e Vide (2000), os habitantes das cidades respiram e estão sujeitos a ventos e chuvas, mesmo que estes sejam alterados em relação às áreas em seu entorno, da mesma forma são afetados pelas mudanças de temperatura, umidade, entre outros elementos climáticos. Devido a constantes alterações nas áreas urbanizadas, episódios de chuvas mais intensas podem provocar uma série de problemas à sociedade e ao poder público (DEGG, 1992; LA RED, 1993; MATTEDI, 1999).

Como ocorrido em diversas vezes na cidade de catalão, problemas ocasionados pelas chuvas intensas, decorrem da ausência de planejamento urbano, método como foi construído o escoamento da chuva, e ausência da compreensão de fatores ambientais e

geomorfológicos da estrutura da cidade. Deste modo, deve-se analisar as questões climatológicas, quando esses problemas são decorrentes do mesmo. Nesse sentido, esta pesquisa ao considerar o clima, pretende-se mostrar um dos impactos advindos desse alto índice de pluviosidade que afetou de maneira drástica a população de catalão, com alagamentos, inundações e falecimento de morador[illegible]

2. Área de Estudo

Segundo Kopper Geiger, Catalão possui um Clima Tropical a classificação do mesmo é *Aw*. O município se localiza no sudeste do estado de Goiás, ficando entre planalto central e meridional, encontra-se planaltos médios; numa área com duas formas de relevo distintas: os planaltos ondulados, do tipo mares de morro do oeste e uma área de chapada, mais plana e mais alta, a nordeste. As altitudes variam entre 650 e 1.200 metros.

3. Metodologia de Trabalho

Foram utilizados nessa pesquisa 7 pluviômetros com capacidade de 150 mm, instalados na área urbana de Catalão (GO) nos bairros Pontal Norte (P1), ETA DIMIC (P2), Lazaro (P3), Jardim Paraiso (P4), Evelina Nour (P5), Residencial Olinda (P6) e Viveiro Agro Flora (P7). O modelo do pluviômetro do tipo *Ville de Paris*. Consiste em um aro circular de captação com 400cm², com um cone coletor, encimando um recipiente com capacidade de acumulação de cerca de 5 litros. Que representa 125 mm de altura da chuva captada. Dados fornecidos na plataforma digital do Instituto Brasileiro de Metrologia (INMET).

Figura 1 – Pluviômetro *"Ville de Paris"*

4. Resultado e Discussões

De acordo com INMET a normal climatológica da cidade de Catalão para o mês de setembro, é de 41milímetros. Porém, a análise dos pluviômetros, indicaram o índice de precipitação acima dos 40mm, no dia 19 de s[illegible] Convencional aberta em 01/01/1913; Lat 18.183333º/Long -47.95º; e Altitude 840.47m.

Tabela I – Normal Climatológica de Catalão-GO

Normal Climatológica do Brasil 1981-2010 Precipitação Acumulada (mm)											
JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGS	SET	OUT	NOV	DEZ
282,9	196,2	224,6	70,2	34,8	8,1	5,3	15,4	41	115,7	178	277,4
Normal Climatológica do Brasil 1961-1990											
274,5	209,8	177,9	79,4	32,6	8,5	10,2	14,6	38,9	153,5	204,7	280,1

Fonte: INMET

De acordo com Normal Climatológica, ocorreu-se altas anomalias climáticas no mês de Novembro e Setembro; chovendo quase o dobro do esperado; aonde Janeiro e Março não atingiu as Normais. Sabendo que as mudanças climáticas ocorrem por consequência humana ou natural, decorrendo de atividades socio espaciais capitalistas; queima de combustíveis, atividades industriais, transporte, agropecuária, desmatamento e urbanização.

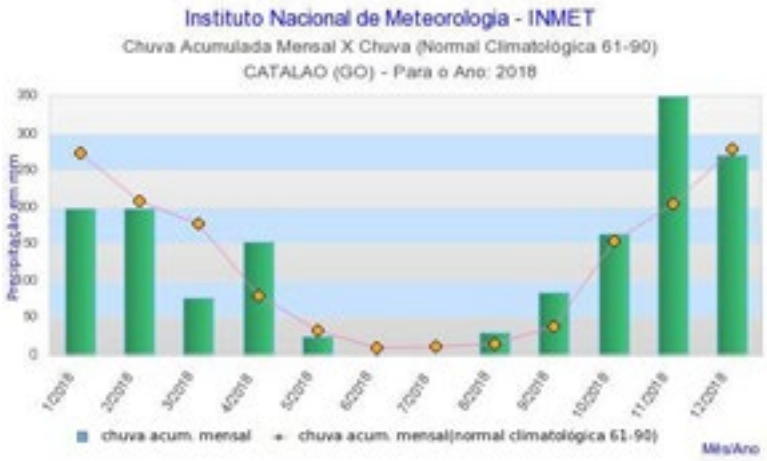


Figura 2 – Comparação entre chuva acumulada Mensal x Normal Climatológica 1961-1990
Fonte: INMET

Segundo Monteiro (1976, p. 95), o clima urbano configura-se como “um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização”. Segundo essa visão e, de acordo com os estudos de Oke (2006), o conhecimento sob às características locais é relevante para as pesquisas do clima urbano, sendo estes os elementos importantes que

lhe darão alteração. Assim, cabe mencionar que o clima urbano é a consequência das interações dos elementos que atingem o perímetro urbano, de forma a promover interferências no clima local.

Com a presença da grandes áreas urbanizadas, a ausência de árvores contribui para o aumento das temperaturas nessas faixas, o que [illegible] espelhamento de carros, que intensificam ainda mais essas ilhas de calor. Compreende-se os altos valores de precipitação, nos bairros com maior quantidade de estabelecimentos, maiores pavimentações, e urbanização; consequentemente o inverso, por exemplo Jardim Paraíso. Foi verificado a precipitação da estação automática no INMET, e nesse dia não há registros de dados pluviométricos na mesma. Aos dados coletados, percebe-se a distribuição da chuva, de acordo com pontos de analise, aonde maior volume de água, encontra-se no Pontal Norte 87,2 mm, ponto localizado ao Sudeste da cidade, e menor índice no Jardim Paraíso 27.5 mm, localizado ao oeste da cidade.

Tabela II – Distribuição da chuva no dia 19/09/2018 em Catalão-GO

Ponto de coleta	mm
Pontal Norte	87.2
ETA Dimic	39.9
Lázaro P.M	47.3
Jardim Paraíso	27.5
Evelina Nour	61.3
Residencial Olinda	62.1
Viveiro Agro Flora	42.5

Org.: SANTOS, S.N. 2018.

O amplo volume de água que caiu no município por pouco mais de uma hora, causou alagamentos de ruas e avenidas no centro da cidade, inundou estabelecimentos comerciais em vários pontos e provocou quedas de muros residências e até o destelhamento de um sobrado. De todos eventos negativos desse dia, destaca-se, a morte de dois operários da empresa responsável pelas obras de extensão do córrego Pirapitinga, os quais, segundo informações do próprio Corpo de Bombeiros, teriam se abrigado debaixo de uma ponte localizada no ponto final da obra. Com o aumento da chuva, o nível da água subiu, provocando uma forte correnteza no local, fazendo com que um desvio estourasse repentinamente e arrastasse os trabalhadores antes que fossem resgatados.

5. Considerações Finais

Com relação a distribuição espacial da precipitação, observou-se que a distribuição da precipitação na área urbana está diretamente ligada as áreas urbanizadas, aonde apresentam problemas de alagamentos e inundações. Os alagamentos na avenida

Raulina Fonseca Paschoal, envolve também questões da topografia e relevo da cidade, com morros e áreas íngremes, aonde o centro é considerado uma espécie de vale, convergência de áreas baixas das ruas que coincidem com a Avenida, não excluindo o mal planejamento urbano e ambiental.

Levando em consideração o clima urbano e [illegible] temperaturas da cidade. Atualmente vivenciando uma dinâmica climática de altos índices pluviométricos. Dado as análises bairro Evelina Nour 61.3mm e Residencial Olinda 62.3mm localizados na área Norte da Cidade apresentam maiores precipitação, ante ao Pontal Norte. Percebe-se a dispersão pluviométrica, por conta dessas características de cada localidade e consequentemente da malha urbana, visto que as características tanto de urbanização quanto geomorfológicas irão impactar a sociedade, quanto o ambiente de estudo.

6. Referências Bibliográficas

WOLLMANN, C. A; SIMIONI, J. P. D. Variabilidade espacial dos atributos climáticos na Estação Ecológica do Taim (RS), sob domínio polar. **Revista do Departamento de Geografia – USP**, Volume 25, 2013, p. 56-76.

DEGG, M. Natural Disasters: Recent trends and future prospects. **Geography: Journal of the Geographical Association**, v. 77, n.3, 1992,p. 198 – 209.

GARCIA, M. del C. M; VIDE, M. J. **Algunas ideas propias de la climatología urbana de cara a la planificación urbana y rural.** 2000. Conferência realizada no IV Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica em 28 nov. 2000.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Disponível em: www.inmet.gov.br/portal/normaisclimatologicas. Acesso em 2018.

MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e Clima Urbano**. São Paulo: Edanee S. A., 1976.

Em Catalão duas pessoas foram arrastadas pela correnteza do córrego pirapitinga após forte chuva. Disponível em: www.diariodegoias.com.br. Acesso em 2018.

XVI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada – SBGFA, 2015, Teresina, **Anais.**

Acesso em 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 DA EVOLUÇÃO DAS INTERNAÇÕES POR PNEUMONIA EM FORTALEZA: RELAÇÃO COM O CLIMA

Dáviney Sales de Freitas Júnior [(a)], Marta Celina Linhares Sales[(b)]

[(a)]Centro de Ciências/Departamento de Geografia, Universidade Federal do Ceará, davineysfj@gmail.com

[(b)] Centro de Ciências/Departamento de Geografia, Universidade Federal do Ceará, mclsales@uol.com.br

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

Este estudo mostra os casos de internações de crianças entre 1 e 4 anos de idade, por pneumonia, bem como os relaciona com o comportamento dos elementos do clima de Fortaleza, entre os anos de 1998 e 2016. Ao longo da série, houve redução de 37,05% das internações totais no Brasil. Já para Fortaleza, 38% de todas as internações por pneumonia se liga ao grupo etário em estudo. Os meses de maio e junho, respectivamente, apresentaram 11,37% e 11,13% do total de internações mensais do período, sendo os meses com maiores registros. Depreende-se que, embora possa se associar tais resultados à quadra chuvosa, não deve-se generalizar a isto, mas buscar na estatística, resultados que possam explicar uma maior influência climática (por um ou mais elemenos), ou não, nas internaçoes por pneumonia. Outros fatores, como sociais e econômicos podem ser agravantes no processo.

Palavras chave: crianças; internações por pneumonia; elementos do clima; Fortaleza.

1. Introdução

As doenças do aparelho respiratório sem dúvida, são as que mais se manifestam nos seres humanos e percebe-se isso, principalmente, quando as relaciona com o

comportamento climático (sobretudo o clima produzido pelas cidades – o urbano), com particulados suspensos na atmosfera, com os elementos sociais, ambientais e outras condicionantes, as quais os indivíduos possam estar sujeitos.

Dentre tais doenças, a Pneumonia é a que mais se destaca, principalmente pelas internações e pelos óbitos registrados pelas instituições hospitalares brasileiras e, por consequência, pelas plataformas de dados, organizados pelas secretarias estaduais, municipais, e por fim, pelo Ministério da Saúde.

Não só no Brasil, mas a nível mundial, a Pneumonia é a que mais causa morbimortalidades pelo mundo, tendo, principalmente, as crianças e idosos como os principais grupos etários mais vulneráveis à doença. De acordo com a Fundação Oswaldo Cruz (2013), em 2012 a OMS divulgou no dia 12/11 (Dia Mundial da Pneumonia), que a Pneumonia é a enfermidade que mais leva crianças menores que cinco anos à óbito, totalizando cerca de 1,2 milhão a níveis globais, matando inclusive, mais do que as mortes provocadas pela AIDS, malária e tuberculose juntas.

A pneumonia consiste em uma doença dada por "uma infecção ou inflamação aguda dos alvéolos. Os sáculos alveolares enchem-se de líquido e leucócitos mortos, reduzindo a quantidade de espaço aéreo nos pulmões" (TORTORA, 2000, p. 427).

O Ministério da Saúde ainda especifica os principais fatores de risco da Pneumonia, os quais são: o fumo; o álcool (interferindo no sistema imunológico); o ar-condicionado (que deixa o ar muito seco, dando margem para a infecção por vírus e bactérias); os resfriados malcuidados; e as mudanças bruscas de temperatura. A inalação de produtos tóxicos também compromete os espaços aéreos dos pulmões, de acordo com a Fundação Oswaldo Cruz (2013).

Partindo do ponto de vista da climatologia urbana e saúde humana, as populações, sobretudo as que vivem nos aglomerados urbanos, estão sujeitas à inalação de quaisquer partículas em suspensão e demais poluentes. Também tem a questão do clima urbano, que influencia bastante no aumento das temperaturas e altera o

comportamento dos elementos climáticos, fazendo com que os organismos humanos reajam, resultando em uma evidenciada relação clima – saúde – doença.

O professor Monteiro já dizia que para se compreender o processo saúde/doença e sua complexidade, é necessário considerar os agentes etiológicos como fatores que desencadeiam os estados mórbidos: vírus, bactérias, gases, poluição, inseticidas, luz, radiação, temperatura, umidade, entre outros de origem ambiental, são incorporados as condições do hospedeiro e as condições socioeconômicas (MONTEIRO, 1990 apud MOURA, 2009, p.66).

E as grandes cidades dispõem em demasia, destes agentes etiológicos, levando as crianças e idosos a contraírem doenças do aparelho respiratório, por se tratarem das faixas etárias mais vulneráveis, sobretudo aquelas que vivem em locais com menos infraestrutura e atenção do poder público, geralmente nas zonas periféricas.

As mudanças climáticas também contribuem para que o clima urbano tenha mais oscilações no comportamento dos seus elementos. E tudo isso é sentido pelos organismos humanos, mais ainda para aqueles que tem maior suscetibilidade a contrair ou desenvolver doenças. No caso, as doenças do aparelho respiratório, são a terceira maior em óbitos no Brasil, só perdem para as doenças do aparelho respiratório e as neoplasias (tumores) DATASUS (2017).

Neste sentido, para a cidade de Fortaleza, este trabalho visa mostrar dados a respeito das internações de crianças de 1 a 4 anos por pneumonia, bem como foi feita relação com os dados de elementos climáticos e os registros de morbidades, representados em gráficos. Ademais, levantou-se informações acerca dos dados gerais de pneumonia para o Brasil e, principalmente para a capital cearense, a qual carece de estudos que considere a relação Climatologia Geográfica e Saúde Pública, sobretudo envolvendo a doença supracitada enquanto fenômeno também geográfico.

2. Materias e Métodos

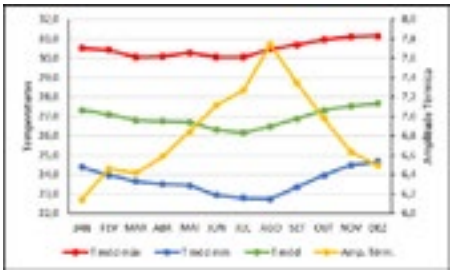
2.1 Área de estudo

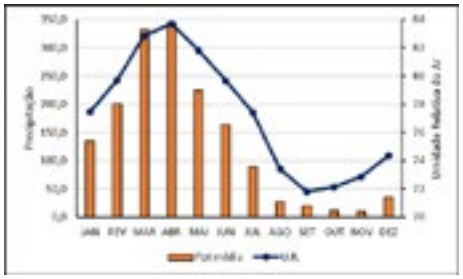
A cidade de Fortaleza está localizada no litoral norte do estado do Ceará dentro de uma área territorial de 313,8 Km² (IPECE, 2016), com uma população absoluta de 2.452.185 habitantes e densidade demográfica de 7.786,44 habitantes por Km² (IBGE, 2016). Enquanto metrópole, com seus bairros mais urbanizados e com maior atenção dos investimentos públicos, em conjunto com seus bairros periféricos, em geral com problemas de infraestrutura e descaso das autoridades competentes, Fortaleza com uma população crescente e bem densa nas zonas distantes do centro, encontra-se com muitos problemas socioambientais e de saúde humana.

2.2 Características climáticas de Fortaleza

Conforme o IPECE (2017), o município de Fortaleza (CE) possui um clima tropical quente sub-umido, com o período entre os meses de janeiro e maio e temperaturas médias entre 26º e 28ºC. A Estação Meteorológica do Pici (UFC), que fornece dados desde 1961, sem interrupções, estabeleceu médias climatológicas para cada elemento climático de Fortaleza, as quais foram necessárias para a construção dos gráficos à seguir.

O gráfico 1 representa a distribuição e o comportamento das temperaturas médias, máximas e mínimas médias, juntamente com a amplitude térmica. Já o gráfico 2 faz uma combinação das precipitações com a umidade relativa do ar.





Gráficos 1 e 2 – Distribuição das médias das temperaturas médias, máximas médias e mínimas médias e amplitude térmica de Fortaleza e Distribuição das precipitações e umidade relativa do ar de Fortaleza. Fonte: Estação Agrometeorológica do Pici. Organização: autor.

No gráfico 1, percebe-se a pouca variação entre as máximas e mínimas, dadas pela amplitude térmica, de janeiro e dezembro: 6,1ºC e 6,5ºC, tendo o mês de agosto com a maior amplitude: 7,7ºC. Isto se dá, pois, no inverno austral nas proximidades da linha equatorial, os dias são bem quentes, menos nebulosidade, mais insolação somadas às noites mais frias, dando essa maior amplitude.

Quanto às temperaturas médias, em suas três representações, todas elas aumentam na estação seca (segundo semestre), a partir de julho, tendo seus picos no mês de dezembro (primeiro mês do verão austral). Todas tendam à queda no inverno (em geral as menores no mês de julho) e a se estabilizarem ou caírem levemente, durante a quadra chuvosa, período em que a Zona de Convergência Intertropical atua no final do verão até o outono – fevereiro a maio.

No gráfico 2, percebe-se a prevalência das chuvas no primeiro semestre do ano, tendo o mês de janeiro como pré-estação chuvosa ou pré-quadra chuvosa, sofrendo ação do sistema atmosférico denominado VCAN (Vórtice Ciclônico de Altos Níveis). Na verdade, já no mês de dezembro, Fortaleza pode receber as primeiras precipitações devidas a tal sistema.

Entre os meses de fevereiro e maio, a ZCIT atua, provocando as maiores precipitações do ano, tendo os meses de março e abril, os picos pluviométricos. A partir

de maio, a ZCIT começa a se direcionar para o hemisfério norte, fazendo com que as precipitações diminuam. Esta zona de convergência é uma banda de nuvens que circunda a região equatorial da Terra, formada, sobretudo pela confluência dos ventos alísios de nordeste (hemisfério norte) com os de sudeste (hemisfério sul). Como o processo se dá em baixos níveis, há um embate entre os alísios, daí o ar quente e úmido resultante (zona equatorial) ascende, provocando formação de nuvens, altas TSM's", baixas pressões atmosféricas, grande atividade convectiva e precipitações (FERREIRA E MELLO, 2005).

2.3 Coleta de dados de internações e dos elementos climáticos

O site do Ministério da Saúde, de domínio público, o Departamento de Informática do Sus (DATASUS) disponibiliza várias informações acerca da saúde pública brasileira. Coletou-se dados referentes as internações de crianças com a faixa etária especificada, entre os anos de 1998 e 2016, bem como outras informações gerais da doença a nível de Brasil.

Também foram considerados os dados meteorológicos coletados junto a Estação Meteorológica do Pici, localizada na Universidade Federal do Ceará, a qual cedeu dados dos elementos climáticos de temperaturas médias, mínimas médias e máximas médias (a partir destas, fez-se as amplitudes térmicas); e também, de umidade relativa do ar, dentro da série histórica supracitada.

3. Resultados e Discussões

Observando-se a distribuição das internações totais por pneumonia no gráfico 3, é notória sua queda, embora tenha uma oscilação a partir de 2009, com um acréscimo de 13,94% em relação ao ano de 2008. Novamente ocorreu um pequeno acréscimo, no ano de 2013, em relação a 2012, porém as internações caíram logo após. Pode-se atribuir o acréscimo dos casos de pneumonia estejam associados à H1N1 (Influenza A), que

ficou conhecida como gripe suína, assim como o quadro anterior mostra a OMS declarando tal patologia como pandêmica naquele ano. Outras doenças também surgiram a partir da influenza, porém, destaca-se aqui a pneumonia.

Também, deve-se levar em consideração que o referido gráfico mostra todas as faixas etárias em seus dados, tendo seu objetivo mostrar a distribuição das internações ao longo da série histórica, que, em termos percentuais, teve uma queda de 37,05% das internações entre 1998 e 2016.

As internações por pneumonia em crianças de 1 a 4 anos, em Fortaleza, também mostraram queda no período em estudo, conforme se mostra no subitem em sequência.

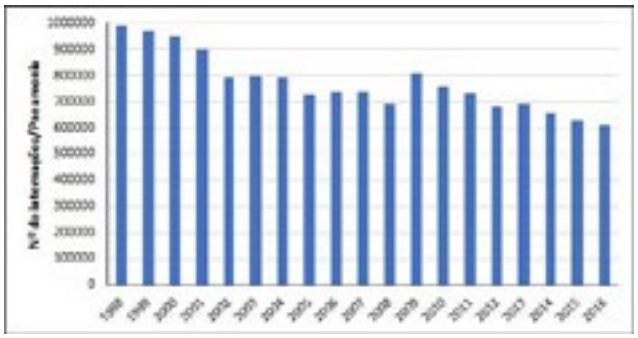


Gráfico 3 – Internações por Pneumonia entre 1998-2016 – Brasil
Fonte: SIH/DATASUS; Organização: Freitas Jr (2017)

4.1 As doenças respiratórias em Fortaleza-CE: o caso da Pneumonia

As internações por doenças respiratórias, em Fortaleza estão em maior número, seguidas das doenças infecciosas e parasitárias, doenças do aparelho circulatório e neoplasias (tumores).

Considerando todas as faixas etárias, o gráfico 4 mostra a distribuição dos grupos de doença mencionados, ao longo da série histórica temporal em estudo.

Depreende-se que no geral, as DAR vêm apresentando uma queda desde 1998 até 2016, tendo uma queda de 29,31% das internações por doenças do aparelho

respiratório, com algumas oscilações ao longo da série. A média de internações por DAR do período é de 17.496 indivíduos. Porém entre os anos 2000 e 2004, as internações passaram da média em 31,08% (2000), 27,02% (2001), 15,72% (2002), 15,25% (2003) e 24,29% (2004). Depois dos primeiros cinco anos da década de 2000, as internações foram diminuindo com pequenas oscilações, mas em geral, na média. Destaca-se, um pequeno acréscimo nas internações a partir de 2012 até 2015, porém, com os percentuais todos abaixo da média de internações do período.

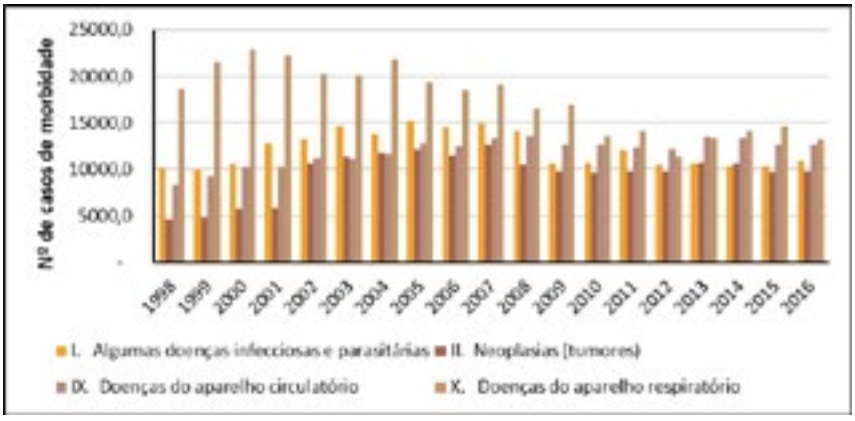


Gráfico 4 – casos principais de morbidade em Fortaleza (1998-2016)
Fonte: SIH/DATASUS; Organização: autor.

As sucessivas campanhas de vacinação para os idosos e crianças, promovidas pelo Programa Nacional de Imunizações (PNI) e Sistemas de Vigilância em Saúde nos anos 2000 contribuíram para a queda, também, nas doenças respiratórias, em especial na influenza (gripe) e na pneumonia. Muitas das doenças respiratórias se manifestam em pacientes que possuem outra doença. A própria pneumonia é uma doença oportunista, manifestando-se por exemplo, em uma pessoa com baixa imunidade ou mesmo gripada, dependendo do grau da influenza adquirida.

O gráfico 5 evidencia, para a cidade de Fortaleza-CE, dentro da faixa etária deste presente estudo, a distribuição das internações por grupos de faixa etária ao longo dos

dezoito anos da série histórica. Observa-se que os grupos das crianças de menor de um ano e de um a quatro anos, respectivamente, têm maior frequência nos prontuários das instituições hospitalares. Das 151.178 internações, somando-se todas as faixas etárias, 57.203 são do grupo de um a quatro anos, seguido dos 35.079 do grupo de menor de um ano, correspondendo a 38% e 23% respectivamente, das internações. Em suma, são 61% do total das internações.

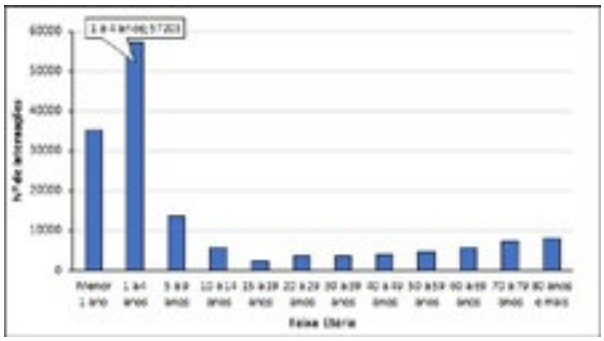


Gráfico 5 – Internações por pneumonia em crianças de 1 - 4 anos - Fortaleza (1998-2016)
Fonte: SIH/DATASUS; Organização: Freitas Jr (2017)

Observando-se o gráfico 6, constata-se que o mês, dentro da série histórica, com mais registros de internações é o de maio, com 6508 casos em números absolutos, isto é, 11,37% do número total. O mês de junho fora o segundo maior registro, com 6371 casos e 11,13% do geral. À medida em que a quadra chuvosa vai chegando ao fim, as internações aumentam, depois caindo a partir de julho (já no período do inverno austral) e mantendo-se numa constante até novembro. A partir de dezembro começa a cair o número, sendo os meses de janeiro e fevereiro (verão) com menores números de internações.

A distribuição das internações de crianças por pneumonia, ao longo do período de 1998-2016, se deu numa constante no segundo semestre (estação seca), todas acima dos 4000 casos. Já no primeiro semestre (estação chuvosa), os números são inconstantes,

crescendo do início ao fim da quadra chuvosa, tendo o mês de maio como culminância de internações. Isto significa dizer que as chuvas são responsáveis por esse aumento? Ou a umidade? Em um primeiro momento seria até compreensível já associarmos à quadra chuvosa. Aos organismos das crianças sentirem os efeitos das chuvas depois de passada as maiores pluviometrias de Fortaleza.

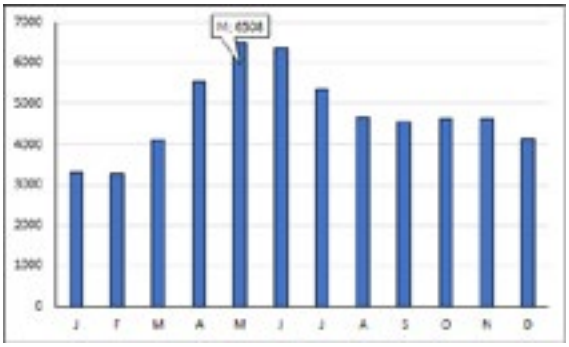


Gráfico 6 - Distribuição mensal de pneumonia entre 1998-2016 (1-4anos)
Fonte: SIH/DATASUS; Organização: Freitas Jr (2017)

Neste sentido, não se pode atribuir abruptamente, as causas e efeitos do clima sobre as internações e morbidades, visto que outras variáveis podem e influenciam na saúde humana. As correlações estatísticas e as espacializações das internações em Fortaleza, respectivamente, podem dar algumas explicações quanto as relações entre clima e as internações por pneumonia.

4. Considerações Finais

Este trabalho teve como objetivo mostrar como se comportaram os casos de internações de crianças e 1 a 4 anos, por pneumonia, por meio da coleta dos dados junto a plataforma DATASUS e, de certa forma, relacioná-los com as condições climáticas e meterológicas de Fortaleza-CE.

Muito embora não tenha sido feita uma análise mais aprofundada, envolvendo testes estatísticos e ou geoprocessamento, este estudo não perde sua importância

climatológica e geográfico, uma vez que apresenta esses dados organizados em gráficos, mostrando sua evolução ao longo da série histórica de 1998 a 2016. Também apresenta gráficos organizados com base nos dados oferecidos pela própria Universidade Federal do Ceará, através de sua Estação Meteorológica, tão importante para a cidade, trantando-se de uma das principais a ter registros climáticos da cidade de Fortaleza.

O intuito era mostrar os resultados de parte de uma dissertação de mestrado apresentada em 2018, pelo mesmo autor desta pesquisa, onde nela há uma análise bem mais a fundo de possíveis porquês de correlações diretas entre as internações por pneumonia e os elementos de temperatura, amplitude térmica e umidade relativa do ar. Também foram nela construídas espacializações dos casos por cada bairro da capital cearense.

Assim, para os pesquisadores que buscam os comportamentos, não só climáticos como também, relacionados a manifestação da pneumonia na criança em idades iniciais, no enfoque da Climatologia Geográfica, este trabalho vem a contribuir. É de serventia, principalmente, para auxílio nas políticas de saúde pública, a fim de reduzir ainda mais, a incidência desses casos nos hospitais fortalezenses.

Agradecimentos

Agradecimentos ao Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada por dar oportunidade, não só a esta pesquisa, como também as demais, tão difíceis e árduas, haja vista a conjutura política na qual o Brasil passa. Tantas dissertações e teses, como também trabalhos de iniciação científica devem ser apresentados em eventos como este, tão importante para a ciência geográfica no país.

Referências

DATASUS. Ministério da Saúde. **Informações epidemiológicas e de Morbidade**. Disponível em:<http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=0203.>. Acesso em 25 de março de 2017.

FERREIRA, A. G.; MELLO, N. G. da S.: Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a Região Nordeste e a influência dos oceanos Pacíficos e Atlântico no clima da região. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 1, n.1, p.15-28, 2006.

GALVANI, E. Estatística descritiva em sala de aula. In: VENTURI, A. B. (Org.). **Geografia:** práticas de campo, laboratório e sala de aula. São Paulo: Sarandi, 2011. p. 470-482.

GERARDI, L. H. O.; SILVA, B. M. N. **Quantificação em Geografia**. São Paulo: DIFEL, 1981.

IBGE. Cidades. Informações sobre a estimativa populacional de Fortaleza em 2015. Disponível em: < http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=2304400>. Acesso em: 30 mar. 2016.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ – IPECE. **Perfil básico municipal 2017**: Fortaleza. Fortaleza: Governo do Estado do Ceará, 2018. Disponível em: <http://www.ipece.ce.gov.br/perfil_basico_municipal/2017/Fortaleza.pdf>. Acesso em: 17 jan. 2018.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Programa Nacional de Imunizações (PNI)**: 40 anos. Brasília: Ministério da Saúde, 2013. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/programa_nacional_imunizacoes_pni40.pdf>. Acesso em: 06 dez. 2017.

MOURA, M. A. C . de. **A Urbanização em Campina Grande e suas relações com a incidência de doenças respiratórias no município e o clima local**. Dissertação de Mestrado; Campina Grande, 2009. 166f.

TORTORA, G. J. O sistema respiratório. In: **Corpo humano: fundamentos de anatomia e fisiologia**. Porto Alegre: Artmed Editora, p.406-431, 2000.

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

ANÁLISE DO EVENTO EXTREMO DE CHUVA DOS DIAS 25 A 29 DE MAIO DE 2017 E OS DESDOBRAMENTOS SOCIOESPACIAIS PARA POPULAÇÃO DE CARUARU-PE

Bárbara Gabrielly Silva Barbosa[(a)], Lilian Renata Teixeira da Silva [(b)]

Cristiana Coutinho Duarte [(c)]

[(a)] Departamento de Ciências Geográficas, Universidade Federal de Pernambuco, barbara236@live.com
[(b)] Departamento de Ciências Geográficas, Universidade Federal de Pernambuco, liliaan.teixeira@gmail.com
[(c)] Departamento de Ciências Geográficas, Universidade Federal de Pernambuco, crisdat@hotmail.com

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais.

Resumo/

Este trabalho teve como objetivo analisar o evento extremo atmosférico dos dias 25 à 29 de maio de 2017 no munícipio de Caruaru, tendo por base a dinâmica socioespacial da planície de inundação do Rio Ipojuca. Para isso, foi necessário a análise de dados da Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC) e Agência Nacional de Águas (ANA), imagens do satélite GOES e veículos de comunicações oficiais. O causador do *input* pluviométrico foi a confluência e intensificação de ventos úmidos no litoral, atrelados aos distúrbios ondulatórios de leste (DOL's). Na ocasião, inundações, perdas humanas e materiais aconteceram para a população.

Palavras chave: chuvas intensas, distúrbios ondulatórios de leste, Rio Ipojuca.

1. Introdução

A dinâmica humana influencia o meio natural, assim como o inverso. O desenvolvimento exponencial da população ligada ao capitalismo e o seu modo de produção do espaço citado por Naves e Bernardes (2014) credita a culpa dos desastres ambientais ao ser humano, após a dita/imposta relação neoliberal que o crescimento das tecnologias gera desdobramentos socioespaciais. Quando falamos dascidades polos economomicamente, é comum colocar as intervenções ambientais em segundo plano, entretanto, as repercurssões para

a população são desastrosas.

Rio Ipojuca corta uma das principais cidades do Agreste Pernambucano, Caruaru, considerada como um polo têxtil da região. Faz parte da bacia do Rio Ipojuca, a qual transpassa diferentes mesorregiões climáticas, saindo das zonas úmidas com as maiores precipitações do estado, chegando a área de transição, o agreste, onde estão suas nascentes. A profundidade dos solos e vegetação são características que muito depende do clima, sendo assim, ele interfere nas variações. A drenagem acompanha a geomorfologia do planalto da Borborema que serve como ponto de referência para percepção dos elementos climáticos. O ambiente que no qual se insere o rio Ipojuca é considerado complexo, onde se observam contrastes climáticos, de relevo, de solos, de cobertura vegetal e socioeconômicos (APAC, 2012).

O Nordeste do Brasil apresenta uma complexidade climática causada por sua posição geográfica em relação aos vários sistemas de circulação atmosférica (NIMER, 1977). Que atuam de forma diferenciada em cada período do ano, tendo a precipitação o principal elemento climático da região. A porção leste do Nordeste, onde está localizado o município em pauta, tem sua quadra chuvosa no período de outono-inverno e os principais sistemas atmosféricos atuantes são: Os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN), os Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOLs) e as Brisas Marítimas, quando estes último conseguem atingir 300 km adentrando o continente. O regime pluviométrico também é bastante influenciado pelo fator relevo, levando a montantes pluviométricos bem inferiores aos da encosta a barlavento do Planalto da Borborema. Mesmo apresentando padrões de atuação dos referidos sistemas e do regime pluviométrico, alterações na temperatura dos oceanos, Pacífico e Atlântico, podem intensificar ou inubir a atuação de tais sistemas, levando a ocorrência de eventos extremos.

Assim, neste estudo, objetiva-se apresentar as consequências do evento extremo de chuva que ocorreu em maio de 2017, levando em consideração a dinâmica socioespacial da planície de inundação do Rio Ipojuca no trecho do município de Caruaru-PE.

2 Metodologia

2.1 Área de estudo

A área de estudo compreende a planície de inundação do Rio Ipojuca no munícipio de Caruaru no estado de Pernambuco. Tal rio está incluso na bacia de mesmo nome, sendo o Rio Ipojuca o principal curso d'água, possui extensão aproximada de 250 km. O munícipio de Caruaru, por sua vez se localiza entre as coordenadas 08º 17' 00" S 35º 58' 34" W, na região de desenvolvimento do Agreste Central de Pernambuco, sobre o Planalto da Borborema, com altitude de 541 metros. De acordo com a classificação climática segundo Köppen- Geiger, o clima do município é tropical com estação seca.

2.2 Materiais e métodos

Visando atingir os objetivos propostos foram utilizados dados de chuva e vazão referente ao mês de maio de 2017 disponilizados pelas: Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC) e Agência Nacional de Águas (ANA). Foram baixadas imagens do satélite Geostationary Operational Environmental Satellite (GOES-13) de 25 a 29 de maio de 2017 no site do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC/INPE).

A partir da análise dos dados pluviométricos foi delimitado o período com maior precipitação. Dessa forma, pôde-se observar as imagens de satélite e com o auxílio do boletim mensal disponibilizado pela Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC) identificar o evento causador do *input* climático. Inundações e perdas materiais e humanas aconteceram, com isso, noticiários de Tv disponibilizaram imagens das consequências e alterações na dinâmica socioespacial para a população que foram utilizadas na pesquisa.

3. Resultados e discussões

Segundo a Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC), o evento atmosférico influenciador da elevação volumétrica do Rio Ipojuca teve sua formação no litoral dos estados de Pernambuco e Alagoas, desta forma, a confluência e intensificação dos ventos úmidos nos baixos níveis da atmosfera "caminhou" até chegar ao Agreste pernambucano, associado a esse evento transcorreu a formação dos Disturbios Ondulatórios de Leste (DOL'S) que aumentou a instabilidade em várias camadas da atmosfera, proporcionando alta na precipitação registrada

(Figura 1)

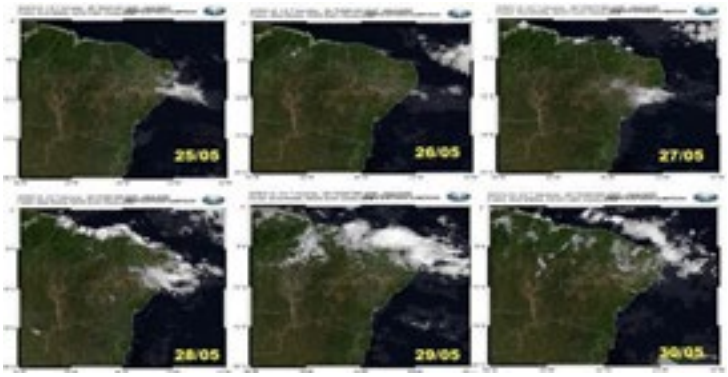


Figura 1 - Imagens de satélite do evento atmosfético. Fonte – CPTEC

No munícipio de Caruaru, o evento do dia 25 desencadeou em aproximadamente 24 horas, 56% das chuvas esperadas para todo o mês de maio. Vários veículos de comunicação local acompanharam os desdobramentos das precipitações que permearam até o dia 29 de maio nos munícipios do Agreste e Sertão, notificando perdas materiais e humanas com desaparecimentos e mortes. De acordo com Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA) o reservatório que abastece as cidades de Caruaru, Agrestina, Santa Cruz do Capibaribe, Ibirajuba, Altinho e Cachoeirinha contabilizava 10 milhões de m³ de água, tal quantidade seria capaz de garantir abastecimento até o mês de agosto. No dia 28 de maio houve o aumento da cota máxima do Rio Ipojuca, constatada no boletim mensal da APAC, essa cota chegou a máxima de 418 cm, sendo o valor de alerta 250 cm. Tais dados atestam a significativa "subida" do Rio atrelado ao evento atmosférico. Para o mês de maio de 2017 as precipitações tiveram o acumulado que contabilizou 266,9 mm, de acordo com a Agência Nacional de Águas – ANA, que foram concentradas no final do mês, levando a ocorrência de enchentes e inundações, com perdas materiais e de vida.

4. Considerações Finais

O presente trabalho teve por base apresentar o evento extremo atmosférico que ocorreu no período de 25 a 29 de maio de 2017, assim como suas consequências na dinâmica

socioespacial do Municipio de Caruaru. A partir dele, pôde-se concluir que, mesmo o município apresentado totais anuais médios de precipitação pluvial baixos, podem sofrer impactos e modificações na sua dinâmica socioespacial quando da ocorrência de eventos extremos de chuva. Isso porque como se tratam de eventos raros, as instituições públicas não investem de forma correta em infraestrutura e obras de microdrenagem que suportem a atuação de tais eventos, uma vez que estão acostumados a longos períodos de seca como a que ocorreu no período de 2012 a 2016.

4.1 Referências Bibliográficas

APAC, - AGÊNCIA PERNAMBUCANA DE ÁGUAS E CLIMA. **Projeto de saneamento ambiental da bacia do rio Ipojuca.** Disponível em: <http://www.apac.pe.gov.br/>. Acesso em: 05 Jan. 2019.

FERREIRA, A. G; MELLO, NGS. **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, Vol. 1, No 1.

NAVES, J.G.P. & BERNARDES, M.B.J**. A relação histórica homem/natureza e sua importância no enfrentamento da questão ambiental.** Geosul, Florianópolis, v. 29, n. 57, p 7-26, jan./jun. 2014.

NIMER, E. Clima. In: BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Geografia do Brasil**: Região Nordeste. Rio de Janeiro:IBGE, 1977.

SILVA, A. F.; SILVA, V. P. **Nos limites do viver: moradia e segregação socioespacial nas áreas metropolitanas do Nordeste brasileiro.** Scripta Nova: revista electrónica de geografía y ciencias sociales, n. 7, p. 129, 2003.

UVO, C. R. B., REPELLI, C. A., S., ZEBIACK and KUSHINIR, Y. **A Study on the influence of the Pacific and Atlantic on the Northeast Brazil Monthly Precipitation Unsing Singular Value Decomposition (SVD).** To be submited to Journal of Climate, 1994.

VENDRAMINI, P. R. DA R. J. **Limites e possibilidades da sustentabilidade do meio urbano.** Cadernos de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, v. 5, n. 1, 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

ANÁLISES E RESULTADOS DO LEVANTAMENTO DE DADOS TOPOCLIMÁTICOS NOS LOTEAMENTOS DO PERÍMETRO NOROESTE DA CIDADE DE SOBRAL - CE

Fernando Farias Freitas [(a)], Isorlanda Caracristi [(b)]
[(a)] Curso de Geografia, Universidade Estadual Vale do Acaraú, Email: nanfrefa@gmail.com
[(b)] Curso de Geografia, Universidade Estadual Vale do Acaraú, Email: icaracristi@hotmail.com

Eixo 1: A climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

A cidade de Sobral (CE), nas últimas décadas, teve suas áreas periféricas valorizadas pela implantação de loteamentos, especialmente no perímetro noroeste de cidade, onde se localiza o maciço residual úmido, a Serra da Meruoca. Isso vem gerando impactos climáticos, principalmente devido ao desmatamento. Por se tratar de uma região semiárida, caracterizada por temperaturas elevadas e baixos níveis de umidade na maior parte do ano, os impactos em nível topoclimático são os mais prováveis a ocorrerem e a afetarem o sistema hidroclimático local. A pesquisa, nesse sentido buscou levantar dados climáticos primários de temperatura e umidade relativa do ar, onde foram tabulados e sistematizados em gráficos e tabelas.

Palavras-chaves: Expansão urbana; Semiárido, Impactos Climáticos.

1. Introdução

A cidade de Sobral se localiza na região noroeste do Estado do Ceará e vem se destacando por ser uma cidade com acelerado processo de urbanização e crescimento do PIB local, devido à concentração de indústrias de varias áreas, com destaque nos setores têxtil e de calçados.

Com esse crescimento acelerado, a cidade encontra-se numa fase de valorização de do solo, o que vem gerando uma demanda principalmente no que se refere à questão da moradia. Hoje as áreas do perímetro urbano da cidade de Sobral têm sofrido grande valorização, principalmente pela implantação de loteamentos voltados às classes alta e média, especialmente na porção noroeste da cidade, em direção à Serra da Meruoca.

Entretanto, este crescimento acelerado vem trazendo vários impactos ambientais, graças aos avanços das ocupações humanas sobre áreas naturais do entorno da cidade, dentre eles impactos climáticos causados pelo desmatamento, para a construção de casas e demais empreendimentos imobiliários.

Nesse contexto, o presente trabalho objetivou identificar possíveis alterações climáticas através da coleta/produção de dados primários como temperatura e umidade relativa do ar, para a confecção de gráficos e tabelas voltadas às análises dos impactos climáticos ocasionados por dois grandes loteamentos, Moradas e Granville, que se localizam no sopé da Serra da Meruoca, perímetro urbano noroeste da cidade de Sobral (vide Fig. 1), ambos voltados às classes média e alta.

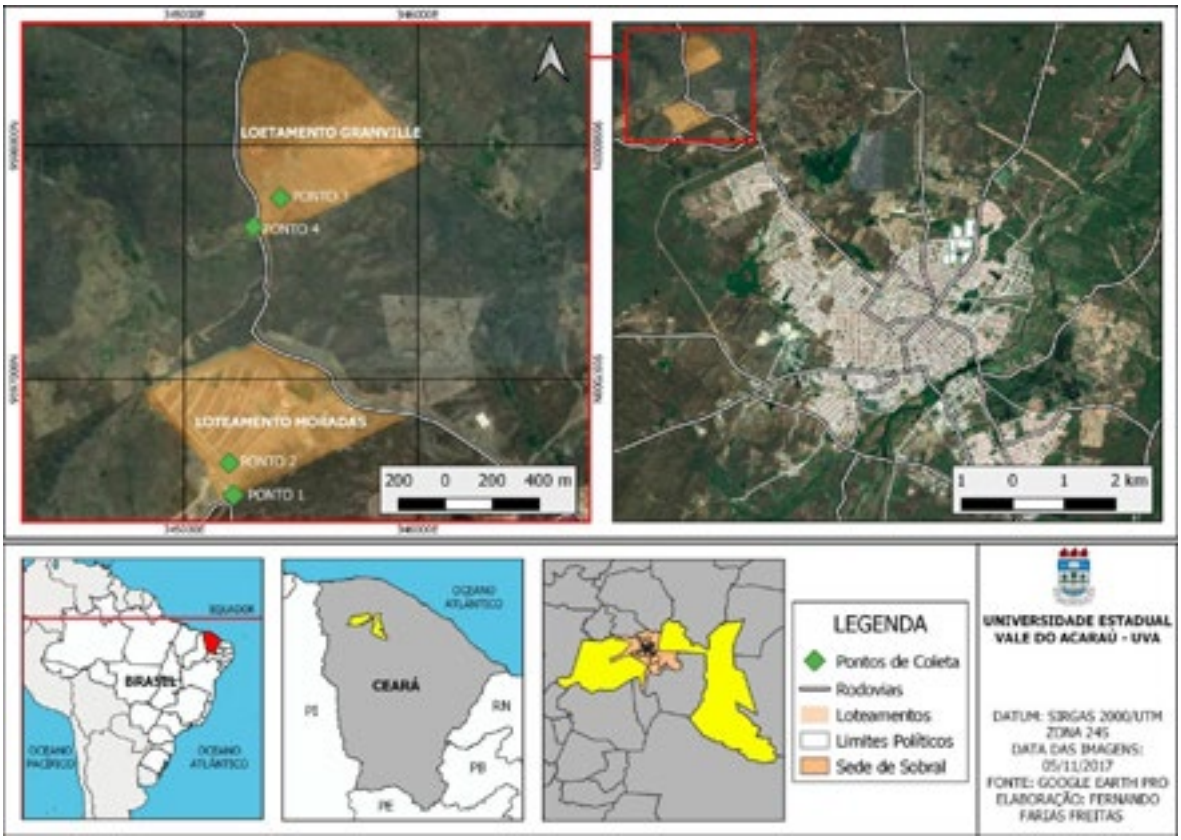


Figura 1: Mapa de localização da área de estudo
Fonte: Autor, 2019

1. Materiais e Métodos

Primeiramente, foram levantadas leituras pertinentes ao Clima Urbano, como MONTEIRO (2003), MUNIZ (2016), e sobre degradação ambiental e expansão urbana CARACRISTI (2014) e ZAVATTINI (2013) que auxiliaram a construção da metodologia e técnicas aplicadas na pesquisa.

Os dados foram coletados se utilizando quatro abrigos metereológicos (Fig. 2) equipados com um termômetro de máxima e mínima e um termohigrômetro para a medição da temperatura ambiente do momento e da umidade relativa do ar. Os abrigos foram espacializados dentro dos loteamentos em áreas estratégicas em pontos próximos às áreas preservadas e às áreas mais degradadas.

Figura 02 - Abrigo meteorológico utilizado na pesquisa em campo.
Fonte: Autor, 2018.

As coletas de dados foram realizadas nas duas estações do ano de 2018, uma no dia 25 de maio, na quadra chuvosa e outra no dia 30 de outubro, no periodo seco, para se contemplar as informações de cada período representativo do tipo climático regional. As coletas, deram-se simutanemente às 9:30h, 10h, 11h, 12h, 13h, 14h e 15 hs, constituindo o intervalo de maior incidênccia de radiação solar.

Após esses procedimentos, os dados climáticos coletados em campo foram levados ao laboratório para, então, haver o tratameto das informações e, por fim, serem confeccionados gráficos e tabelas.

2. Resutados e Discurssões

As análises foram feitas considerando os pontos de coleta e tendo por base as diferenças entre os pontos próximos às áreas preservadas ou parcialmente preservadas (pontos de coleta 1 e 4) e os pontos próximos às áreas degradadas (pontos de coleta 2 e 3) dos loteamentos Moradas e Granville, como mostra a Figura 3.

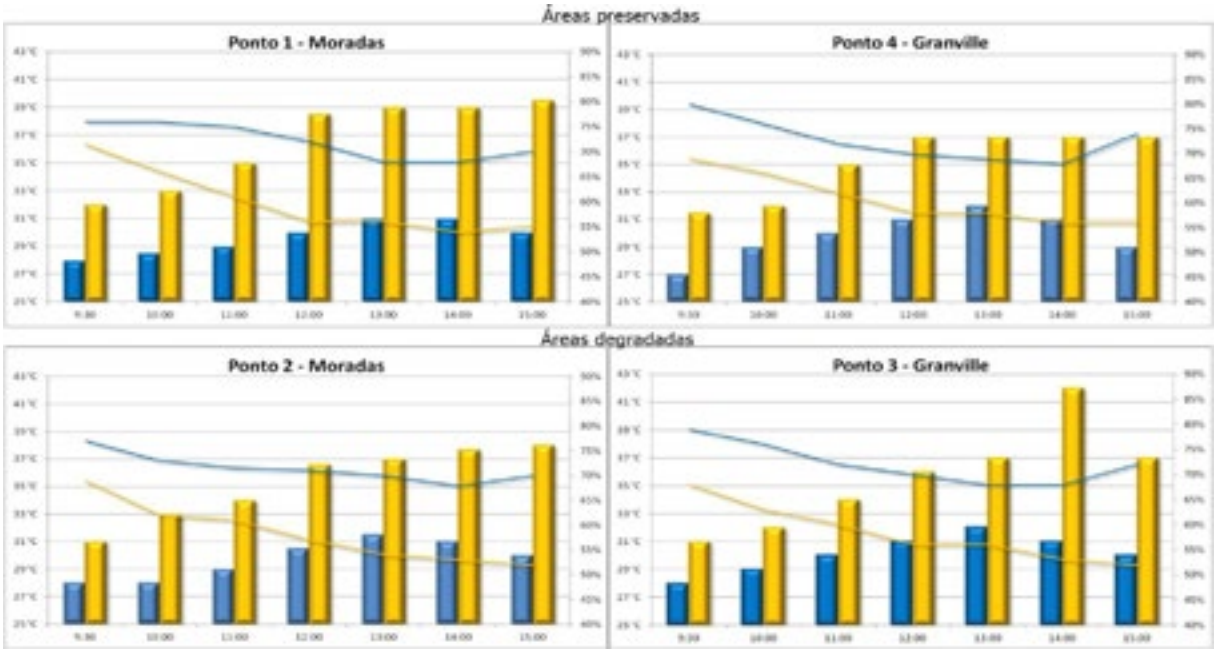


Figura 3 – Gráficos dos dados de temperatura e umidade dos loteamentos Moradas e Granville.
Fonte: Autor, 2018.

Os dados da quadra chuvosa, representados em azul, e os do período seco em amarelo, podem ser visualiados nos gráficos da figura 3, sendo que as linhas demonstram a umidade e as barras a temperatura. Percebe-se a diferença de comportamento dos dados entre o período chuvoso e seco em nível local (topoclimático).

As temperaturas mais elevadas se concentram no periodo seco, onde foi registrada a maior temperatura no ponto 3, no loteamento Granville às 14:00h, marcando 42°C. No ponto 4 do mesmo loteamento, foi registrado 37°C.

Além dessas observações, percebe-se também que os menores índices de umidade estão nos dados coletados no periodo seco nos pontos próximos às áreas degradadas (2, 3) dos loteamentos, ambos registraram o menor indice de umidade de 52%, às 15:00 hs.

3. Considerações Finais

A semelhança dos dados nos dois loteamentos no período da quadra invernosa, dá-se devido ao aumento de nebulosidade, que ameniza o calor (diminui a incidência da radiação solar). Porém, os dados na estação seca nos revelaram uma variação de temperatura e umidade no entorno dos loteamentos, podendo ser causada pelo nivel de degradação ambiental que a construção desses empreendimentos vem causando, principalmente pela retirada da cobertura vegetal.

Agradecimentos

Á Funcap, pelo auxilio financeiro, e ao Curso de Geografia da Universidade Estadual Vale do Acaraú – UVA.

4. Referências Bibliográficas

CARACRISTI, I. (org) - **Estudos socioambientais e climas intrarregionais do Estado do Ceará: resultados interdisciplinares das pesquisas do Laboratório de Estudos Ambientais (LEA-UVA),** Sobral, Edições UVA & Sertãocult, 2014.

MAIA, L. Júnior. **Estudo dos impactos do desmatamento sobre os microclimas da microbacia do riacho do Boqueirão (Sobral - CE).** Fortaleza, Dissertação de Mestrado, PropGeo/UECE, 2011.

MUNIZ, F. G.L.; CARACRISTI, I. **Urbanização, conforto térmico e análise sazonal microclimática da cidade de SOBRAL (CE)**. Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS), v. 17, p. 04-17, 2015.

ZAVATTINI. J. A: NOBERTO B.A. **Climatologia Geográfica: Teoria e prática de pesquisa.** São Paulo, Editora Alínea. Campinas, 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

AS VARIAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS E INFLUÊNCIA NA PRODUÇÃO DE MILHO (Zea mays) EM IPIRÁ-BA, NO PERIÓDO DE 1996 A 2006.

Alisson Estrela Costa[a],Jémison Mattos dos Santos[b],Joélisson da Silva Oliveira[c]

[a] Departamento de Ciências Humanas e Filosofia - DCHF/Universidade Estadual de Feira de Santana - UEFS, alissonestrelacosta@gmail.com
[b]Departamento de Ciências Humanas e Filosofia – DCHF/ Universidade Estadual de Feira de Santana – UEFS, jemisons@uefs.br
[b]Departamento de Ciências Humanas e Filosofia – DCHF/ Universidade Estadual de Feira de Santana – UEFS, joelison25@gmail.com

Eixo:

A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

Este estudo objetiva avaliar a variabilidade pluviométrica em relação a produção de milho do municipio de Ipirá-BA, a partir de um levantamento climático. Destaca o estudo da chuva para auxiliar as atividades agricola, e go manejo adequado das culturas em cada região do Brasil. Com suporte dos dados da produção agrícola e os climáticos, bem como a elaboração do estado da arte ,por meio de um levantamento bibliográfico, seus fatores, processos, e os efeitos da chuva. A análise do conjunto de dados e informações foi possível confirmar a influência positiva da precipitação sobre a produtividade do milho e, também, avaliar a redução brusca e direta em períodos de escassez hídrica ,mais duradoura, destacadamente nos anos de 1996, 1997, 1998.

Palavras chave: Variabilidade pluviométrica; Produção agrícola; Semiárido.

1. Introdução

A análise das variações climáticas e sua influência nas principais culturas do semiárido se constitui em um trabalho científico de grande relevância para identificar as transformações, juntamente com os aspectos socioeconômicos. Além da importância do monitoramento de variavéis do clima e do solo que permitem auxiliar nos processos de adaptação da agricultura, no manejo adequado das culturas de cada região do território brasileiro (AYOADE, 2010; SANTOS 2016; AB'SABER, 2003).

O municipio selecionado para o estudo (Ipirá-Ba) tem seu território definido basicamente por atividades agrícolas (p.ex: milho, mandioca, feijão, etc.) desenvolvida por pequenos agricultores, que manejam suas terras de forma ainda tradicional, ou seja, agricultores familiares que apresentam restrições financeiras, tecnológicas e educacionais que repercutem negativamente na produtividade agrícola (BAHIA, 2012; JESUS & SANTOS, 2018a).

Numa sociedade onde é crescente a demanda por alimentos torna-se necessário buscar meios que viabilizem a produção, tornando-a satisfatória e rentável; no atual cenário anunciado de escassez hídrica, de mudanças/alterações do clima em um ambiente semiárido, caracterizado por sua raridade e extrema complexidade, onde historicamente os diversos usos mal planejados afetam de forma negativa os sistemas ambientais (SANTOS, 2016; MATALLO JR, 2001).

2. Materiais e Métodos

Os pressupostos metodológicos definidos foram: revisão bibliográfica a fim de aperfeiçoar o arcabouço teórico-conceitual a respeito da influência da pluviométrica na agricultura, bem como a base metodológica; levantamento de dados de chuva, no periodo de 1996 a 2006, por meio de consulta ao banco de dados do Instituto Brasileiro de Meteorologia (INMET) e da Agência Nacional de Águas (ANA); levantamento de dados de produção de milho, veiculados virtualmente (Pesquisa Agrícola Municipal -do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE), que também estão disponíveis no site da SEI (Superintendência de Estudos Econômicos Sociais da Bahia), dentre outros acervos; sistematização e interpretação do rol de dados, por meio da tabulação em planilha eletrônica da Microsoft, Excel 2013.

Por intemédio desse conjunto de dados e tarefas realizadas, posteriormente, foram organizados textos, gráficos e tabelas (que nos permitiu inseri-los em ambiente SIG, para geração de mapas), quadros e, também, efetuar cálculos usando a estatística descritiva (p.ex: média, desvio padrão, etc).

Resultados e Discussões

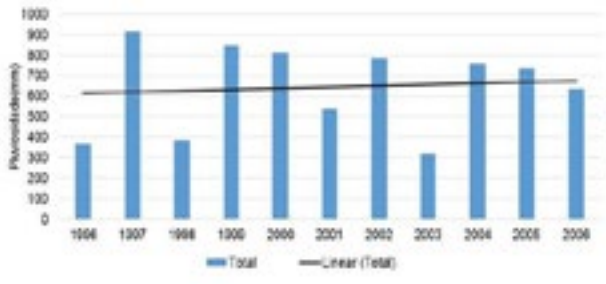
Ipirá pertence ao território de identidade da bacia do Jacuípe, com população aproximada de 62,631 hab., localizado a 214 km de distância da capital do estado(IBGE,2017),

inserido no domínio morfoclimático semiárido, que é caracterizado pelos baixos valores médios pluviométricos e elevados valores médios de temperatura.

Apresenta também um quadro de alterações negativas na paisagem e uma problemática ligada às questões climáticas, de uso e ocupação das terras e perda crescente da vegetação, produção agrícola e intensificação dos processos de deterioração dos solos e da água (JESUS & SANTOS, 2018a e 2018b) .

Através das análises dos gráficos de precipitação junto com produtividade notou-se que o aumento da produção agrícola em Ipirá está diretamente ligada aos elevados valores da pluviosidade, esse fato foi discutido por Crestana et al.(2008) que diz "o ambiente tropical é bastante favorável para a produção agrícola. Mas, os fatores climáticos são extremamante importantes para o aumento ou diminuição dessa potencialidade. Está assertiva ficou evidenciada em Ipirá, pois aqueles anos que exibiram baixa quantidade de chuva os valores de produção também se mantiveram reduzidos (Tabela 01 e figura 03).

Pode-se observar que em 1999 e 2000 houve um aumento significativo dos valores de chuva e, assim, ocorreu a elevação da produção (1999-3000t e 2000-3600t). Já em relação a 1996 verificou-se o menor valor de chuva registrado (369,9mm), aspecto climático que gerou prejuízos na produção do milho (9,84t) (Figura 03).



Fonte: INMET, 2018.Elaboração: COSTA,2019; OLIVEIRA,2019.

Figura 1- Precipitação Pluviométrica Total Anual(mm) Ipirá- Ba (1996-2006)

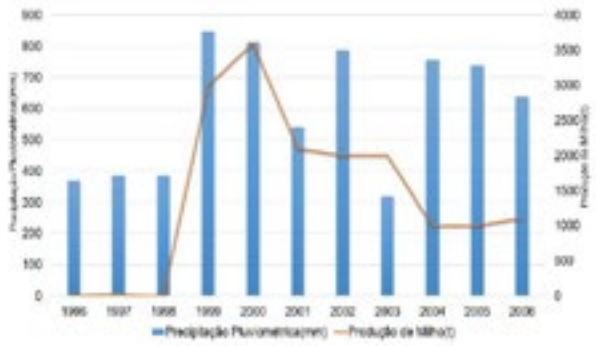
Fonte: INMET, 2018.Elaboração: COSTA,2019; OLIVEIRA,2019.

Figura 2- Precipitação Pluviométrica Média Mensal(mm) de Ipirá-Ba (1996-2006)

Tabela 1- Relação Entre Precipitação Pluviométrica e Produção de Milhoem Ipirá-Ba (1996-2006)

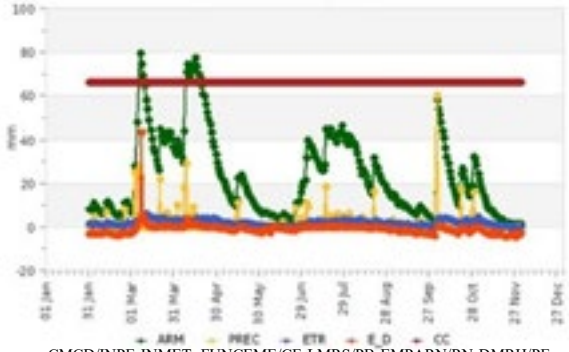
Anos	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Precipitação Pluviométrica(mm)	369,9	385,5	385,5	848,8	811,3	540	787	319,5	757,2	737,9	637,9
Produção de Milho(t)	9,84	15,60	3,6	3000	3600	2100	2000	2000	1000	1000	1100

Fonte: INMET, 2018.Elaboração: COSTA,2019; OLIVEIRA,2019.



Fonte: INMET, 2018.Elaboração: COSTA,2019; OLIVEIRA,2019.

Figura 3: Relação entre Precipitação Pluviométrica e Produtividade de Milho em Ipirá-Ba (1996-2006)



CMCD/INPE-INMET- FUNCEME/CE-LMRS/PB-EMPARN/RN-DMRH/PE SRH/BA-NMRH/AL-SE AAB/PI-CE PES/SE-CEMIG/SIMGE/MG-SE AG/ES

Figura 4- Sudene – CPTEC – INPE: Balanço de Água no Solo no Município Ipirá (31/01/2010 à 01/12/2010)

Ao analisar o balanço hídrico (ano de 2010) notou-se um armazenamento de àgua no solo em geral abaixo dos 50 mm, que oscila bastante, fato que possivelmente não contribui de forma significativa para a elevação da produção de milho. Observou-se que no mês de dezembro houve um armazenamento mais elevado em torno de 87.86 e um déficit/excesso igual a 5.72. Em contrapartida em janeiro tem-se um armazenamento de 0.98 e uma relação déficit/excesso igual a -6.69.

3. Considerações Finais

Constatou-se através da análises dos dados de precipitação associado com a produtividade que produção agrícola está diretamente ligada as condições sazonais da pluviosidade. Foi verificado que para os anos de 1999 (848,8 mm) e 2000 (811,3 mm) houve um aumento significativo dos valores de chuva, fato que elevou a produção da cultura do milho (3600t) em Ipirá. Já em relação a 1996 (369,9 mm) notou-se menor índice de chuva, aspecto que prejudicou a produtividade n(9,84t) da cultura em questão.

4. Referências Bibliográficas

AB'SABER, Aziz Nacile. **Os Domínios de Natureza no Brasil:Potencialidades Paisagísticas**. São Paulo:Editorial Ateliê editorial. São Paulo. 2003.

AYOADE, J.O.: **Introdução à climatologia para os trópicos.** 11ª ed.11ª. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em; 07/11/2018.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Disponível: <http://www.inmet.gov.br>. Acesso em: 04/09/2018.

JESUS, Suillian S. de & SANTOS, Jémison M. dos. **Contribuição geomorfológica para o planejamento ambiental no semiárido: serra da Caboronga - Ipirá-Ba. Anais do XII SINAGEO: geomorfologia e planejamento ambiental.** Universidade do Crato (URCA). Crato-Ceará, Maio, pg s/n, 2018a.

_____. **Caracterização das feições geomorfológicas da serra da Caboronga em Ipirá-Ba. Anais do IV Simpósio de Geografia Física do Nordeste (SGFNE).**Universidade do Vale do Acaraú (UVA) Sobral-Ceará, Outubro,pg 1-10, 2018b.

MATALLO JUNIOR, H. **Indicadores de desertificação: histórico e perspectiva.** Brasília, DF: UNESCO, 2001.

SANTOS, Jémison Mattos dos. **Indicadores de desertificação no Semiárido Brasileiro: o caso de Campo Formoso-Bahia.** / Jémison Mattos dos Santos; Marcio Piñon de Oliveira, orientador. Niterói, Tese (Doutorado)- Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2016, 471p.

BAHIA. SEI. **Estatísticas dos Municípios Baianos [recurso eletrônico] / Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia**. v. 1 (2000). – Salvador: SEI, 2012.

THORNTWAITE, C. W. **An approach toward a rational classification of climate**. Geographical Review, New York, n. 01, p. 55-94, 1948.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO 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 temperatura de superfície e o uso da terra: Uma comparação das Regiões Urbanas Centro e São Geraldo na cidade de Juiz de Fora-MG

Michaela Campos e Silva[a]; Victor Samuel Bernardes de Paula[b]; Thiago Alves de Oliveira[c]; Camila de Moraes Gomes Tavares[d]; Cássia de Castro Martins Ferreira[e]

[(a)] Graduanda em Geografia/ Instituto de Ciências Humanas, Curso de Geografia, Universidade Federal de Juiz de Fora, michaelacampos2010@gmail.com
[(b)] Graduando em Geografia/ Instituto de Ciências Humanas, Curso de Geografia, Universidade Federal de Juiz de Fora, victor10go@hotmail.com.com
[(c)] Mestrando em Geografia/ Instituto de Ciências Humanas, Mestrado em Geografia, Universidade Federal de Juiz de Fora, thiagoao1996@gmail.com
[(d)] Mestrando em Geografia/ Instituto de Ciências Humanas, Mestrado em Geografia, Universidade Federal de Juiz de Fora, camila.tardeli.tavares@gmail.com
[(e)] Professora Associada IV, Instituto de Ciências Humanas, Curso de Geografia, Mestrado em Geografia Universidade Federal de Juiz de Fora, cassia.castro@ufjf.edu.br

Eixo: A climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo: Uma das questões a ser considerada no processo de mudança da cobertura e uso da terra é a alteração no campo térmico. Nesse sentido, o presente trabalho, tendo, como área de estudo duas regiões urbanas (RU) localizadas na cidade de Juiz de Fora-MG, buscou analisar comparar o padrão da distribuição da temperatura de superfície (TST) utilizando dados dos sensores TM e ETM + abordo do satélite 8 da série Landsat. Os resultados obtidos evidenciaram que as temperaturas de superfície mais elevadas na RU São Geraldo, estavam associadas a presença de áreas com gramíneas (pasto), e solo exposto. As temperaturas de superfície na primavera na RU Centro, apresentou-se potencialmente mais quente, associado a uma área com grande adensamento de construções, maior fluxo de veículos, alta verticalização e baixa incidência de cobertura vegetal.

Palavra Chave: Temperatura de superfície, clima urbano, sensoriamento remoto.

1- INTRODUÇÃO

O intenso êxodo rural que se observou após os anos cinquenta no Brasil deu origem a um acelerado e desordenado processo de urbanização, decorrentes de uma aglomeração humana nos pequenos espaços representados pelas cidades (MENDONÇA, 2003).

Essa urbanização modificou significativamente as características físicas das cidades, produzindo grande alteração do ambiente natural (ALVES, 2017). Um dos principais

problemas resultantes da urbanização intensa é devido a formação de Ilhas de Calor Urbana, (ICU), que foi definida na literatura, como uma anomalia térmica caracterizada pelo aumento da temperatura do ar nas áreas centrais de uma cidade em relação à temperatura das áreas periféricas (OKE,1973). Assim, as ilhas de calor contribuem para o desconforto térmico das pessoas, devido as suas temperaturas elevadas, causando prejuízos a saúde da população (GARTLAND,2010).

Segundo Gartland (2010) a urbanização acelerada associada a maioria dos materiais de construção usados que, por sua vez, são impermeáveis, assim como os edifícios e os pavimentos que apresentam uma configuração tipo Cânion contribuem para a maior absorção de calor (já que são materiais, em sua maioria de baixo albedo), além de não permitirem a penetração da água, e dificultam a circulação do ar (no caso dos Cânions Urbanos) aumentando, portanto, as temperaturas do ar nessas localidades.

Dessa forma para o auxílio das pesquisas referentes a clima urbano, o sensoriamento remoto com o uso de imagens de satélite tem auxiliado, pois esse permite a mensuração das temperaturas de superfície. Auxiliando nas análises de qualidade ambiental urbana, assim como possibilitam identificar, através de imagens de satélite, o uso e a ocupação da terra, sendo possível, através do tratamento das imagens identificar a distribuição das fontes de calor dentro da área urbana, o que pode levar a formação de ilhas de calor (DORIGON e AMORIM, 2014).

Os dados referentes a temperatura de superfície podem ser adquiridos por meio do sensoriamento remoto, “uma vez que o calor interno de um objeto é convertido em energia radiante e para a maioria dos objetos existe uma alta correlação positiva entre a temperatura cinética verdadeira do objeto e o fluxo radiante proveniente dos objetos. Esse fluxo radiante emitido em comprimentos de onda longos (3 – 14 μm) pode ser registrado usando detectores de infravermelho acoplados a plataformas orbitais ou aerotransportadas” (SOUZA e FERREIRA, 2012, p.2)

Araújo (2018), apresentou as mudanças no padrão de distribuição espacial e intensidade de ilhas de calor de superfície, utilizando imagens Landsat 5 e 8, nas estações de

verão e no inverno na cidade de Cuiabá no período de (1988-2015), onde áreas densamente construídas apresentaram acréscimo de 6° C (1988) e 8°C (2015) em relação aos meses de janeiro e agosto. Amorim (2013) ressalta que, embora as cidades não apresentem grandes extensões, são elas as maiores transformadoras do meio natural, nesse sentido, um dos elementos que é transformado no decorrer das alterações que se processam no espaço é o clima. Dessa forma, conhecer as características climáticas de diferentes áreas da cidade, assim como avaliar o processo de uso e ocupação da terra é de substancial importância para dar suporte às análises ambientais e, avaliar a qualidade de vida local.

O trabalho busca analisar as diferenças da temperatura de superfície das Regiões Urbanas (RU) Centro e São Geraldo da cidade de Juiz de Fora- MG.

2- Caracterização das Regiões Urbanas

As duas Regiões Urbanas (RU) foco de estudo deste trabalho, são adotadas pela PJF como uma unidade de planejamento, localizadas no município de Juiz de Fora, a RU Centro e a RU São Geraldo (Figura 1).

Segundo Tasca (2010, p.69) a região do centro é dotada de maior e melhor capacidade de infraestrutura. Situado no Vale do Paraibuna, em sua parte mais ampla, onde historicamente ocorreram as primeiras ocupações, o território se expande para além do centro histórico, englobando núcleos residenciais e subnúcleos comerciais e de serviços localizados no seu entorno. O tecido formado pelas ruas principais do Centro (Avenidas Rio Branco, Independência e Getúlio Vargas, chamado triângulo central), configura uma rede de vias e galerias, numa característica bastante peculiar da cidade, proporcionando um tipo de convivência social específico, sobretudo nos calçadões (Tasca, 2010).

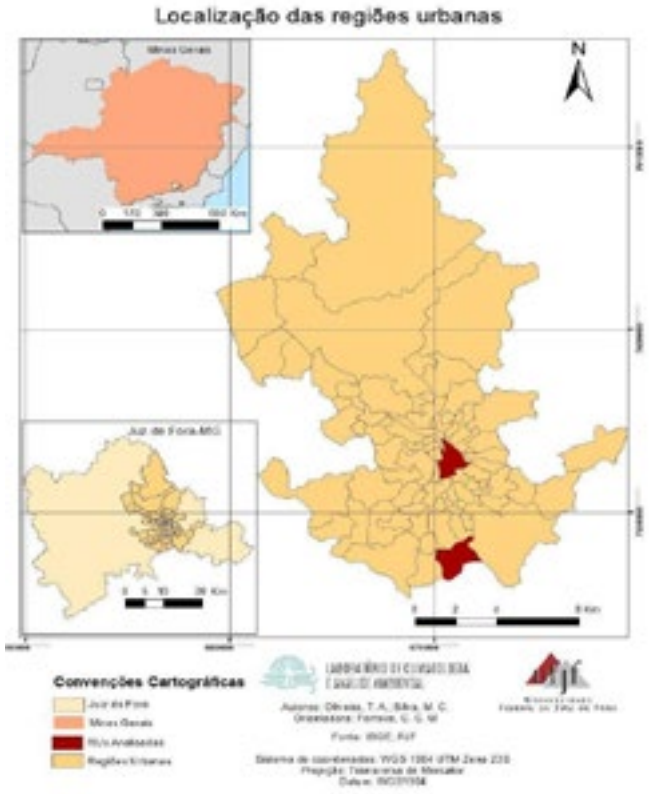


Figura 1 – Mapa de localização das regiões urbanas

A RU São Geraldo localizada na Zona Sul da cidade, possui uma ocupação principalmente residencial, sendo que a maior densidade demográfica está nos bairros Ipiranga e Santa luzia. Segundo Rodrigues (2005) antigamente esses bairros eram constituídos por fazendas, como por exemplo a fazenda Cachoeirinha, hoje bairro Santa Luzia que se constituiu por um processo de ocupação mais antigo. Assim nasceu a maior parte dos bairros situados ao sul da mancha urbana de Juiz de Fora.

Sua ocupação recente se caracteriza por construções de conjuntos habitacionais como Minha Casa Minha Vida, com baixa densidade populacional, menor número de habitações e circulação de veículos em relação a RU Centro. Como pode ser observado na tabela I a diferença entre a população das RUs Centro e São Geraldo.

População e taxa de crescimento por Região Urbana							
	1991	1996		2000		2010	
	Pop.	Pop.	%	Pop.	%	Pop.	%
CENTRO	24317	24085	-1,0%	21426	-11,0%	20752	-3,7%
S. GERALDO	837	1059	26,5%	2087	97,1%	4227	102,5%

Tabela I: Evolução da população nas regiões urbanas-1991-2010
Fonte dos dados: Prefeitura de Juiz de Fora. Organizado pelos autores.

Diante dos dados observados na tabela I, ocorreu uma diminuição da população da RU centro, tanto nos períodos entre (1991-1996), (1996-2000), (2000-2010) quanto na taxa de crescimento geral que consiste nos anos de (1991-2010) em relação a RU são Geraldo, com um decréscimo de 14,6%. Porém a Ru são Geraldo teve um aumento quantitativo da população, ultrapassando os 400% ano longo do período 1991-2010.

Diversos fatores podem ter influenciado para que a RU São Geraldo tivesse esse acréscimo de 405,0% da sua população, como uma valorização urbana com grande número de construções de conjuntos habitacionais, e maior infraestrutura. Caracterizando assim em uma transformação do uso e ocupação da RU centro, que antes possuía caráter residencial e comercial passando para um caráter com demanda mais comercial devido a sua estrutura de bens e serviços oferecidos.

3- Materiais e Métodos

A metodologia foi dividida em 3 etapas de trabalho:

A primeira etapa foi direcionada a um levantamento bibliográfico, referentes a TST e clima urbano como Amorim (2015), MONTEIRO (2003) e MENDONÇA (2003).

A segunda etapa consistiu no levantamento dos dados referentes ao tipo de cobertura e ao número de pavimentos de cada edificação na área de estudo. O levantamento das variáveis foi realizado a partir do Google Street View e levantamentos em campo com o intuito de identificar a altura das edificações e o albedo das coberturas. A região urbana centro já contava com um levantamento realizado por Assis (2016) e Pimentel (2017). Sendo que as informações foram registradas na tabela de atributos do shape de lotes no Arc Gis 10.2.2.

O mapa da altura das edificações foi gerado a partir do campo número de pavimentos, sendo que estes foram multiplicados por três (altura média de cada pavimento). Enquanto que o mapa de albedo foi gerado a partir do tipo de cobertura de cada edificação registrado também na tabela de atributos, sendo que os valores de albedo foram baseados em Assis (2016), Pimentel (2017)

Na terceira fase foi realizado o processamento da temperatura de superfície, a partir das imagens Landsat 8, que podem ser baixadas no site do Serviço Geológico dos Estados Unidos- USGS e posteriormente trabalhadas no Arc Gis 10.2.2, mediante a utilização de equações que são aplicadas pela ferramenta raster calculator, conforme Amorim (2005); Pimentel (2017), para a obtenção dos valores de temperatura de superfície.

As datas escolhidas para os mapas foram devido a disponibilidade das imagens de satélite, nos dias 13/06/2018 e 03/10/2018.

4- Resultados e Discussão

A carta de temperatura de superfície para os dias 13/06/2018 e 03/10/2018 (Figura 2) mostram um predomínio das faixas de temperatura superficiais mais altas na RU Centro, sendo que ocorre uma predominância de temperaturas superficiais nas faixas entre 20,6ºC e 24,8ºC para o dia 13/06/2018 e nas faixas acima de 27,9º para o dia 03/10/2018. A alteração dos valores se deve às estações do ano distintas e consequentemente diferentes taxas e ângulo de incidência da radiação solar em superfície. Comparando os dois mapas nas duas datações é possível perceber a diminuição das temperaturas de superfície em junho, porém o padrão de distribuição das temperaturas praticamente se repete nos dois meses analisados. Inclusive, pode-se observar uma grande mancha mais aquecida, demarcando uma ilha de calor de superfície (Figura 2).

Por meio da fotografia aérea e da imagem termal (figura 3), é possível perceber que as áreas com cobertura vegetal, as temperaturas de superfície tiveram valores mais baixos, na faixa de 18,6 a 20,1 (13/06/2018) e na faixa de 25,9 a 27,9 (02/10/2018), enquanto que para a área mais densamente edificada e impermeabilizada as temperaturas de superfície ficaram mais elevadas, devido aos materiais construtivos das edificações, (Figura 4) que tem por

predominância as telhas metálicas e lajes, a poluição gerada pelos automóveis, a geometria urbana que aprisiona o calor, e diminuem a circulação dos ventos, alta pavimentação das vias e pouca cobertura vegetal.

Destaca-se ainda que as áreas mais verticalizadas, apresentaram temperaturas de superfície mais amenas, na faixa de 20,6ºC a 22,7ºC (13/06/2018) e 27,9ºC a 29,9ºC (03/10/2018) (Figura 2 e Figura 4), esta situação pode ser explicada com base em Primavesi et al.(2007), que ressalta que em áreas com maior densidade de edificações muito elevadas, com edifícios muito próximos, uma edificação gera sombreamento na outra, repercutindo em nichos de temperaturas mais baixas, este fato ainda se confirma quando observa-se o mapa do dia 13/06, período no qual a inclinação dos raios solares é maior, repercutindo em maior área de sombra pelos edifícios e consequentemente uma maior área com temperaturas de superfície mais amenas.

A RU São Geraldo (Figura 4 e Figura 5) consiste em uma área ocupada por bairros periféricos, com um menor adensamento urbano, verticalização e ruas com menor fluxo de veículos, com uma cobertura vegetal mais expressiva levando ao registro de temperaturas superficiais mais amenas, quando comparadas aquelas estimadas para a RU Centro (Figura 2). Destaca-se as áreas de solo desnudo, que apresentaram as maiores faixas de temperatura de superfície nas duas datas estimadas

Quanto às demais feições aparentes é possível verificar a presença de cobertura vegetal e consequentemente uma faixa de temperaturas de superfície mais amenas sobre essas áreas (Figura 3). Evidenciando a influência da vegetação para o arrefecimento das temperaturas

superficiais. Quando esta cobertura vegetal é composta por pastagens, apresentaram um comportamento térmico variado nas duas datas analisadas.

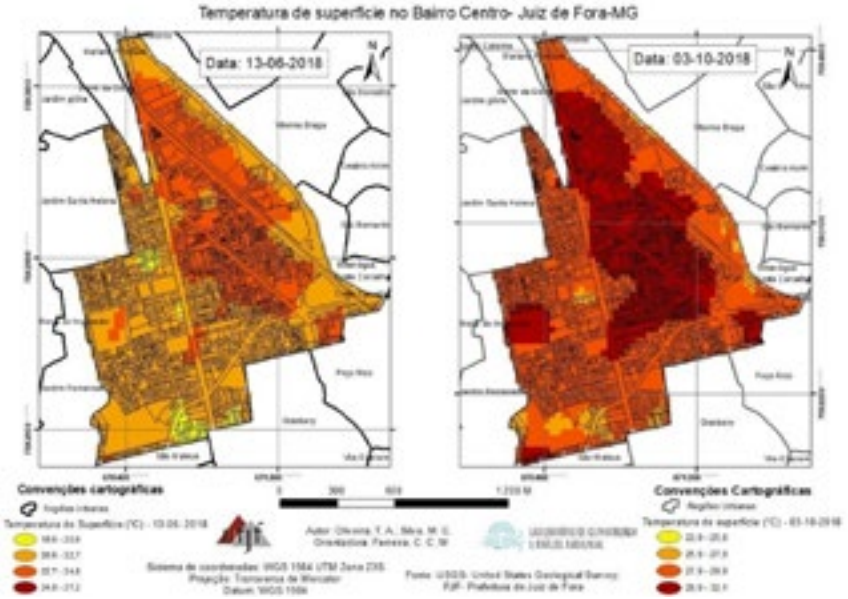


Figura 2 – Mapa de temperatura de superfície RU Centro

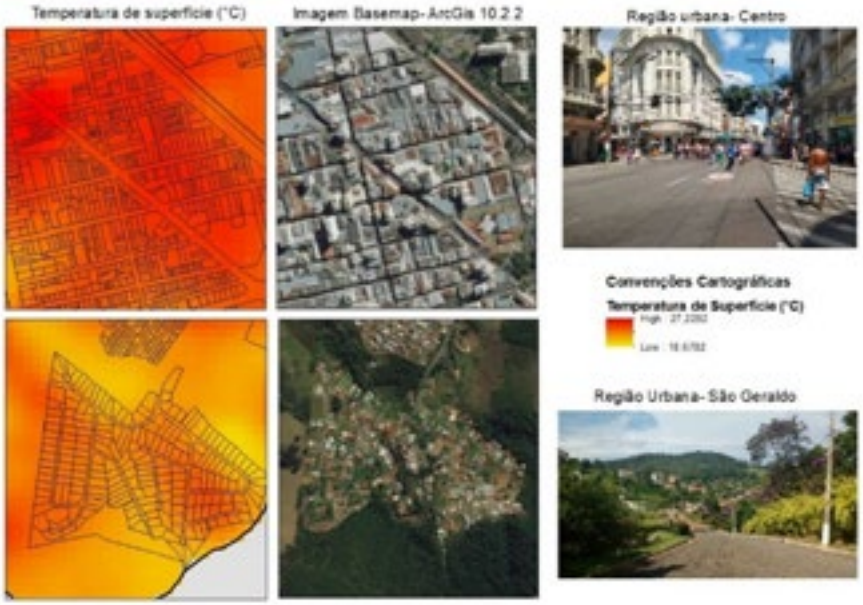


Figura 3- Relação entre a temperatura de superfície, e os Padrões de ocupação da terra para as RUs Centro e São Geraldo

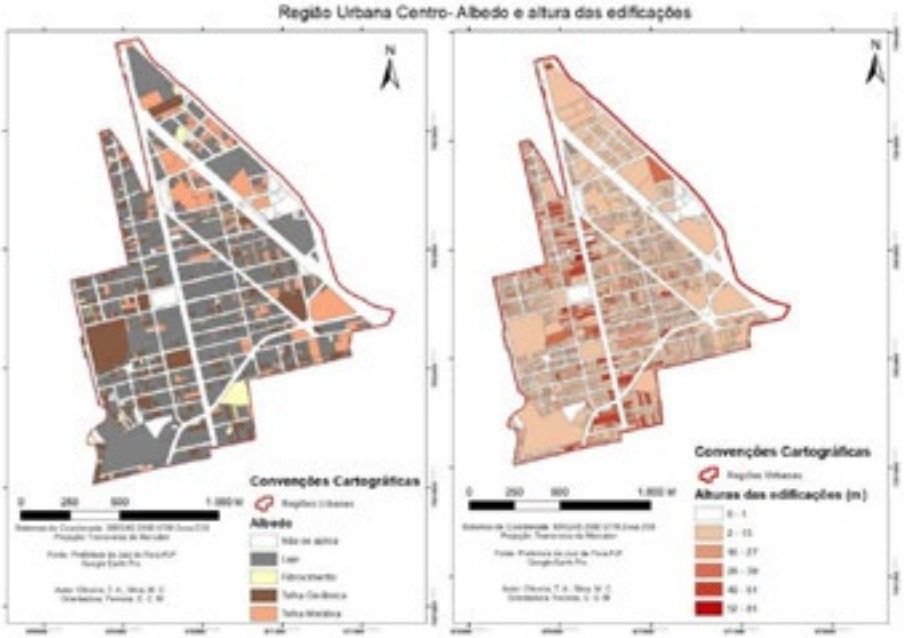


Figura 4- Mapa de Albedo e altura das edificações RU Centro.

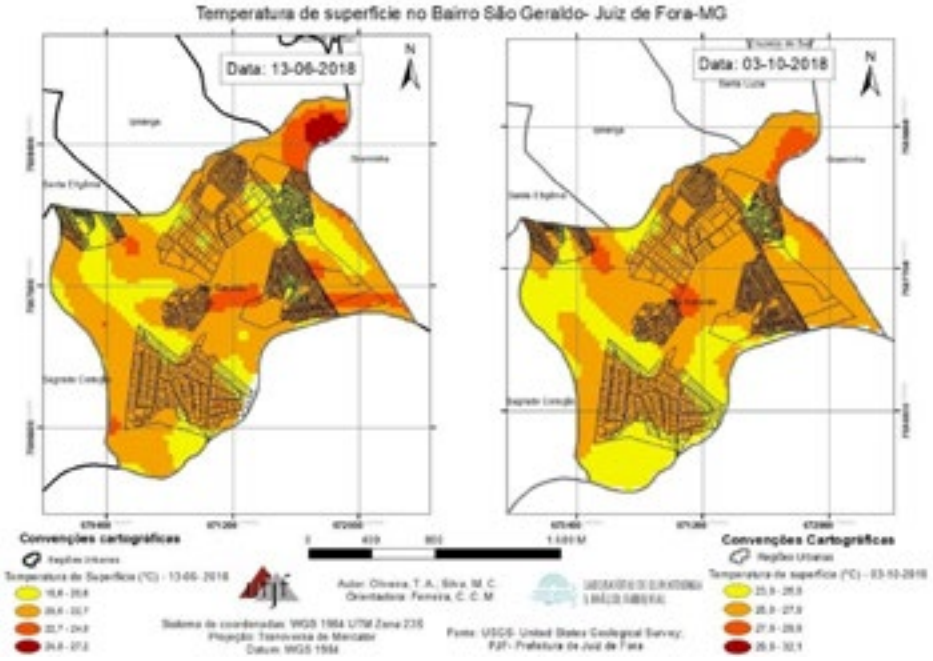


Figura 5 –Mapa de temperatura de superfície RU São Geraldo

Segundo Primavesi et al. (2007) esta situação pode estar relacionada as pastagens mais secas em junho, do que aquelas mais úmidas e irrigadas de outubro, o que provocaria uma menor evapotranspiração e maior fluxo de calor sensível em junho, ocasionando temperaturas superficiais mais elevadas, quando comparadas a um período com uma vegetação mais úmida Figura 5).

Além disso os tipos de coberturas das edificações apresentam maior taxa de albedo (Figura 6) e emissividade, devido à presença significativa de telhados construídos à base de materiais metálicos, cobrindo as residências e galpões ou em superfícies vítreas, apresentaram temperaturas amenas, esse fato se deve a baixa correlação positiva entre a temperatura cinética e a quantidade de fluxo radiado, além do decréscimo da emissividade, em função da alta rugosidade da superfície (SOUSA E FERREIRA 2012; JENSEN, 2009).

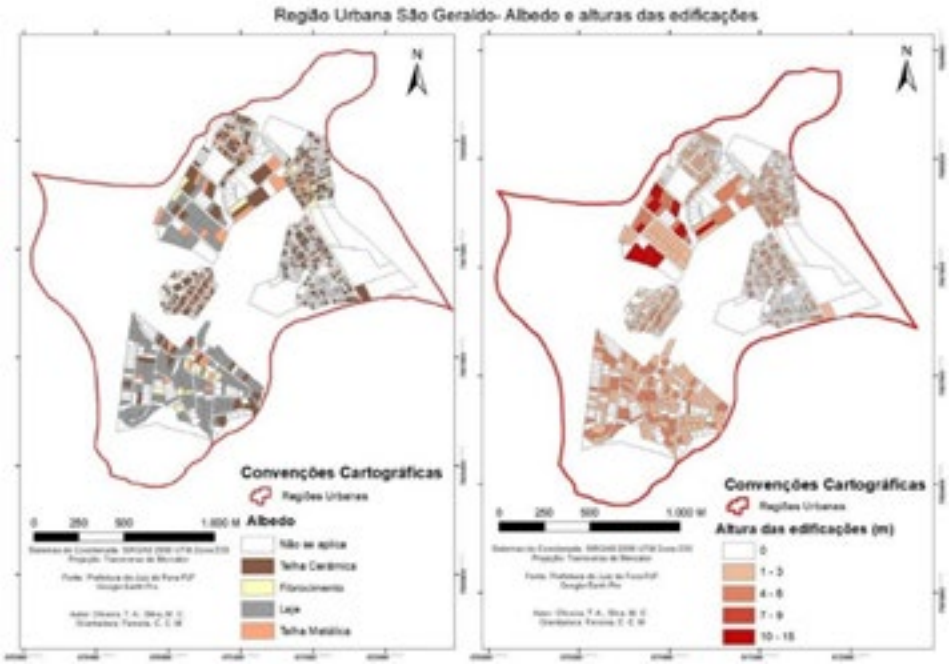


Figura 6- Mapa de Albedo e Altura das edificações RU São Geraldo

5- Considerações Finais

É possível observar através das cartas termais e fotografia aérea como a influência da vegetação interfere no processo de arrefecimento das temperaturas de superfície na Ru São Geraldo além do tipo de material construtivo usados nas residências, a interferência da geometria urbana, menor adensamento populacional e menor circulação de veículos demonstrando temperaturas mais amenas em uma das estações do ano, constituindo apenas temperaturas mais elevadas no inverno devido a campos de pastagens secos que elevaram a TST.

A análise feita através dos mapas de temperatura de superfície, em ambas RUs, evidencia a influência da urbanização mais intensa na RU Centro, devido ao seu caráter comercial e residencial, com intensa circulação de veículos e pessoas, com maior impermeabilização, falta de vegetação e a maior interferência da geometria urbana, além dos tipos de materiais construtivos demonstrando baixo albedo e emissividade, acarretando na maior absorção de radiação e concentração do calor no meio urbano. Demonstrando em uma faixa da cidade a formação de uma ilha de calor de superfície.

6- Referências bibliográficas

ALVES. E.D.L. Ilha de calor urbana em cidade de pequeno porte e a influência de variáveis geourbanas. **Revista Brasileira de Climatologia**- Goiás. - Vol.20- JAN/JUL 2017.

AMORIM, M. C.C.T. Intensidade da ilha de calor urbana em Presidente Prudente/SP: Episódio de Inverno. **Revista Geosul**, Florianópolis, v.20, n.39, p 65-82, jan /jun.2005.

_____. O clima urbano a partir do sensoriamento remoto e de registros da temperatura do ar. In: XIV Encuentro de Geógrafos de América Latina: reencuentro de saberes territoriales latinoamericanos, 2013, Lima. **Anais.**..Lima/Peru: UGI, 2013. p. 1-18. http://www.cbg2014.agb.org.br/resources/anais/1/1403878199_ARQUIVO_Completo_Larissaok.pdf

_____; CARDOSO, R. **Modelagem Espacial da ilha de calor urbana em Presidente Prudente (SP) -** Brasil. 2011- Vol.16- JAN/JUL 2015.

ARAÚJO.L.F, SOUSA.V.F, RAMPAZZO.C.R, UGEGA, JC. Clima urbano, padrões de ocupação e distribuição espacial da temperatura de superfície urbana nos períodos sazonais de verão e inverno em Cuiabá-MT (1988 e 2015). In:XIII Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica;2018, Juiz de Fora. **Anais**... Juiz de Fora: UFJF,2018, p. 251-260.

ASSIS, D.C. **Conforto Térmico associado às variáveis de cobertura da terra na região Central de Juiz de Fora- MG.** Dissertação de mestrado (em Geografia) programa de pós-graduação, em Geografia da Universidade Federal de Juiz de Fora, 2016.

DORIGON.L.P; AMORIM. M.C.C.T, Técnicas de sensoriamento remoto (temperatura a superfície e NDVI) aplicadas aos estudos de clima urbano, o exemplo de Paranavaí/PR. In: VII Congresso Brasileiro de Geógrafos. 2014, Vitória. **Anais**...Vitória: UFES,2014.

GARTLAND, L. **Ilhas de Calor**: São Paulo: Oficina de Textos,2010.

JENSEN, J. R., **Sensoriamento Remoto do Ambiente:** uma perspectiva em recursos terrestres, 2da Edição traduzida pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, São Paulo, Parêntese, 672 p., 2009.

MENDONÇA F.A. O clima e o planejamento urbano em Londrina: proposição metodológica e de intervenção urbana a partir do estudo**.** In: MONTEIRO, C.A.F. e MENDONÇA, F. **Clima Urbano**. 1° ed. São Paulo: Contexto.cap 3, p. 93-119.

MONTEIRO, C.A.F. e MENDONÇA, F. **Clima Urbano**. São Paulo: Contextos, 2003.

PIMENTEL, F.O. **Clima Urbano:** o Uso de modelos geoespaciais na investigação do conforto térmico em Juiz de Fora – MG. Dissertação de mestrado (em Geografia). Programa de pós-graduação em Geografia da Universidade Federal de Juiz de Fora, 2017.

PRIMAVESI, O.; ARZABE, C.; PEDREIRA, M. S. **Mudanças climáticas: visão tropical integrada tropical. São Carlos**, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2007.

RODRIGUES, A.S.R. **ATUAIS DINÂMICAS SOCIOESPACIAIS:** A HABITAÇÃO EM JUIZ DE FORA / MG. Dissertação de Mestrado (em geografia) Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2005.

SOUSA, S.B; FERREIRA, L.G. Análise da temperatura de superfície em ambientes urbanos: um estudo por meio de sensoriamento remoto no município de Goiânia, Goiás (2002 – 2011) », ***Confins*** [online], 15 | 2012, posto online no dia 18 junho 2012, consultado o 29 janeiro 2019. URL: http://journals.openedition.org/confins/7631; DOI: 10.4000/confins.7631.

_____; FERREIRA JUNIOR, L.G.F. Relação entre temperatura de superfície terrestre, índices espectrais e classes de cobertura da terra no município de Goiânia. **Ra'ega.** Curitiba, 2012.P.75-99.

OKE, T.R. City size and the heart island.**Atmospheric environmet**, v.7, p.769-779, 1973.

TASCA.L, **As contradições e complementariedades nas leis urbanas de Juiz de Fora: dos planos aos projetos de intervenção**. Tese de Doutorado (em Planejamento Urbano e Regional) programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e regional da Universidade Federal do Rio de Janeiro,2010.

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

Análise termohigrométrica em Floresta de Vegetação Arbórea no Pantanal do Abobral.

Henrique Silva Costa [a], Mauro Henrique Soares da Silva [b]

[a] Campus de Três Lagoas, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS/CPTL), henriquehscosta@gmail.com;

[b] Campus de Três Lagoas, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS/CPTL), mauro.soares@ufms.br

Eixo: 1. A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

O exposto trabalho objetiva analisar o comportamento termohigrométrico em Floresta de Vegetação Arbórea em cordilheiras no Pantanal. A pesquisa de campo decorreu nos dias 18 e 19 de setembro de 2018 na sub-região do Pantanal do Abobral no município de Corumbá-MS. Foram coletados dados climáticos como temperatura e umidade através da instalação de sensores Data Loggers em análise comparativa aos dados atmosféricos regionais de Corumbá, do mesmo período. Foram avaliados a dinâmica microclimática interna da cordilheira no qual verificou uma amplitude térmica de 8,8°C e oscilação dos níveis de umidade de 30,4%. A dinâmica externa apresentou amplitude de 14,5°C, enquanto que o índice de umidade chegou a oscilação de 45,5%. Os resultados obtidos evidenciam a relevância das cordilheiras, com sua vegetação densa para o microclima local, favorecendo ao equilíbrio termohigrométrico local e contribuindo para a preservação e manutenção da biodiversidade pantaneira.

Palavras-chave: Cordilheira; Microclima; Temperatura; Umidade.

Introdução

Situado no Centro-Oeste brasileiro, mais precisamente nos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul e em países como o Paraguai e a Bolívia com uma área estimada em cerca dos 150.000 Km², o Pantanal é uma planície de inundação constituída de depósito de sedimentos, tendo como principal recurso de escoamento hídrico a Bacia do Rio Paraguai, a qual se caracteriza por ser uma área extremamente úmida (HOFMANN, 2008).

Sob uma dinâmica de cheias das águas fluviais que ocorrem sazonalmente, principalmente do rio Paraguai, no Pantanal ocorre o encontro de quatro províncias fitogeográficas distintas (Amazônica, Atlântica, Chaco, Cerrados), (ADÁMOLI, 1982) apud (HOFMANN, 2008); Sendo assim, observa-se uma complexidade peculiar da formação vegetal e estrutural do Pantanal, pois ocorre neste "Complexo de Sistemas" a reunião das distintas formações vegetais de diferentes Biomas.

No Abobral, a sub-região compõem-se das drenagens dos sinuosos rios Abobral, Negro e o Miranda (Figura 1); a existência da oferta de atividades de turismo no local e o predomínio da pecuária como a principal atividade econômica.

Possui vegetação composta por campos limpos e sujos intercalados por cordilheiras e capões de cerrado esparsos. Além disso, o clima da região é caracterizado como tropical quente, apresentando estação seca e chuvosa, (RAVAGLIA ET AL, 2010), sendo o Verão chuvoso e o Inverno seco, típico do clima tropical, com temperatura média de 25°C a 26°C (ALVARENGA ET AL, 1982) apud (GRADELLA ET AL, 2004).

A oscilação térmica das cordilheiras fica em torno dos 9°C, o que configura uma oscilação térmica menor que a registrada na área de pastagem em seu entorno, por volta de 15°C (SILVA, 2017). O mesmo autor apresenta dados que mostram dinâmica semelhante em relação a umidade relativa do ar.

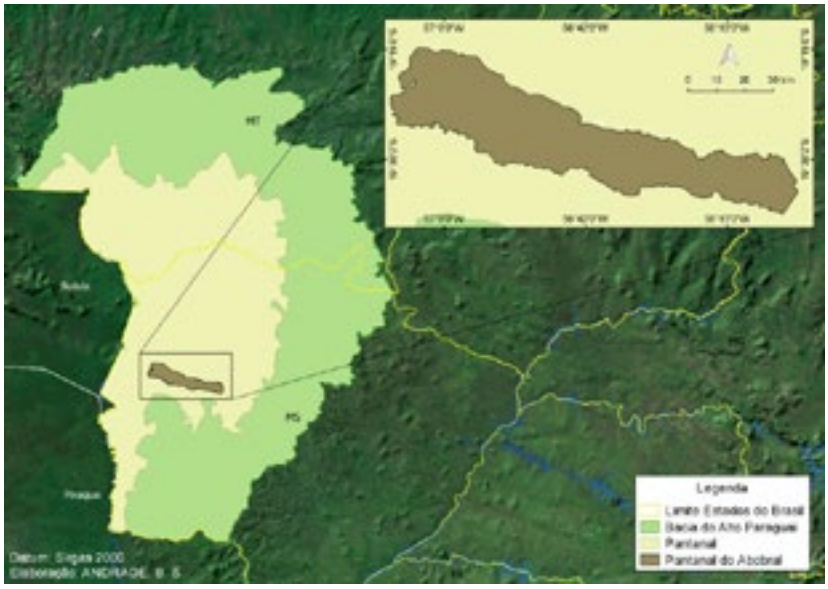


Figura 1 – Localização do Pantanal do Abobral. Fonte (Andrade, 2016)

Na sub-região do Pantanal do Abobral as unidades florestais de cobertura arbórea densa são consideradas de suma importância pelo seu potencial ecológico, ambiental e até mesmo econômico (SILVA, 2017). Destarte, a relevância em compreender as características térmicas das cordilheiras e o seu papel de significativa relevância na dinâmica do clima local para a manutenção da biodiversidade pantaneira e para a atividade de manejo sustentável da pecuária.

Deste modo, o objetivo desta pesquisa foi analisar tais unidades florestais no que concerne ao comportamento termohigrométrico da vegetação arbórea em uma cordilheira, na sub-região do Abobral, localizado no município de Corumbá, no Pantanal.

Materiais e Métodos

Foram realizadas coletas de dados, medidas e observações em campo nos dias 18 e 19 de setembro de 2018, onde, inicialmente houve a seleção prévia da cordilheira, através de imagens disponibilizados pelo software Google Earth tendo como critérios a forma e tamanho significativos, menor antropização possível da área, a localização e a viabilização do acesso à

cordilheira. Para monitoramento dos estados do tempo meteorológico nessa localidade foram instalados dois sensores Data Loggers HOBO U23 (Figura 01).

Figura 2 – Instalação do Sensor HOBO U23. **A**: Fixação do sensor em área de campo e pastagem (externa a cordilheira); **B**: Imagem do sensor após a fixação na área externa; **C**: Fixação do dispositivo no interior da cordilheira; **D**: Programação do sensor in situ para a coleta de dados.

Os referidos aparelhos foram fixados em estacas de PVC, no solo, a 1,5m de altura, em dois pontos distintos, um no interior e outro no exterior da cordilheira, em área de campo aberto, para registro de dados de temperatura e umidade, com intervalo de uma hora tendo como base a metodologia adaptada de (SOKOLOWSKI, ET AL, 2015) e (SILVA, ET AL, 2017). Salienta-se que com auxílio do software HOBOWARE®, houve a programação dos sensores para a captação das informações térmicas e a coleta e organização dos dados obtidos

Ainda em campo, a captação de imagens termográficas concentraram-se entre os horários de 12:00Hs à 14:00Hs, pois nesses horários é o momento em que a radiação solar atuam com maior incidência, no intuito de se analisar com maior propriedade a atuação da radiação solar, tal como o albedo, especificamente em comparação com os dados higrométricos obtidos pelos sensores fixos na área interna e externa a cordilheira.

Deste modo, como materiais empregou-se na pesquisa a utilização da Câmera termográfica Flir® que permitem a captação de imagens com recursos infravermelhos para a análise da radiância de elementos da superfície em ambientes internos e externos da cordilheira; uso de GPS Garmim® para orientação e localização da área de estudo; utilização de softwares como o Flir tools® para a transferência e organização das imagens térmicas coletadas; planilhas Excel® para a tabulação e organização dos dados e confecção de gráficos; e ainda Cartas Sinóticas para a análise de sistemas atmosféricos atuantes.

Para análise sinótica foram utilizados produtos disponíveis gratuitamente no site http://www.marinha.mil.br/chm/dados-do-smm-cartas-sinoticas/cartas-sinoticas da Marinha do Brasil com o intuito de averiguar a existência ou não de interferências atmosféricas no tempo local no período em que transcorreu a pesquisa; Imagens de satélite GOES 12 para a complementação das análises das frentes de massas, disponibilizados gratuitamente pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE/CPTEC através do site http://www.inmet.gov.br/satelites/.

Ainda de modo a obter análise comparativa foram adquiridos dados regionais de temperatura e umidade para a mesma escala temporal, por meio de downloads pelo INMET, da estação meteorológica regional próxima cuja estação está localizada no município de Corumbá-MS.

Resultados e Discussões

Na análise da carta sinótica das 12Z do dia 18/09 observa-se um sistema frontal aliado a centros de baixa pressão localizados a Sul do continente sul-americano. A Alta subtropical do Atlântico Sul atua com 1040 hPa em torno de 37°S/18°W. A Alta subtropical do Pacífico Sul atua em 1020 hPa, entrada em 25°S/90°W. No entanto, verifica-se um ponto de baixa pressão atuante no Centro-Oeste brasileiro, no estado de Goiás com valor de 1012 hPa localizado a 20°S/50°W.

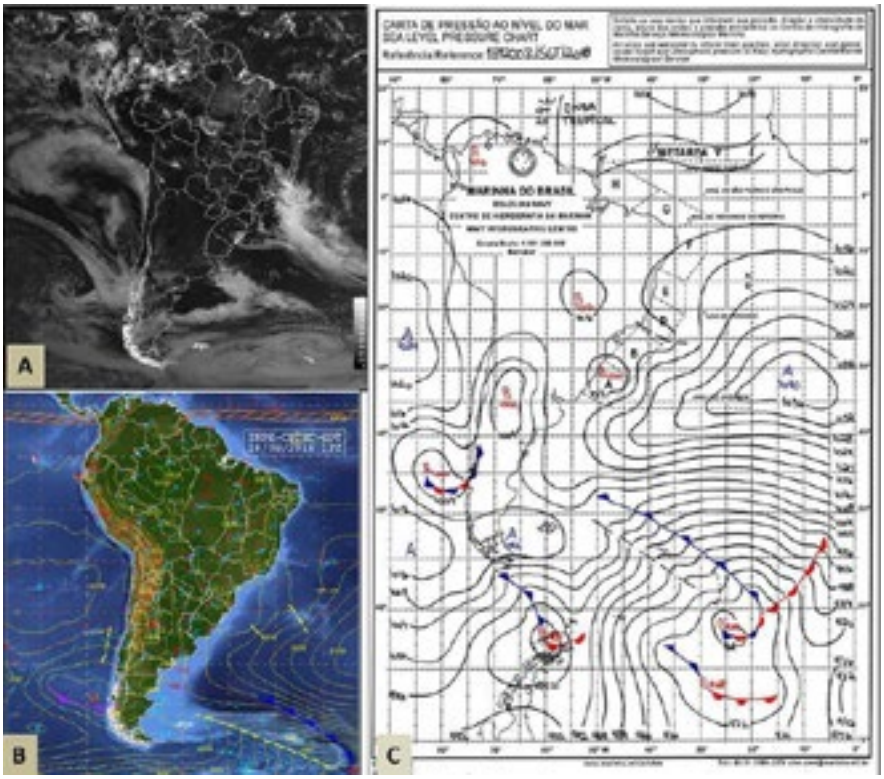


Figura 3 – Representação da dinâmica climática na América do Sul. A: Imagem de satélite GOES 12; B: Carta sinótica INPE/CPTEC de 18/09/2018; C: Carta de Pressão da Marinha do Brasil de 18/09/2018.

Já às 00Z do dia 19/09 constata-se um sistema frontal, com frente fria atuando na província de Buenos Aires, na Argentina. Presencia-se uma frente fria no Oceano Atlântico Sul. Sobre o Oceano Pacífico, observa-se um sistema frontal ao sul em torno de 34°S. A Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) atua com 1040 hPa, centrada em torno de 35°S/15°W. A Alta Subtropical do Pacífico Sul (ASPS) atua com 1020 hPa, centrada em torno de 27°S/88°W. Contudo não é observado instabilidades atmosféricas ligadas aos índices barométricos na área central do território brasileiro.

Em detrimento da dinâmica atmosférica atuante nos respectivos dias em que transcorreu a coleta de dados da pesquisa em campo, considera-se a área de estudo submetida

a tempo estável, de céu aberto, contribuindo para a atividade preponderante dos raios solares durante o decorrer do dia, na relação atribuída ao Sistema Superfície-Atmosfera.

Assim, observou-se que, na área de cordilheira, a temperatura mínima registrada foi de 23,7°C as 04:00Hs vindo de decréscimo de temperatura ao longo da madrugada. Com o início das atividades solares a temperatura eleva-se durante o período matinal, alcançando o valor máximo da temperatura de 32,5°C as 13:00Hs. A umidade máxima registrada foi de 87,9% as 04:00Hs e no decorrer do dia houve subtração dos índices, atingindo o valor mínimo de 57,5% as 13:00Hs de umidade. (Figura 4).

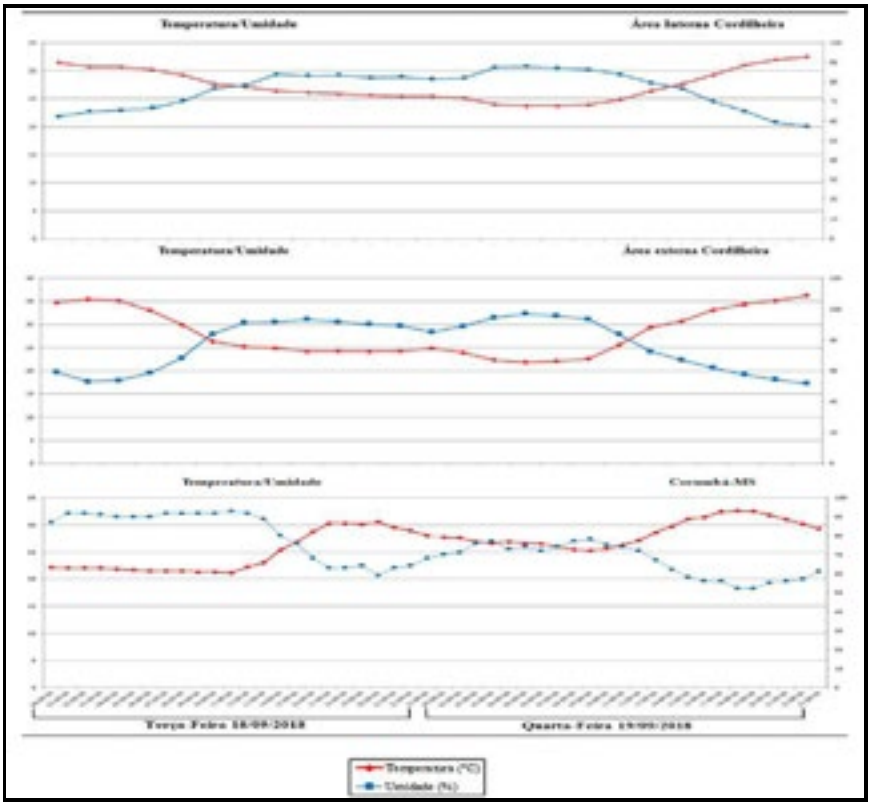


Figura 4 – Variação térmohigrométrica para o período de 18 a 19 de setembro 2018.

Nos dados coletados da área externa da cordilheira (campo com pastagem) observa-se que a temperatura mínima obtida chegou a 21,8°C as 04:00Hs e, com o início das atividades

solares, as 06:00Hs nota-se uma ascensão acentuada dos níveis de temperatura chegando ao pico máximo de 36,3°C as 13:00Hs, ambas no dia 19/09. Os índices de umidade relativa do ar na área externa apontam para o registro máximo de 97,2% as 04:00Hs e durante o período matinal constata-se queda, chegando ao mínimo de 51,7% as 13:00Hs.

Em contrapartida, regionalmente, constatou-se que a temperatura instantânea registrada chegou a 21,1°C as 11:00Hs do dia 18/09 e temperatura máxima instantânea de 32,6°C as 18:00Hs do dia 19/09.

Verifica-se que os elementos climáticos de temperatura e umidade mensurada externa e internamente na cordilheira obtiveram semelhança referente aos horários no qual alcançaram os maiores e menores índices, sendo as 04:00Hs o momento em que se registrou os maiores valores para umidade e menores para a temperatura e as 13:00Hs o horário em que se registrou menor umidade e maior temperatura.

Contudo, é observável que na parte interna da cordilheira existe um comportamento térmico distinta da área de campo com pastagem em que consiste na manutenção da umidade, uma vez que na área de Campo com pastagem ocorre uma perca acentuada de umidade no decorrer do dia em decorrência, sobretudo pela carência de vegetação arbórea nessas localidades.

Ao que concerne à temperatura analisa-se distintas dinâmicas de perda de energia solar em horários específicos, atuando diretamente nos índices térmicos. Na área externa da cordilheira as 17:00Hs fora mensurada o valor de 30,0°C, ocorrendo o decréscimo de 3,6°C no intervalo de uma hora, chegando a 26,4°C as 18:00Hs. Internamente na cordilheira, nos mesmos horários e intervalo de tempo, houve uma subtração da temperatura de 1,5°C, isto é, de 29,2°C as 17:00Hs para 27,7°C as 18:00Hs. No decorrer do período noturno e no avançar da madrugada nota-se que em campo com pastagem obteve médias de temperatura menor em comparação com a vegetação arbórea mensurada na cordilheira, em torno de 1,49°C.

Sob a presença de vegetações densas, a cordilheira mostra uma capacidade de retenção térmica em seu ambiente interno na ausência das atividades solares superior aos campos com pastagem. Com início das atividades solares as médias de temperatura se invertem, ocasionando um salto abrupto dos índices de temperatura nas áreas circunvizinhas. Em intervalo de uma hora, no início do período matutino, tem-se as 07:00Hs com 25,5°C e aumentando para 29,4°C as 08:00Hs, sendo uma ascensão de 3,9°C de temperatura. Na cordilheira, sob o mesmo horário e intervalo de tempo, obteve-se um acréscimo dos índices de temperatura de 1,6°C, passando de 24,8°C as 07:00Hs para 26,4°C as 08:00Hs.

De acordo com Hofmann (2008) nas formações mais densas nem a radiação nem o vento conseguem uma penetração tão significativa, por esse motivo os níveis próximos do solo permanecem mais frescos e com maior umidade. A grande quantidade de materiais orgânicos em decomposição e a intensa presença de serapilheira no solo da cordilheira contribuem de sobremaneira na permanência dos níveis de umidade alta do solo, e consequentemente, a do ar.

Partindo desse pressuposto, a análise das imagens termográficas, revela que o nível de refletância advindo das incidências dos raios solares, na área de estudo, está diretamente relacionado à exposição do material arenoso da cobertura pedológica característica da região, a presença de água neste material e, sobretudo, de material orgânico.

Assim evidenciaram-se pontos de alta reflectância no interior da cordilheira, ligado à exposição de material arenoso, seco, submetido à alta incidência da radiação solar devido à ausência de cobertura por copa das árvores, causando deficiência no sombreamento de pontos específicos do interior da cordilheira. Nesses pontos, a termografia revela índices térmicos possíveis de chegar até 5°C superior à área de campo e pastagem, com tudo por estar diretamente relacionado com a cobertura das copas durante o dia essa dinâmica pode ser alterada pela orientação e posição do sol. (Figura 5)

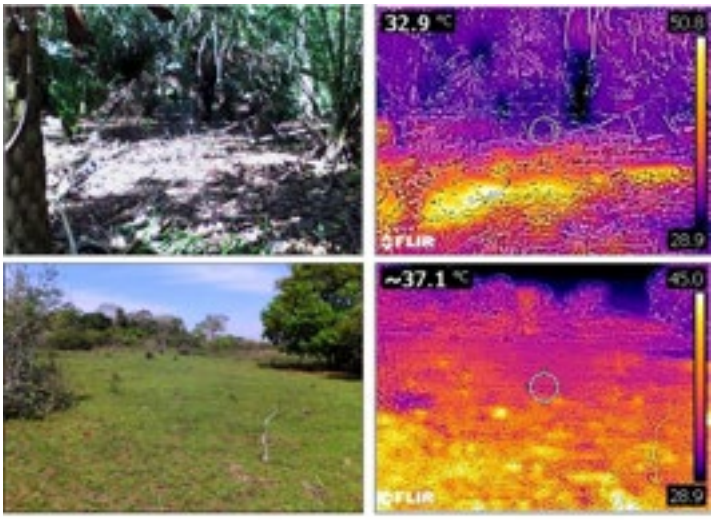


Figura 5 – Termografia dos pontos de análise.

Contudo, na área de campo com pastagem a carência de vegetações densas propicia o aquecimento intenso oriundo da ação massiva da energia solar diretamente no solo, o que decorre em perdas acentuadas de umidade e aumento abrupto dos índices de temperatura.

Apura-se, portanto, a singular propriedade térmica que ambientes de florestas densas possuem. Com isso, a cordilheira demonstra o seu papel relevante para a manutenção da biodiversidade pantaneira e o microclima local, pois se denota a capacidade de áreas florestais em manter seu ambiente interno fresco e úmido refletindo assim na relevância destes ambientes para a diversificada biota pantaneira.

Por conseguinte ratifica-se a afirmação de (SILVA, 2017) em que o alto potencial de regulação termohigrotérmico de áreas florestadas frente a sistemas frontais com cargas de umidade e diminuição de temperatura encontra-se como atributos pertinentes das cordilheiras por concentrarem florestas de vegetações arbóreas densas que garantem de sobremaneira a manutenção da biodiversidade eficientemente tornando-se assim uma localidade de extrema importância para a biota, além de proporcionar de forma significativa ambientes de refúgio e instalação da tradicional pecuária de forma sustentável.

Considerações finais

As oscilações de temperatura e umidade mostram-se menor em ambiente interno de cordilheira, alcançando 8,8°C e 30,4% respectivamente, muito próximo aos dados regionais, enquanto que em campo com pastagem a oscilação foi de 14,5°C e 45,5% respectivamente.

A presença da cobertura arbórea está diretamente ligada a tais condições termohigrométricas no interior da cordilheira, sendo que a copa das árvores atua na relação com a incidência solar de forma significativa e quando apresentam carência pode atuar de forma a causar desequilíbrio térmico dentro destes ambientes. Acentua-se assim a necessidade de proteção de tais unidades de paisagem.

Frente ao uso de solo mediante a atividade pecuária em que consiste em manejo que ameaçam a biodiversidade local pela substituição da vegetação arbórea pela aplicação de pastagens com gramíneas introduzidas, as cordilheiras sofrem investidas degradativas para a o aumento de terras disponíveis para o efetivo bovino, porém a devastação, além de ser uma ameaça para a própria atividade em questão, bravata a biota local.

Portanto, torna-se evidente a relevância em compreender a dinâmica microclimática que ocorre nas cordilheiras, ambientes de florestas arbóreas que contribuem para o clima local tanto como para a preservação destes ambientes e para a biodiversidade pantaneira.

Agradecimentos

A CAPES e a UFMS pela oferta da bolsa de iniciação científica;

Referências Bibliográficas

ANDRADE. B. S.; **Análise da paisagem de ambientes florestais não inundáveis no Pantanal do Abobral, Mato Grosso do Sul.** Mato Grosso do Sul, Dissertação de Mestrado

em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional, Universidade Anhanguera-UNIDERP. Campo Grande. 2017.

GRADELLA, F. S; SAKAMOTO, A. Y; BARBIERO, L; NETO**; Microclima no Pantanal da Nhecolândia, MS: lagoa salina da fazenda Santo Inácio e lagoa da salina da Reserva da fazenda Nhumirim/Embrapa Pantanal.** IV Simpósio sobre recursos naturais e socioeconômicos do Pantanal. Corumbá/MS. 23 a 24 de Novembro de 2004.

HOFMANN, G. S; **Relações entre a temperatura do ar e a estrutura de formações vegetais no norte do pantanal do Mato Grosso.** Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul-UFRGS. Porto Alegre. Abril de 2008.

RAVAGLIA, A. G.; SANTOS, S. A.; PELLEGRIN, L. A.; RODELA, L. G.; BARBOSA, A. de J. **Classificação preliminar das paisagens da sub-região do Abobral, Pantanal, usando imagens de satélite.** Corumbá: Embrapa Pantanal, 2010. 4 p. (Embrapa Pantanal. Comunicado Técnico, 82). . Acesso em: 14 de Novembro de 2018.

SILVA, M. H. S; GRADELLA, F.S; DECCO, H. F; **Estudo comparativo das variações microclimáticas em distintas unidades da paisagem no pantanal do abobral em Mato Grosso do Sul.** Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros-AGB seção Três Lagoas/MS n°26, Ano 14, Novembro de 2017.

SILVA, M. H. S; **O Pantanal sul mato-grossense um meio ambiente territorializado.** Periódico eletrônico IX fórum ambiental da alta paulista. Expansão e produção rural X Sustentabilidade. Vol. 9; n° 7; Pag. 149-166; 2013.

SOKOLOWSKI, H. G. S ET AL; **Dinâmica Microclimática e suas conexões com os sistemas atmosféricos nas unidades de paisagem, Pantanal da Nhecolândia, MS: Caso do dia 22 a 28 de Julho de 2014.** Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista, Volume 11, n°5, ANAP, Tupã-SP, 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

ASPECTOS E A INFLUÊNCIA DA VARIABILIDADE PLUVIOMÉTRICA NA PRODUTIVIDADE DA CULTURA DE FEIJÃO (*PHASEOLUS VULGARIS*) EM MONTE SANTO - BA NO PERÍODO DE 1996 A 2006

Raissa Ribeiro Costa [(a)], Jémison Mattos dos Santos[(a)]

[(a)]Departamento de Ciências Humanas e Filosofia, Universidade Estadual de Feira de Santana, raissa.rib.costa2015@gmail.com, jemisons@uefs.br

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

A viariabilidade climática é um fator determinante que afeta diversas atividades humanas, principalmente, aquelas relacionadas com a agricultura. A cultura do feijão, no município de Monte Santo – Ba, revela essa forte relação entre as precipitações e a produtividade. Nesse sentido, o objetivo principal é estabelecer uma análise entre a variabilidade pluviométrica e a produtividade no período de 1996 a 2006. A metodologia utilizada refere-se inicialmente ao levantamento de dados de pluviosidade e produtividade (no INMET e IBGE, respectivamente) para o período supracitado. A partir da sistematização e interpretação desses dados, foi possível concluir que a precipitação exerce influencia direta no aumeno ou redução da produtividade do cultivo do feijão.

Palavras chave: Semiárido; Variabilidade pluviométrica; Produtividade; Agricultura de sequeiro.

1. Introdução

O clima tem sua importância quando se trata de grande parte das atividades humanas, principalmente, aquelas relacionadas ao crescimento, desenvolvimento e produtividade das culturas agrícolas. A variabilidade climática influencia diretamente na produção agrícola e, em alguns casos, como no semiárido baiano, juntamente com outros fatores, constitui-se uma variável bastante importante.

Ayoade (2007) também afirma que os elementos atmosféricos, podem alternar ao longo do processo de cultivo, ou seja, sempre sujeito às incertezas. Dentre os elementos atmosféricos, a precipitação pode apresentar grande variabilidade espaço-temporal, fazendo com que ocorra perdas na produção/produtividade agrícolas.

A região do semiárido brasileiro apresenta um regime climático marcado por longos períodos de estiagem e eventos de seca, que se repetem com uma frequência maior do que a encontrada em muitos outros ambientes do país (AB' SÁBER, 2003). Dessa forma, essa região possui características interessantes para relacionar o clima com a produtividade.

Diante das características mencionadas, anteriormente, selecionou-se o município de Monte Santo que fica localizado no norte do estado da Bahia, mais precisamente a 352 km de Salvador, pertencente ao território de identidade do Sisal. Apresenta uma população de 51.953 hab (IBGE, 2017), em uma área de 3.034,198 km² (IBGE, 2016) e com altitude de 464.6 metros (INMET, 2017). O clima de Monte Santo é semiárido, com estações que apresentam temperatura que variam de muito elevadas até amenas (temperatura média de 25.1°c) e pluviosidade reduzida, variada ao longo do ano. Segundo Köppen e Geiger, a classificação do clima deste território é BSh (ALVARES et. al, 2013; INMET, 2018).

2. Materiais e Métodos

De início foi realizada uma revisão bibliográfica sobre os conceitos norteadores do tema para fundamentar o embasamento teórico-metodológico, sendo eles: clima, semiárido, produtividade e agricultura de sequeiro. Em seguida, fez-se um levantamento dos dados de precipitação pluviométrica referente ao período de 1996 a 2006, através do site do Instituto Brasileiro de Meteorologia (INMET); além do levantamento de dados de produção, produtividade e área plantada, veiculados na Pesquisa Agrícola Municipal e retirados do Sistema IBGE de Recuperação de Automática (SIDRA), ambos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Depois, ocorreu a sistematização do conjunto de dados por meio da coleta e tabulação em planilha eletrônica da Microsoft Excel 2019 (Office 365). Esses dados foram organizados em tabelas e gráficos, mostrando a média anual, tendência linear; além de elaborar o balanço hídrico com capacidade de campo de 100 mm. Por fim, foi feita uma análise e discussão

relacionando os dados trabalhados (precipitação e produtividade), visando produzir informações e conclusões significativas acerca do tema proposto.

3. Resultados e Discussões

A pluviosidade é crucial para auxiliar no entendimento do comportamento da cultura do feijão, ao longo da década, em questão, principalmente, nos períodos de estiagem. Na figura 1 (a), observa-se que o comportamento das chuvas apresenta uma irregularidade expressiva. Nota-se também que os anos de 1997, 2000 e 2005 (respectivamente, 783.9 mm, 753.3 mm e 866.6 mm) exibiram valores de pluviosidade elevados, comparados aos outros anos da série. E os anos de 1996, 1998 e 2001 (respectivamente, 478.3 mm, 453.3 mm e 449.4 mm) que mostram baixos valores de pluviosidade.

Chama-se a atenção para o total anual de chuvas de 1996, em relação ao total anual de 2006, que aumentou de 478.3 mm para 719.4 mm, variando 241.1 mm (33.5%).

Na figura 1 (b) nota-se, que ao longo dos onze anos estudados, os meses de janeiro, março e dezembro foram os mais chuvosos no período em questão, valores de 876.5 mm, 699.8 mm e 791.9 mm cada. Já os meses de agosto, setembro e outubro destacam-se como os menos chuvosos (outubro - valores abaixo dos 150 mm). Portanto, afirma-se que Monte Santo possui um trimestre mais chuvoso (início em janeiro) e, outro trimestre menos chuvoso (início em agosto). A linha de tendência (positiva) exibe uma fraca correlação, pois o valor de R-quadrado foi igual a 0.1393.

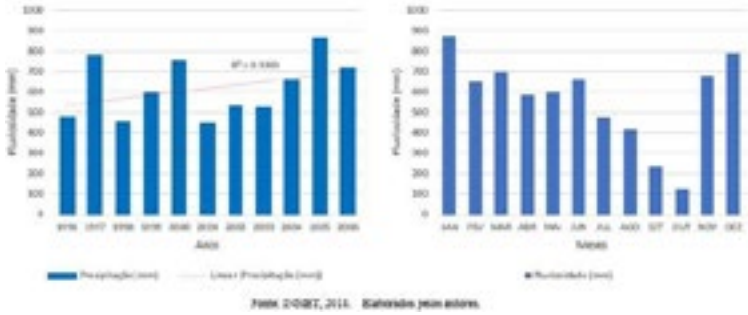


Figura 1 – (a) gráfico à esquerda - Precipitação Anual Total (mm) de Monte Santo (BA) – 1996 a 2006; (b) gráfico à direita – Média da Precipitação Pluviométrica Mensal (mm) de Monte Santo (BA) – 1996 a 2006.

Na figura 2 (a) observa-se que a produção agrícola de 1996 obteve uma produção de 10260 toneladas, apesar de ter sido plantada uma área de 19000 hectares; e o ano de 2006 produziu 6060 toneladas, tendo 15300 hectares de área plantada. Os anos de maior destaque foram 1999 e 2003. Em 1999, a área plantada foi uma das maiores da série com 20000 hectares, porém observa-se que um baixo valor da produção (108 toneladas). Já para 2003, tem-se uma das menores áreas plantadas (8100 hectares). Em contrapartida verificou-se um maior valor da produção (5800 toneladas). A figura 2 (b) confirma uma relação direta entre valores de precipitação e produtividade agrícola.

Já para 1997, 2000 e 2005, a precipitação apresentou valores mais elevados (respectivamente 783.9, 756.3 e 866.6 mm) e, entre os anos de 1996, 1998 e 2001 notam-se baixos valores (478.3, 453.3 e 449.4 mm).

Em relação a produtividade, destacou-se o ano de 2005 (717.8 kg/hec) em relação a 2002 (valor de 35.4 kg/hec), que exibiu uma baixa produtividade, mesmo observando valores elevados de precipitação para 2002 (530.2 mm). E já em 2005 (866.6 mm) com um valor elevado de chuva, consequentemente, tem-se o aumento, na produtividade (fig. 2 (b)).

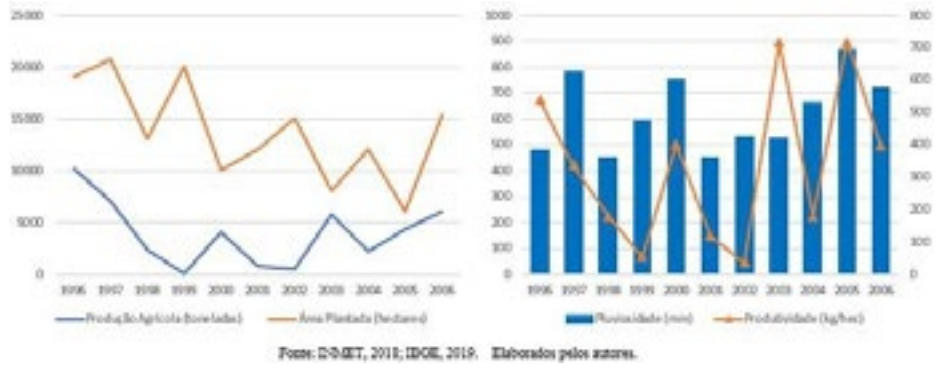


Figura 2 – (a) gráfico à esquerda - Produtividade Agrícola de Monte Santo (BA) – 1996 a 2006; (b) gráfico à direita – Relação entre Precipitação Pluviométrica e Produtividade Agrícola do Feijão em Monte Santo (BA) – 1996 a 2006.

4. Considerações Finais

A análise da precipitação no município de Monte Santo – Ba demonstra uma significativa influência na produtividade agrícola, principalmente, no que diz respeito a essa cultura de sequeiro. O cultivo municipal de feijão confirma a importância dessa relação.

Existe uma expressiva associação entre a elevação da quantidade de chuva e o aumento da produtividade. Para Monte Santo os valores mais expressivos verificados foram nos anos de 1998, 1999, 2001, 2002 e 2005.

Os dados levantados não foram apresentados sobre a forma de tabela e do balanço hídrico, pois ultrapassaria o tamanho especificado pelo evento. Qualquer informação, por favor entrar em contato com os autores.

5. Referências Bibliográficas

AB' SABER, A. N. **O domínio morfoclimático das caatingas brasileiras**. Geomorfologia, n. 43, p. 1-39, 1974.

ALVARES, Clayton Alcarde et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, [s.l.], v. 22, n. 6, p.711-728, 1 dez. 2013. Schweizerbart.

AYOADE, J. O. **Introdução à Climatologia para os Trópicos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 1988.

IBGE, **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <www.cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/monte-santo/pesquisa/24/27745>. Acesso em: 28/03/2018.

INMET, **Instituto Nacional de Meteorologia**. Disponível: <www.inmet.gov.br>. Acesso em: 26/03/2018.

SIDRA, **Sistema IBGE de Recuperação Automática**. Disponível em: <www.sidra.ibge.gov.br/home/lspa/brasil>. Acesso em: 30/01/2019.

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

BACIA DO RIO PIRAQUÊ-CABUÇU E AS INUNDAÇÕES DO DIA QUINZE DE FEVEREIRO DE 2018

Ian Verdan da Silva [(a)], Antonio Carlos Oscar Junior [(b)]

[(a)] Geografia Física/Universidade do Estado do Rio de Janeiro, ianverdan2@gmail.com

[(b)] Geografia Física/Universidade do Estado do Rio de Janeiro, antonio.junior@uerj.br

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

O presente estudo teve por objetivo compreender as motivações e implicações do evento ocorrido no dia quinze de fevereiro de 2018, o qual deflagrou inundações na bacia do rio Piraquê-Cabuçu, zona oeste do municipio do Rio de Janeiro, através da aplicação do método da análise rítmica. Nesse sentido, o trabalho fez o levantamento das principais características do fenômeno, buscando individualizar os tipos de tempo atmosféricos, através do acompanhamento de seus ritmos, bem como sua repercussão no espaço urbano. Para consecução do objetivo, no que tange ao arcabouço metodológico, o estudo lançou mão da utilização das cartas sinóticas e dados meteorológicos, buscando associar os processos deflagradores do evento, sem desconsiderar sua consequência à configuração dos bairros, deveras antropizados. Contudo, o evento foi ocasionado pelo encontro de uma área de baixa pressão carregada de umidade, com temperaturas amenas oriundas de um sistema frontal, dando a configuração ideal para a condensação e precipitação.

Palavras chave: análise rítmica, inundação, rio Piraquê-Cabuçu.

1. Indrudução

O Rio de Janeiro caracteriza-se pelo domínio climático tropical atlântico, cujas principais características são a presença de uma estação quente e úmida, marcada por um período chuvoso, o qual atinge mais de cem milímetros de precipitação por mês; e outra época seca no inverno, cujos índices

precipitativos dificilmente atingem a casa dos de sessenta milímetros. Esses aspectos naturais fazem da água o principal problema ambiental para a cidade, segundo aponta Abreu (1992), por um lado a escassez de água para o abastecimento afligia a cidade na época de estiagem, e por outro, o excesso causa transtornos e perdas na temporada das chuvas torrenciais. Dessa forma, desde seus primórdios até os dias atuais a cidade sofre em consequência das constantes precipitação, as quais, entre muitas implicações, geram periódicos transtornos de ordem urbana em função de inundações e alagamentos.

Brandão (1997, p. 23) evidencia que "a preocupação com as enchentes no Rio é antiga e faz parte da própria história da cidade", os relatos mais velhos datam do século XVIII, antes mesmo da transferência da corte portuguesa para o Brasil. O primeiro evento, ao qual se tem informações, ocorreu no dia quatro de abril de 1756, quando um grande temporal com fortes ventos desolou a cidade por três longos dias. Segundo relatos, todo sítio urbano ficou inundado, inúmeras pessoas morreram, dois dias após o temporal era possível navegar de canoa do Cais do Valongo até a Sé, conforme evidencia a obra de José Vieira Fazenda, Antiqualhas e Memórias do Rio de Janeiro (1921).

Dessa forma, nota-se que as inundações não fazem parte apenas do contexto hodierno da cidade, mas sim, são problemas que se propagam ao logo de sua história, desde o século XVIII até os dias atuais. Do ponto de vista climatológico, é possível relacionar tais eventos com grandes totais preceptivos que se distribuem em um curto período, sobretudo aqueles com maior magnitude, possibilitando uma correlação direta com as inundações urbanas. Nas ultimas decadas observamos sinais de mudança de tendência na distribuição das chuvas, sobretudo para o mês de fevereiro, outrora o mês do verão com menores totais pluviometricos dada a ocorrência de veranicos (BERNARDES, 1953) e nos ultimos anos, registrando os maiores acumulados de chuva em 24 horas, como exemplo, o evento em tela, do dia quatorze de fevereiro de 2018.

Nesta perspectiva, o trabalho tem como objetivo geral compreender de maneira dinâmica as motivações e implicações do evento ocorrido no dia quatorze de fevereiro de 2018, o qual deflagrou inundações na bacia do rio Piraquê-Cabuçu, através da aplicação do método da análise rítmica. Dentre os objetivos específicos destaca-se analisar as cartas sinóticas fornecidas pela Marinha do Brasil.

1.1. Caracterização da área de estudo

O rio Piraquê-Cabuçu localiza-se na Zona Oeste do município do Rio de Janeiro, conforme evidenciado na figura 1, sua nascente encontra-se no morro do Lameirão, no Parque Estadual da Pedra Branca, e sua foz na Baía de Sepetiba. A área de drenagem é de aproximadamente 108 km², abrangendo os bairros de Senador Vasconcelos, Campo Grande, Guaratiba, Inhoaíba e Pedra de Guaratiba, além de Senador Camará e Santíssimo, inseridos na macrozonas de ocupação assistida e ocupação condicionada, conforme definido pelo Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável da Cidade do Rio de Janeiro, mostrado na figura 2.

Figura 1 – Mapa de localização da bacia do Piraquê-Cabuçu, nas bacias de drenagem do município do Rio de Janeiro.

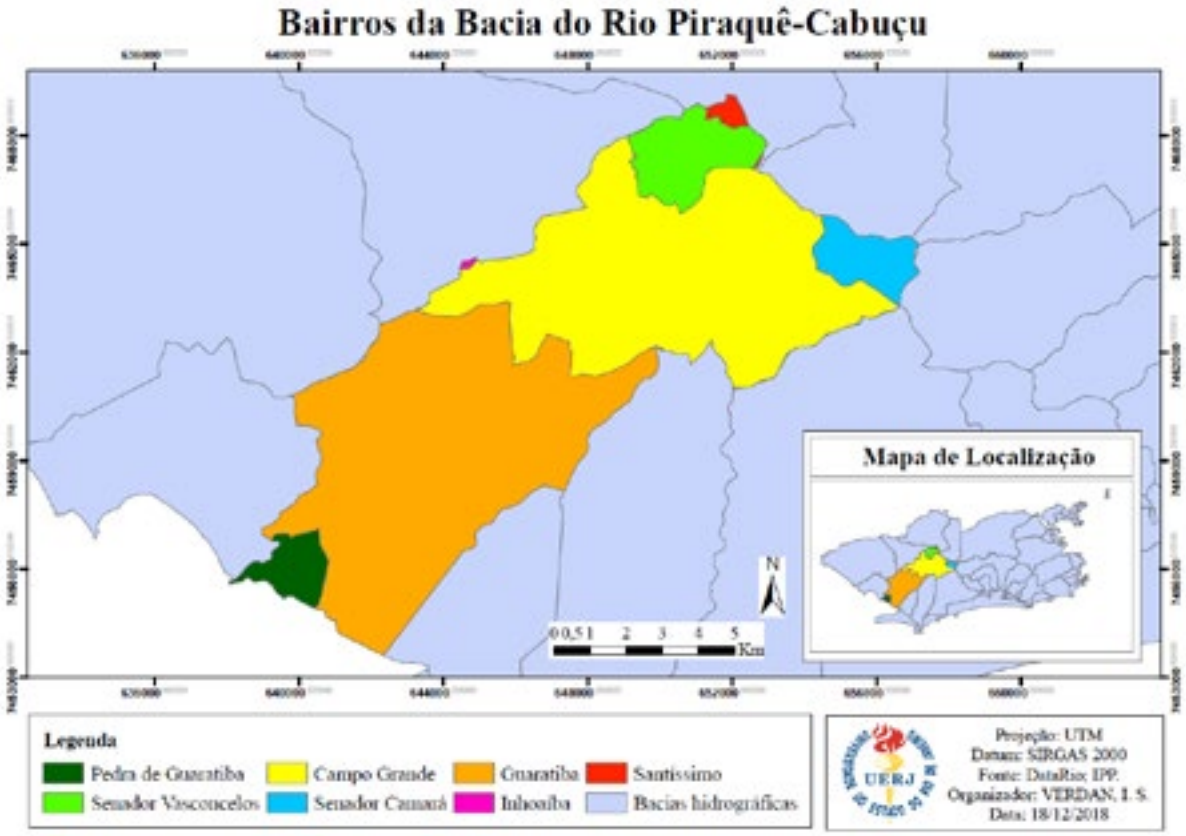


Figura 2 – Mapa de localização dos bairros da bacia do Piraquê-Cabuçu.

Na bacia observa-se a existência de grandes terrenos cujas cotas altimétricas encontram-se abaixo de 5 metros de altura, a mais de 10 km de distância da costa, como é o caso de todo o baixo curso do rio, segundo mostra na figura 3. Outra característica relevante diz respeito ao solo e a vegetação nativa, inicialmente está área era coberta com uma extensa e densa cobertura de mangue, a qual estava sobreposta em um gleissolo, que possui como característica básica o hidromorfismo de ferro e alumínio, esta configuração natural, por si só, já denota que o local constantemente fica inundado, impossibilitando a ocupação do mesmo, porém não é isto que se verifica na prática. Esta configuração dos atributos físicos, acrescida a grandes eventos precipitativos que se distribuem em um curto período ocasionam inundações generalizadas, evidenciando a vulnerabilidade do sistema, e o constante risco ao qual a população está sujeita.

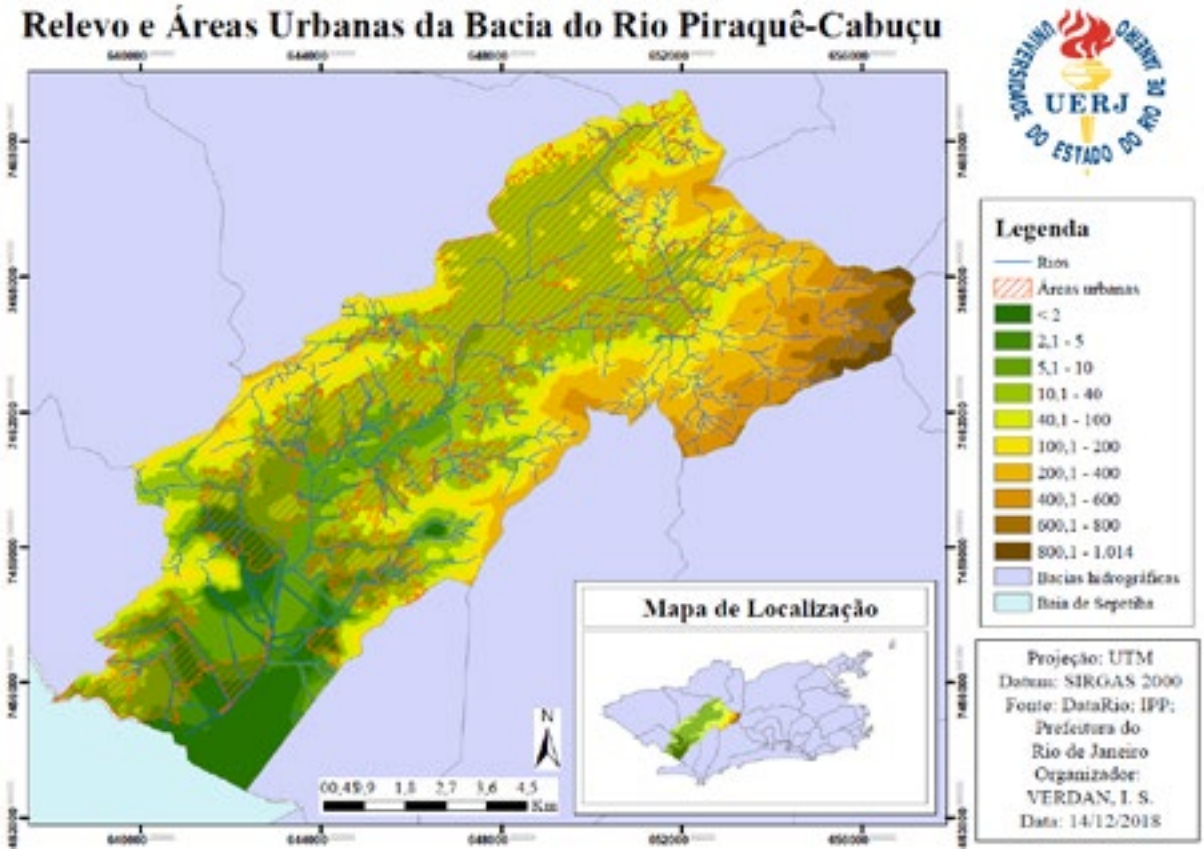


Figura 3 – Mapa de altimetria da bacia, com destaque para as áreas urbanas e os corpos hídricos.

Com base nessas informações, foi elaborado pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente do Rio de Janeiro, um mapa de zoneamento, indicando os locais da Área de Especial Interesse Ambiental da Guaratiba que são inadequados a ocupação ou que possuem restrições, característica, essa, preponderante em grande parte da bacia, evidenciando que a maior parte da região se encontra imprópria ao uso do solo para a moradia. Porém na contramão, o bairro de Pedra de Guaratiba possui, segundo o censo do IBGE, realizado em 2010, 9.488 habitantes, enquanto o bairro de Guaratiba conta com 110.049, de acordo com os dados do mesmo censo. Ao comparar as informações do mapa de potencialidade a ocupação urbana com o mapa de uso da terra, aqui apresentado, evidencia-se que grande parte da bacia possui o solo inadequado à ocupação urbana, mas as mesmas áreas são marcadas pela ocupação citadina com grande adensamento, tanto as margens do Rio Piraquê-Cabuçu como também na linha de costa que margeia a Baia de Sepetiba.

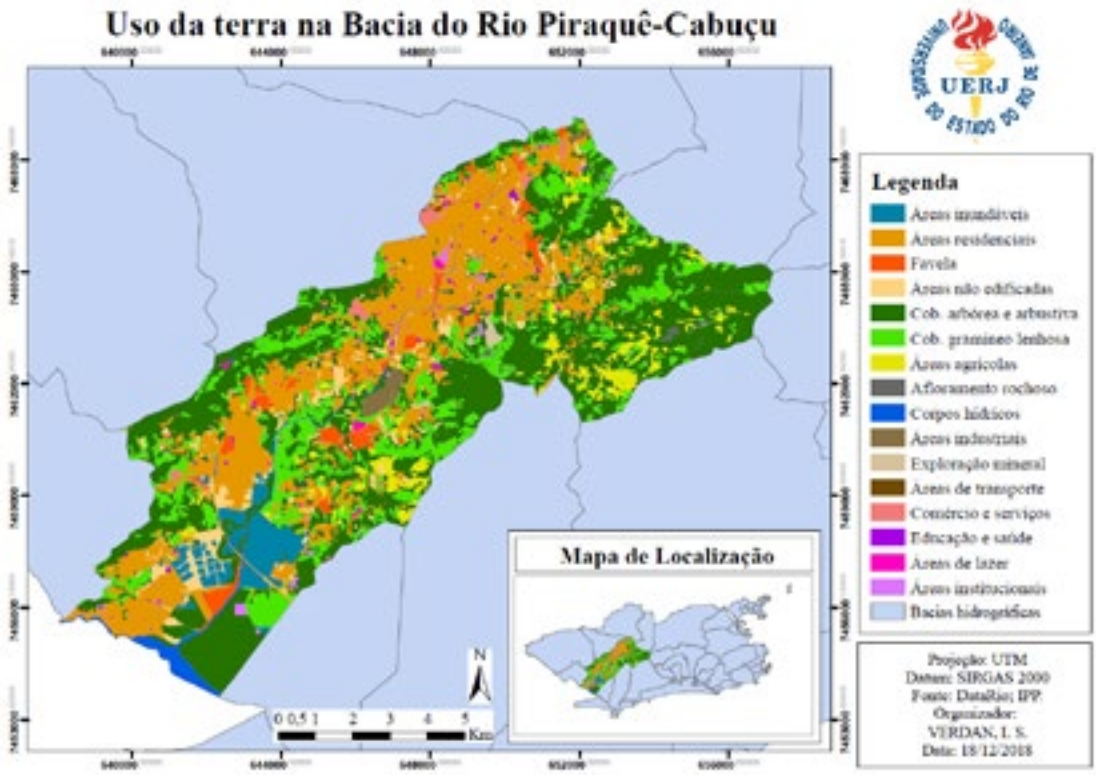


Figura 4 – Mapa da bacia do Piraquê-Cabuçu evidenciando o uso do solo. Fonte: Elaboração própria.

2. Metodologia

A metodologia do presente trabalho abrange três momentos dispares, um primeiro onde os dados foram coletados e tabulados, para o entendimento da magnitude do evento ocorrido; um segundo período, onde será efetuada com esses dados secundário previamente coletados uma análise rítmica, possibilitando o entendimento do evento pela comparação de seus atributos ao longo de semanas; e por fim, em um terceiro instante será efetuada uma comparação entre a análise rítmica e as cartas sinóticas da Marinha do Brasil.

Para a coleta de dados secundário foram selecionadas duas estações geridas pelo AlertaRio, uma com dados pluviométricos, a qual se localiza a montante da bacia a 30 metros de elevação, situada no Centro Universitário Moacyr Sreder Bastos, em Campo Grande, e outra estação com dados meteorológicos, a qual não se localiza no interior da bacia, mas sim em sua zona de influência, estando a 15 metros acima do nível do mar, a estação de Santa Cruz, situa na Praça Ruão. Com os dados da

estação pluviométrica de Campo Grande foi elaborado um gráfico evidenciado a distribuição da chuva em períodos de uma hora, já com os dados da estação meteorológica de Santa Cruz foi confeccionado a análise rítmica, possibilitando a comparação entre temperatura, pressão, umidade, precipitação, direção e velocidade do vento ao longo de dezesseis dias. A figura 5 corrobora que a precipitação se concentrou em um período muito curto, caindo 51 mm de chuva entre 23 horas e meia noite do dia quatorze, incapacitando que o sistema de drenagem, já carente da região Oeste, escoe a água adequadamente, impedindo as inundações urbanas.

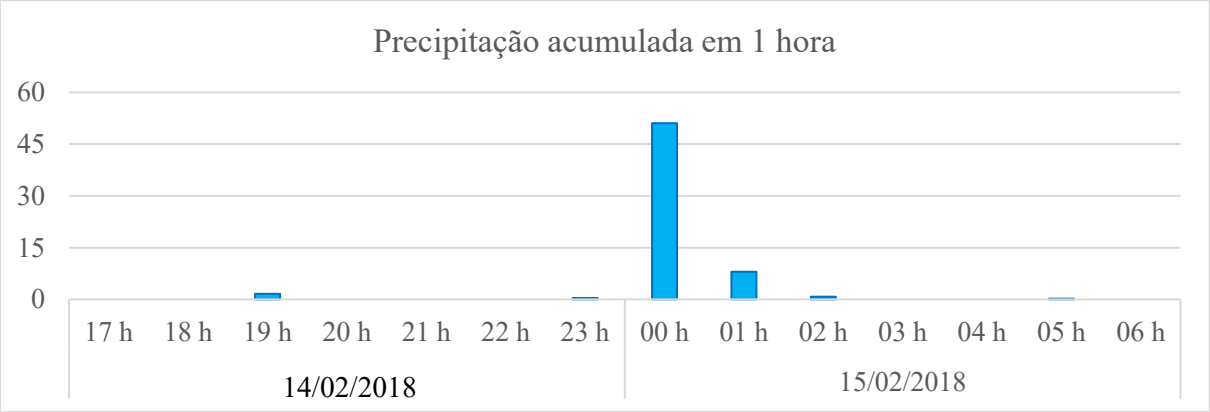


Figura 5 – Distribuição da precipitação nos dias de ocorrência do evento.

Cabe, aqui salientar, que no período de ocorrência do evento, o litoral do Rio de Janeiro estava passando por uma maré de sizígia, a qual ocorre pelo alinhamento da Lua com o Sol, criando uma força gravitacional tão forte que é capaz de atrair os corpos hídricos, aumentando sua coluna d'água. De acordo com os dados obtidos na estação maregráfica do Terminal da Ternium, administrada pela Marinha do Brasil, a maré alta ocorreu às três horas do dia quinze de fevereiro, elevando as águas da Baía de Sepetiba em 205 centímetros, poucas horas após o pico de precipitação ocorrido a montante da sub-bacia (a elevação da maré eleva o nível do lençol freático). Dessa forma, a própria configuração natural do baixo curso da sub-bacia atrelada ao evento de alto teor precipitativo concomitante com uma maré alta inundou por uma semana toda a comunidade do Magarça, em Campo Grande, a foto a seguir mostra como ficou o sub-bairro.

Figura 6 – Sub-bairro do Magarça totalmente inundado, no canto superior da foto temos o Rio Cabuçu. Fonte: G1.

3. Resultados e discussões

Buscando uma explicação para o evento, optou-se pela aplicação da análise rítmica, a qual visa mostrar de forma individual os tipos de tempo atmosférico, acompanhando e comparando seus ritmos. Para Monteiro (1971) a análise é suficiente para fornecer parâmetros pertinentes a observação dos diferentes e variados problemas de uma região, seu detalhamento, a nível de "tempo", é capaz de revelar a gênese dos fenômenos climáticos, através da interação dos elementos e fatores do clima.

Para esta avaliação diária dos elementos do clima, foram utilizados dados fornecidos pela estação de Santa Cruz, administrada pelo AlertaRio. Com base na análise rítmica a seguir (figura 7), é possível notar a intrínseca relação de antagonismo entre temperatura, umidade e pressão, pois dias antes da ocorrência do episódio houve um rebaixamento da temperatura, e um concomitante, aumento da pressão e da umidade, configurando em uma condição peculiar de saturação do ar, através do alcance do ponto de orvalho, acarretando o índice de precipitação abrupto, próximo dos 140 milímetros. Mediante a análise das condições de vento, é evidente um predomínio de ventos do quadrante leste antes e depois do evento, com uma virada de direção, para o sudoeste, apenas um dia antes do ocorrido, denotando que os ventos carregados de umidade que provocaram a chuva provinham da Baia de Sepetiba.

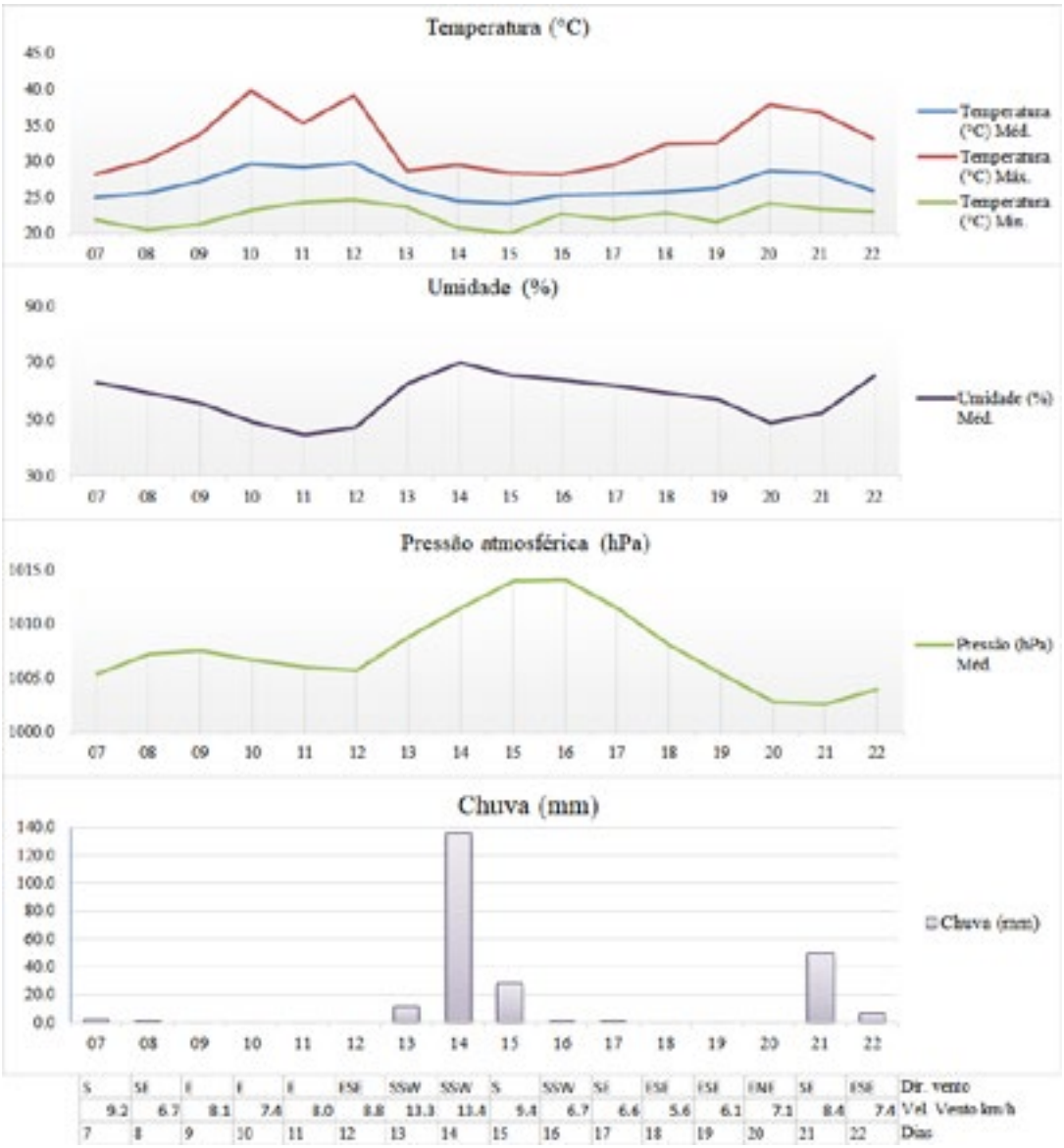


Figura 7 – Análise Ritmica. Fonte: Elaborado pelo autor.

Por fim, e não menos importante, foi analisado também a carta sinótica do dia 14/02/2018, elaborada com a condição atmosférica de meio dia, com intuito de complementar o estudo do caso. Segundo a carta fornecida pela Marinha do Brasil, havia uma frente fria no Atlântico Sul, a qual se estendia até um pequeno cavado situado próximo do litoral do Sudeste, no final desse cavado havia uma área de baixa pressão, na casa dos 1014 hPa, como característica básica, um centro de baixa pressão cria

um movimento de ar convergente para o seu centro, fazendo com que haja concentração de umidade e de calor, facilitando a formação e o crescimento das nuvens. Dessa forma, é evidente, que a presença de uma área de baixa pressão concentrou os ventos, trazendo a umidade das águas quentes da Baia de Sepetiba e as temperaturas mais baixas oriundas do Atlântico Sul, impulsionadas pela frente fria, este desenho formado com umidade e temperaturas baixas forma a condição ideal para a condensação e precipitação, atuando de maneira abrupta, como uma micro-explosão.

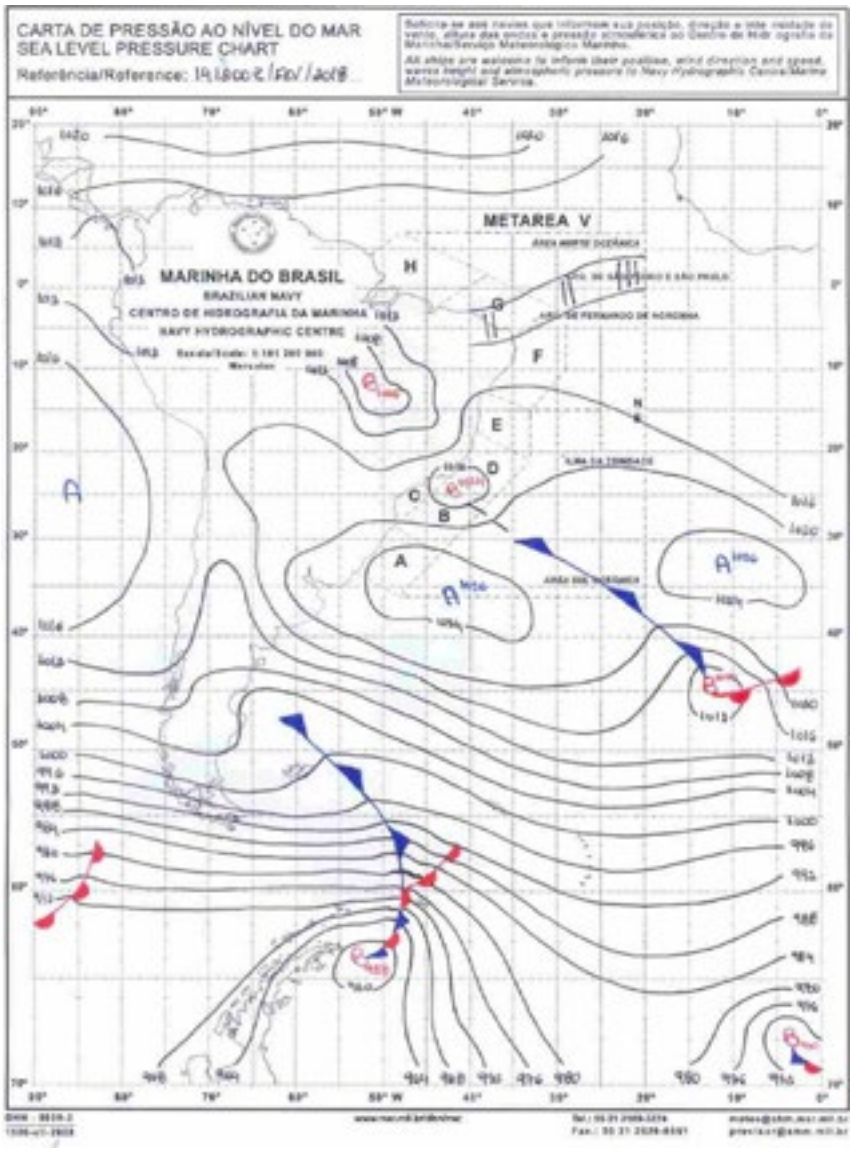


Figura 8 – Carta sinótica para o dia 14/02/2018, às 12h. Fonte: Marinha do Brasil.

4. Considerações finais

Diante deste cenário, a região carece de um modelo de uso ocupação que assegure qualidade ao ambiente natural e urbano, sob pena de se tornar mais uma porção do território a ser ocupada à exaustão, como ocorreu com as áreas mais antigas e consolidadas da cidade e ainda ocorre. O evento estudado, é de tamanha peculiaridade, que pode ser considerado uma micro-explosão (*donwbursts*), caracterizada por um movimento descendente acelerado de ar em direção ao solo, espalhando-se como uma explosão de ventos e chuvas, porém não é o intuito do presente trabalho se debruçar sobre as características de uma explosão, e sim, compreender o ritmo e as associações entre a atmosfera e o espaço geográfico na bacia do Piraquê-Cabuçu.

Dessa forma, o episódio foi acarretado pela associação entre uma série de condicionantes, por um lado tem-se o uso urbano em uma área altamente vulnerável, de gleissolo a cerca de cinco metros acima do nível do mar, nas margens de um rio retilinizado; por outro lado é evidente que o total precipitativo de 140 mm em apenas 24 horas elevou rapidamente a vazão dos rios, potencializando a saturação dos leitos fluviais e a inundação das planícies; em um quarto viés, está presente o papel da geomorfologia costeira, com a atuação das marés de sizígia. Este emaranhado, envolvendo o uso do solo, a meteorologia e as dinâmicas da preamar, evidentemente, são agravados pela falta de um planejamento adequado.

5. Referências Bibliográficas

ABREU, M. A. A cidade, a montanha e a floresta. In: ABREU, M.A. (org). *Natureza e sociedade no Rio de Janeiro.* Rio de Janeiro: Biblioteca Carioca, 1992.

_____. A cidade e os temporais: uma relação antiga. In: ROSA, L. P. & LACERDA, W. A. *Tormentas Cariocas. Seminário prevenção e controle dos efeitos dos Temporais no Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 1997. ISBN 85-285.0021-7

BRANDÃO, A. M. de P. M. As chuvas e a ação humana: uma infeliz coincidência. In: ROSA, L. P. & LACERDA, W. A. *Tormentas Cariocas. Seminário prevenção e controle dos efeitos dos Temporais no Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 1997.

FAZENDA, José Vieira. *Antiqualhas e Memórias do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 4 Volumes, 1921.

FUNDAÇÃO RIO ÁGUAS. *Plano Diretor de manejo de águas pluviais da cidade do Rio de Janeiro - Bacia hidrográfica do rio Piraquê-Cabuçu*: proposição, análise e avaliação de intervenções de manejo de águas pluviais em sub-bacia hidrográfica. 2012

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. Análise rítmica em climatologia: problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho. Climatologia, São Paulo, n. 1, p. 1-21, 1971.

BERNARDES, L. M. C. Tipos de clima do estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Geografia**, n.1, Rio de Janeiro: IBGE/Conselho Nacional de Geografia, 1953.

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

DINÂMICA PLUVIOMÉTRICA E SUSCEPTIBILIDADE AO PROCESSO DE DESERTIFICAÇÃO EM POÇO REDONDO-SERGIPE

Douglas Vieira Gois [(a)], Felippe Pessoa de Melo [(b)], Rosemeri Melo e Souza [(c)]

[(a)] Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal de Sergipe, douglasgeograf@hotmail.com

[(b)] Colegiado de Geografia, Centro Universitário AGES , felippemelo@hotmail.com

[(b)] Departamento de Eng. Ambiental, Universidade Federal de Sergipe, rome@ufs.br

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

As secas advindas da irregularidade pluviométrica no semiárido brasileiro tem se apresentado historicamente como um problema para a população nordestina. Tal condição de semiaridez aliada à fragilidade natural do ambiente semiárido tem gerado o processo de degradação ambiental denominado desertificação, e esse por sua vez vem dificultando o desenvolvimento das atividades produtivas em extensas áreas no Nordeste brasileiro. Nesse sentido, o presente trabalho objetiva analisar a relação entre a dinâmica pluviométrica e a susceptibilidade ao processo de desertificação no município de Poço Redondo, localizado no semiárido do estado de Sergipe. Ademais, destaca-se a influencia da variabilidade interanual da pluviosidade no aumento da suscetibilidade ao desencadeamento dos fenômenos associados à desertificação na área de estudo, visto sua frágil conformação geoambiental, que se configura no alto índice de aridez, associado às derivações antropogênicas potencialmente degradantes desenvolvidas em seu território.

Palavras chave: Variabilidade, desertificação, anos-padrão, semiárido.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos dois séculos é notório o incremento dos danos causados pela sociedade urbano-industrial ao ambiente. As práticas de desmatamento, queimadas, superpastoreio, etc,

culminam com o comprometimento dos recursos naturais, solo, ar, fauna, recursos hídricos, perda e/ou redução da diversidade biológica e ainda, da cobertura vegetal, resultando no empobrecimento dos ecossistemas, especialmente os áridos, semiáridos e os subúmidos secos, com o consequente desencadeamento de áreas degradadas/desertificadas (AQUINO, 2012).

Souza (2015) assevera que a desertificação é definida oficialmente como, a degradação da terra nas zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas, resultante de vários fatores, incluindo as variações climáticas e as atividades humanas.

O Estado de Sergipe segundo Brasil (2010) é considerado área frágil com três zonas: 1) Uma estreita faixa litorânea sem riscos de desertificação; 2) Uma faixa central abrangendo todo o Estado de Norte a Sul, com riscos de ocorrência do processo de desertificação; 3) Uma faixa do sertão semiárida, com riscos elevados de desertificação (envolve o território sergipano denominado Alto Sertão e, por conseguinte o Município de Poço Redondo).

Assim, tendo em vista a fragilidade do sertão sergipano ao processo de desertificação, o presente trabalho objetiva analisar a relação entre a dinâmica pluviométrica, e a susceptibilidade ao processo de desertificação no município de Poço Redondo, localizado no semiárido do estado de Sergipe.

2. MATERIAL E MÉTODOS

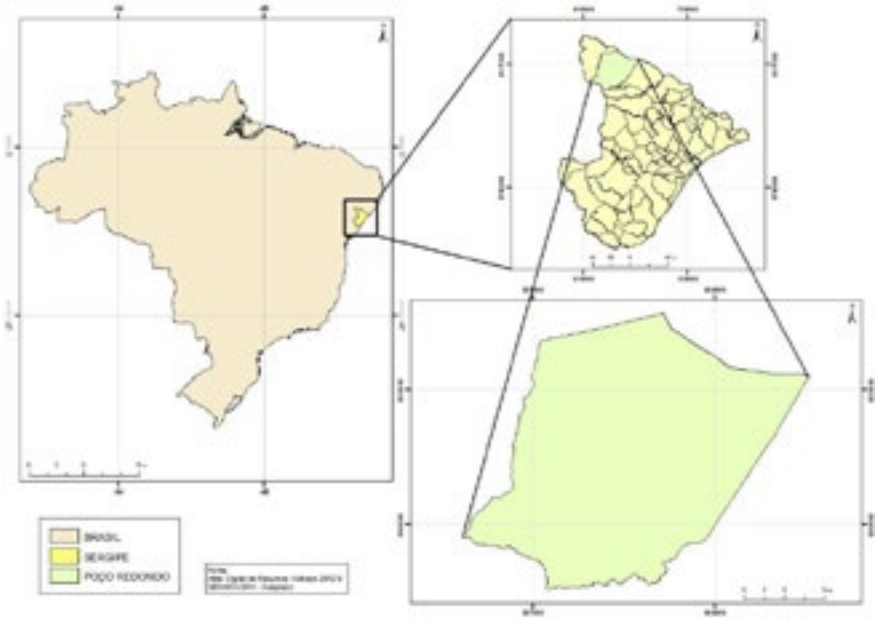
2.1Caracterização da Área

O município de Poço Redondo (figura 1)está inserido dentro da região semiárida do Nordeste do Brasil, especificamente na micro-região do Sertão do São Francisco Sergipano, também denominado como território do Alto Sertão Sergipano. Distante 186 km da capital sergipana, possui uma área de 1.119 km², sendo 10 km² de área urbana e 1.109 km² de área rural, onde mora uma população de 30.880 habitantes (IBGE, 2007).

De acordo com Vieira (2009), o Município de Poço Redondo foi criado pela Lei Estadual número 525 – A, de 23 de Novembro de 1953. Limita-se a noroeste com o estado de Alagoas, a sudoeste com o estado da Bahia, a sul e a leste com o município de Porto da Folha

e a oeste e norte com Canindé do São Francisco. A sede municipal tem 210 metros de altitude e coordenadas geográficas de 09°48'17"de latitude sul e 37°41'06" de longitude oeste.

Figura 1- Localização da Área de Estudo



Segundo informações da CPRM (Serviço Geológico do Brasil) (2002), o município está inserido no polígono das secas, tendo um clima semiárido, temperatura média anual de 25,2°C, precipitação pluviométrica média no ano de 605,2mm e período chuvoso que vai de março a julho. Sua geomorfologia é composta por Superfície Pediplanada, com relevo dissecado dos tipos colina e tabular com aprofundamento de drenagem variando de muito fraca a fraca. Os solos são do tipo Planossolo, Neossolos e Luvissolos, com uma cobertura vegetal composta de capoeira, caatinga, campos limpos e campo sujos.

O contexto geológico do município está representado predominantemente por litótipos dos domínios neoproterozóico e mesoproterozóico da Faixa de Dobramentos Sergipana. No que se refere aos recursos hídricos, o município está inserido na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, tendo como principais afluentes o Rio Jacaré e o Rio

Marroquinho. A ocorrência de água subterrânea é condicionada por uma porosidade secundária representada por fraturas e fendas, o que se traduz por reservatórios aleatórios, descontínuos e de pequena extensão (CPRM, 2002).

2.2. Procedimentos Metodológicos

Para a compreensão da gênese climática do estado de Sergipe, foi realizado um estudo bibliográfico detalhado, buscando esclarecer os sistemas promotores de chuva no estado, assim como os fatores geográficos que influenciam na incidência de chuvas, como orografia e continentalidade.

No tocante à variabilidade pluviométrica utilizados, os dados foram provenientes da série histórica da SRH (1963-2013).

A fim de calcular o coeficiente de variação anual da pluviosidade, utilizou-se da seguinte equação (NASCIMENTO JÚNIOR, 2010 apud BUFON; BINDA, 2013 (adaptado)):

CVP=[(X1-M)/M].....(Equação 1)

onde, CVP: coeficiente de variação anual da pluviosidade; X1: total pluvial anual e M: média dos totais pluviais compreendendo a série histórica.

O cálculo do coeficiente de variação anual da pluviosidade é de suma importância para estudos que visam apresentar a variabilidade, uma vez que demonstram a relação positiva ou negativa em relação à média climatológica de precipitação para o município.

Para a definição dos anos-padrão foi aplicada a metodologia proposta por Sant‟Anna Neto (1990) e adaptada por Bufon; Binda (2013), cujo foco central é verificar a variação dos totais pluviais anuais, mediante a identificação do desvio padrão em milímetros (equação 2) e das porcentagens anuais (equação 3):

DP(mm)= X1-M.....(Equação 2);

DP(%)= [DP(mm)/M]*100.....(Equação 3)

Onde: DP (mm): desvio padrão em milímetros; DP (%): desvio padrão em porcentagem; X1: total pluvial anual e; M: média dos totais pluviais compreendendo a série histórica.

Com base nas equações 2 e 3, classificaram-se os anos-padrão para o município de Poço Redondo. Foi tomado como referência para a classificação o parâmetro sugerido por Sant'Anna Neto (1990), o qual estabelece o uso do coeficiente de variação como critério de escolha dos anos-padrão. Tendo em vista a particularidade climática da área de estudo, os anos foram agrupados em três classes, a saber: Ano Chuvoso: Ano com pluviosidade elevada, com índices superiores a 12,5 % da média normal; Ano Habitual: Ano com pluviosidade normal, cujo total pluvial situa-se dentro dos desvios médios padrão, com variação de -12,5% a +12,5%; Ano Seco: Ano com pluviosidade reduzida, com índices inferiores a -12,5% da média normal.

3. Resultados e discussão

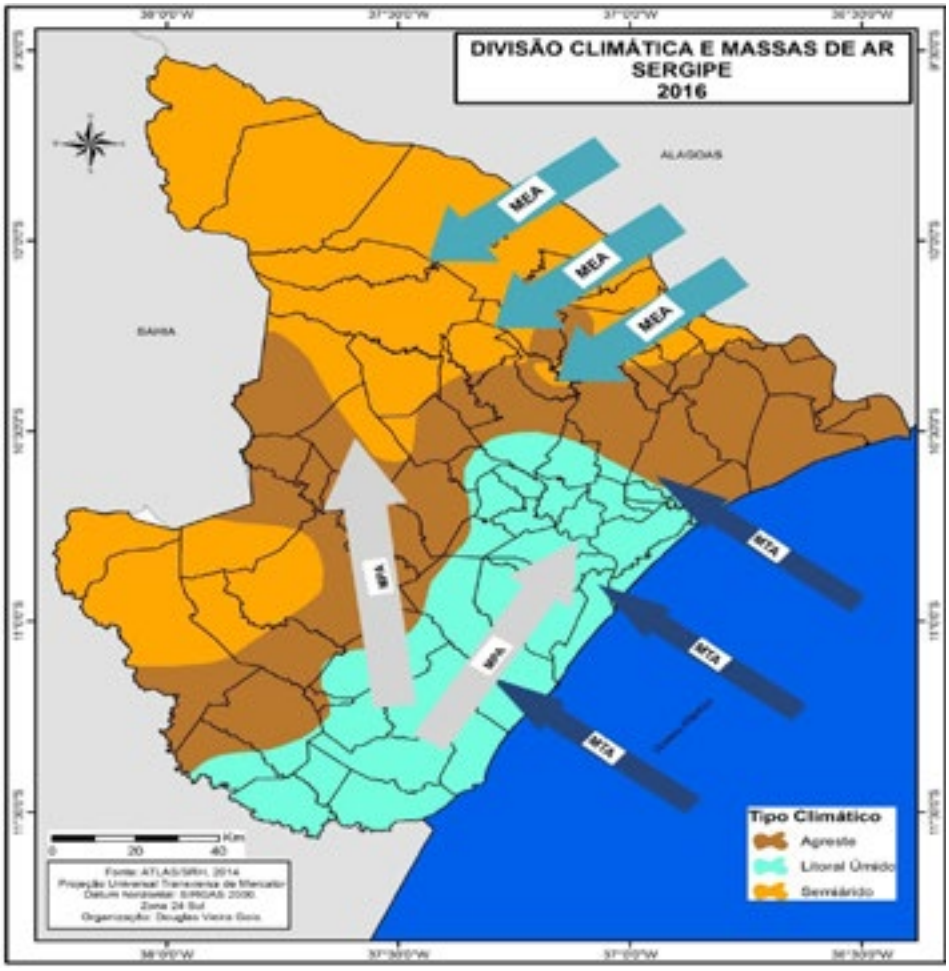
No estado de Sergipe, de acordo com Costa et al. (2011) no que diz respeito aos sistemas atmosféricos indutores de chuva, existem, no mínimo, seis sistemas meteorológicos atuantes que determinam precipitação significativa: a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), as bandas de nebulosidade associadas a frentes frias, os Distúrbios de Leste, os ciclones na média e na alta troposfera do tipo baixas frias (conhecidos como Vórtices Ciclônicos de Ar Superior - VCAS), as brisas terrestre e marítima e as oscilações de 30-60 dias.

Segundo Lima e Pinto (2012) a distribuição das chuvas no estado segue o padrão espacial regional decrescendo o seu volume com o afastamento da fonte de suprimento da umidade no oceano.

De acordo com Diniz et al. (2014) o semiárido sergipano, apesar de manter o mesmo regime pluviométrico das outras zonas do estado, com máximo índice pluviométrico no mês de maio e sendo influenciado pelas mesmas massas de ar do litoral, a continentalidade se

apresenta como fator limitante para a atuação da MTA e, em especial, da MPA que não avançam muito para longe do litoral. Vale ressaltar que, quando ocorre esse fato, o tempo de atuação dessas massas é bem menor, diminuindo o número de meses úmidos.

Figura 2- Divisão Climática e massas de ar atuantes no estado de Sergipe.



Ainda que as médias possam auxiliar na análise climatológica, a analise dinâmica do clima, leia-se, a análise detalhada da distribuição da precipitação entre os meses e até mesmo entre diferentes anos, que por sua vez estão associados à dinâmica da atmosfera em suas

diferentes escalas e, por conseguinte, os sistemas atmosféricos é que expressam a verdadeira dinâmica climática.

Nesse sentido, cabe salientar que a precipitação da área em estudo não segue uma regularidade pois apresenta uma elevada variabilidade tanto interanual como intrasazonal. A pluviosidade possui grandes variações mesmo dentro dos meses considerados chuvosos para a região como o mês de junho, que dentro da série histórica analisada apresentou 25,5% de seus totais muito abaixo da média, sendo considerado um mês seco em diversos anos (quadro 1).

Quadro 1- Classificação dos meses e anos- padrões secos, habituais e chuvosos no município de Poço Redondo/SE

Ano	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Ano Padrão
1963	114,0	16,7	24,3	61,2	38,6	26,7	11,2	14,3	18,2	0,0	27,9	139,3	492,4
1964	122,5	46,2	61,2	47,6	110,9	21,4	54,0	51,5	47,5	14,6	5,5	9,5	592,4
1965	110,1	23,8	10,2	71,5	0,0	17,0	29,3	21,1	5,2	34,6	83,4	36,1	442,3
1966	3,1	111,3	107,0	263,9	88,6	120,1	87,4	13,4	39,8	8,4	76,6	76,1	995,7
1967	0,0	39,2	26,7	85,9	124,8	101,0	94,3	73,7	39,5	0,0	0,0	137,7	722,8
1968	64,3	101,0	18,9	9,0	115,2	57,6	68,0	16,6	4,4	21,4	113,3	24,9	614,6
1969	60,8	13,5	77,6	19,7	64,2	83,4	67,0	21,6	3,0	0,0	0,9	25,8	437,49
1970	56,6	0,0	49,1	0,0	2,4	31,1	30,6	2,0	23,2	8,1	20,3	0,0	223,39
1971	0,0	0,0	52,4	157,1	59,0	38,1	29,5	9,1	31,1	7,1	0,0	0,0	383,4
1972	115,5	266,6	44,6	32,1	133,2	123,8	95,3	34,3	0,0	4,3	2,2	182,4	1034,29
1973	12,6	0,0	29,6	71,8	54,2	65,9	69,5	29,2	73,7	0,0	0,0	0,0	406,49
1974	64,4	145,8	145,6	239,0	175,6	33,0	77,7	43,8	15,0	14,1	89,1	12,1	1055,2
1975	40,2	0,0	10,0	123,8	74,2	129,4	169,2	53,0	40,6	0,0	37,2	17,8	695,4
1976	0,0	39,6	18,5	74,1	13,3	17,6	5,3	9,3	50,6	109,8	48,8	0,0	386,9
1977	61,5	0,0	0,0	42,3	97,2	91,8	118,9	87,0	0,0	0,0	0,0	187,1	685,8
1978	8,4	41,7	246,2	17,0	66,9	0,0	30,6	35,1	17,4	0,0	23,3	21,4	508
1979	14,3	48,6	53,0	75,5	73,0	36,9	50,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	351,4
1980	38,4	173,2	84,2	0,0	0,0	29,6	27,8	5,1	24,4	18,0	24,6	10,1	435,4
1981	72,8	5,1	118,8	53,0	0,0	15,3	4,2	14,2	0,0	0,0	75,6	67,7	426,7
1982	0,0	16,3	0,0	40,2	54,3	23,5	10,3	12,8	0,0	0,0	0,0	21,0	178,4
1983	46,3	114,8	41,6	43,3	0,0	10,7	6,3	32,3	0,0	0,0	0,0	0,0	295,3
1984	0,0	4,2	59,8	65,0	62,3	11,4	80,8	42,3	46,5	0,0	0,0	0,0	372,3
1985	118,4	44,0	82,7	173,9	49,9	82,2	111,6	62,5	27,8	0,0	5,6	121,6	880,2
1986	19,3	11,3	111,0	55,3	130,0	44,0	112,0	33,0	54,0	57,1	62,5	4,5	693,99
1987	4,0	20,1	41,5	68,0	32,5	66,5	64,0	45,0	5,5	0,0	0,0	0,0	347,1
1988	0,0	2,0	94,5	170,0	119,0	203,5	132,5	33,0	27,2	23,0	26,0	67,0	897,7
1989	2,2	0,0	43,2	66,0	134,0	107,9	165,8	36,1	13,0	5,5	81,1	133,0	787,8
1990	11,0	46,5	36,0	25,5	29,3	56,0	67,2	44,7	27,1	9,5	33,0	3,0	388,8
1991	0,0	0,0	83,0	5,0	132,8	75,0	61,4	34,0	20,6	0,0	64,0	28,9	504,7
1992	135,3	207,6	128,3	33,1	0,0	71,2	109,3	27,1	25,5	0,0	2,7	61,2	801,3
1993	30,8	8,3	0,0	16,6	31,9	57,0	36,3	33,1	12,1	48,0	5,0	2,1	281,15
1994	0,9	8,4	107,4	41,9	42,3	298,5	70,3	27,1	20,5	15,0	0,0	21,0	653,22
1995	15,0	0,0	13,5	60,5	53,0	125,0	98,0	27,0	10,0	0,0	14,0	0,0	416
1996	12,5	0,0	0,0	177,5	31,5	95,0	51,5	65,0	0,0	0,0	16,0	12,0	460,95
1997	241,0	64,0	196,0	156,5	126,0	46,3	44,5	35,0	0,0	6,0	23,5	5,0	943,8
1998	14,0	0,0	21,0	10,0	9,5	93,0	46,0	17,0	10,0	0,0	0,0	0,0	220,5
1999	0,0	7,0	0,0	11,5	94,5	57,0	64,5	25,5	18,0	48,5	36,0	8,0	370,5
2000	76,9	61,5	15,0	55,0	43,5	67,8	18,3	24,8	41,8	0,0	27,3	6,0	437,9
2001	0,0	10,2	5,0	1,0	5,4	28,0	41,3	40,6	21,5	62,6	13,2	44,2	273
2002	215,2	142,5	49,5	12,0	155,0	55,0	59,0	22,3	16,0	0,0	0,0	0,0	726,5
2003	35,5	17,5	18,2	38,0	79,3	52,2	11,0	95,0	66,0	32,4	56,5	3,0	504,6
2004	587,0	103,1	6,0	21,5	84,0	174,5	69,1	17,0	5,0	0,0	22,5	0,0	1089,7
2005	58,0	84,0	116,5	90,0	150,0	251,9	186,5	74,5	36,5	0,0	0,0	87,5	1135,4
2006	0,0	0,0	75,0	70,8	46,8	71,9	122,6	6,5	72,3	27,8	20,7	0,0	514,4
2007	14,4	102,6	64,0	61,9	79,9	21,1	60,1	41,9	33,1	0,0	0,0	13,7	492,7
2008	68,8	65,3	82,7	38,2	46,3	23,3	66,5	26,3	0,0	0,0	0,0	0,0	417,16
2009	0,0	1,3	0,0	16,9	185,3	56,5	50,6	73,9	17,7	0,0	0,0	0,0	402,2
2010	57,0	39,2	30,8	175,9	36,3	77,3	63,3	20,0	38,8	6,0	0,0	16,2	560,77
2011	27,3	8,5	80,0	88,7	91,4	23,0	67,5	19,7	16,0	23,1	27,8	0,0	472,89
2012	36,5	9,0	3,3	3,5	7,0	23,5	32,8	26,5	21,0	4,8	0,0	0,0	167,75
2013	78,0	0,5	0,0	61,9	56,5	37,4	135,4	49,1	1,9	118,9	15,0	19,0	573,6
MÉDIA	56,2	44,5	54,6	66,7	68,4	69,2	67,4	33,4	22,3	14,3	23,2	31,9	552,0
				Legenda	Seco	Habitual	Chuvoso						

Nesse sentido, deve-se salientar que os totais de precipitação sofrem muitas variações entre os meses de cada ano, com predominância de meses e anos secos, que são "meses ou anos com pluviosidade reduzida, com índices de desvio padrão inferiores a - 25% da média normal" (SANT'ANNA NETO, 1990). Os meses-padrão secos corresponderam a 41,2% da série histórica, confirmando assim a predominância dos déficits hídricos intrasazonais, como também interanuais (Figura 3). Quanto aos acumulados anuais, 49% da série histórica foi composta por anos-padrão secos.

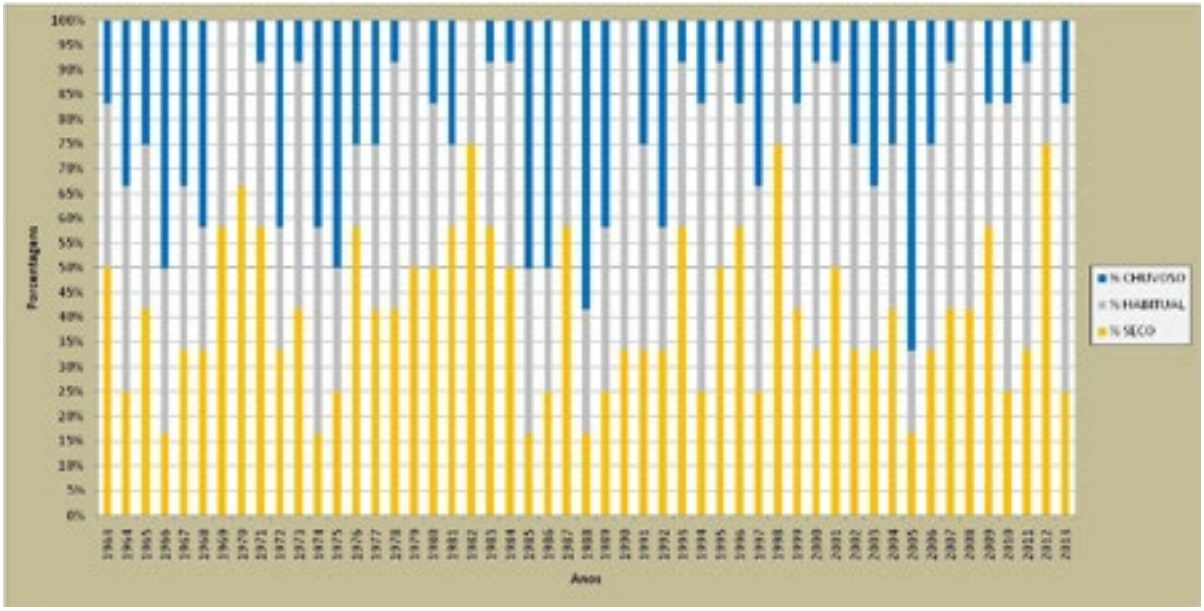


Figura 3- Porcentagens de meses-padrão durante os anos no período histórico de 1963-2013.

Os meses e anos-padrão habituais são meses ou anos "com pluviosidade normal, cujo total pluvial situa-se dentro dos desvios médios padrão, com variação de -12,5% a +12,5%" (SANT'ANNA NETO, 1990). Nesse sentido, o padrão habitual correspondeu a 37,4% dos meses da serie histórica. Já os anos-padrão habituais representaram 19,6%. Entretanto, ainda que o habitual corresponda a valores próximos a média, a predominância dos mesmos corresponde à pluviosidade reduzida, leia-se, o normal para o semiárido, o que dificulta o desenvolvimento das atividades produtivas no município.

Já os meses e anos-padrão chuvosos, que de acordo Sant'anna Neto (1990) são meses ou anos com pluviosidade ligeiramente elevada, próxima à média normal, com desvio acima de +12,5%. Estes apresentam pouca freqüência no município, com ocorrência em apenas 21% dos meses da série histórica, enquanto que os acumulados durante os anos correspondem a 31,4%. Assim, ao analisarmos a dinâmica dos meses e anos-padrão pode-se concluir que a predominância de anos e meses secos e habituais que são compostos por baixa pluviosidade representa a síntese pluviométrica do município de Poço Redondo.

Nesse sentido, tendo em vista as principais causas da irregularidade pluviométrica no semiárido, o El Niño-Oscilação Sul (ENOS) pode ser entendido com principal agente de modificação no regime e nos totais de precipitação que, dependendo da intensidade do evento, pode resultar em secas severas. No semiárido sergipano, mais especificamente no município de Poço Redondo, a atuação dos eventos do El Niño implica em reduções significativas na dinâmica das chuvas, acarretando em baixos índices pluviométricos, caracterizando assim eventos de secas severas (Figura 4).

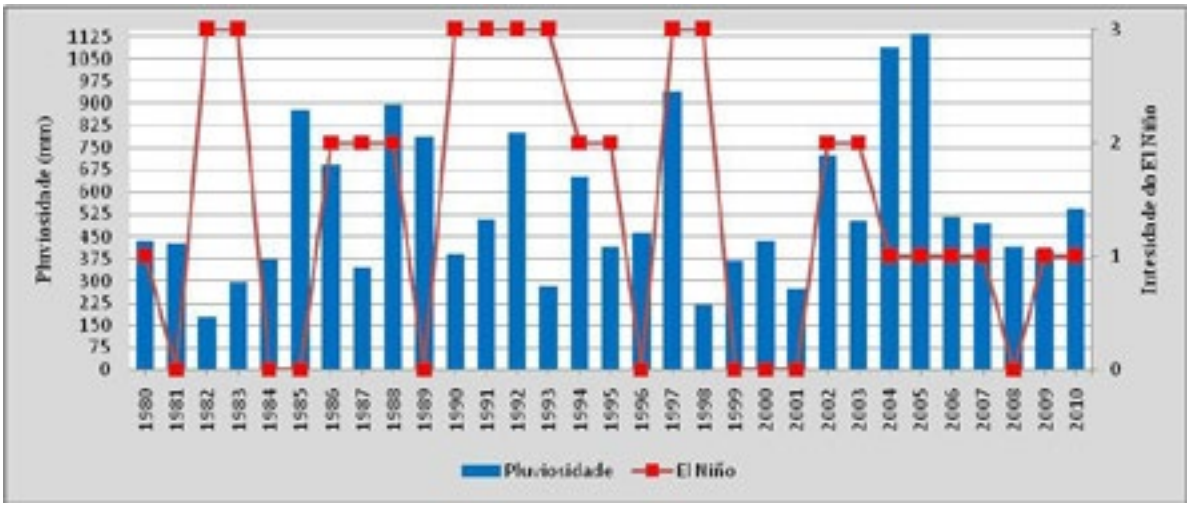


Figura 4- Gráfico de Correlação entre ocorrências de El Niño (Escala 0-sem ocorrência; 1-fraco; 2-moderado e 3-forte) e Totais Pluviométricos anuais (Poço Redondo-SE) - 1980-2010.
Fonte dos dados: SRH-SE & CPTEC/INPE (2015). Organização: GOIS e MELO & SOUZA (2015).

Ao analisar o gráfico da figura 12, onde são correlacionadas as ocorrências El Niño e os totais pluviométricos de uma série temporal de 30 anos, pode-se destacar a relação entre os

eventos de El Niño e ocorrências de acumulados de chuva abaixo da média da série histórica da figura 12, que é de 544,9 mm, havendo períodos onde as secas se prolongam por mais de dois anos, como nos eventos de 1982-1983 e 1997-1998. Portanto, eventos extremos de El Niño podem ser associados ao agravamento da degradação ambiental associada aos períodos de seca, aumentando assim a suscetibilidade ao desencadeamento do processo de desertificação.

Ademais, destaca-se que os baixos índices pluviométricos e sua irregularidade interanual, aliados a alta evapotranspiração que configura altos índices de aridez (0,38), são os principais fatores responsáveis pelo desencadeamento do processo de desertificação, haja vista a importância das chuvas para a formação dos horizontes dos solos, e, por conseguinte da vegetação. Portanto, tal condição de irregularidade temporo-espacial desestabiliza os sistemas ambientais e sociais.

4. Conclusões

Pode-se destacar que o quadro geoambiental do município supracitado apresenta fragilidade quanto ao desencadeamento do processo de desertificação, posto apresentar baixo índice pluviométrico anual e a irregularidade temporo-espacial na distribuição das precipitações, o que aliada aos horizontes de solos pouco desenvolvidos, e a utilização indiscriminada dos mesmos, pode gerar maior susceptibilidade a tal processo.

Portanto, pode-se destacar que predominam anos com baixa pluviosidade, haja vista que a soma de anos habituais e secos perfazem 69% do período analisado. Portanto, destaca-se a importância da análise da variabilidade pluviométrica para o planejamento que vise subsidiar a mitigação dos impactos das secas oriundas da irregularidade interanual das precipitações no semiárido sergipano.

5. Referências Bibliográficas

AQUINO, C. M. S; ALMEIDA, O. J.G. B. Estudo da cobertura vegetal/uso da terra nos anos de 1987 e 2007 no núcleo de degradação/desertificação de São Raimundo Nonato - Piauí. **Ra'e ga (UFPR)**, v. 25, 2012 pg. 252-278.

BRASIL. **Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca/PAN-Brasil**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente/Secretaria de Recursos Hídricos. 2010.

SOUZA, B. I. Desertificação no Brasil: desafios e avanços teórico-metodológicos. **Revista Equador**, v. 04, p. 86-100, 2015.

COSTA O. A; SANTOS, D.N. **Influência da ZCAS e ZCIT e seus efeitos de inundações nas bacias hidrográficas no estado de Sergipe – abril de 2010.** IV Encontro de Recursos Hídricos em Sergipe. Aracaju, 2011.

DINIZ, M. T. M. MEDEIROS, S. C. CUNHA, C. J. Sistemas atmosféricos atuantes e diversidade pluviométrica em Sergipe. **Boletim Goiano de Geografia (Online)**, v. 34, 2014 pg. 17-34.

BUFFON, E. A. M.; BINDA, A. L. Variabilidade no regime pluvial em Abelardo Luz (SC) no período de 1958 a 2008: interações entre mecanismos de teleconexão decadal e interanual. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 13, p. 285-297, 2013.

LIMA, E. S; PINTO, J. E. S. S. Contribuições teóricas sobre os principais sistemas meteorológicos em Sergipe. **Revista Geonorte**, v. 1, p. 502-514, 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

DISTRIBUIÇÃO DE EROSIVIDADE DA CHUVA NA BACIA DO RIO PARNAÍBA, NORDESTE DO BRASIL: UMA APLICAÇÃO COM DADOS DE SENSORIAMENTO REMOTO

Jefferson Inayan de Oliveira Souto [(a)], Lianne Borja Pimenta [(b)], Ariadne Reinaldo Trindade [(a)], Vítor Abner Borges Dutra[(a)], Norma Ely Santos Beltrão [(c)]

[(a)] Discente do Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais - Universidade do Estado do Pará (PPGCA/UEPA), inayansouto@uepa.br, dnetrindade@gmail.com, vitordutra@uepa.br
[(b)] Mestre em Ciências Ambientais - Universidade do Estado do Pará (PPGCA/UEPA), lianneborja@yahoo.com.br
[(c)] Doutora em Economia Agrícola/Docente Permanente do Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais - Universidade do Estado do Pará (PPGCA/UEPA), normaely@uepa.br

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

A erosão hídrica pluvial do solo é influenciada pelas características da chuva e do solo, pela forma do relevo e pela cobertura e manejo do solo. Este trabalho resulta em uma pequena reflexão da problemática irregular da distribuição de estações pluviométricas e a usuabilidade precipitação estimada por sensores remotos no potencial erosivo. Utilizou-se dados do CPC MORPHing tecnique (CMORPH) referentes ao perído de 1998 a 2017 e estações convencionais com viés comparativo. A erosividade da chuva foi calculada em ambos os dados de precipitação. O índice erosivo (EI_{30}) na bacia do Rio Parnaíba, em sua média anual, varia de 1.700 a 3.100 MJ mm ha^{-1} e, deste valor, os meses de dezembro a maio correspondem a 86% do valor da erosividade. O mês de março possui o maior potencial erosivo na bacia, enquanto o mês de junho o menor. Os dados de CMORPH são uma excelente resposta ao monitoramento erosivo.

Palavras chave: potencial erosivo, pluviosidade, CMORPH, bacia hidrográfica.

1. Introdução

Uma das principais características da pluviosidade é o seu potencial em ocasionar erosões (FAO, 2011; WALTRICK *et al.,* 2015). A erosão pode ser entendida como produto final da interação chuva/solo e é, portanto, resultante do poder da chuva em causá-la e da capacidade do solo em resistí-la (OLIVEIRA *et al.,* 2015; PANAGOS *et al.*, 2015, BACK; POLETO, 2018). O poder da chuva em causar erosão é denominado erosividade, que é função

de suas características físicas. Existem vários parâmetros que podem ser utilizados para medir a erosividade da chuva, destacando: o total de precipitação, a intensidade da chuva, o momento e a energia cinética (TRINDADE *et al.,* 2016).

Diversos autores passaram a correlacionar o índice de erosão com fatores climáticos, pois são de de fácil medida, a exemplo de dados pluviométricos, e não requerem registros de intensidade de chuva (PANAGOS *et al.,* 2016). O parâmetro de erosividade (EI_{30}) foi criado nos Estados Unidos e difundido mundialmente, principalmente pelo emprego da *Universal Soil Loss Equation* (USLE) desenvolvida por Wischmeier e Smith (1978). Desde então, o EI_{30} tem sido calculado e testado em diversos países, que em sua maioria, são acompanhadas de limitações associadas a falta de dados confiáveis e, também, de mensurações que dependem de análises morosas e trabalhosas de diagramas pluviográficos (OLIVEIRA *et al*., 2011; ELTZ *et al.,* 2013). Este fato levou a elaboração de modelos simplificados para o cálculo da erosividade.

Nesse contexto, os dados de precipitação por satélites orbitais têm sido ferramentas extremamentes úteis e considerados uma alternativa para monitorar a precipitação espacial e temporalmente (DIADATO *et al.,* 2013; RISAL *et al.,* 2016; PANAGOS *et al.,* 2017). Os estudos são crescentes nas últimas décadas devido à disponibilidade de aquisição e melhor cobertura espacial com menores custos, tornando-se uma ferramenta importante, principalmente em regiões que não possuem estações meteorológicas (OLIVEIRA *et al.,* 2013; SCHIMIDT *et al.,* 2016). São realizadas análises de validação nos dados de precipitação de estações meteorológicas, verificando boa correlação entre eles, principalmente em escala mensal, apresentando menores erros e maiores correlações (AS-SYAKUR *et al.,* 2013; FALCK *et al.,* 2016).

O objetivo deste trabalho é estimar a distribuição espacial da erosividade da chuva através de dados oriundos de sensoriamento remoto com a finalidade de identificar o papel desempenhado pelos sistemas convectivos sobre o potencial erosivo na bacia do Rio Parnaíba em escalas anual e mensal.

2. Materiais e métodos

2.1. Área de estudo

A bacia do Rio Parnaíba (Figura 1), possui 1400 km de extensão hidrográfica, com toda a bacia cobrindo uma área de 344.112 km² (3,9% do território brasileiro), onde extende-se em quase sua totalidade no estado do Piauí (99%), parte do Maranhão (19%) e Ceará (10%). O canal principal estende-se entre os estados do Maranhão e Piauí, incluindo 143 tributários no lado do Piauí e 74 no lado do Maranhão; parte dos afluentes na margem leste tem suas cabeceiras no estado do Ceará (RAMOS *et al.,* 2014).

Segundo a classificação de Köppen, o clima predominante da região é do tipo tropical quente úmido (Aw), com chuvas de verão/outono como resultado dos deslocamentos sazonais da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), sob a forma de massa de ar convectiva. A estação mais chuvosa da região estende-se de dezembro a maio, sendo o mês de março o mais chuvoso, e setembro o mais seco. Com isto, a bacia do Rio Parnaíba tem um regime perene e intermitente, representando a zona entre o semiárido da Caatinga na área leste da bacia, e o clima mais úmido do Cerrado, no oeste (ROSA *et al.,* 2003, RAMOS, 2012).

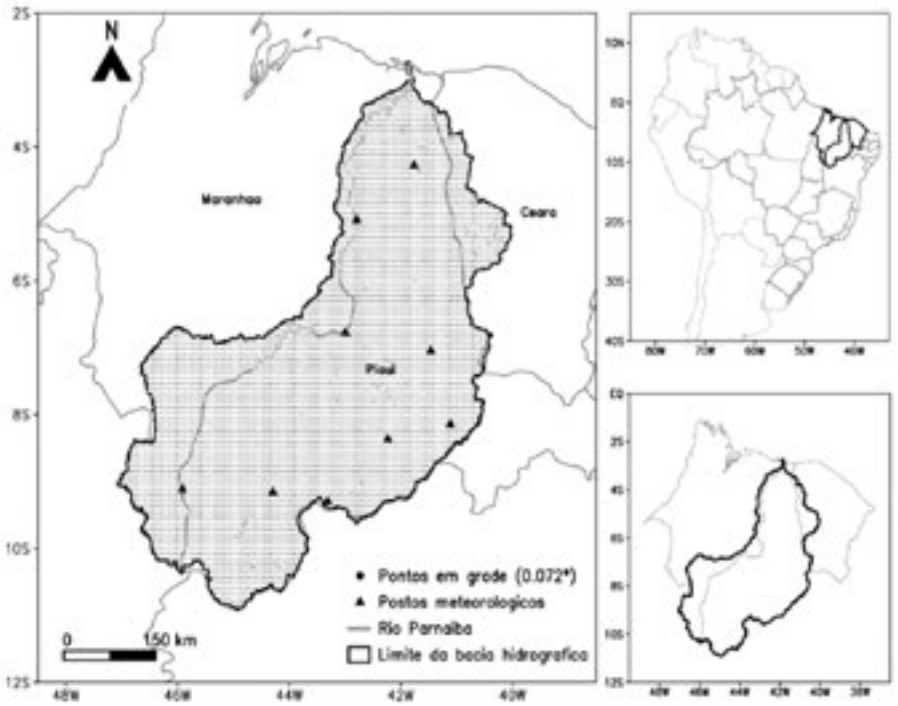


Figura 1 – Bacia do Rio Parnaíba com localização dos postos pluviométricos (INMET) e pontos em grade da precipitação estimada (CMORPH).

2.1. Dados de precipitação

Foram utilizadas séries históricas de nove postos pluviométricos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), com registros diários de pluviosidade superiores a 30 anos, sendo obtidos da plataforma do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP), distribuídas entre os estados do Piauí (89%) e Maranhão (11%).

Também optou-se pela base de dados do CPC MORPHing tecnique (CMORPH), com a finalidade de obter o campo espacial de precipitação e verificar a presença de eventuais processos erosivos. O CMORPH proporciona dados de precipitação global de alta resolução espacial (0.0762° x 0.0762° - latitude/longitude) e de resolução temporal alta (30 minutos) de 60°N a 60°S (JOYCE *et al.,* 2004). A técnica combina estimativas de precipitação que são gerados por algoritmos publicados, principalmente de instrumentos de microondas passiva por satélites de orbita polar, e também do infravermelho, que é utilizado para determinar o movimento de sistemas que produzem precipitação determinados a partir das microondas

passivas. A versão do produto utilizada foi a CMORPH V1.0 CRT e encontra-se disponível on-line (ftp://ftp.cpc.ncep.noaa.gov/precip/CMORPH_V1.0/CRT/).

2.1. Cálculo da erosividade

Para compreender o padrão de distribuição da erosividade mensal (EI_{30i}), utilizou-se a Equação 1 proposta por Almeida *et al*. (2017) em função do índice de Fournier (MFI), sendo:

$$EI_{30i} = 61.81 \left(\frac{Pm_i^2}{Pa}\right)^{0.58} \quad (1)$$

Em que EI_{30i} é o índice de erosividade das chuvas médio mensal (MJ mm ha^{-1} mês^{-1}); Pm_i é a precipitação pluviométrica (mm) média para o mês, com base nas séries horárias do CMORPH, igual a 20 anos; e P_a é a precipitação pluviométrica média anual. O valor anual da erosividade (EI_{30}) foi estimado pelo somatório mensais de cada ponto em grade do produto de precipitação estimada.

A equação de EI_{30i} é utilizada para estimar a erosividade mensal dos dados pluviométricos, considerando a similaridade de cada local no qual o MFI reflete como potencial da chuva em erodir o solo (ALMEIDA *et al.*, 2017).

3. Resultados e discussões

De forma geral, a bacia do Rio Parnaíba possui uma relativa alta pluviosidade distribuída diferentemente ao longo do ano (Figura 2). Os meses mais chuvosos correspondem a fevereiro, março e abril, cuja distribuição ocorre de forma distinta em diferentes localidades onde há estações pluviométricas, sendo que os meses de julho, agosto e setembro — os mais secos – também foram distribuídos nas mesmas áreas. A sazonalidade deste acumulado pluviométrico é influenciada principalmente pelo deslocamento da Zona de Convergência Intertropical, além disso, parte do regime de precipitação está associado as Linhas de Instabilidade, aos Distúrbios Ondulatórios de Leste e as Brisas Marítimas (ALVES *et al*., 2017).

Com a distribuição espacial da precipitação, nota-se que os maiores acumulados de precipitação média anual estão localizados na área mais próxima da região costeira, variando

entre 1400 mm a 1800 mm, e na parte sul continental da bacia do Rio Parnaíba, com valores entre 1200 mm a 1650 mm (Figura 2). Contudo, nota-se que existem discrepâncias na análise comparativa quantos aos valores mensais, principalmente nos primeiros meses do ano, cujo o CMORPH mostra uma superestimação nos valores de precipitação na região mais costeira da bacia do Rio Parnaíba.

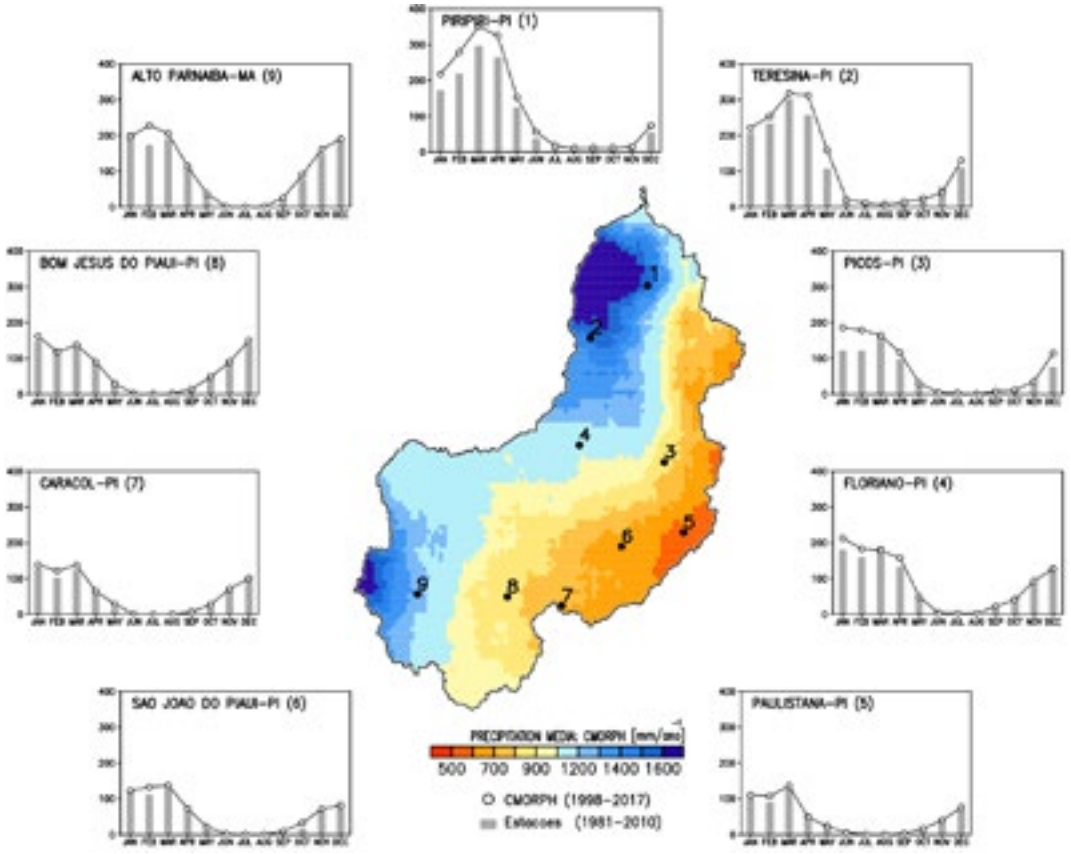


Figura 2 – Distribuição média anual da precipitação na bacia do Rio Parnaíba e a variação mensal média estimada da precipitação (1998-2017) em comparação às séries históricas (1981-2010).

De acordo com a Figura 3, pode-se verificar a variabilidade do índice de erosividade, apresentando os maiores valores em áreas localizadas de leste – oeste, que segundo Sales *et al*. (2015) e Nascimento *et al*. (2017), são as áreas de maior precipitação média anual, passando a diminuir no sentido oeste – leste. Isso indica que a variabilidade do índice de erosividade é

proporcional, seguindo o comportamento da variação de precipitação média anual, onde apresenta menores valores em áreas com menor precipitação média anual e maiores valores em áreas que apresentam uma maior precipitação média anual.

Das nove estações meteorológicas, em nenhuma delas os índices de erosividade foram inferiores ao das precipitações nos referidos meses. Contudo, os índices de erosividade levam em conta a intensidade de precipitação de cada mês, o que indica que o mês de março obteve os maiores valores de erosividade na bacia do Rio Parnaíba.

Observou-se, de modo geral, uma tendência de elevação nos valores da precipitação associada a um aumento também dos valores nos índices de erosividade, ou seja, houve uma concordância entre as distribuições médias dos índices de erosividade e da precipitação.

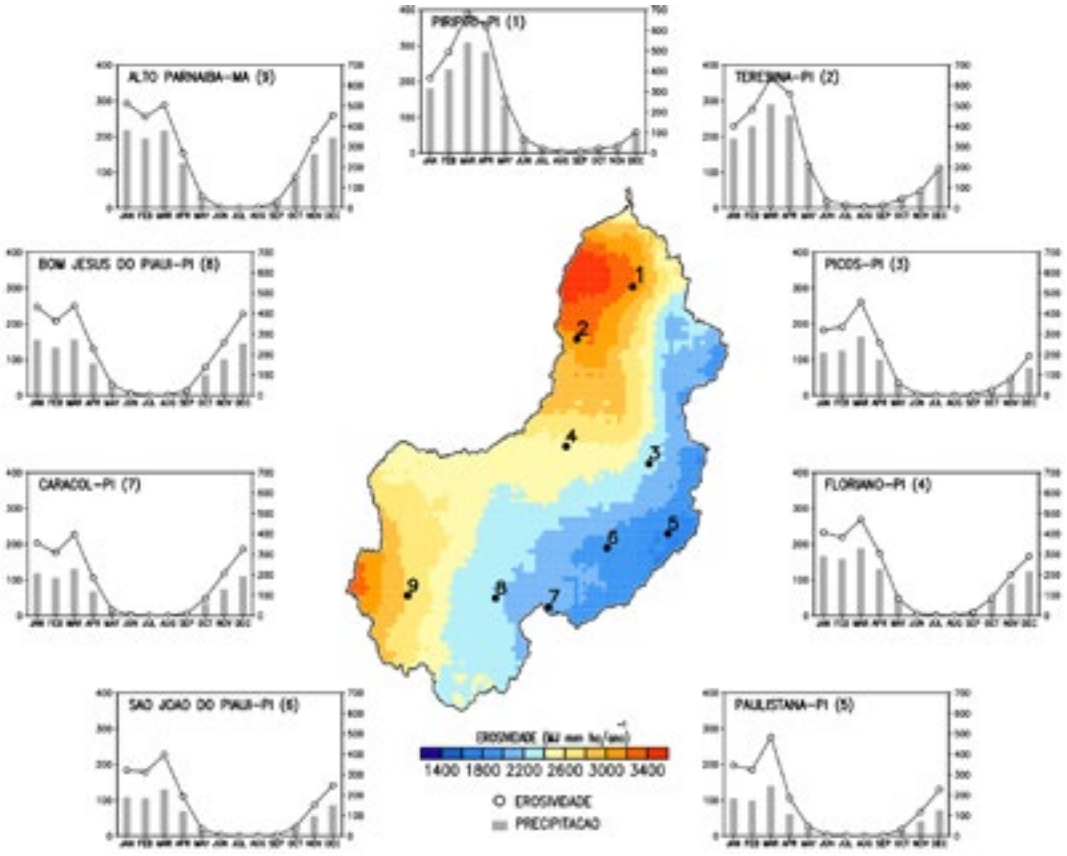


Figura 3 – Distribuição anual da erosividade na bacia do Rio Parnaíba e as tendências mensais entre precipitação histórica (1981-2010) com valores na esquerda e erosividade estimada (1998-2017) com valores na direita.

Na totalidade dos meses analisados, o mês de março foi correspondente com o maior potencial eroviso (Figura 4). Tais valores de distribuição, ocorridos nesse mês, indicam que no referido período, espera-se grande parte das perdas anuais médias do solo, principalmente em parte da região norte da bacia.

Em contrapartida, o mês de junho, além de apresentar os menores valores de precipitação (09,0 mm/mês^{-1}) na bacia do Rio Parnaíba, corresponde com os menores índices de erosividade média anual (78 MJ mm ha^{-1}). Logo, os meses com chuvas menos intensas tendem a apresentar menores valores de índices de erosividade, ao decorrer em que os meses com maiores valores de precipitação tendem a exibir os maiores valores de erosividade.

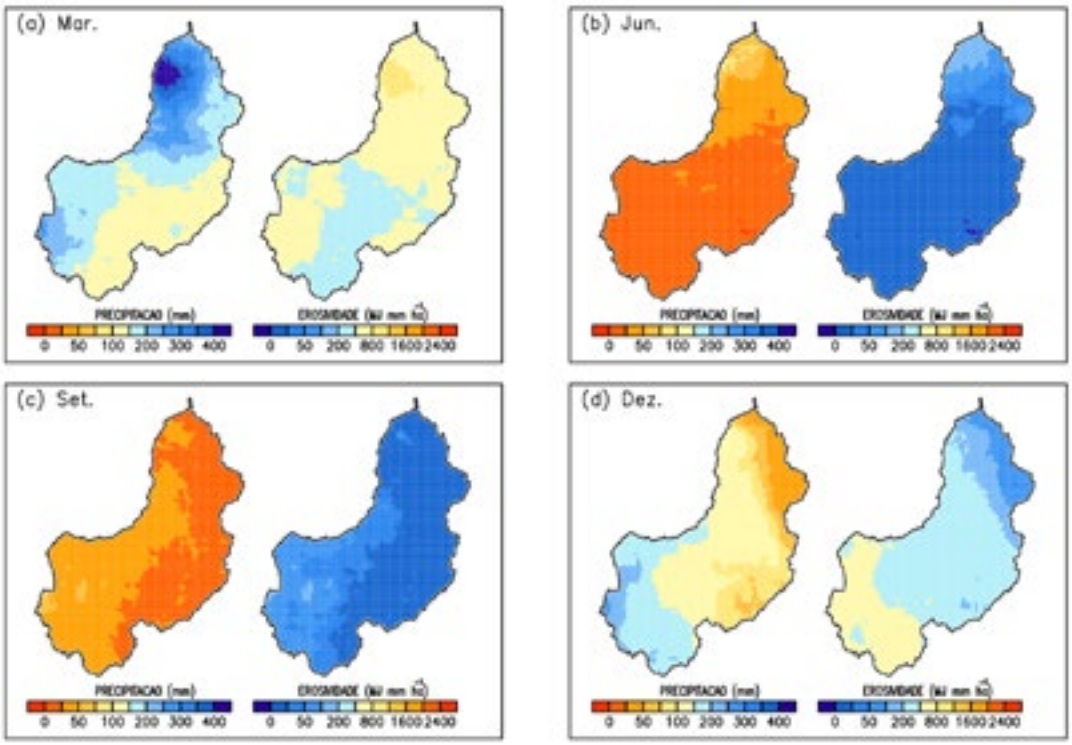


Figura 4 – Distribuição espacial da erosividade média mensal na bacia do Rio Parnaíba.

4. Considerações finais

A análise de dados com dados de alta resolução espacial permitiu identificar que os índices de erosividade das chuvas apresentam, para os diferentes meses na bacia do Rio

Parnaíba, diferenças expressivas entre si, devido às características sazonais da região pela atuação ou não de sistemas convectivos.

A distribuição média mensal dos índices de erosividade de cada ponto em grade do CMORPH permitiu, de forma geral, concluir que os maiores potenciais erosivos concentram-se no período entre fevereiro e março, de leste-oeste. Na maioria das estações analisadas, o mês de março apresentou maiores possibilidades de erosão hídrica na bacia do Rio Parnaíba.

A estimativa da erosividade da chuva com auxílio de dados de sensoriamento remoto proporcionou melhores resultados que os proferidos por métodos de interpolação, identificando a necessidade cada vez maior desses tipos de produtos para análises espaciais e temporais, já há uma resposta muito próxima das observações *in-situ* em muitas áreas do Nordeste do Brasil.

5. Referências Bibliográficas

ALMEIDA, A. Q. DE, SOUZA, R. M. S.; LOUREIRO, D. C.; PEREIRA, D. DOS R.; CRUZ, M. A. S.; VIEIRA, J. S. Modelling the spatial dependence of the rainfall erosivity index in the Brazilian semiarid region. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, n. 6, p. 371-379.

AS-SYAKUR, A. R.; TANAKA, T.; OSAWA, T.; MAHENDRA, M. S. Indonesion rainfall observation using TRMM multi-satellite data. **International Journal of Remote Sensing**, v. 34, n. 21, p. 7723-7738, 2013.

BACK, A. J.; POLETO, C. Distribuição espacial e temporal da erosividade das chuvas no estado de Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 22, n. 1, p. 381-403, 2018.

DIODATO, N.; KNIGHT, J.; BELLOCCHI, G. Reduced complexity model for assessing patterns of rainfall erosivity in Africa. **Global and Planetary Change**, v.100, p.183-193, 2013.

ELTZ, F.L.F.; CASSOL, E.A.; PASCOTINI, P.B.; AMORIM, R.S.S. Potencial erosivo e características das chuvas de São Gabriel, RS, de 1963 a 1993. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, p.647-654, 2013.

FAO. **The state of the world's land and water resources for food and agriculture (SOLAW)** – Managing systems at risk. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome and Earthscan, London, 2011.

FALCK, A. S.; VILA, D.; TOMASELLA, J.; MAGGIONI, V.; DINIZ, F. L. R. Avaliação de um modelo estocástico de erro multidimensional aplicado a estimativas de precipitação por satélite. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 31, n. 1, p. 52-63, 2016.

JOYCE, R. J.; JANOWIAK, J. E.; ARKIN, P. A.; XIE, P. CMORPH: A method that produces global precipitation estimates from passive microwave and infrared data at high spatial and temporal resolution. **Journal of Hydrometeorology**, n. 5, p. 487-503, 2004.

NASCIMENTO, F. C. A.; BRAGA, C. C.; ARAÚJO, F. R. C. D. Análise estatística dos eventos secos e chuvosos de precipitação no Maranhão. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 32, n. 3, p. 357-386, 2017.

OLIVEIRA, P. T. S.; RODRIGUES, D. B. B.; ALVES, S. T.; CARVALHO, D. F.; PANACHUKI, E. Spatial variability of the rainfall erosive potencial in the State of Mato Grosso do Sul, Brazil. **Engenharia Agrícola**, v. 32, p. 69-79, 2011.

OLIVEIRA, P.T.S.; WENDLAND, E.; NEARING, M. A. Rainfall erosivity in Brazil: a review. **Catena**, v.100, p.139-147, 2013.

OLIVEIRA, P.T.S.; NEARING, M.A.; WENDLAND, E. Orders of magnitude increase in soil erosion associated with land use change from native to cultivated vegetation in a Brazilian savannah environment. **Earth Surface Processes and Landforms**, v.40, p.1524-1532, 2015.

PANAGOS, P.; BALLBIO, C.; BORRELLI, P.; MEUSBURGUER, K.; KLIK, A.; ROUSSEVA, S.; TADIC, M. P.; MICHAELIDES, S.; HRABALÍKOVA, M.; OLSEN, P.; AALTO, P. O.; LAKATOS, M.; RYMSZEWICZ, A.; DUITRESCU, A.; BERGUERÍA, S.; ALEWELL, C. Rainfall Erosivity in Europe. **Science of the Total Environment**, v. 51, n. 1, p. 801-814, 2015.

PANAGOS, P.; BORRELLI, P.; SPINONI, J.; BALLABIO, C.; MEUSBURGER, K.; BEGUERÍA, S.; … ALEWELL, C. Monthly Rainfall Erosivity: Conversion Factors for Different Time Resolutions and Regional Assessments. **Water**, v. 8, n. 4, p. 1-18, 2016.

PANAGOS, P.; BORRELLI, P.; MEUSBURGER, K.; YU, B.; KLIK, A.; JAE LIM, K.; … BALLABIO, C. Global rainfall erosivity assessment based on high-temporal resolution rainfall records. **Scientific Reports**, v. 7, n. 1, p. 1-12, 2017.

RAMOS, T. P. A. Ictiofauna de água doce da bacia do Rio Parnaíba. Tese de doutorado. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2012.

RAMOS, T. P. A.; RAMOS, R. T. C.; RAMOS, S. A. Q. A. Ichthyofauna of the Parnaíba river Basin, Northeastern Brazil. **Biota Neotropica**, v. 14, n. 1, p. e20130039, 2014.

RISAL, A.; BHATTARAI, R.; KUM, D.; PARK, Y. S.; YANG, J. E.; LIM, K. J. Application of Web ERosivity Module (WERM) for estimation of annual and monthly R factor in Korea. **CATENA**, v. 147, p. 225-237, 2016.

ROSA, R. S.; MENEZES, N. A.; BRITSKI, H. A.; COSTA, W. J. E. M.; GROTH, F. Diversidade, padrões de distribuição e conservação dos peixes da Caatinga, In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. Ecologia e Conservação da Caatinga, Recife: Editora Universitária da UFPE, p. 135-162.

Sales, D. C., Costa, A. A., Silva, E. M. da, Vasconcelos Júnior, F. das C., Cavalcante, A. de M. B., Medeiros, S. de S., … Pereira, J. M. R. Projeções de mudanças na precipitação e temperatura no nordeste brasileiro utilizando a técnica de downscaling dinâmico. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 30, n. 4, p. 435-456, 2015.

SCHMIDT, S.; ALEWELL, C.; PANAGOS, P.; MEUSBURGER, K. Regionalization of monthly rainfall erosivity patterns in Switzerland. **Hydrology and Earth System Sciences**, v.20, p.4359-4373, 2016.

TRINDADE, A. L. F.; OLIVEIRA, P. T. S.; ANACHE, J. A. A.; WENDLAND, E. Variabilidade espacial da erosividade das chuvas no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 12, p. 1918-1928, 2016.

WALTRICK, P. C.; MACHADO, M. A. M.; DIECKOW, J.; OLIVEIRA, D. Estimativa da erosividade de chuvas no estado do Paraná pelo método da pluviometria: atualização com dados de 1986 a 2008. **Revista Brasileira de Ciência e Solo**, v. 39, p. 256-267, 2015.

WISCHMEIER, W.H.; SMITH D.D. **Predicting rainfall erosion losses**: a guide to conservation planning. Washington: United States Department of Agriculture, 1978. 67p. (USDA. Agriculture handbook, 537).

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

ESTIMATIVAS PRELIMINARES DA CHUVA, NO ESTADO DO PARANÁ, UTILIZANDO O ÍNDICE DE PRECIPITAÇÃO CONCENTRADA

Jonas Teixeira Nery [(a)], Beatriz Siqueira[(b)]

[(a)]UNESP-Ourinhos (aposentado)

[(b)]Departamento de Geografia/Instituto de Geociências, UNICAMP, biasiqueira@ige.unicamp.br

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e sociambientais

Resumo/

A proposta desse trabalho foi analisar a chuva no estado do Paraná. Para tanto foi utilizado o Índice de Precipitação Concentrada, utilizando um período de 39 anos (1976 a 2015), para 56 séries pluviométricas distribuídas espacialmente nesse estado. A avaliação da distribuição da precipitação pode ser realizada com a utilização de índices climáticos, que podem ser usados na classificação e interpretação dos resultados. O Índice de Concentração da Precipitação IPC, teve o intuito de definir a variabilidade temporal das chuvas durante o ano, bem como durante a sazonalidade (inverno) e os períodos secos e úmidos.

Palavras chave: índices, precipitação, concentração sazonal, concentração suprasazonal.

1. Introdução

A precipitação pluviométrica é um dos elementos meteorológicos que exerce maior influência sobre as condições ambientais e em quase todas as atividades produtivas desenvolvidas no campo. Diversos trabalhos de engenharia são afeta dos de forma direta ou

indireta, tanto pela ocorrência da chuva, quanto por sua ausência. Segundo Silva et al. (2003) a precipitação é a variável meteorológica que influencia diretamente no balanço hídrico de uma região, podendo-se por meio dela determinar o excesso ou escassez de chuva de uma determinada região.

A chuva é um dos fatores meteorológicos que apresenta grande variação espacial e temporal. A distribuição e a variação da precipitação, no tempo e no espaço, são as principais características climáticas de uma região (KELLER FILHO et al. 2006)

Com o objetivo de quantificar a precipitação mensal e a heterogeneidade da precipitação em um ano Oliver (1980) e De Luis et al. (1997) desenvolveram o Índice de Precipitação Concentrada (IPC). Dessa forma o Índice de Concentração da Precipitação IPC (ou *PCI – Precipitation Concentration Index*) foi proposto por Oliver (1980) com intuito de definir a variabilidade temporal das chuvas durante o ano.

De Luis et al. (2011) afirmam que esse índice permite compreender o comportamento da concentração da chuva num espaço e uma vez que a chuva influencia diretamente na recarga e no fluxo das águas subterrâneas, o conhecimento espacial e concentração da mesma se torna indispensável.

Esse índice é calculado para estações chuvosas e secas, em escalas anuais, sazonais e suprasazonais. Quanto maior o seu valor, maior a concentração da precipitação. Entretanto, algumas alterações nos seus valores podem ser complexas e estar relacionadas às características globais e sinóticas da atmosfera e com fatores locais que afetam as tendências da precipitação (LUIS et al. 2011).

Em seu trabalho sobre a quantificação dos extremos de precipitação no Huai River, China, Peng Shi (2013) aborda o estudo realizado por Coscarelli e Caloiero (2012). Os autores verificaram que o lado oriental da região Sul da Itália apresenta altos valores do IPC. Entretanto, De Luis et al. (2010, 2011) ao analisar a relação entre tendências de IPC e precipitação média anual na Espanha, encontraram um comportamento inverso entre precipitação anual e sazonal dos valores do índice no local.

Se o aumento da concentração de chuva ocorrer diariamente, a frequência de precipitação diária é que vai aumentar, sendo que o total anual permanece o mesmo ou aumenta com o passar do tempo. Entretanto, se a situação for contrária, ou seja, queda no valor anual de precipitação significa que a frequência diária das mesmas pode estar diminuindo. O estudo realizado por Mueller e Pfister (2011) indicou que o aumento de eventos de precipitações intensas ao longo dos últimos 35 anos foi mais acentuado na estação do verão (julho a setembro), mas foi detectado também em outras estações do ano.

Deste modo, o objetivo deste trabalho é analisar a distribuição espacial do IPC no estado do Paraná.

2. Material e Método

Foram analisadas 59 séries pluviométricas, distribuídas espacialmente no estado do Paraná, Figura 1. O período analisado foi de 1976 a 2015. Os dados foram extraídos da Agência Nacional de Água (ANA), totalizando 56 séries pluviométricas. Dados faltantes em algumas das séries foram preenchidos com o posto mais próximo.

O Índice de Precipitação Concentrada (IPC) é um indicador na distribuição espacial e temporal da precipitação, tradicionalmente aplicado em escalas anuais. Quando o valor aumenta, significa maior concentração da precipitação. Além disso, o índice advém de outro índice, (índice de Fournier), especializado na análise de sistemas naturais, como por exemplo, a erosão do solo, (DE LUIS et al. 2011).

O IPC, além de definir a variabilidade temporal das chuvas, também é de grande interesse nos estudos da erosão do solo, visto que possui efeito dinâmico mais ativo quanto maior sua concentração no tempo.

Alterações nos valores do IPC parecem ser complexas e podem estar relacionadas com as características globais e sinóticas da atmosfera e com fatores locais que afetam as tendências da precipitação, (DE LUIS et al. 2011).

De Luis et al. (2011) afirmam que esse índice permite compreender o comportamento da concentração da chuva num espaço e uma vez que a chuva influencia diretamente na recarga e no fluxo das águas subterrâneas, o conhecimento espacial e concentração da mesma se torna indispensável.

O índice modificado é expresso por:

$$IPC_{anual} = 100 * \frac{\sum_{i=1}^{12} p_i^2}{(\sum_{i=1}^{12} P_i)^2}$$

Onde p_i é a quantidade de chuvas do *ith* mês, calculado para cada um dos pluviômetros e para cada ano, durante o período de estudo. Conforme descrito por Oliver (1980), os valores de IPC < 10 indicam uma distribuição uniforme de precipitação mensal (baixa concentração de precipitação), enquanto os valores entre 11 e 15 indica moderada concentração de precipitação, 20 > IPC > 16 indica irregularidade na distribuição da precipitação e IPC > 20 indica alta concentração na precipitação.

O índice também pode ser calculado em escala sazonal para os meses correspondentes as estações do verão, outono, primavera e inverno, (DE LUIS et al. 2011):

$$IPC_{sazonal} = 25 * \frac{\sum_{i=1}^{3} p_i^2}{(\sum_{i=1}^{3} P_i)^2}$$

Segundo Michiels, Gabriels e Hartmann (1992), a concentração sazonal da chuva é classificada conforme Tabela I.

Tabela I- Classificação do Índice de Concentração de chuva (sazonal).

ICP	Concentração sazonal
<10	Uniforme
entre 11 e 15	Moderadamente sazonal
entre 16 e 20	Sazonal
>20	Fortemente sazonal

Fonte: Michiels, Gabriels e Hartmann (1992).

O índice de precipitação concentrada foi também calculado para escala sazonal, ou seja, verão (dezembro a março), primavera (março a maio), inverno (junho a agosto) e outono (setembro a novembro). Esse índice para a escala suprasazonal: período úmido (outubro a março) e período seco (abril a setembro).

Também em uma escala suprasazonal, no período úmido, que compreende os meses de outubro a março e seco, de abril a setembro, (LUIS et al. 2011):

$$IPCss = 50 * \frac{\sum_{i=1}^{16} p_i^2}{(\sum_{i=1}^{6} P_i)^2}$$

Conforme equações do IPC sazonal e suprasazonal, o menor valor do IPC é de 8,3, indicando uniformidade na distribuição da precipitação. Assim como, valores próximos de 16,7 indicam que a precipitação total foi concentrada em meio do período e valores de IPC acima de 25, que a precipitação total ocorreu em 1/3 do período, o que significa que o total anual da precipitação ocorre em quatro meses.

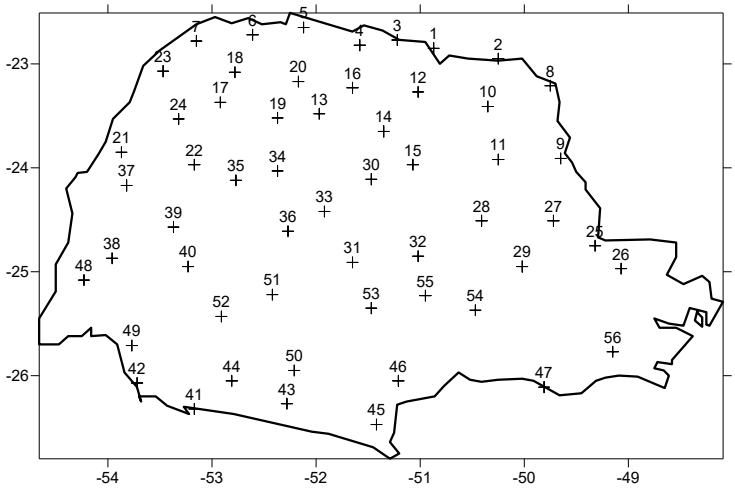


Figura 1- Localização dos postos pluviométricos, para o período estudado, no estado do Paraná.

3. Discussão dos resultados

Na Figura 2 pode-se observar a distribuição espacial do Índice de Precipitação Concentrada, para o período analisado (1976 a 2015). Observe que os valores do índice estiveram entre 11 e 13, o que, segundo Oliver (1980) sugere moderada concentração de precipitação, no estado do Paraná.

Foram analisados o índice para o inverno de cada ano, dentro do período. O índice de concentração de precipitação calculado em uma escala sazonal (inverno) mostrou padrões espaciais complexos de precipitação no estado (Figura 3 a 9). Durante o inverno, maiores valores de IPC foram detectados ao norte, nordeste e noroeste da área de estudo, enquanto valores mais baixos são detectados em áreas ao sul, sudeste e sudoeste da área de estudo.

Na Figura 3 pode-se observar a distribuição espacial desse índice, oscilando entre 9 (a nordeste) e 24 (noroeste) do estado, no ano de 1978. Pode-se observar que mais a nordeste do estado tem-se uniformidade na distribuição da precipitação e mais a nordeste a precipitação esteve concentrada mais no período.

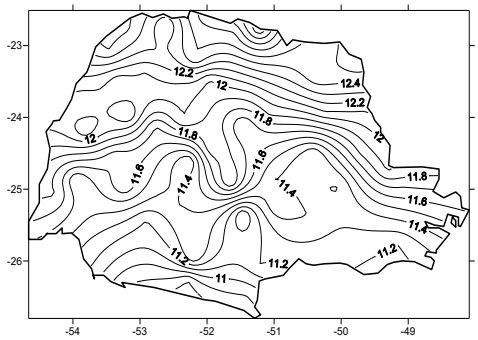


Figura 2 – Distribuição espacial dos valores do Índice de Precipitação Concentrada.

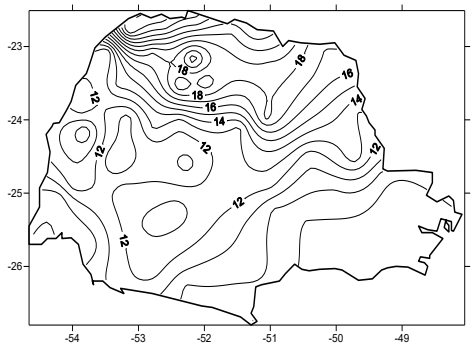


Figura 3 – Distribuição espacial dos valores do IPC para o inverno de 1978.

Como se pode observar, na Figura 4 não houve uniformidade na distribuição da precipitação, no inverno de 1983, pois os valores das isolinhas foram superiores a 8,3 e com valores próximos a 16,7 observou-se precipitação total concentrada em meio período, não havendo valores de IPC acima de 25.

Na Figura 5 tem-se a distribuição espacial do IPC para o inverno de 1986. Não se observou uniformidade na distribuição da precipitação, nesse período, pois os valores das isolinhas foram superiores a 8,3. Com valores próximos a 16,7 tem-se que a precipitação total ficou concentrada em 1/2 do período.

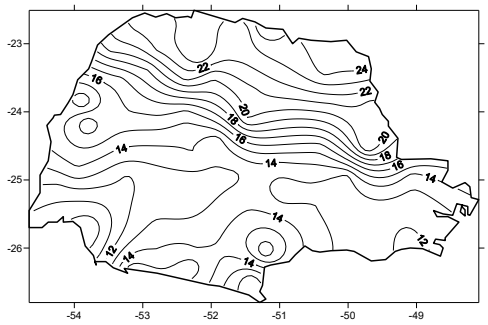


Figura 4 – Distribuição espacial dos valores do IPC para o inverno de 1983.

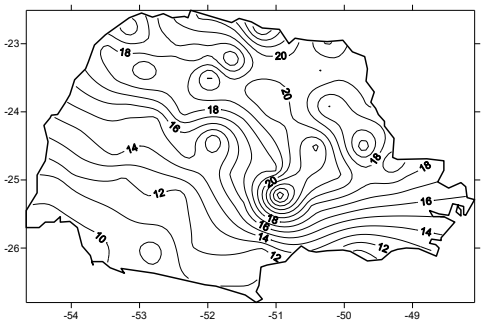


Figura 5 – Distribuição espacial dos valores do IPC para o inverno de 1986.

As Figuras 6 e 7 apresentaram valores do IPC para o inverno superiores a 22, sendo que a distribuição espacial dos valores do IPC para o ano 1988 apresentou ao norte valor de

25, ou seja, o total anual da precipitação ocorre em quatro meses, nessa faixa do estado. Já valores próximos de 16,7 indicam que a precipitação total foi concentrada em meio do período, conforme pode ser observada, tanto na Figura 6, quanto na Figura7.

Quanto menor o valor do IPC melhor é a sua distribuição sazonal, ou seja, a precipitação é mais uniforme ao longo do ano, o que implica em menores riscos de estiagens e de erosão do solo (Gil, 2012; Viola et al., 2014).

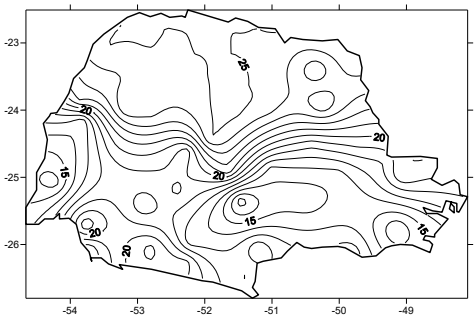


Figura 6 – Distribuição espacial dos valores do IPC para o inverno de 1988.

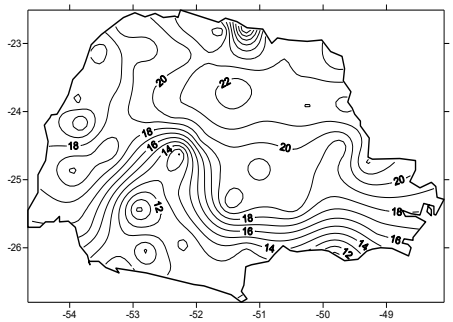


Figura 7 – Distribuição espacial dos valores do IPC para o inverno de 2007.

Nas Figuras 8 e 9 observa-se as distribuições espaciais do IPC para os anos 2012 e 2015 (análise do período de inverno). Há uma variabilidade nos valores do IPC (inverno), com maiores valores no ano de 2012 (maior irregularidade na chuva), em comparação com o ano 2015.

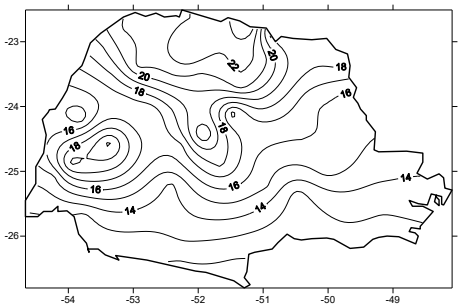


Figura 8 – Distribuição espacial dos valores do IPC para o inverno de 2012.

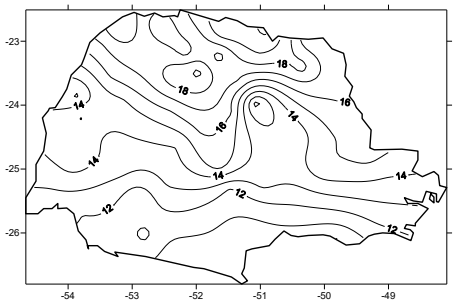


Figura 9 – Distribuição espacial dos valores do IPC para o inverno de 2015.

As variações sazonais e espaciais do IPC devem-se à atuação de mecanismos responsáveis pela formação das chuvas no estado do Paraná, visto que esse estado, segundo Grimm (2009), apresenta grandes contrastes no regime de precipitação, com transição, com a estação chuvosa iniciando-se na primavera e terminando no início do outono, resultando em grandes diferenças entre o verão e outono.

A concentração da chuva em um ano é um aspecto importante do clima. Uma distribuição "desequilibrada" das chuvas resulta em períodos de excesso de chuvas e períodos de seca, que dificultam o crescimento de plantas e culturas. A concentração de precipitação necessita ser considerada na avaliação e previsão de perdas de solo por erosão hídrica.

Índice de concentração de precipitação no período úmido apresentou os valores do IPC inferior a sudeste e superior a norte, para o ano 1978 (Figura 10). Em 1978, período úmido, na parte noroeste e leste tem-se IPC igual a 12 (de acordo com a Tabela concentração moderadamente sazonal), já a nordeste o IPC alcançou valor equivalente a 18, ou Seja, concentração sazonal. Já para ano 1983 o padrão se mantém, Figura 11. Em 1983 foi um ano de concentração sazonal e moderadamente sazonal.

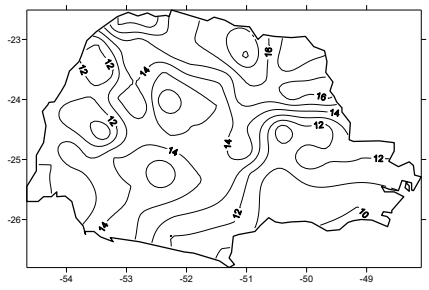


Figura 10 – Distribuição espacial dos valores do IPC para o período seco (1978).

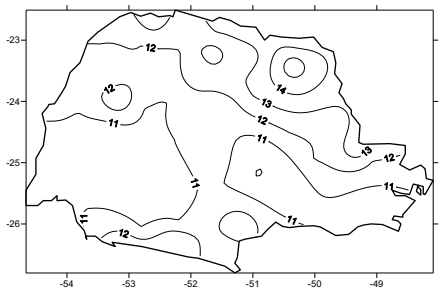


Figura 11 – Distribuição espacial dos valores do IPC para o período seco (1983).

O ano 1986 apresentou-se com concentração sazonal e moderadamente sazonal, Figura 12, mas o ano 1988 apresentou na parte central e a nordeste do estado como fortemente sazonal, de acordo com a tabela.

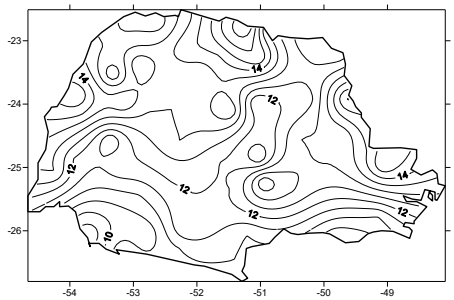


Figura 12 – Distribuição espacial dos valores do IPC para o período seco (1986).

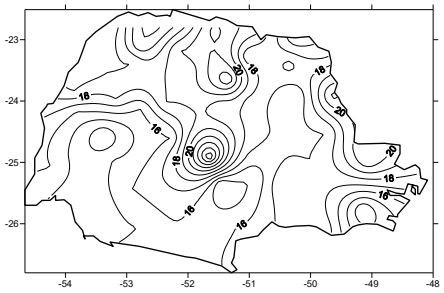


Figura 13 – Distribuição espacial dos valores do IPC para o período seco (1988).

4. Considerações finais

O entendimento da distribuição da precipitação e a correlação desta com desastres naturais, como secas e inundações, são de extrema importância para a sociedade, bem como, para o poder público, que deve criar medidas de prevenção e mitigação proporcional ao impacto causado.

O Índice de Concentração de Precipitação (IPC) apresentou uniforme concentração de precipitação tanto para a série anual, quanto para as escalas semestral e sazonal.

5. Referências Bibliográficas

COSCARELLI, R., CALOIERO, T (2012) Analysis of daily and monthly rainfall concentration in Southern Italy (Calabria region). J. Hydrol 416:145–156.

DE LUIS, M.; GONZÁLES-Hidalgo, J. C.; BRUNETTI, M. & LONGARES, L. A. (2011) - Precipitation concentration changes in Spain 1946–2005. *Natural Hazards and Earth System Science*, vol. 11, n. 5, p. 1259-1265. https://doi.org/10.5194/nhess-11-1259-2011

GIL, H. A. P. (2012) – El índice de erosión potencial en la vertiente norte del Waraira Repano, estado Vargas, Venezuela. Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía, vol. 21, n. 2, p. 85-97.

GRIMM, A. M. (2009). Clima da Região Sul do Brasil. In: CAVALCANTI, I.F.A., et al. Tempo e Clima no Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, p. 259-275.

KELLER FILHO, T.; ZULLO JUNIOR, J.: LIMA, P.R.S. de R. Análise da transição entre os dias secos e chuvosos por meio da cadeia Markov de terceira ordem. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.41, n.9, p.1341-1349, 2006.

MICHIELS, P.; GABRIELS, D.; HARTMANN; R. Using the seasonal and temporal precipitation concentration index for characterizing monthly rainfall distribution in Spain, Catena, 19, 43–58, 1992.

MUELLER, E., N., PFISTER, A. (2011) Increasing occurrence of high-intensity rainstorm events relevant for the generation of soil erosion in a temperate lowland region in Central Europe. J. Hydrol 411:266–278.

OLIVER, J. E. (1980) - Monthly precipitation distribution: A comparative index. *The Professional Geographer*, vol. 32, n. 3, p. 300-309. https://doi.org/10.1111/j.0033-0124.1980.00300.x

PENG SHI, XINXIN Ma, XI CHEN, SIMIN QU, and ZHICAI ZHANG, 2013. Analysis of Variation Trends in Precipitation in an Upstream Catchment of Huai River. Mathematical Problems in Engineering. v. 2013. Article ID 929383, 11 pages. http://dx.doi.org/10.1155/2013/929383

SILVA, E. S.; ZAVISLAK, F. D.; DALLACORT, R.; CARVALHO, M. A. C.; ARAUJO, D. V. Distribuição de probabilidade de chuva no município de Sapezal, MT. Enciclopédia Biosfera, v.9, n.17, p1112-1122, 2013.

VIOLA, M. R.; AVANZI, J. C.; MELLO, C. R. de; LIMA S. O. & Alves, M.V.G. (2014) – Distribuição e potencial erosivo da das chuvas no estado de Tocantins. Pesquisa Agropecuária Brasileira, vol. 49, n. 2, p. 125-135.

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

ESTUDO DA CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA: BELÉM - PA

Gabriel Gustavo Barros de Souza[(a)], Mariana Lopes Nishizima [(b)]

[(a)] Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Geografia – Faculdade de Ciência e Tecnologia - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Email: gabriel_cart@yahoo.com.br
[(b)] Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Geografia – Faculdade de Ciência e Tecnologia - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Email: mariana_nishizima@hotmail.com

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo/

A caracterização climática do município permite diagnosticar e elaborar planejamento de gestão urbana. Os registros de temperatura, precipitação somados aos índices de vegetação e coberturas são fatores integradores que podem interferir nas condições climáticas de uma cidade. Quando consideradas em âmbito urbano a sensação desses efeitos se torna ainda maior, visto que a maior parcela da população está inserida neste espaço. O objetivo deste trabalho é o estudo do excedente e a deficiência hídrica no município de Belém – PA, segundo o balanço hídrico de Thornthwaite e Mather (1955), integrando procedimentos de estimativa da temperatura da superfície a partir do processamento de imagens do Landasat 8. Assim, foram gerados o NDVI e a carta da Diferença de Temperatura dos Alvos, identificando variação de 8^{O}C no espaço analisado. Os resultados permitem caracterizar a área no aspecto dos elementos meteorológicos e configurar futuras intervenções localizadas para favorecer a população do município.

Palavras chave: Balanço Hídrico, Geoprocessamento, Climatologia, Belém - PA.

1. Introdução

> Considerando que a composição da cidade modifica o clima em escala local, afetando outros elementos geográficos, os estudos clássicos de clima urbano focavam principalmente nas alterações que ocorriam na temperatura, na umidade do ar, na precipitação e no movimento do ar, observados no meio urbano (LIMA e AMORIM, 2006).

Tendo consciência da complexidade e das dimensões dos estudos sobre o clima urbano na sociedade contemporânea é fundamental assegurar a reflexão da interação entre fenômenos climáticos e a paisagem urbana a partir de um contexto do ambiente urbano (RODRIGUES; AMORIM, 2017, p. 2). Assim, o conhecimento da dinâmica desses recursos

pode auxiliar de base para o planejamento de ações que visam à melhoria da qualidade de vida da população.

A urbanização, considerada em termos de espaço físico construído, altera significativamente a atmosfera próxima da superfície, proporcionando o aumento das superfícies de absorção térmica, impermeabilização do solo, alterações na cobertura vegetal, interferência nos efeitos dos ventos pelas concentrações de edifícios que interferem nos efeitos dos ventos, contaminação da atmosfera através da emissão de gases (LOMBARDO, 1985).

O balanço hídrico climatológico, de acordo com Pereira et al. (1997), é uma das várias maneiras de se monitorar a variação do armazenamento de água no solo a partir do suprimento de água via precipitação ou irrigação, da capacidade de água disponível e da quantidade que o solo armazena.

Além disso, o balanço hídrico torna-se praticamente indispensável na definição e quantificação das exigências climáticas das culturas econômicas, nas diferentes fases fenológicas, possibilitando o mapeamento das aptidões climáticas dessas culturas na área ou região de interesse (CAMARGO e CAMARGO, 1993; PEREIRA et al., 1997; TOMASELLI e ROSSATO, 2005).

Sant'Anna Neto (2011) descreve que dentro da discussão do clima urbano, a cobertura vegetal constitui-se em importante indicador de regulação do clima das cidades, porque exerce diversas funções geoambientais, amenizando as modificações de temperaturas ocasionadas pela impermeabilização do solo, poluentes lançados por veículos e indústrias, e pelos diversos usos já que as áreas urbanas encontram-se, também, em estágios variados de organização.

Considerando os fatores e definições apontados neste espaço, verifica-se, como afirmam Lima e Amorim (2006), que o uso de técnicas de sensoriamento remoto, como ferramenta de apoio aos estudos do clima, principalmente pela utilização de imagens do

infravermelho termal, permite o mapeamento da temperatura das superfícies urbanas considerado como ponto de partida para a análise de outros fenômenos do clima urbano. Além de imagens termais, outras de alta resolução são muito úteis para a elaboração de cartas de uso da terra, contribuindo assim, para a análise da estrutura e funcionalidade urbana para a identificação de áreas com maiores registros de temperaturas.

A modificação da temperatura pode causar interferência na precipitação, ventilação, umidade e ilha ou arquipélago de calor, que por sua vez propiciam efeitos diretos no conforto térmico, causando problemas no desempenho fisiológico, psicológico do indivíduo afetado (LIMA e AMORIM, 2006).

1.1. Caracterização da área de estudo

O município de Belém, capital do Estado do Pará (01º 28’ S, 48º 29’ W), possui mais de 1,4 milhões de habitantes (IBGE, 2010) e se localiza numa das regiões mais chuvosas do leste da Amazônia, com precipitação em torno de 2000 mm/ano (Figueroa e Nobre, 1990). O clima de Belém é do tipo Af de acordo com o critério de Köppen (sempre úmido), com sazonalidade da estação chuvosa (meses de dezembro, janeiro, fevereiro, março, abril e maio – DJFMAM) (FIGUEROA e NOBRE, 1990), que ocorre principalmente devido à migração latitudinal da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) nos meses de verão austral.

Os principais mecanismos que explicam o regime das chuvas dentro do contexto de escala global são: o resultado da combinação da atuação predominante da Zona de Convergência Intertropical - ZCIT, resultante da convergência dos ventos alísios de nordeste e sudeste, que é caracterizada por ventos fracos e precipitações intensas (VIANELLO e ALVES, 1991), das brisas marítimas, da penetração de sistemas frontais oriundos do sul do continente e da fonte de vapor representada pela cobertura vegetal da região. Dentro do contexto mais local, pode-se dizer que as chuvas em Belém são resultantes das seguintes situações: de dezembro a maio, época mais chuvosa, a precipitação é originada pela ZCIT e

pelos efeitos de mesoescala, como as linhas de instabilidades que se formam na costa Atlântica da Guiana e Pará, e propagam-se para o oeste como uma linha de cumulonimbus. Estas linhas originam-se em associação à brisa marítima e se formam no período da tarde; de junho a agosto, final do período chuvoso, as chuvas são provocadas por efeitos locais, como as brisas terrestres e marítimas e por Ondas de Leste, vindas nas correntes dos ventos alísios, geralmente os do sudeste. Estas ondas são fenômenos que se formam no campo da pressão atmosférica, ao longo dos alísios, na faixa tropical do globo, deslocando-se de leste para oeste (VIANELO e ALVES, 1991); de setembro a novembro, período de estiagem, a precipitação geralmente é provocada pelos fenômenos de mesoescala (BASTOS *et al*., 2002).

O município de Belém, área específica deste trabalho, é apresentado na Figura 1.

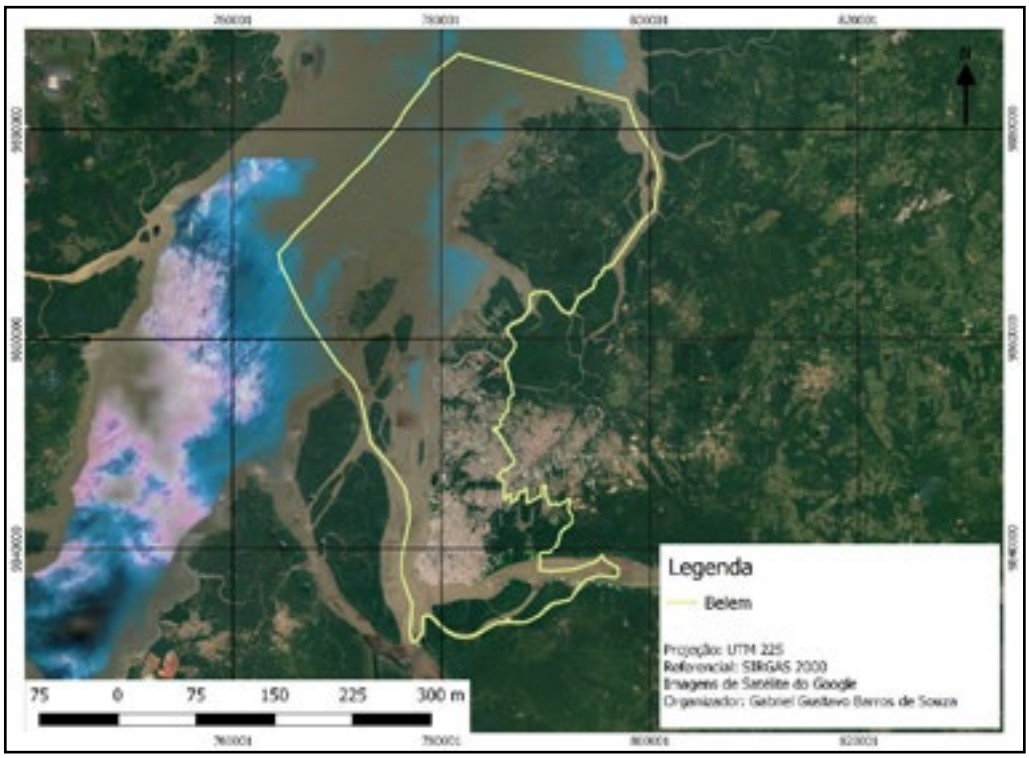


Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo

As mudanças nos padrões de temperaturas médias ou máximas na cidade Belém do Pará vêm aumentando significativamente nos últimos trinta anos. Lugares pobres em vegetação alcançam temperaturas superiores àquelas áreas com maior cobertura da vegetação (LIMA E AMORIM, 2006). Neste estudo foi analisada a paisagem urbana de Belém, bem como a temperatura dos alvos da cidade, utilizando-se produtos do sensoriamento remoto, correlacionando-os com as mudanças nos padrões de cobertura vegetal e, ainda, com o balanço hídrico climatológico.

2. Materiais e Métodos

A revisão da literatura do tema em questão foi realizada além da aquisição de dados para o processamento das informações adquiridas e analisadas neste trabalho.

O balanço hídrico foi calculado de acordo com a proposta metodológica de Thornthwaite e Mather (1955), sendo utilizados os dados de temperatura e precipitação do período de 2000 a 2017. Os dados foram obtidos a partir do acesso https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/. O portal Giovanni é um ambiente online (Web) para a exibição e análise de parâmetros geofísicos que pode ser facilmente acessada. Os dados de precipitação e temperatura, baixados (portal mencionado anteriormente) e calculados.

Como descreve Pereira (2005), pode-se determinar o regime hídrico de um local, sem necessidade de medidas diretas das condições do solo. Para sua elaboração, há necessidade de se definir o armazenamento máximo no solo (CAD – Capacidade de Água Disponível), e de se ter a medida da chuva total, e também a estimativa da evapotranspiração potencial em cada período. Com essas três informações básicas o BHC permite deduzir a evapotranspiração real, a deficiência ou o excedente hídrico, e o total de água retida no solo em cada período. As fórmulas utilizadas para a apresentação dos cálculos do balanço hídrico, disponíveis neste documento, são encontradas em Pereira (2005).

3. Resultados e Discussões

Os elementos que intervém no cálculo do Balanço Hídrico Climático (BHC), como registra Coral *et al.* (2015), são: Temperatura Média Mensal (TM), Evapotranspiração Potencial (ETP), Precipitação Média Mensal (P), Perda ou Adição Potencial de Água no Solo (P-ETP), Negativo Acumulado (NEG), Capacidade de Água Disponível (CAD), Água Armazenada no Solo (ARM), Alteração Mensal de Armazenamento de Água (ALT), Evapotranspiração Real (ETR), Deficiência Hídrica (DEF) e Excesso Hídrico (EXC). A tabela 3 apresenta o resultado dos cálculos do balanço hídrico.

Tabela 3 - Balanço Hídrico Normal por THORNTHWAITE e MATHER (1955) de Belém - PA.

Mês	P (mm)	ETP Thornthwaite 1948	P-ETP (mm)	NEG-AC	ARM (mm)	ALT (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	337,2	133,02	204,2	0,0	125,00	76,17	133,0	0,0	128,0
Fev	373,2	110,42	262,8	0,0	125,00	0,00	110,4	0,0	262,8
Mar	479,6	122,49	357,1	0,0	125,00	0,00	122,5	0,0	357,1
Abr	416,1	119,55	296,5	0,0	125,00	0,00	119,6	0,0	296,5
Mai	310,2	126,95	183,3	0,0	125,00	0,00	126,9	0,0	183,3
Jun	210,5	121,05	89,5	0,0	125,00	0,00	121,1	0,0	89,5
Jul	193,1	124,30	68,8	0,0	125,00	0,00	124,3	0,0	68,8
Ago	131,7	132,29	-0,6	-0,6	124,39	-0,61	132,3	0,0	0,0
Set	79,0	148,08	-69,1	-69,7	71,59	-52,80	131,8	16,3	0,0
Out	82,4	179,54	-97,1	-166,8	32,92	-38,67	121,1	58,4	0,0
Nov	75,6	186,83	-111,2	-278,0	13,52	-19,40	95,0	91,8	0,0
Dez	202,9	167,56	35,3	-117,5	48,83	35,31	167,6	0,0	0,0
TOTAIS	2891,5	1672,09	1219,4		1166	0,00	1505,6	166,5	1385,9
MÉDIAS	241,0	139,34	101,6		97,2		125,5	13,9	115,5

Através dos cálculos efetuados foi possível gerar os gráficos que podem ser verificados a seguir a partir da Figura 2 (Balanço Hídrico Mensal, Balanço Hídrico Normal Mensal) e Figura 3 (Deficiência, Excedente, Retirada e Reposição Hídrica ao longo do Ano). O valor de CAD utilizado a partir da classificação pedológica local utilizado para o cálculo do BHC foi de 125 mm.

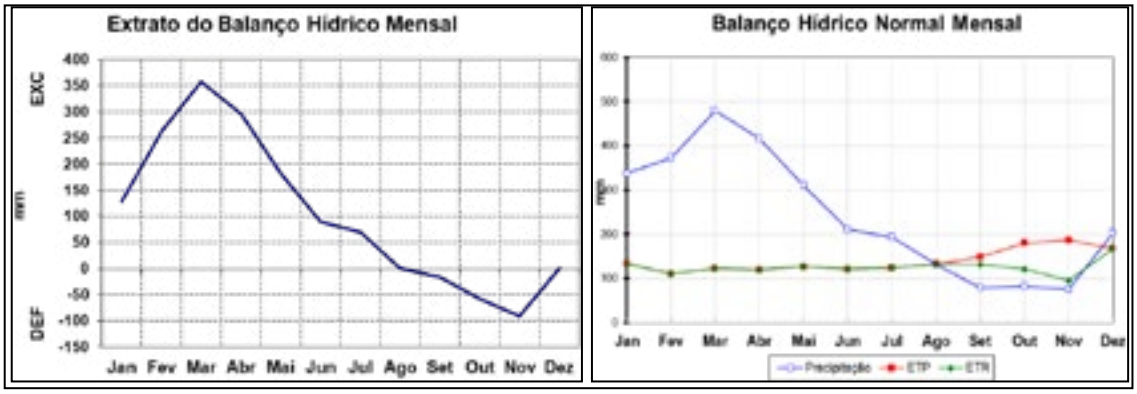


Figura 2 – Balanço Hídrico Mensal e Balanço Hídrico Normal Mensal.

Figura 3 – Deficiência, Excedente, Retirada e Reposição Hídrica ao longo do Ano.

A partir dos gráficos apresentados na Figura 2 e Figura 3 verifica-se que a energia recebida proporcionou, em termos anuais, uma demanda evaporativa menor que a chuva**,** resultando em elevado excedente hídrico ao longo do ano. A distribuição da demanda evaporativa ou evapotranspiração de referência e das chuvas no decorrer dos meses, produziu excessos e deficiências de água em determinados períodos, do seguinte modo: de janeiro a setembro, o total de chuvas excedeu a evapotranspiração de referência, proporcionando considerável excedente hídrico; de outubro a novembro, o total de chuva foi menor que a evapotranspiração, resultando em reduzida deficiência hídrica; em dezembro, o total das chuvas novamente excedeu a evapotranspiração, resultando primeiramente em reposição de água no solo, seguido de excedente hídrico.

Juntamente aos cálculos, mencionados anteriormente, foram elaboras cartas de temperaturas das superfícies de Belém, bem como o NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index* - Índice de Vegetação por Diferença Normalizada). O processo de realização da modelagem dos dados se deu através do IDRISI[1].

Para a elaboração de uma série de cartas das temperaturas da superfície da área de estudo, foram utilizados produtos de sensoriamento remoto como imagens de satélites considerando a banda 10 infravermelho termal do satélite Landsat-8 (ano 2018). Na sequência, por meio da junção das bandas 4 e 5 gerou-se o NDVI, que permite identificar a densidade de vegetação e sua distribuição, apresentada na Figura 4.

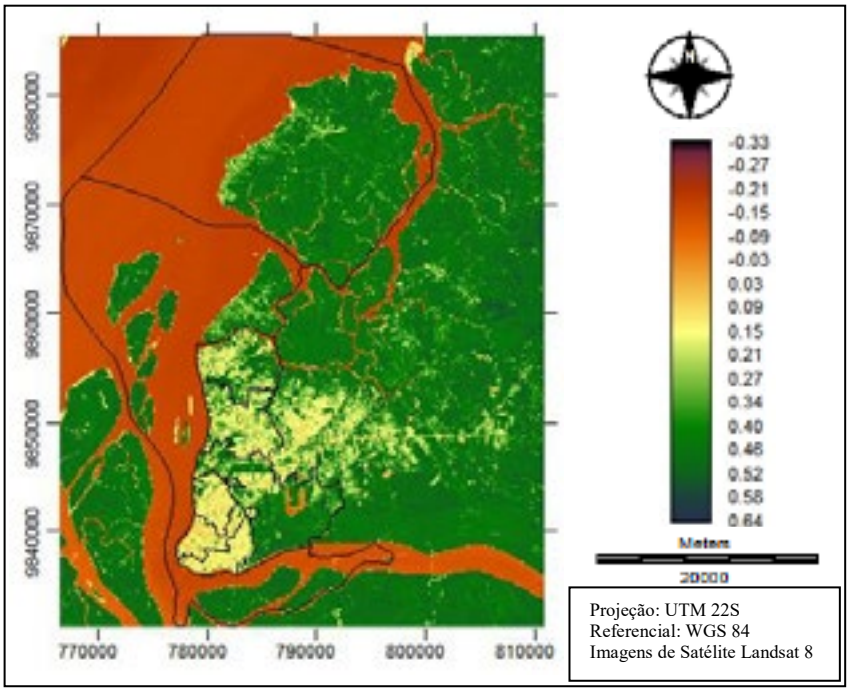


Figura 4 – Carta de NDVI de Presidente Prudente (SP), elaborada a partir das bandas 4 e 5 da imagem Landsat 8, 07/06/2018.Fonte da imagem: http://earthexplorer.usgs.gov/
Elaboração: Gabriel Gustavo Barros de Souza.

[1] Idrisi é marca registrada da Clark University.

A imagem foi tomada no período de transição da estação mais chuvosa para a menos chuvosa (junho), considerando os dias sem nebulosidade, uma vez que as nuvens interferem na interpretação da temperatura dos alvos.

Com base na Figura 5, há de ser considerado o ponto mais frio como sendo o "0" (zero) indicado na legenda, definido como ponto de referência. Desse modo é possível observar que a temperatura dos alvos sofre alterações.

Para a data em análise observa-se que houve amplitude térmica de 11^{O}C, levando-se em consideração a superfície das águas. Ao considerar a classe de vegetação como início de comparação presente no meio urbano, verifica-se variação térmica de 8^{O}C.

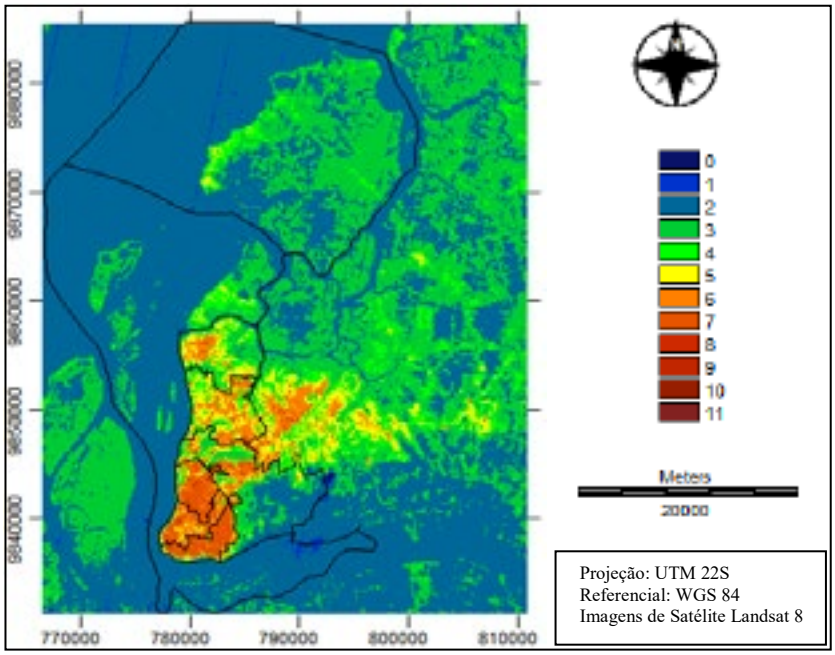


Figura 5 – Diferença da temperatura dos alvos de Belém-PA, elaborada a partir da bandas 10 da imagem Landsat 8, 07/06/2018.Fonte da imagem: http://earthexplorer.usgs.gov/
Elaboração: Gabriel Gustavo Barros de Souza.

Baseado nos resultados apresentados neste trabalho e considerando o que relata Lima et al. (1978), o balanço hídrico, nos estudos de disponibilidade de recursos hídricos, deve ser elaborado a intervalos de tempo anual considerando que o processo de movimento de água no

solo representa um seguimento do ciclo hidrológico e que pode sofrer variações quantitativas segundo a variação da temperatura, da precipitação e das características pedológicas.

Lima et al. (1978) complementam também que o solo que receber os mesmos volumes de água da chuva numa mesma região climática e apresentar diferenças na disponibilidade hídricas, estas são devidas às variações da capacidade que o solo apresenta de armazenar água, principalmente aqueles formados por materiais pedológicos muito distintos do ponto de vista químico, físico e mineralógico. O solo funciona como um reservatório de água, atendendo, durante períodos de estiagem, a demanda de água pelas plantas. De maneira geral essa disponibilidade de água depende do suprimento, decorrente das precipitações atmosféricas, e da demanda, resultante do processo de evapotranspiração e pela drenagem. Assim o aproveitamento de água armazenada pelo solo depende do comportamento dinâmico do sistema solo-planta-atmosfera.

As áreas permeáveis, neste contexto, se caracterizam com temperaturas mais baixas e também com maior capacidade de armazenamento hídrico. Os dados analisados e apresentados são de um período sequencial aos meses chuvosos, portanto ainda com excesso hídrico, como mostrado anteriormente. Ainda assim, verifica-se a amplitude térmica no município de 8º C no que concerne a identificação de áreas de vegetação no entorno urbano às áreas densamente construídas. A escala de intensidade, adotada na legenda da Carta apresentada na Figura 5 retrata a temperatura de 21ºC considerada como "0" e a intensidade "11" corresponde à temperatura de 32ºC.

4. Considerações finais

A verificação das componentes Precipitação e Temperatura são importantes parâmetros a serem considerados ao analisar o clima de uma região. Somado a isso é possível destacar, a partir dos dados observados, que as áreas densamente construídas tendem a reunir

temperaturas mais elevadas, uma vez que há pouca cobertura vegetal nesse espaço, quando comparado ao entorno externo ao urbano.

A caracterização climática, aqui considerada, envolveu a utilização da determinação de valores diários e mensais dos elementos meteorológicos através de estatísticas como médias e somatórias. Neste trabalho os parâmetros como relevo e dados de estações meteorológicas (dentro do município e entorno) não foram considerados. Possivelmente haveriam novos fatores a serem analisados e correlacionados.

É recomendável, para melhor detalhamento dos processos semelhantes aos empregados neste estudo, que sejam analisadas outras séries temporais. Isso permite analisar ao longo dos anos, por exemplo, as variações dos elementos meteorológicos somados ao processo de ampliação da malha urbana e os impactos decorrentes a ela.

5. Agradecimentos

À Faculdade de Ciência e Tecnologia / Universidade Estadual Paulista (FCT/UNESP) – Campus de Presidente Prudente, em especial aos orientadores Profº Dr. João Osvaldo Rodrigues Nunes; Profº Dr. José Tadeu Garcia Tommaselli e a Profª Dra. Margarete Cristiane de Costa Trindade.

Agradecimentos a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo o fomento da pesquisa, processo nº 2018/08293-0.

6. Referências

BASTOS, T.X.; PACHECO, N.A.; NECHET, D.; SÁ, T.D. de A. **Aspectos climáticos de Belém nos últimos cem anos. Belém: Embrapa Amazônia Oriental**, 2002. 31p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 128).

CAMARGO, M.B.P.; CAMARGO, A.P. **Representação gráfica informatizada do extrato do balanço hídrico de Thornthwaite & Mather.** Bragantina, Campinas, v.52, n.2, p.169-172, 1993.

Coral, A., García-Tommaselli, J., & Leal, A. C. (2015). **Cálculo de balance hídrico usando modelamiento de datos espaciales: estudio aplicado a la cuenca del río Buena Vista, Ecuador**. Formação, 1(22), 119-137.

FIGUEROA, S.N.; NOBRE, C.A. Precipitations distribution over Central and Western Tropical South America. **Climanálise - Boletim de Monitoramento e Análise Climática,** v. 5, n.6, p.36-45. 1990.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Censo 2010. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 12 Nov. 2018.

LIMA, V.; AMORIM, M. C. C. T. **A importância das áreas verdes para a qualidade ambiental das cidades**. Revista Formação, n.13, p. 139 -165. 2006.

LIMA, J.J.; CORSINI, P.C.; POLITANO, W**.** Condições hídricas de solos dispostos em uma topossequência no município de Rio Branco-Acre. **Científica**. Botucatu, v.6, p.53-60, 1978.

LOMBARDO, M. A. **Ilhas de Calor nas Metrópoles: o exemplo de São Paulo**. São Paulo: Hucitec. 1985. 224 p.

PEREIRA, A.R. **Simplificando o Balanço Hídrico De Thornthwaite-Mather, In:** Bragantia, Campinas, v.64, n.2, p.311-313, 2005.

PEREIRA, A. R.; VILLA NOVA, N. A.; SEDIYAMA, G. C. **Evapo(transpi)ração.** Piracicaba, 1997.

RODRIGUES, José Edilson Cardoso; AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade. ANÁLISE DA TEMPERATURA DOS ALVOS NA ÁREA CENTRAL DA CIDADE DE BELÉM-PA UTILIZANDO BANDAS TERMAIS. In: LEAL, Antonio Cezar; BORDALO, Carlos Alexandre Leão; NUNES, João Osvaldo Rodrigues (Org.). **A geografia do Pará em múltiplas perspectivas:** Natureza, Urbano, Rural e Cultura. TupÃ-sp: Anap, 2017. Cap. 1. p. 1-29.

SANT'ANNA NETO, J. L. O clima urbano como construção social: da vulnerabilidade polissêmica das cidades enfermas ao sofisma utópico das cidades saudáveis. **Revista Brasileira de Climatologia**, Ano 7, v. 8, 2011.

SOUZA, Juliana Fontini de; SILVEIRA, Hélio. ESTIMATIVA DA DEFICIÊNCIA E EXCEDENTE HÍDRICO ANUAL E SAZONAL NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DO PARANAPANEMA III, IV E PIRAPÓ-PR. **Geoingá**: Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia, Maringá, v. 8, n. 1, p.3-22, ago. 2016.

THORNTHWAITE, C.W; MATHER, J.R. **The water balance climatology**. Centeton, v.8, nº 1, p.1-86, 1955.

TOMASELLI, J.T.G.; ROSSATO, L**. Tópicos em Meio Ambiente e Ciências Atmosféricas – Balanço Hídrico.** INPE, São José dos Campos, 2005.

VIANELLO, R.L.; ALVES, A. R. **Meteorologia e aplicações**. Viçosa: UFV, 1991. 449p.

XVIII SBGFA
SIMPÓSIO 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 DO USO E COBERTURA DO SOLO NOS BAIRROS ADJACENTES AO PARQUE DO COCÓ (Fortaleza-CE) E SUA INFLUÊNCIA NA TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE LOCAL UTILIZANDO TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO

David Ribeiro Lino [(a)], Thiago Costa dos Santos [(b)], Márcio Regys Rabelo de Oliveira [(a)], Thales Rafael Guimarães Queiroz [(a)], Adunias dos Santos Teixeira [(a)]

[(a)] Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará- UFC, rdavid.lino@gmail.com; marcioregys@yahoo.com.br; thalesraf04@hotmail.com; adunias@ufc.br.
[(b)] Departamento de Ciências do Solo, Universidade Federal do Ceará- UFC, thiagoengagronomo@hotmail.com.

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais.

Resumo

O Parque do Rio Cocó sofreu ação antrópica no processo de urbanização dos bairros em sua adjacência. Este mal planejamento contribui com as ilha de calor. Assim, este trabalho apresentou como objetivos analisar o uso e ocupação da cobertura do solo no entorno dos bairros adjacentes do Rio Cocó nos anos de 1996, 2014 e 2018 e sua relação com a temperatura de superfície da área de interesse. Foi realizada uma classificação das unidades de uso e cobertura do solo a partir das imagens de satélites, onde foram definidas cinco unidades. A temperatura de superfície do ano de 1996 foi estimada através da metodologia de Malaret e dos anos de 2014 e 2018 através da transformação do número digital para temperatura. Foi constatado um aumento na área urbana entre os anos de 1996 e 2018, em detrimento das demais unidades. As temperaturas das áreas urbanizadas foram superiores as demais áreas.

Palavras chave: urbanização, geoprocessamento, ilhas de calor.

1. Introdução

A maior parte dos corpos hídricos localizados em áreas urbanas no território brasileiro, como o Rio Cocó, que cruza a cidade de Fortaleza/CE, sofre grande influência das ações antrópicas. O acelerado crescimento da urbanização, sem o monitoramento por parte do poder

público, acarretou em um forte avanço de edificações nas áreas de várzea e nas margens do rio que conduziram a significativas mudanças no ambiente natural (FREIRE et al., 2014).

Todas essas mudanças não só alteram a paisagem local, como também, comprometem a biodiversidade, impossibilitam a navegação, inibem atividades recreativas, educativas e turísticas, inviabilizando, consequentemente, o desenvolvimento de práticas sustentáveis (FREIRE et al., 2014). Atualmente, mais de 50% da população mundial vivem em cidades e espera-se que a população urbana chegue a 81% em 2030. Como o processo de urbanização global acelerou tanto em intensidade como em área física, existe um interesse crescente no entendimento de suas implicações na saúde humana, no funcionamento de ecossistemas, no tempo e, possivelmente, no clima como um contribuinte para o aquecimento global (IMHOFF et al., 2010).

SOUZA (2004) afirma que as cidades mal planejadas sofrem graves problemas com o fenômeno denominado ilha de calor, que ocorre em locais com excessiva quantidade de construções e baixa concentração de áreas verdes onde a temperatura é mais elevada que áreas vizinhas não urbanizadas

A população da cidade de Fortaleza, localizada na região Nordeste do Estado do Ceará, vêm padecendo dos efeitos negativas do demasiado aquecimento dos seus espaços. O presente trabalho tem como objetivos principais: analisar o processo de uso da cobertura do solo no entorno dos bairros adjacentes do Rio Cocó nos anos de 1996, 2014 e 2018, utilizando imagens dos satélites: TM/LandSat-5, OLI/LandSat-8 e REIS/RapidEye. Especificamente, objetivou-se gerar mapa de uso e cobertura do solo da área de estudo, cada ano de imageamento; e quantificar e mapear a evolução da área urbana no entorno do estuário do Rio Cocó para o período de 1996/2018. Ainda, estimar a temperatura da superfície, e posteriormente; identificar a dinâmica da temperatura para o mesmo período, utilizando dados da banda térmica do LandSat-5 sensor TM, do LandSat-8 sensor TIRS e técnicas de geoprocessamento, e investigar a relação entre a temperatura da superfície e a cobertura do solo na cidade de Fortaleza/CE.

2. Materiais e Métodos

2.1. Área de estudo

O estudo foi realizado na área onde está inserido o Parque Estatual do Cocó, localizado na porção Nordeste da cidade de Fortaleza, no Estado do Ceará (Figura 1).

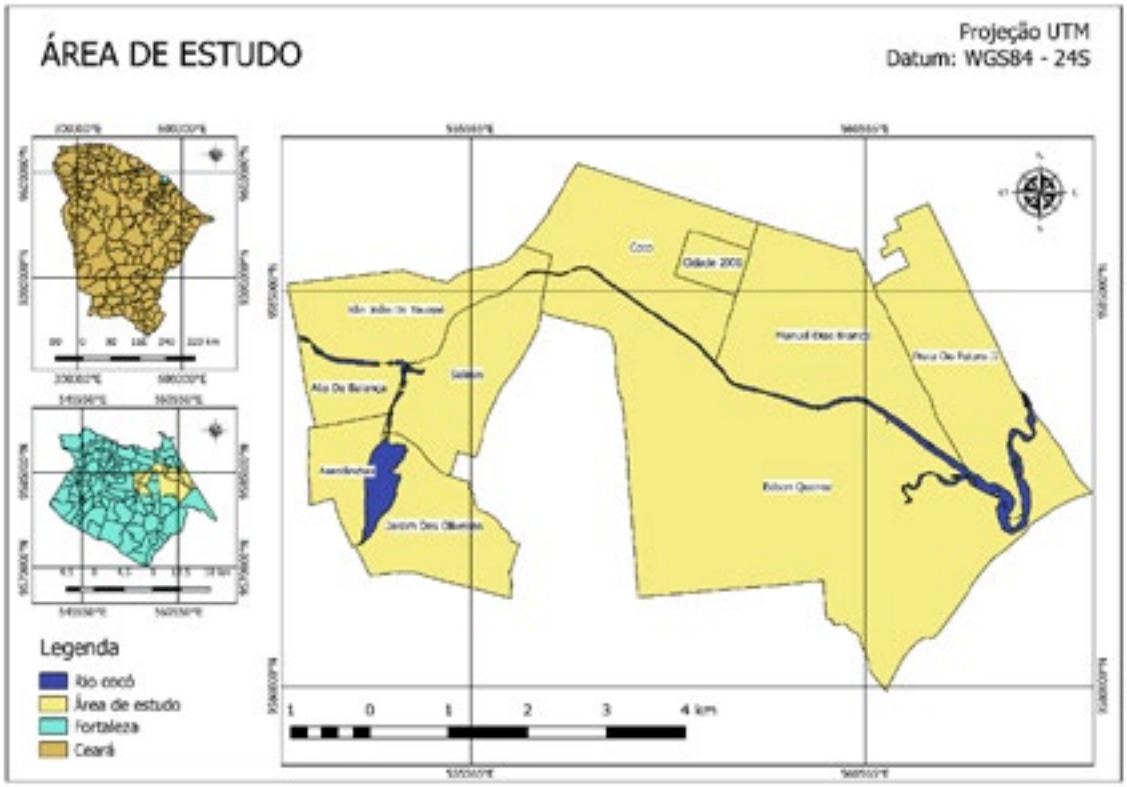


Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo.

A área do parque está inserida apenas no Município de Fortaleza e inclui as áreas de maior fragilidade do ponto de vista ambiental, recebendo grande influência da urbanização de seu entorno.

2.2. Obtenção das imagens

Nesse trabalho foram utilizadas imagens dos satélites Landsat-5, LandSat-8 e RapidEye. As imagens do LandSat foram obtidas no catálogo do United States Geological

Survey (USGS), enquanto que a imagem do RapidEye foi obtida no catálogo do Ministério do Meio Ambiente (MMA). Os critérios para seleção das imagens foram as condições meteorológicas semelhantes, mínima presença de nuvens e que correspondiam a mesma época do ano.

Foram utilizadas imagens dos anos: 1996, 2014 e 2018. Para classificação do uso e cobertura do solo, foram utilizadas imagens do visível e infravermelho próximo/médio dos sensores: TM (LandSat-5), OLI (LandSat-8) e REIS (RapidEye). Com o intuito de estimar a temperatura de superfície utilizou a imagem do infravermelho termal do sensor TIRS (banda 10) com intervalo espectral de 10.6 -11.19µm e o sensor TM (banda 6) com intervalo espectral de 10.4 -12.5µm. As características das imagens estão presentes na Tabela 1.

Tabela I - Características das imagens utilizadas no estudo.

Satélite	Orbita/Ponto ou ID	Data	Sensor
LandSat-5	217/063	02/07/1996	TM
LandSat-8	217/02	13/06/2018	OLI/TIRS
RapidEye	2437317	10/07/2014	REIS

2.3. Processamento das imagens

2.3.1. Classificação das imagens

Considerando a resolução espacial de 30 m dos sensores embarcados nos satélites LandSat-5 e LandSat-6 e o tamanho da área de estudo ser aproximadamente 1 mil vezes menor do que a área de toda a cena, optou-se pela classificação de imagens não supervisionada, por razão da grande dificuldade de criar áreas de interesse para uma classificação supervisionada. Desta forma, o método utilizado foi IsoData. Para este tipo de classificação deve-se especificar o número destas classes, delimitando assim o número de classes possíveis a serem encontradas na área especificada (VENTURIERI e SANTOS, 1998). Para a classificação das imagens,

foram utilizados como parâmetros um mínimo de 5 classes e um máximo de 10 classes. Foram utilizadas cem iterações no algoritmo, este número de iterações exige um alto nível de processamento da máquina, no entanto, para uma área pequena, este número apresentou ótima eficiência.

Para a manipulação e classificação dos dados foram utilizados os *softwares* QGIS 2.18.17 e Envi Classic 5.2. Após a classificação, foi realizado combinações de classes, que são: área urbana, solo exposto, rio, lagoas e alagadiços e vegetação. A classificação da imagem do ano de 1996 foi comparada com a classificação da imagem de 2014 e 2018. Considerando a resolução espacial de 30m do LandSat e 5m do RapidEye, é esperado uma classificação com níveis diferentes em detalhamento.

2.3.2. Mapeamento da temperatura de superfície

Foi realizado o cálculo da temperatura de superfície sem correção atmosférica a partir da conversão dos níveis de cinza da banda 10 (LandSat-8) em radiância espectral através da equação 1. Os dados de entrada para os dois satélites citados estão na Tabela 2.

$$L_\lambda = \left(\frac{L_{max\lambda} - L_{min\lambda}}{Q_{cal\,max} - Q_{cal\,min}}\right) \times (Q_{cal} - Q_{cal\,min}) + L_{min\lambda} \quad (1)$$

onde:

L_λ = Radiância espectral, W/ m^2 ·sr·µm;

Q_{cal}= Valor quantizado e calibrado do pixel em nível de cinza, DN;

$Q_{cal\,min}$= Valor mínimo do pixel em níveis de cinza, DN;

$Q_{cal\,max}$= Valor máximo do pixel em níveis de cinza, DN;

$L_{min\lambda}$= Radiância espectral mínima, W/ m^2 ·sr·µm;

$L_{max\lambda}$= Radiância espectral máxima, W/ m^2 ·sr·µm.

Tabela II – Dados de entrada para o cálculo da radiância

	LandSat-8
$Q_{cal\ min}$	1
$Q_{cal\ max}$	255
$L_{min\lambda}$	1.238
$L_{max\lambda}$	15.303

Posteriormente a radiância espectral foi convertida em temperatura (Kelvin) a partir da equação modificada de Planck (equação 2). As constantes térmicas foram obtidas no arquivo de metadados obtidas no download das imagens no site da USGS.

$$T_{sc} = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_\lambda}+1\right)} \quad (2)$$

onde:

T_{sc} = Temperatura sem correção atmosférica, Kelvin;

K_1 = Constante de calibração 1 (607.76/LandSat-5 e 774.8853/LandSat-8);

K_2 = Constante de calibração 2 (1260.56/LandSat-5 e 1321.0789/LandSat-8);

L_λ = Radiância espectral, W/m^2 sr µm).

O cálculo da temperatura de superfície para a banda 6 (LandSat-5) foi realizado utilizando a metodologia proposta por Malaret et al. (1985), que converte o número digital de cada pixel nos respectivos valores de temperatura, em Kelvin, empregando-se, para tanto, uma fórmula baseada em um modelo de regressão quadrática, o qual encontra-se referenciado pela Equação 3.

$$T = 209{,}831 + 0{,}834\,.\,DN - 0{,}0013\,.\,DN^2 \quad (3)$$

onde:

T = Temperatura sem correção atmosférica, Kelvin;

DN = Número digital de cada pixel.

As temperaturas resultantes foram convertidas para graus Celsius (ºC) com a subtração do valor da temperatura do ponto de congelamento da água ao nível do mar, que equivale a 273,15 K. As imagens de temperatura de superfície foram classificadas e foi aplicada uma escala cromática de falsa-cor às imagens resultantes, com o intuito de melhor identificar o comportamento da temperatura dos alvos nas imagens.

3. Resultados e Discussão

Para os mapas de 1996 (Figura 2a), 2014 (Figura 2b) e 2018 (Figura 2c) foram definidas 5 unidades de uso e cobertura do solo: área urbana; solo exposto; rio; lagoa e alagadiços; vegetação.

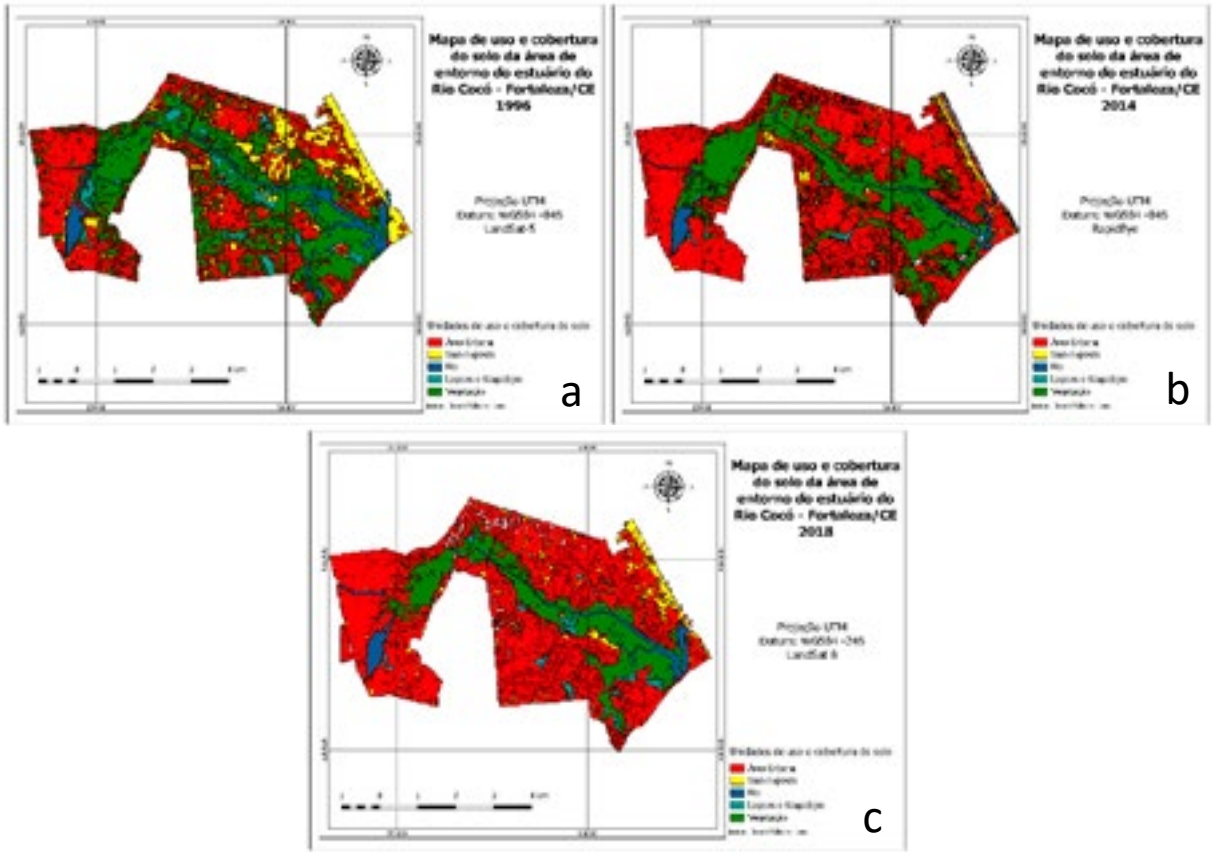


Figura 2 – Mapa de uso e cobertura do solo nos anos de 1996, de 2014 e de 2018.

As mudanças que ocorreram nos bairros localizados entorno do estuário do Rio Cocó podem ser constatadas a partir das mudanças nas áreas das unidades de uso e cobertura do solo nos anos de 1996, 2014 e 2018, encontra-se na Tabela 3.

Tabela III – Comparação das unidades de uso e cobertura do solo para os anos de 1996, 2014 e 2018.

Unidades de uso e cobertura do solo	**Ano**					
	1996		**2014**		**2018**	
	Km²	**%**	**Km²**	**%**	**Km²**	**%**
Área Urbana	14.475	**41.19%**	22.121	**62.94%**	24.429	**69.51%**
Solo Exposto	3.617	**10.29%**	1.469	**4.18%**	1.863	**5.30%**
Rio	1.847	**5.26%**	0.917	**2.61%**	1.302	**3.70%**
Lagoas e Alagadiços	1.347	**3.83%**	0.235	**0.67%**	0.888	**2.53%**
Vegetação	13.86	**39.44%**	10.404	**29.60%**	6.664	**18.96%**
Total	35.146	**100.00%**	35.146	**100.00%**	35.146	**100.00%**

Como parâmetro de comparação, as áreas das unidades do mapa da 1996 e 2018 apresentaram uma maior concordância na evolução das áreas de unidade e cobertura do solo, isto é explicado porque estes sensores possuem a resolução espacial, visto que cada pixel possui uma área de 900m² enquanto que a área do pixel no RapidEye são 25 m², resultando é um maior nível de detalhamento. No mapa de 2014, apresentou valores crescente da área urbana e valores decrescentes para as demais unidades de uso e cobertura do solo, este mesmo comportamento apresentou o ano de 2018 em comparação ao ano de 1996 (Figura 3). A pesar da invasão da área urbana nas unidades de vegetação, esta por sua vez apresentou ampliação sobre as áreas de rio, lagoas e alagadiços, resultado do acumulo de plantas sobre a superfície d'agua ou assoreamento, provocado pela eutrofização e erosão nestes corpos d'agua (Figura 3).

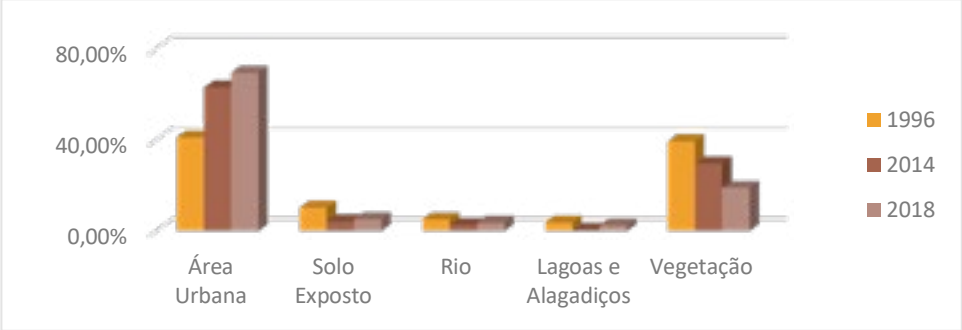


Figura 3 - Evolução das unidades de uso e cobertura do solo nos anos de 1996, 2014 e 2018.

A área urbana foi a unidade que apresentou a mudança mais acentuada entre 1996 e 2018, durante o período analisado a malha urbana cresceu 9,95 km². A ampliação da área urbana se deu a partir de seu avanço sobre as unidades de uso e cobertura do solo, como as unidades de vegetação, de solo exposto, de rio e de lagoas e alagadiços.

Como pôde ser observado, entre as 5 unidades de uso e cobertura do solo mapeadas entre 1996 e 2018 a área urbana foi a única que apresentou crescimento. O incremento verificado na área urbana se deu à custa da redução nas áreas das demais unidades. Na Figura 4 pode ser observado o crescimento da área urbana em relação às outras unidades no decorrer do período analisado.

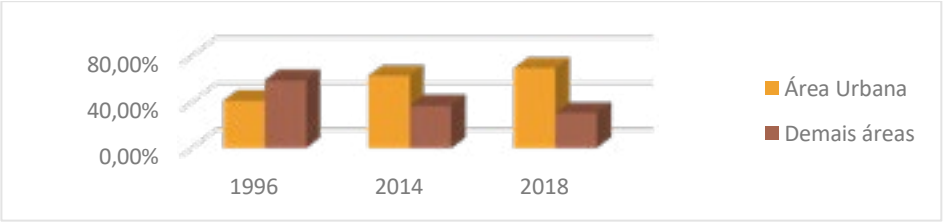


Figura 4 – Comparação entre a evolução da área urbana e das demais unidades de uso e cobertura do solo.

No ano de 1996, a temperatura de superfície da área apresentou variação em função das unidades de uso e cobertura do solo. Nas áreas em que se encontra o rio e vegetação as temperaturas são menores em relação as áreas urbanizadas e com solo exposto (Figura 5a). Em

2014 e 2018 constatou-se um aumento da área urbanizada, nestas áreas a temperatura da superfície aumentou em relação as áreas não urbanizadas e ao ano de 1996 (Figura 5bc).

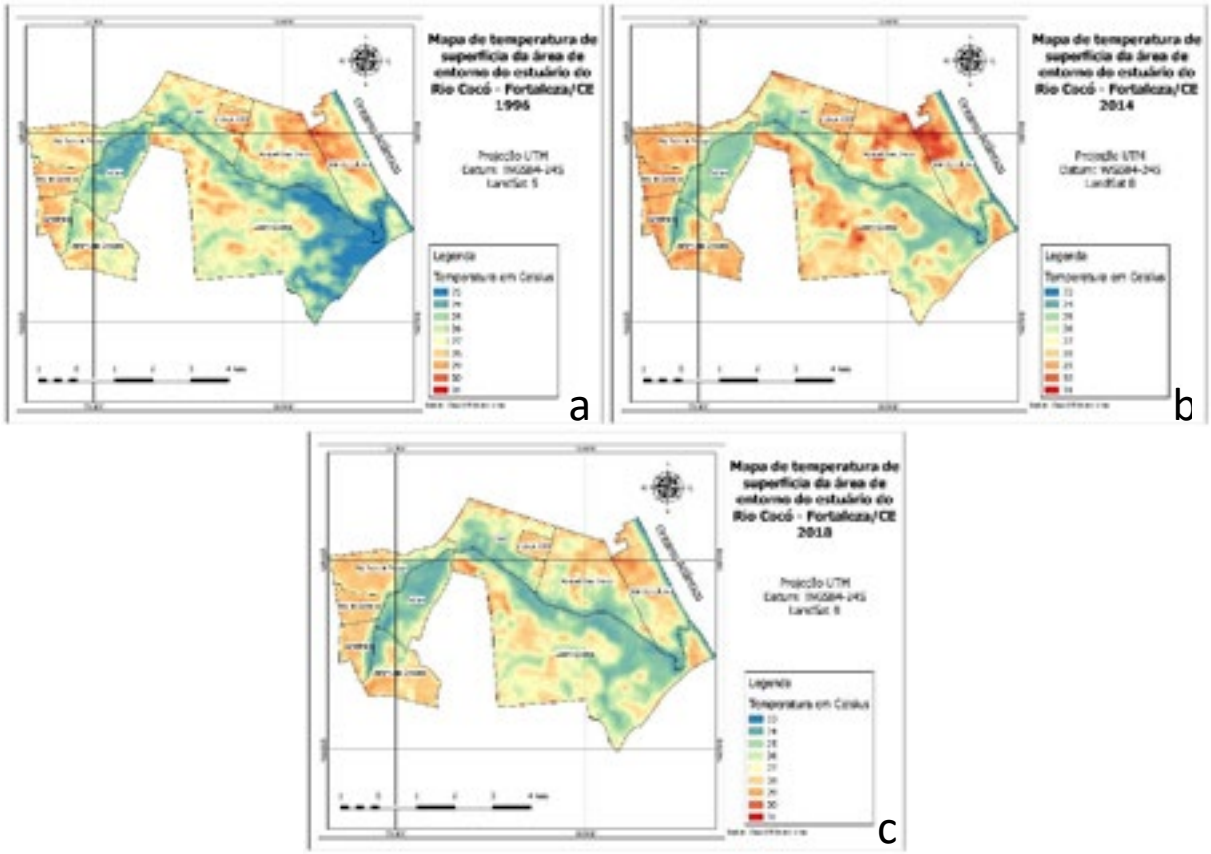


Figura 5 - Temperatura de Superfície, sem correção atmosférica e composição colorida para o Landsat-8, nos anos de 1996, de 2014 e de 2018.

Na Tabela 4 tem-se as temperaturas mínimas e máximas para os anos de 1996, 2014 e 2018. Entre o ano de 1996 e 2018, a temperatura mínima na área de estudo aumentou 2.84°C enquanto que a temperatura máxima reduziu 0.61ºC. A média de temperatura no ano de 2018, na região, aumentou 0.84°C em comparação ao ano de 1996.

Tabela IV – Temperaturas nos anos de 1996, 2014 e 2018.

	Temperatura em Celsius		
Ano	**Mínimo**	**Máximo**	**Média**
1996	23.11	29.65	25.95
2014	23.62	30.39	27.49
2018	25.95	29.04	26.79

Na Figura 6, tem-se o mapa da diferença de temperatura entre os anos de 2018 e 1996, as cores mais quentes expressam as áreas onde ocorreram um aumento de temperatura, enquanto que as cores mais frias expressam as áreas onde ocorreram uma redução de temperatura. Na região de vegetação a temperatura não apresentou variações expressivas, enquanto que nas regiões que houve uma expansão da área urbana é possível perceber este aumento.

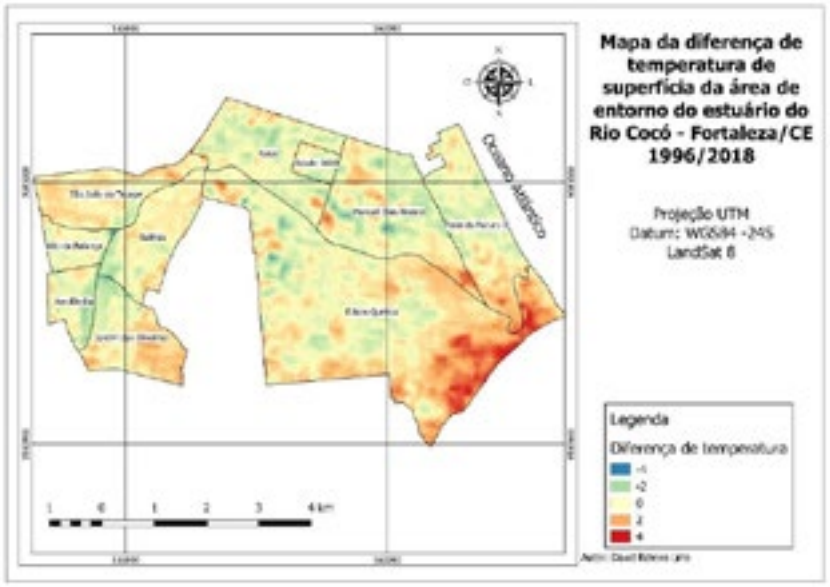


Figura 6 – Diferença de temperatura de superfície entre os anos de 1996 e 2018.

O fato de a classe urbanização apresentar temperaturas mais elevadas no período de 2014 e 2018 resulta da substituição das superfícies naturais como, como água, vegetação e solo

nu, por materiais, como concreto e asfalto, resultando na diminuição da cobertura vegetal e alterando expressivamente as propriedades térmicas, aerodinâmicas, radiativas e impermeabilidade da área urbana (OKE & MAXWELL, 1975).

4. Conclusão

Foi possível constatar a evolução urbana ocorrida nos bairros localizados no entorno do estuário do Rio Cocó no decorrer de 22 anos. Entre as unidades de uso e cobertura do solo mapeadas, a única que apresentou crescimento foi a área urbana. Em 1996 a temperatura de superfície da área foi menor do que a temperatura dos anos de 2014 e 2018.

5. Referências Bibliográficas

IMHOFF, M.L.; ZHANG, P.; WOLFE, R.E.; BOUNOUA, L. Remote sensing of the urban heat island effect across biomes in the continental USA. **Remote Sensing of Environment**, New York, v.114, p.504-513, 2010.

FREIRES, Eduardo Viana et al. Análise socioambiental do entorno do estuário do Rio Cocó–Fortaleza/Ceará. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 18, n. 4, p. 1487-1511, 2014.

OKE, Timothy R.; MAXWELL, G. Brett. Urban heat island dynamics in Montreal and Vancouver. **Atmospheric Environment (1967)**, v. 9, n. 2, p. 191-200, 1975.

MALARET, Erica. Landsat-4 and Landsat-5 Thematic Mapper data quality analysis. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, v. 51, p. 1407-1416, 1985.

VENTURIERI, Adriano; SANTOS, JR dos. Técnicas de classificação de imagens para análise de cobertura vegetal. **Sistemas de informações geográficas: aplicações na agricultura**, v. 2, p. 351-371, 1998.

SOUZA, L. C. L. Ilhas de calor. **Jornal Unesp**, São Paulo, v.18, n.186, p.11, 2004.

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

INFLUÊNCIA DOS ASPECTOS CLIMÁTICOS NAS PAISAGENS NATURAIS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BOTUCARAÍ/RS

Roberto Luiz dos Santos Antunes [(a)]Adriano de Souza Antunes[(b)], Thiago Souza Silveira[(c)], Jurandyr Luciano Sanches Ross[(b)]

[(a)]Departamento/Escola de Engenharia, Arquitetura e Tecnologia da Informação, Centro Universitário das Faculdades Metropolitanas Unidas, roberto.antunes@fmu.br

[(b)]Departamento de Geografia/Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, adrianogeousp@gmail.com; juraross@usp.br

[(c)]Departamento de Medicina Preventiva/Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, thiagosousilveira@usp.br

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo/

A paisagens naturais ao longo do seu processo de formação estiveram sujeitas a divesos processos que, interligados pemitiram o desenvolvimento da sua diversidade. Desta forma, é de amplo entendimento que o estudo integrado dos processos e mecanismo ligados a sua interação torna-se fundamental para a análise da intercorrelação entre os elemento da paisagem. Neste sentido, ao se estudar os solos, a vegetação e o relevo de determinadas áreas é imprescindível a verificação da influência dos aspectos climáticos que propriciaram todo o processo de formação. Neste contexto, este trabalho teve como objetivo compreender a influência dos elementos do clima e sua relação com a diversidade das paisagens naturais na bacia hidrográfica do rio Botucaraí, Rio Grande do Sul. Os resultados revelaram a intrínseca correlação entre os elementos climáticos analisados, principalmente a existente entre os solos e a vegetação.

Palavras chave: Paisagens naturais, aspectos climáticos, análise integrada da paisagem.

1. Introdução

Ao se estudar os sistemas ambientais que compõem a superfície terrestre, pode-se perceber o quão complexos são a estrutura e o modo como a natureza se comporta. Os níveis de interação e interconexão ocorrem de tal forma que reproduzem arranjos e formas de representação dos elementos constituintes da paisagem em modelos distintos e diversamente recíprocos entre si.

Em várias porções da terra há muitos indícios desta interconexão, o que nos remete à noção de diversidade, mas que, ao mesmo tempo, nos releva a intrínseca "teia" de mecanismos na qual a paisagem está estruturada, e o nível de ligação entre os seus componentes: a interação sistêmica.

Desta forma, compreende-se que o aspecto climático possui um papel fundamental nos processos erosivos atuantes nas formas de relevos, na formação dos principais tipos de solos e nas características dos fragmentos vegetacionais de diversas áreas.

Este tipo de análise se insere no estudo integrado da paisagem, que busca compreender de forma sistemática o ordenamento e a dinâmica existente entre os elementos visíveis na paisagem: solos, relevo e vegetação.

Neste contexto, este artigo teve como objetivo compreender a influência dos aspectos climáticos e sua relação com a diversidade das paisagens naturais, na região do Sul do Brasil, especificamente na bacia hidrográfica do rio Botucaraí, porção central do Estado do Rio Grande do Sul.

2. Materiais e Métodos

2.1. Localização da área de estudo

O estudo foi realizado na sub-bacia hidrográfica do rio Botucaraí (Figura 1) que pertence à sub-bacia do Baixo Jacuí, que compõem a bacia do Rio Guaíba, umas das três

grandes bacias hidrográficas do Estado do Rio Grande do Sul. Situa-se na transição entre o Planalto Meridional basáltico, a escarpa da Serra Geral e Depressão central, contendo ainda a planície fluvial do rio Botucaraí.

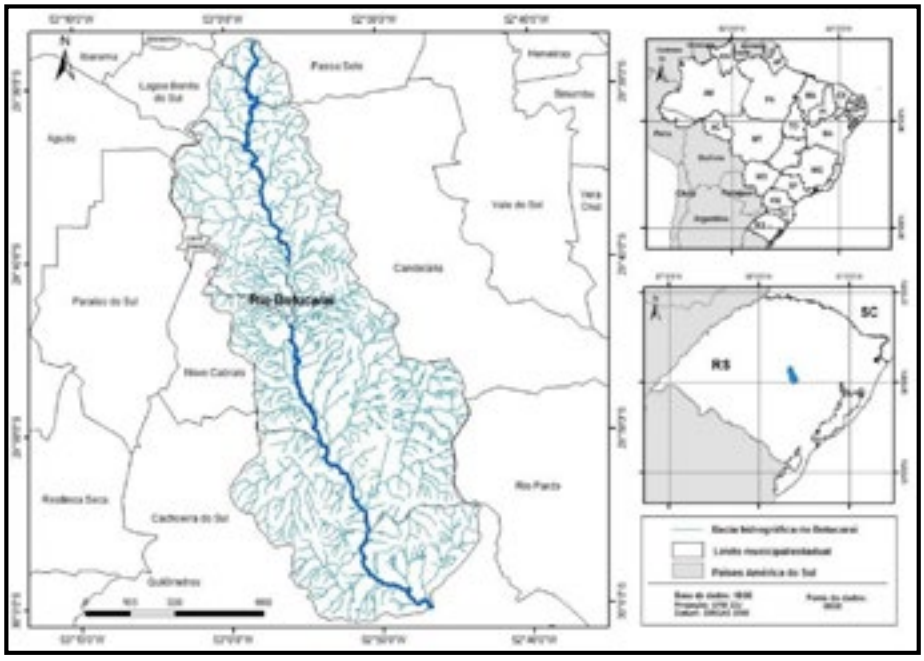


Figura 1 –Bacia hidrográfica do Rio Botucaraí, região central do Rio Grande do Sul.

2.2. Métodos

Foram realizadas algumas etapas para a compreensão da influência dos aspectos climáticos e sua relação com a diversidade das paisagens naturais, na bacia hidrográfica do rio Botucaraí, Rio Grande do Sul:

2.2.1 Análise de mapas temáticos e do material cartográfico

Para a verificação dos processos climáticos associados aos elementos da paisagem da área de estudo foram utilizados os mapas temáticos gerados no estudo de Antunes (2017) que

realizou uma análise integrada da paisagem com a aplicação do Sensoriamento Remoto, na Bacia Hidrográfica do Rio Botucaraí.

Os mapas analisados foram os de hipsometria e das declividades, mapas das classes de uso e cobertura do solo, da vegetação, das classes de solos e da geomorfologia da bacia hidrográfica do rio Botucaraí.

2.2.2 Análise da influência do clima sobre o relevo, os solos e a vegetação

Esta etapa consistiu na análise da influência climática em cada um dos elementos da aisagem: relevo, solos e vegetação, caracterizando os principais aspectos e as características na bacia hidrográfica do rio Botucaraí.

2.2.3 Análise das relações identificadas e suas influências sobre a diversidade das paisagens naturais na área de estudo

Nesta análise verificaram-se como são os processos e as interconexões existentes entre o relevo, solos e a vegetação com os elementos do clima, como temperatura, precipitação pluviométrica e algumas interações existentes entre a atmosfera e a superfície terrestre, que condicionaram os processos formadores da paisagem e consequentemente agem na diversidades das formações existentes.

3. Resultados

3.1 Aspectos climáticos da bacia hidrográfica do rio Botucaraí

Durante o período estudado, verificou-se que, em termos gerais, considerando a classificação climática proposta por Köppen, o clima da área que compreende a bacia hidrográfica do rio Botucaraí é classificado como subtropical úmido (Cfa), mesmo tipo atribuído a toda encosta meridional do Estado do Rio Grande do Sul.

Neste contexto, considera-se que esta influência do relevo afeta diretamente as características climáticas da região onde a área de estudo está inserida, pois, a bacia hidrográfica do rio Botucaraí situa-se na transição entre o Planalto Meridional basáltico, a escarpa da Serra Geral e a Depressão central, percorrendo grande parte da planície fluvial do rio Botucaraí, que deságua no rio Jacuí, próximo à área urbana do município de Cachoeira do Sul.

Neste caso, preferencialmente no verão, com os ventos do norte, quando o ar desce dos compartimentos mais elevados (na área de estudo este local é o planalto basáltico), é comprimido, aquecendo-se adiabaticamente, o que associado a outros sistemas climáticos, como as Zonas de Convergência do Atlântico Sul, pode aumentar a temperatura média nas áreas mais baixas (Depressão central e planície de inundação dos cursos d'água).

No inverno a dinâmica climática da bacia é influenciada pela maior frequência de frentes frias que atingem a região. A umidade trazida pelas zonas de alta pressão em alto mar sopra ventos úmidos para o continente que aliada ao fator orográfico e a própria frente fria, aumenta a quantidade de precipitação no local.

Em altos níveis da atmosfera, nos meses mais frios há um deslocamento para norte das correntes de jato, que circulam de oeste para leste e obstruem o crescimento da altura das nuvens, forçando a sua precipitação. Ayoade (1983) confirma esta interpretação, destacando o efeito atenuador que o relevo tem sobre a temperatura do ar. Segundo ele, normalmente a temperatura diminui com a altitude crescente a uma taxa média de 0,6º C por cada 100 metros.

Nos dados registrados pelo INMET, situado na estação meteorológica mais próxima da área de estudo (83936-Santa Maria), caracterizaram-se os índices de precipitação e as temperaturas médias mensais máximas e mínimas. Cabe destacar que os dados se referem a um período de trinta anos, de 1985 a 2015, sendo que em alguns períodos há interrupção na coleta dos mesmos. O mês de outubro é o que alcança os maiores valores de média da precipitação total, chegando a aproximadamente 180 mm (1700 mm anual), com o mínimo de 110 mm em agosto, caracterizando chuvas bem distribuídas ao longo do ano, e com média anual de 21°C.

Os dados do NCEP/NCAR do NOAA (National Oceanic and Atmospheric Agency) mostram entre 3 e 4 mm de chuva por dia de normal climatológica na bacia do rio Botucaraí e a média de 21°C na média de temperatura (Figura 2).

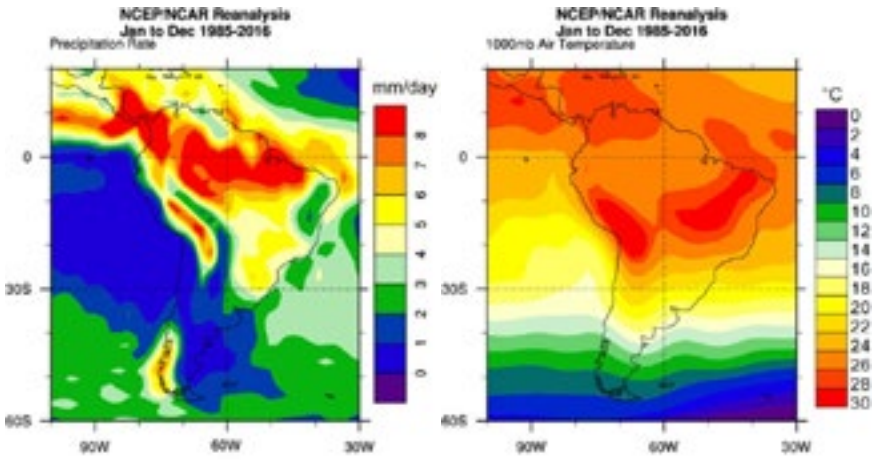


Figura 2 – Mapas de taxas de precipitação (esquerda) e temperatura do ar entre 1985 e 2016.

3.2 –Relação do clima com os solos

A ação do clima se reflete nas características de formação dos solos, como explica Becker (2008, p.29): “principalmente ligada ao intemperismo das rochas, associando-se como indutores desta formação, os elementos climáticos, precipitação pluvial e a temperatura”. Para a autora, estes elementos “determinam a natureza e a velocidade das reações químicas nas rochas, além de definir a pedogênese”. Particularmente nesse caso, a chuva é o elemento climático que mais influencia a dinâmica da bacia, pois a oscilação de temperatura ao longo do ano e a altitude do terreno (20-500 metros), além de ainda estar numa zona de transição não se mostra tão expressiva, com aproximadamente 10 graus amplitude ao longo do ano e 3°C ao longo da bacia.

Esta lógica se relaciona com a definição de solo descrita por Streck et al. (2012, p.9), que o conceitua como “um recurso natural, lentamente renovável, encontrado em diferentes

posições na paisagem, formado pela ação do clima e dos organismos vivos agindo sobre o material de origem".

Bueno (1984) apud Becker (2008, p.53) enfatiza que "o clima influencia de tal modo à evolução dos solos, que, em escala mundial, a carta das zonas climáticas coincide, aproximadamente, com a da repartição dos solos".

Becker (2008, p.21) descreve a relação entre o clima e os solos ao longo do tempo como "a base do mapeamento dos solos e da vegetação em escala global. Essa relação pode ser estudada por meio de modelos edafoclimáticos e de intemperismo".

A partir destas considerações a autora estudou a relação dos solos do Rio Grande do Sul com as disponibilidades climáticas regionais, utilizando "modelos edafoclimáticos, assim, considerou que, apenas uma parte da área do Rio Grande do Sul é explicada em função das disponibilidades climáticas vigentes".

Neste contexto, inserindo as classes identificadas na bacia hidrográfica do rio Botucaraí, destacam-se as considerações de Becker (2008) que revela as unidades que podem ser mapeadas a partir destas disponibilidades: "Latossolos, Chernossolos, Argissolos e de Nitossolos, predominantemente localizadas no Planalto Norte-rio-grandense e na Depressão Central".

A figura 3 apresenta um afloramento onde se visualiza "marcas" do clima, ou seja, as características que foram responsáveis pelas fases de formação do solo, devido a temperatura e pressão na área de estudo.

Figura 3. "Marcas" da ação eólica em afloramento na área de estudo.

Estas marcas podem ser identificadas em algumas áreas dentro da bacia hidrográfica, como na parte norte, onde se situa o Planalto Norte-rio-grandense. Neste trecho, predomina o intemperismo químico forte, enquanto que na Depressão Central predomina o intemperismo químico moderado.

Cabe destacar que, além do intemperismo químico das rochas, outros fatores do clima também são relevantes para a determinação das tipologias dos solos e consequentemente o seu desenvolvimento. Rossato, (2012, p.1) revela que "estes processos estão ligados à estrutura, as formas de relevo, aos recursos hídricos, ao crescimento, desenvolvimento e distribuição das plantas e animais, inclusive repercutindo nas atividades antrópicas".

3.2 Relação do clima com o Relevo

Os processos destacados nas relações do clima com os solos inserem-se nas proposições de Budel (1903–1983), que a partir de inúmeras interpretações procurava entender as relações entre os processos de esculturação do relevo, sobretudo pela ação climática ligada a erosão.

Neste aspecto, Abreu (2006, p.111) destaca que Budel "forneceu elementos fundamentais para interpretar a dinâmica têmporo-espacial dos processos geomorfológicos", destacando as evidências da "relação entre oscilações climáticas e quadros geomorfológicos e ambientais do presente".

A partir deste contexto, da atuação climática sobre o relevo, já está concretizado que "a origem das forças que determinam a atuação dos processos formadores das formas do relevo, a morfodinâmica, vem de duas origens, como definiu W. Penck: as forças exógenas e as endógenas" (ROSS, 2005, p.7).

Ross (2005) destaca que a força endógena é comandada pela energia do interior da terra, e a exógena pelo sol, através da camada gasosa que envolve a terra. Desta forma, produziu o desgaste erosivo das formas estruturais, gerando a esculturação destas formas.

W. Penck "estimulou a discussão do papel dos processos e dos depósitos correlativos, trazendo abordagem diferenciada para o estudo da influência do clima no modelado presente e pretérito do relevo" (ABREU, 2006, p.111).

Esta esculturação é comandada em grande parte pelo clima e seus elementos, tais como, a temperatura, a pressão atmosférica e os ventos que se deslocam entre as diferenças altimétricas dos compartimentos topográficos.

Partindo destas considerações, destaca-se o estudo sobre a dinâmica do clima no Rio Grande do Sul de Sartori (2003, p.28), que identificou o comportamento dos atributos climáticos de áreas do qual a bacia hidrográfica do rio Botucaraí pertence:

> "Os valores mais baixos de temperatura são sempre registrados no topo do Planalto e os mais altos normalmente ocorrem na Depressão ou Vale do rio Uruguai. Da mesma maneira, a variação espacial da chuva sofre, em parte, a influência do relevo, já que o estado possui a Serra Geral no seu setor central, com alinhamento perpendicular à direção geral de deslocamento das frentes polares, que é principalmente de sudoeste para nordeste (SW => NE) desde o extremo sul do Oceano Pacífico até as latitudes tropicais do Oceano Atlântico, o que determina alterações no volume pluviométrico registrado nas regiões climáticas do estado".

Este comportamento exerce grande influência na área de estudo, pois, a bacia hidrográfica do rio Botucaraí se dispõe de norte a sul por áreas com declividades altas, do Planalto e da Serra Geral, decrescendo na Depressão Central e nas áreas rebaixadas da depressão do baixo Jacuí.

Além destas unidades geomorfológicas, a área de estudo também apresenta formas de relevo, como morros e colinas que também possuem altitudes que a deixam expostas a atuação dos elementos climáticos.

3.3 Relação do clima com a vegetação

Considera-se que a inserção da vegetação nos estudos integrados aumenta o grau de complexidade da análise, já que este componente da paisagem possui especificações e se desenvolve de acordo com parâmetros que exigem um espectro mais elevado e acurado dos estudos que tratam sobre este tema.

Neste sentido, considera-se que a influência do clima é determinante para a formação dos tipos florestais, como o gradiente climático, decorrente da variação altitudinal, na determinação da distribuição das florestas.

Na área de estudo as formações fitogeograficamente, migram de dois contingentes distintos, oriundos da Floresta Atlântica ou contingente leste e da Floresta da Bacia Paraná-Uruguai ou contingente oeste (Jarenkow; Waechter, 2001), sendo as Florestas Estacionais formadas pela mescla de espécies desses continentes.

Da mesma forma, a partir das investigações realizadas e das observações verificadas em campo (Antunes, 2017), considera-se também que, a vegetação presente na área de estudo também condiciona-se pela interação entre os componentes da paisagem e, através da atuação dos elementos climáticos, que se configurou em vetor importante na formação da estrutura florística existente atualmente.

A característica geral da vegetação da área de estudo se constitui em floresta de estágio médio de regeneração, (com espécies predominantes como as *Myrtaceae* e o *Euterpe edulis)*. Isto se refletiu devido ao contexto histórico de mais ou menos 30 anos, onde o avanço da agricultura sobre estas áreas contribuiu para a substituição da vegetação original presente. Acentua-se também a retirada da vegetação para a implantação de estradas.

Partindo desta caracterização da vegetação da área de estudo, é possível realizar a associação com os outros componentes da paisagem, como o relevo, que possui grande diversidade de formas e apresenta uma fisionomia compartimentada, através de colinas e morros dispostos ao longo da bacia hidrográfica.

A partir dos mapas hipsométrico e de declividade, foi possível associar as áreas da bacia hidrográfica com maiores e menores cotas altimétricas e consequentemente identificar a cobertura vegetal presente.

As maiores cotas altimétricas concentram-se no Planalto e as menores na depressão central, principalmente próxima à rede hidrográfica do rio Botucaraí e seus afluentes. Ao observar esta área é possível verificar as altas declividades presentes na bacia hidrográfica, em representado pelas colinas e morros, e locais com média e baixa declividade, pertencentes à depressão central do Rio Grande do Sul.

4. Considerações finais

Esta pesquisa verificou inicialmente o comportamento destes componentes da paisagem na bacia: litologias, relevo, solos, vegetação e o uso e cobertura da terra. Além disso, considerou as influências dos atributos do clima para a formação dos elementos físicos da paisagem e a interação entre estes, influenciados ou interligados com o clima.

As relações com os solos puderam ser evidenciadas por meio de modelos edafoclimáticos e de intemperismo, além dos índices pluviométricos identificados na área de estudo. Com relação ao relevo identificou-se a conexão entre os patamares topográficos, expresso nas declividades e cotas altimétricas como condicionantes da atuação dos elementos climáticos na definição morfológica existente. Quanto a vegetação, as análises permitiram verificar que as interconexões se refletem em todos os elementos da paisagem, tendo a questão climática como influência fundamental nessa dinâmica. A média de chuvas e temperatura contribui consideravelmente para a conformação do terreno e manutenção do ecossistema na bacia. Os altos níveis de precipitação contribuem com uma rica diversidade vegetal e pedogênese através do intemperismo elevado.

5. Referências Bibliográficas

ABREU, A. A. **O papel do clima na evolução do relevo: a contribuição de Julius Büdel**. Revista do Departamento de Geografia. São Paulo, n.19, p.111+118, 2006.

ANTUNES, R. L. S. **Análise Integrada da Paisagem com a aplicação do Sensoriamento Remoto, na Bacia Hidrográfica do Rio Botucaraí - Rio Grande do Sul**. 2017. 201f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 2ed. Amsterdam: Ed. Bertrand Brasil S.A., 1983, p.332.

BECKER, E. L. S. **Solo do Rio Grande do Sul e sua relação com o clima**. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa BDMEP**. Disponível em: http://www.inmet.gov.br. Acesso em fev. 2019.

JARENKOW, J.A. & WAECHTER, J.L. Composição, estrutura e relações florísticas do componente arbóreo de uma floresta estacional no Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**. 24:263-272, 2001.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. São Paulo: Contexto, 2005.

ROSSATO, M. S. **Os Climas do Rio Grande do Sul: variabilidade, tendências e tipologia**. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

SARTORI, M. G. B. A dinâmica do clima do Rio Grande do Sul: indução empírica e conhecimento científico. **Terra Livre**, Ano 19 - vol. I - n. 20. p. 27-49. 2003.

STRECK, E.V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R.S.D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P.C.; SCHNEIDER, P. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, Emater/RS; UFRGS, 2002. 126p.

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

MUDANÇA CLIMÁTICA SOB UMA PERSPECTIVA LOCAL: A GOVERNANÇA TERRITORIAL DO MUNICÍPIO DE DUQUE DE CAXIAS, RJ.

Marcelle dos Santos Rodrigues [(a)], Antonio Carlos da Silva Oscar Júnior. [(b)]

[(a)] Universidade do Estado do Rio de Janeiro, cellesrodriguess@gmail.com

[(b)] Universidade do Estado do Rio de Janeiro, antonio.junior@uerj.br

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais.

Resumo

O presente estudo tem por objetivo incitar a discussão sobre a aderência da mudança climática na perspectiva de gestão territorial urbana. Para isto, foi escolhido o município de Duque de Caxias, situado na Baixada Fluminense, Estado do Rio de Janeiro, como área de estudo, por apresentar características socioambientais singulares. Dessa forma, entender o campo de forças atuante no município se faz tarefa essencial para compreensão da governança territorial da mudança climática. Nesse sentido, a pesquisa visa identificar os mecanismos institucionais presentes na esfera municipal que corroboram ou impedem o desenvolvimento territorial, levando em conta o conhecimento climático atual, de maneira que se possa fazer uso racional e planejado do solo urbano com o intuito de assegurar a todos o direito à cidade.

Palavras-chave: Governança municipal, mudança climática, município de Duque de Caxias, Capacidade Adaptativa.

1. Introdução

A mudança climática, o aquecimento global e toda gama de transformações relacionadas a alterações nocivas ao ser humano, são temas que que ganham tônica no debate internacional do século XXI, sobretudo dada a rápida dinâmica de alteração. Com o advento das revoluções industriais, a globalização e a sucessão de inovações que a sociedade moderna concebeu, tais

mudanças afetam de forma contundente o sistema climático global e o modelo de organização social e econômico do planeta, de modo que tais consequências já são sensíveis a curto e médio prazo.

Nessa perspectiva, pelo tema abarcar o campo do desconhecido, iniciativas governamentais sob diferentes níveis de atuação, encaram o assunto com certo ceticismo dada sua complexidade e caráter abstrato de entendimento. Dessa forma, cabe salientar o interesse econômico por trás de tal discurso, o qual seria afetado pelas grandes transformações nos padrões de consumo e produção, atravancando o modelo de produção capitalista da contemporaneidade.

Nesse sentido, segundo dados gerados pelo Quinto Relatório Síntese do Painel Intergovernamental para a Mudança do Clima (IPCC – sigla em inglês), a temperatura do planeta pode aumentar cerca de 4,8ºC ainda neste século, tendo a consequente elevação do nível dos mares em cerca de 82 centímetros, afetando de forma devastadora as áreas costeiras do globo.

Entretanto, ao tema supramencionado, é dado um direcionamento sob o ponto de vista global de atuação, a partir de acordos nacionais e supranacionais, excluindo a escala local das mesas de negociação. Assim, entender que a política da mudança climática também abarca uma perspectiva local de atuação se faz cada vez mais premente.

Adaptação e mitigação à mudança climática em níveis locais garantem a efetividade e eficácia de implementação de medidas de curto prazo, afinal, tomando o Brasil como exemplo, é na administração local que ocorre o ordenamento territorial, sendo de extrema importância a inserção da temática na práxis do planejamento urbano. Nesse sentido, segundo Souza (2003):

> Um desafio que se coloca de imediato, ao se debruçar sobre a tarefa de planejar, é o de realizar um esforço de imaginação do futuro. Não deve haver sombras de dúvida quanto ao fato de que o planejamento necessita ser referenciado por uma reflexão prévia sobre os desdobramentos do quadro atual– ou seja, por um esforço de prognóstico. (SOUZA, 2003, p. 47.)

Além da capacidade de prognosticar, tomando como ponto de partida a previsibilidade de catástrofes e diminuição de impactos, também é fundamental a compreensão de como as esferas do poder público se mobilizam diante da agenda da mudança climática, ou seja, avaliar seu comprometimento político.

Ademais, entender a dinâmica de atuação do clima urbano em concomitância com as transformações antrópicas de macroescala é tarefa primordial ao. Nesse sentido, a partir das contribuições de Monteiro,o autor salienta que é

> preciso penetrar na cidade, no seu interior, e compreendê-la como fato socialprodutor de uma acentuada gama de derivações progressivas. No contexto geo-ecológico primitivo, e a ponto de criar um quadro especial, "edificando" um novo contexto topográfico pulsando na mais acentuada e complexa das dinâmicas, e refletindo, como espelho fiel, todo o caldo cultural de uma dada sociedade. (MONTEIRO, 1987, p. 9)

Ou seja, segundo Monteiro, é necessário qualificar o clima do espaço urbano como produto das diversas transformações humanas em concomitância com os aspectos geográficos pré-existentes no espaço geográfico, na tentativa de prever e analisar de forma contundente suas principais características associado a possíveis eventos climatológicos.

II. Objetivos

Em face do supracitado, o presente estudo tem como objetivo principal analisar a capacidade de adaptação do município de Duque de Caxias à mudança climática.

III. Materiais e Métodos

Desse modo, a título de apresentação, cabe explicitar algumas características pertinentes do município. Duque de Caxias possui propriedades singulares quando comparando aos demais municípios do Estado do Rio de Janeiro. A primeira delas está associada a vasta presença de áreas de preservação ambiental, em suas diversas tipologias, sob gestão do poder público: APA Alto Iguaçu, Rebio Tinguá, APA da Caixa D'Água, APA São Bento, APA Petrópolis e Parque da Taquara (Figura 1).

Além disso, o município apresenta dimensões consideráveis e expressivas estando assim dividido em quatro distritos, o primeiro, Duque de Caxias, o segundo, Campos Elíseos, o terceiro, Imbariê e por fim, o quarto distrito, Xerém (Figura 2).

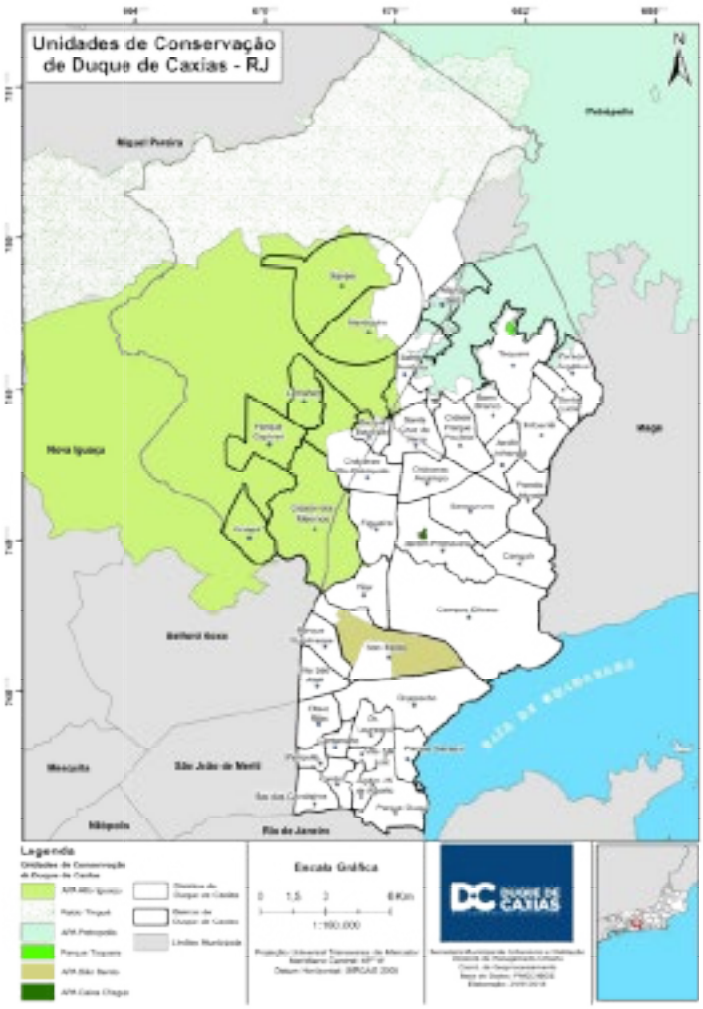
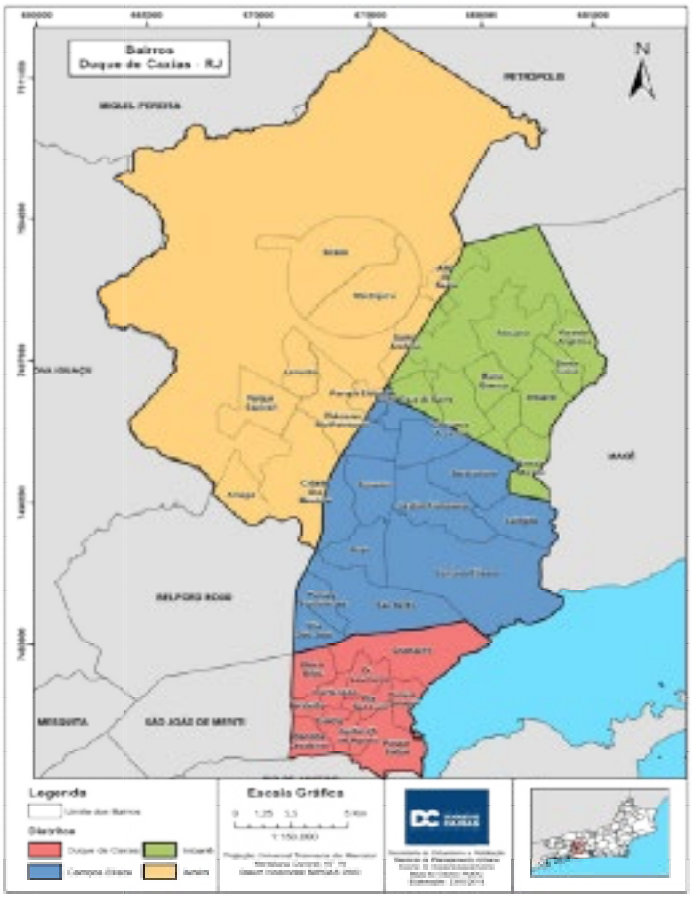


Figura 1: Áreas naturais presentes no município sob gestão municipal. Fonte: Prefeitura Municipal de Duque de Caxias.



Mapa 2:Área do município com divisão distrital e abairramentos.Fonte: Prefeitura Municipal de Duque de Caxias.

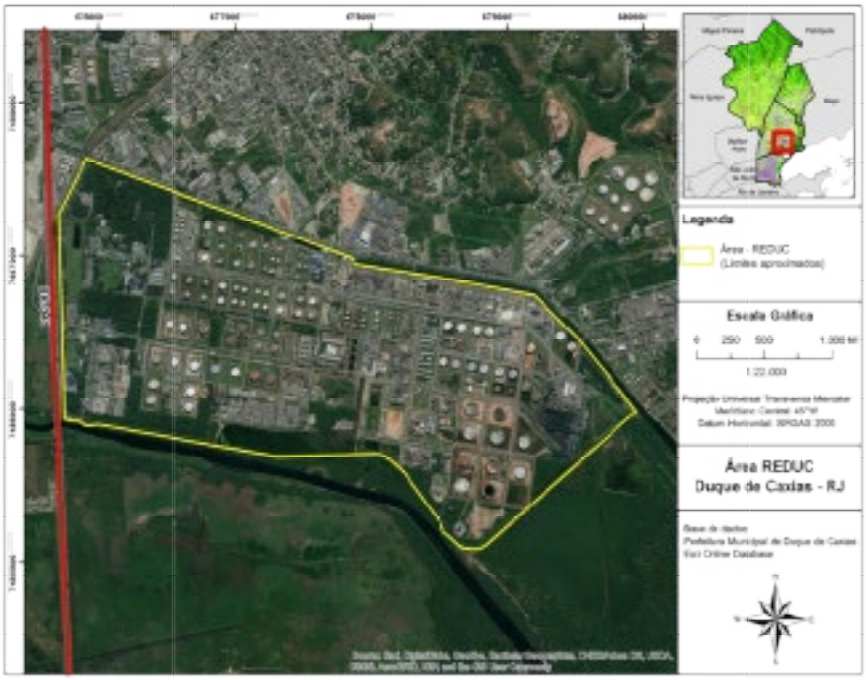


Figura 3: Área aproximada de localização da REDUC. Fonte: elaborado pelos autores.

Para tanto, do ponto de vista metodológico, o estudo utiliza um método de análise que se propõe a revisitar das diretrizes, objetivos e metas das políticas setoriais urbanas estabelecidas no atual Plano Diretor Urbanístico, promulgado em 2006. Tal análise dará atenção especial às políticas públicas referentes à mitigação e adaptação à mudança climática, bem como combate aos desastres naturais.

Além disso, foi empregada a metodologia do ACI (*Adaptative Capacity Index*), desenvolvido Zaid e Pelling (2013), e adaptado para a realidade brasileira pelo Projeto Metrópole. O questionário parte do pressuposto de uma avaliação organizacional da Região Metropolitana do Rio de Janeiro frente às condições de mudança ambiental, propondo entrevistas as organizações/*stakeholders* em áreas distintas de atuação, a fim de

compartilhar os esforços e iniciativas frente às mudanças climáticas, e entender os obstáculos e empecilhos que dificultam suas tomadas de decisão.

Dessa forma, o questionário é dividido em quatro eixos metodológicos de avaliação, sendo eles: 1) Identificação do risco, 2) Redução do risco, 3) Aprendizagem, e Governança em adaptação. Além da setorização das perguntas, a avaliação do questionário abarca anos de exemplificação que se relacionam com alguns eventos que afetaram positivamente ou não a Região Metropolitana do Rio de Janeiro. No caso deste estudo, foram elencados os anos de 2007, com o evento dos jogos Pan-Americanos, 2011, com a catástrofe das chuvas na Região Serrana, e 2016, tendo como ano base mais recente.

Nesse sentido, a pesquisa visa identificar os mecanismos e campos de forças institucionais presentes na esfera municipal que corroboram ou impedem o desenvolvimento de um ordenamento territorial dos riscos da mudança climática, de maneira que se possa fazer uso racional e planejado do solo urbano com o intuito de assegurar a todos o direito à cidade.

IV. Resultados e Discussões

No que diz respeito aos resultados, a pesquisa caminha para sua fase de tabulação e conclusão da análise dos dados coletados em campo, a partir das entrevistas realizadas aos *stakeholders* de cada secretaria municipal escolhida (Quadro 1).

Quadro 1: Lista de entrevistados por Secretaria e área de atuação.

Secretarias Municipais	**Cargo**
Secretaria Municipal de Urbanismo e Habitação	Diretor de Planejamento Urbano
Secretaria Municipal de Defesa Civil	Supervisor técnico
Secretaria Municipal de Meio Ambiente	Técnico em gestão ambiental
Secretaria Municipal de Saúde	Técnico
Sec. Mun. de Desenvolvimento Econômico Agricultura	Técnico

A partir das entrevistas, os dados quantitativos foram tabulados, permitindo a obtenção de indicadores para avaliação do comprometimento político do município com a agenda a mudança climática. Tratam-se de dados baseados na auto avaliação de desempenho das organizações sob a perspectiva da gestão de risco ou adaptação à mudança climática (Figura 4a e 4b).

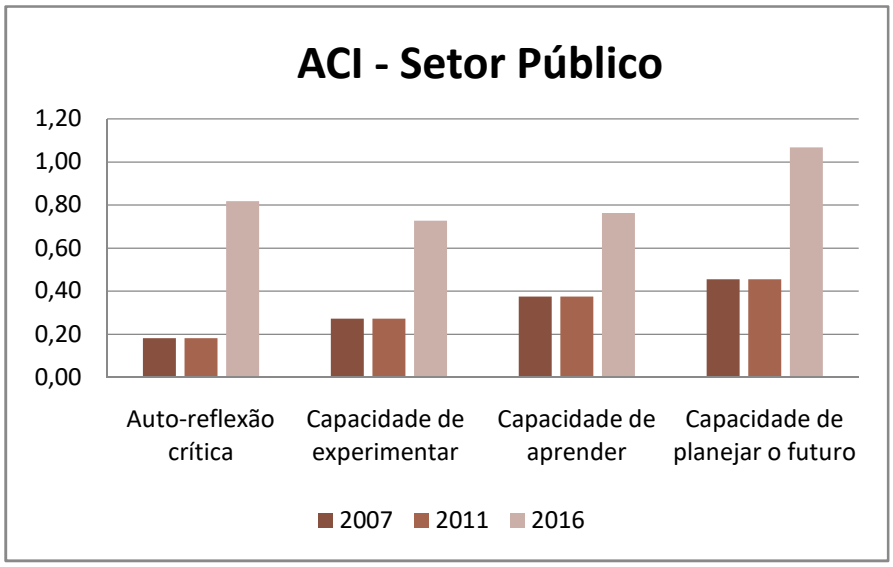


Figura 4a: Indicadores do ACI para a administração municipal de Duque de Caxias. Fonte: elaboração própria.

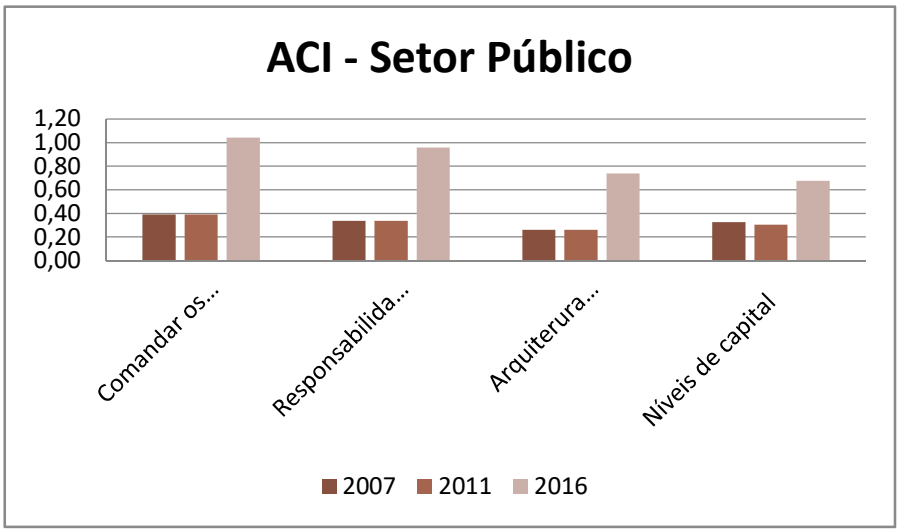


Figura 4b: Continuação dos indicadores do ACI para a administração municipal de Duque de Caxias. Fonte: elaboração própria

Detalhando os resultados acima, sob a perspectiva do planejamento urbano, pode-se notar a ausência de esforços no que diz respeito à mitigação e adaptação das mudanças climáticas, principalmente nos anos iniciais pré-estabelecidos. Um aspecto interessante apresentado pelo técnico foi a falta de entendimento ou interesse dos secretários anteriores frente a situação, pelo fato de atribuírem tal responsabilidade às esferas superiores, estadual ou federal. Tal constatação coaduna com o argumento deste trabalho quanto a construção de um senso comum de atribuição da mudança climática à macroescala, culminando em suafalta de aderência na escala local.

Outrossim, a partir da avaliação dos resultados da Secretaria de Defesa Civil, pode-se perceber a falta de apoio políticos à agenda. Tal afirmativa baseia-se na ausência de informações, bem como ausência, nos anos iniciais, de políticas efetivas à mitigação e adaptação dos riscos ambientais e mudança climática. Contudo, o esforço humano, empregado, ainda que não condiga com a necessidade, é eficaz e preventivo.

Ainda conforme relatado pelo representante do órgão de Defesa Civil, a crise estadual interfere em grande medida na escala municipal, pelo fato de grande quantidade de verbas virem do Estado. Contudo, como ação positiva, a criação do PMRR (Plano Municipal de Redução de Risco), em 2013, trouxe um arcabouço mais amplo de atuação e prevenção, principalmente após os eventos de chuva intensa no distrito de Xerém.

Em suma, a partir das informações geradas através dos questionários aplicados, e a tabulação dos dados pode-se perceber uma crescente evolução no que tange ao entendimento da política da mudança climática e sua urgência enquanto um problema local, possibilidade, sobretudo, pela emergência do risco como categoria fundamental para o ordenamento territorial. Como

exemplo, cita-se o desastre de Xerém, em 2013, verdadeiro divisor de águas referentes às políticas setoriais do município.

Com a ocorrência de tal fatalidade houve uma reorganização política que atualmente faz da Defesa Civil uma organização com ênfase no pré-evento, a partir de simulações que contam com a participação da sociedade, a presença de sirenes em áreas de risco, além do envio de SMS's aos moradores como alerta frente a possíveis catástrofes. Trata-se de uma nova perspectiva de atuação do poder público local em face do risco, no entanto revela o foco no evento e não em ações para reduzir aquelas condições propícias à sua deflagração, transparecendo uma ausência de políticas públicas relacionadas à adaptação e mitigação.

V. Considerações Finais

Desenvolver um estudo sob a ótica da governança territorial em escala municipal da mudança climática se faz extremamente necessário, além de tema caro para a ciência geográfica. Dessa forma, entender as articulações políticas segundo os atores que participam da gestão do território é deveras importante, além do que, compreender com tais atores articulam suas tomadas de decisão é fundamental para traçar um esboço da importância da agenda da mudança climática e da gestão dos riscos na agenda pública do município.

Por fim, o estudo ruma para sua fase de conclusão, restando apenas algumas tabulações dos entrevistados restantes e uma análise qualitativa dos mesmos, além da análise do Plano Diretor.

VI. Referências Bibliográficas

ARTAXO, P. The atmospheric component of biogeochemical cycles in the Amazon basin. THERAPIE, v. 25, p. 42-52, 2001.

EGLER, C. A. G.; GUSMÃO, P. P. Tendências de Uso e Ocupação do Território e Gestão Metropolitana Face às Mudanças Climáticas. In: GUSMÃO, P. P. (org) Vulnerabilidades das Megacidades Brasileiras às Mudanças Climáticas: Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: INPE/UNICAMP/UFRJ, pp.: 17-40, 2010.

INTERGOVERNAMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC. Climate Change 2014 - Synthesis Report. A Contribution of Working Groups I, II, and III to the Fifth Assessment Report (AR5) of the Integovernmental Panel on Climate Change [Watson, R.T. and the Core Writing Team (Eds.)]. Cambridge, UK e New York, NY, USA: Cambridge University Press: 398 pp. 2014.

MONTEIRO, C. A. F. Teoria eclima urbano. Série Tesese Monografias n° 25, São Paulo, Instituto de Geografiada USP, 1976. 181pp.

_____. Geossistemas: a estória de uma procura. São Paulo: Contexto, 2000.

_____. Por um suporte técnico e prático para estimular estudos geográficos do clima urbano no Brasil. Revista GEOSUL, Santa Catarina – Florianópolis. Nº 9, 1991.

PREFEITURA MUNICIPAL DE DUQUE DE CAXIAS. Lei Complementar nº 01 de 31 de outubro de 2006 – Plano Diretor Urbanístico de Duque de Caxias. 1d. Rio de Janeiro, 2006, 46.

SOUZA, M. L Mudar a Cidade – Uma Introdução Crítica ao Planejamento e à Gestão Urbanos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

ZAIDI, R. Z.; PELLING, M. Institutionally configured risk: Assessing urban resilience and disaster risk reduction to heat wave risk in London**.** Urban Studies, 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

O CLIMA URBANO: ESPACIALIZAÇÃO DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA DE TESES NO BRASIL DE 1992 - 2018

Francielle de Siqueira Castro [(a)], Paulo Cezar Mendes[(b)]

[(a)] Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Geografia/Instituto de Geografia/Universidade Federal de Uberlândia, franciellesiqueiracastro@gmail.com

[(b)] Professor do Programa de Pós-graduação em Geografia/Instituto de Geografia/Universidade Federal de Uberlândia, pcmendes@ig.ufu.br

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo/

Este estudo busca a conhecer e espacializar a produção científica sobre o clima urbano no Brasil, através das teses defendidas e registradas pela Plataforma Sucupira (CAPES). Foram realizados inventários bibliográficos que apresentassem bases, conceitos e definições sobre o clima urbano; consultas no site da CAPES, especificamente no catalogo de dissertações e teses disponibilizadas pela plataforma; tabulação dos dados levantados no editor de planilhas Microsoft Excel® e espacialização dos mesmos em gráficos e posteriormente em mapas produzidos no software de acesso livre Quantum Gis (QGIS); análise da dinâmica espacial e da evolução dos debates metodológicos envolvendo a produção científica (teses) sobre o clima urbano no Brasil. Teses sobre o tema clima urbano ainda se concentram, em sua maioria, no Sudeste, principalmente nas Regiões Metropolitanas. Nota-se também uma tendência de estudos para cidades de médio e grande porte.

Palavras chave: clima urbano, teses, espacialização e Brasil.

1. Introdução

No Brasil a pesquisa científica tem ganhado contornos relevantes em diferentes áreas, desde a difusão dos programas de Pós-graduação em meados de 1965, com a publicação parecer nº 977/65 do Conselho Federal de Educação. O reflexo dessa ação é diagnosticado no número de programas de Mestrado e Doutorado distribuídos m todo o território nacional. Segundo a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), através da Plataforma Sucupira no ano de 2018 são 4.540 Programas de Pós-graduação distribuídos nas diferentes áreas da ciência.

Esses dados instigam a conhecer melhor a realidade das pesquisas no território brasileiro e, para além disso, auxiliam no desenvolvimento de novas pesquisas. Neste sentido o presente trabalho busca a conhecer e espacializar a produção científica sobre a temática clima urbano no Brasil, através das teses defendidas e registradas pela Plataforma Sucupira (CAPES). Para tanto, objetiva-se: a) identificar as áreas de conhecimento que se dedicam a tal estudo; b)contabilizar e mapear a distribuição das teses pelas Regiões brasileiras; c)verificar, através da espacialização no mapa, os municípios que já estiveram vinculados com trabalhos relacionados a temática e por fim analisar a dinâmica e a evolução dos debates metodológicos envolvendo a produção científica (teses) sobre o clima urbano.

Nesse sentido, inicialmente haverá uma discussão quanto ao recorte teórico-metodologico da temática, para que as discussões e as conclusões sejam devidamente embasadas ao fim desse estudo.

1.1. O Clima e as cidades: breves apontamentos

A multiplicidade de informações alcançadas por consequência diferentes abordagens e interpretações sobre a temática permite que as discussões científicas, em torno da dinâmica citadina, apresentem com cada vez mais clareza a importância de estudos que identifiquem e solucionem possíveis impactos causados a esse ambiente. A notoriedade alcançada pelo meio urbano, atrela-se ao fato de o mesmo ter se tornado a morada do homem, é nas cidades que os serviços, os negócios, os automóveis, as edificações, as pessoas, se concentram.

Mendonça (2010, p.154) afirmar que ao passo que o século XX teria sido o auge da urbanização, o XXI concentraria a materialização desse processo, que são as cidades. E ainda completa “que a cidade adquire, o patamar central dos processos gerais derivados da sociedade humana sobre o espaço terrestre”. E a “urbanização, enquanto processo de dinamização das cidades, não apresentaria nenhum problema em si mesma não fossem suas diferentes e complexas formas de manifestação”.

A manifestações resultantes do processo relacional entre a sociedade e a natureza, tem provocado complexa discussões em diferentes approaches da comunidade científica. Movidos em conhecer as múltiplas relações estabelecidas pelos sistemas naturais e sociais, estudiosos de diferentes áreas, criam e recriam abordagens científicas sobre elementos diversos. Dentre os quais se destaca neste artigo o comportamento atmosférico nas cidades, e sua alteração diante as atividades humanas.

Segundo Pita (1997, p.9) "la climatología puede definirse como la ciencia que se ocupa del estudio de la distribución de los climas sobre la superficie terrestre y de sus relaciones con los restantes componentes del medio geográfico."

Tendo em vista a complexidade das interações entre o clima e os elementos constituintes do espaço geográfico, a escala de análise torna-se fator indispensável no desenvolvimento de estudos vinculados à temática. Em resumo "enquanto as escalas globais permitem apenas a generalização dos elementos e processos, as regionais possibilitam a compreensão das suas formas de organização, que podem ser verificadas de maneira especializada e mais complexa, nas escalas locais" (SANTA'ANNA NETO, 2013, p.78).

As alterações originadas nas cidades se associam a fatores estruturais da dinâmica citadina "(qualidade do material utilizado nas construções, arranjo do arruamento, rugosidade, asfalto, pouco ou nenhum espaço verde) e ao desenho urbano, que não é na maioria das vezes adaptado ao tipo de clima da região." (PIMENTEL, 2010, p.55). Essas diferenciações criam microclimas dentro da cidade, pelo desempenho térmico, de acordo com as várias formas de uso e ocupação do solo. A cidade modifica o balanço energético, o balanço hidrológico, o relevo e a estrutura química da atmosfera. O modo de viver do homem interfere de forma significativa no sistema urbano, recriando totalmente. (AMORIM 2013, p.177)

O desenvolver de um novo microclima sugere uma perspectiva de estudos no cenário da climatologia geográfica, sendo conhecido academicamente como "clima urbano". "A cidade gera um clima próprio resultante da interferência de todos os fatores que se processam sobre a camada de limite urbano e que agem no sentido de alterar o clima em escala local." (MONTEIRO E MENDONÇA, 2015, p.122)

Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro no ano de 1976 em sua tese "Teoria e Clima Urbano", foi pioneiro ao propor uma teoria para os estudos de clima urbano. Além de utilizar uma gama de estudiosos que se dedicaram as pesquisas climáticas, tomou como ponto de apoio a concepção dinâmica do clima expressa por Max Sorre (1934) e a Teoria Geral dos Sistemas (T.G.S) de Berthalanffy. O autor identifica que o clima das cidades "admite uma visão sistêmica, com vários graus de hierarquia funcional e diferentes níveis de resolução" e propõe o Sistema Clima Urbano (S.C.U), que se resume em:

> [...] compreender a organização climática peculiar da cidade e, como tal, é centrado essencialmente na atmosfera que, assim, é encarada como o operador. Toda a ação

> ecológica natural e as associações aos fenômenos de urbanização constituem o conjunto complexo sobre o qual o operador age. Por isso, tudo o que não é atmosférico e que concretiza no espaço urbano, incluindo o homem e demais seres vivos, constitui elementos do sistema, estruturando-se em partes que, através de suas relações, definem atributos especiais. (MONTEIRO, 1976, p.97).

Monteiro fez associações entre os elementos do Sistema Clima Urbano (SCU), em que o ambiente natural não se desvincula do social e define o mesmo como "um 'Sistema Singular', abrangendo um fato natural (clima local) e um fato social (a cidade), analisado através de canais de percepção humana", sendo eles: termodinâmico, físico-químico e hidrometeórico, dos quais o autor utiliza de uma articulada sistematização de ordem funcional dos subsistemas.

É inegável a eficiência da metodologia supracitada nos estudos climáticos urbanos, que são cada vez mais expressivos nos congressos científicos da área geográfica. A disponibilidade adaptativa para realidades escalares diferentes, faz com que a teoria do S.C.U., ainda hoje, seja a mais utilizada para identificação e classificação do clima urbano, porém a inserção de metodologias complementares garante novas perspectivas de análise, principalmente com a inserção das geotecnologias na identificação de ilhas de calor urbana.

2.Materiais e métodos

Para alcance do objetivo deste estudo a metodologia operacional foi organizada em quatro etapas:

a) Levantamento bibliográfico que apresentasse os conceitos e definições sobre o clima urbano. Esse levantamento é feito para que as discussões sejam mais fidedignas possíveis, o mesmo possibilitou a construção de um referencial teórico que norteador das discussões sobre as alterações climáticas intimamente ligadas a relação sociedade/natureza e mais especificamente sobre o clima urbano e as metodologias para sua identificação nas pesquisas científicas;

b) Consulta ao site da CAPES, especificamente no catalogo de dissertações e teses disponibilizadas pela plataforma < https://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/#!/> a mesma, através de sua interface, possibilita a busca de títulos por meio de consultas por temas específicos. Nessa mesma aba é possível refinar a busca por ano, orientador, área do conhecimento, instituições e etc; (Figura 1).

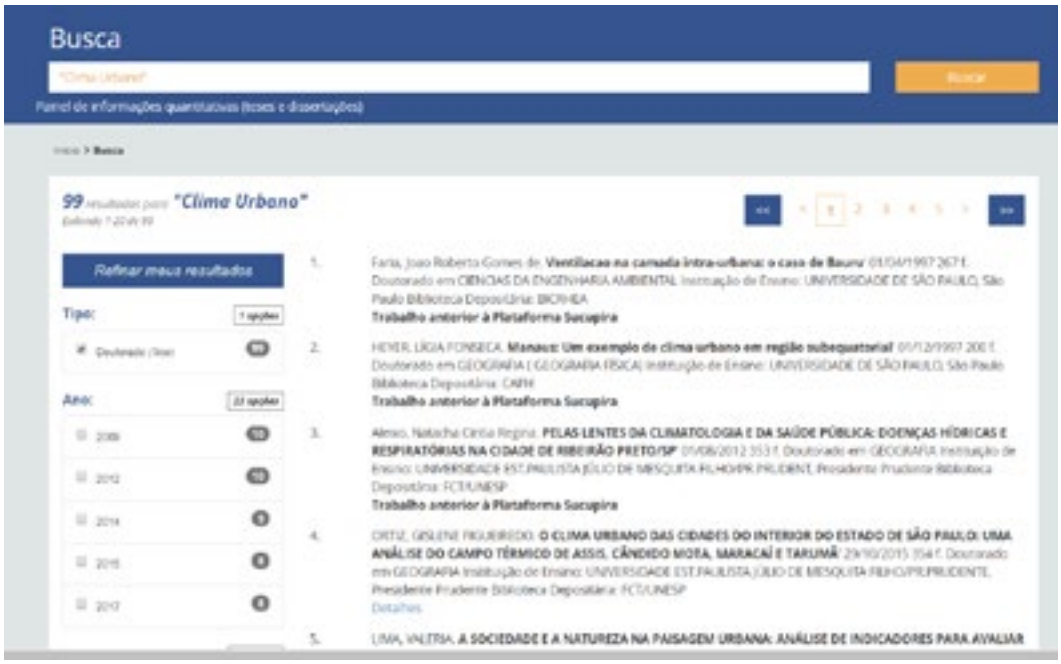


Figura 1 – Catálogo de teses e dissertações CAPES.
Fonte: <https://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/#!>, 2019.

c) Tabulação dos dados obtidos através do editor de planilhas Microsoft Excel®. Após a organização dos dados os mesmos foram espacializadas em gráficos e posteriormente em mapas que apresentassem a realidade, esses foram produzidos no software de acesso livre Quantum Gis (QGIS) na versão 2.14.8;

d) Análise da dinâmica espacial e da evolução dos debates metodológicos envolvendo a produção científica (teses) sobre o clima urbano no Brasil a partir dos levantamentos bibliográficos e dados coletados.

3. Resultados e discussões

Segundo os dados levantados através da coleta realizada pela Platafroma Sucupira (CAPES), no Brasil foram catalogadas, entre dissertações e teses, entre os anos de 1992 a 2018, 360 trabalhos sobre o Clima Urbano distribuídas. Desse montante apenas 99 publicações foram classificadas como teses, as mesmas também foram catalogadas durante o periodo de 26 anos. 66% das publicações foram feitas a partir de 2010 e apenas 9% nos anos de 1990. Os anos de 2009 e 2012 foram os anos com maior número de teses defendidas.

As mesmas estão distribuídas em intituições com programas de Pós-Graduação em 4 das 5 regiãoes brasileiras, visto que, na região Norte do país não houve registro de nenhuma instituição que obtivesse registro de tese defendida sobre o tema supracitado.

O número de teses disponíveis por região do Brasil foram inicialmente diagnosticadas nas Instituições de Ensino Superior de origem. Visto que, não necessariamente as teses são executadas em áreas de estudo dentro das regiões da Instituição de origem da mesma. É possivel notar na tabela 1, que a região com o maior número de teses defendidas foi a Sudeste com 64 publicações distribuídas nas instituições de 3 dos 4 estados que compõem a região, já que no Espírito Santo não houve registro de teses a cerca do tema.

Tabela 1 – Número de teses por universidades distribuídas nas regiões brasileiras

Região	Universidades	Nº de teses		Região	Universidades	Nº de teses
Sul	UFSC	1		**Sudeste**	UNICAMP	3
	UFPR	10			MACKENZIE	1
	UFRGS	2			UFRJ	6
Sudeste	UFU	1			UFF	1
	UFMG	2		**Centro-oeste**	UnB	3
	USP	25			UFMT	8
	USP (SC)	3		**Nordeste**	UFPE	4
	UNESP	1			UFC	3
	UNESP (RC)	4			UFRN	1
	UNESP (PP)	17			UFBA	1
					UFCG	2

Fonte: Catálogo de teses e dissertações CAPES. Org.: CASTRO, F. S., 2019

Intuindo analisar a área de estudo de cada trabalho foram consultados o título e o resumo de cada uma delas, a partir de então, foi possível identificar as áreas de estudo de cada uma. Dessa maneira foram identificadas 50 cidades (tabela 2) que apresentam estudos sobre o clima urbano. Alguns dos núcleos urbanos estudados apresentaram mais de um trabalho dedicado ao seu estudo. As cidades que apresentam maior número de estudo são Cuiabá (9), São Paulo (8) e Curitiba 7.

Se cruzarmos as informações do número de teses por instituições de origem e o número de publicações por cidades, vislumbramos que as cidades com maior número de publicações coincidem com as IES de origem (USP, UFPR e UFMT) com maior número de teses catalogadas. Nesse mesmo

sentido, as cidades que mais receberam investigações cientificas nesse tema foram as localizadas no estado de São Paulo, estado esse que também apresenta maior número de Instituições de Ensino Superior com teses defendidas no tema.

Tabela 2 – Número de teses por área de estudo

CIDADES	Nº DE TESES	CIDADES	Nº DE TESES	CIDADES	Nº DE TESES
Arapiraca	1	Foz do Iguaçu	1	Recife	4
Araras	1	Guarapuava	1	Ribeirão Preto	3
Assis	1	Iporá	1	Rio Claro	1
Barcarena	1	Irati	1	Rio de Janeiro	5
Bauru	2	Jales	1	Salvador	1
Belém	2	Londrina	2	Santa Maria	1
Belo Horizonte	3	Manaus	1	Santos	1
Brasília	1	Maracaí	1	São Carlos	2
Campina Grande	1	Maringá	3	São Luís	2
Campinas	3	Nova Andradina	1	São Paulo	8
Campo Grande	2	Ourinhos	1	Sinop	1
Cândido Mota	1	Parnaíba	1	Tarumã	1
Carolina	1	Piracicaba	1	Teresina	3
Cascavel	1	Ponta Grossa	1	Uberlândia	1
Cuiabá	9	Porto Alegre	1	Várzea Grande	1
Curitiba	7	Presidente Epitácio	2	Viçosa	1
Fortaleza	4	Presidente Prudente	2	**TOTAL**	**99**

Fonte: Catálogo de teses e dissertações CAPES. Org.: CASTRO, F. S., 2019

Já as regiões Centro-oeste (Mato Grosso e Distrito Federal) e Nordeste registraram o mesmo número teses defendidas, são 11 publicações em cada uma delas, na região Nordeste as teses são distribuídas em 5 dos 9 estados que à compõem. E por fim, na região Sul do país foram identificadas 13 teses defendidas, 10 delas na Universidade Federal do Paraná. (Figura 2).

Quando analisamos os núcleos urbanos vinculados as teses produzidas por regiões da federação encontramos as seguintes características:

i. a região Norte, apesar de não ter nenhuma IES com tese defendida, possui quatro cidades como foco de estudos para o clima urbano são eles: Belém (PA), com duas teses, Carolina (município localizado na porção nordeste do Amazonas) e Barcarena (município vizinho a capital do Pará), ambas com uma publicação;

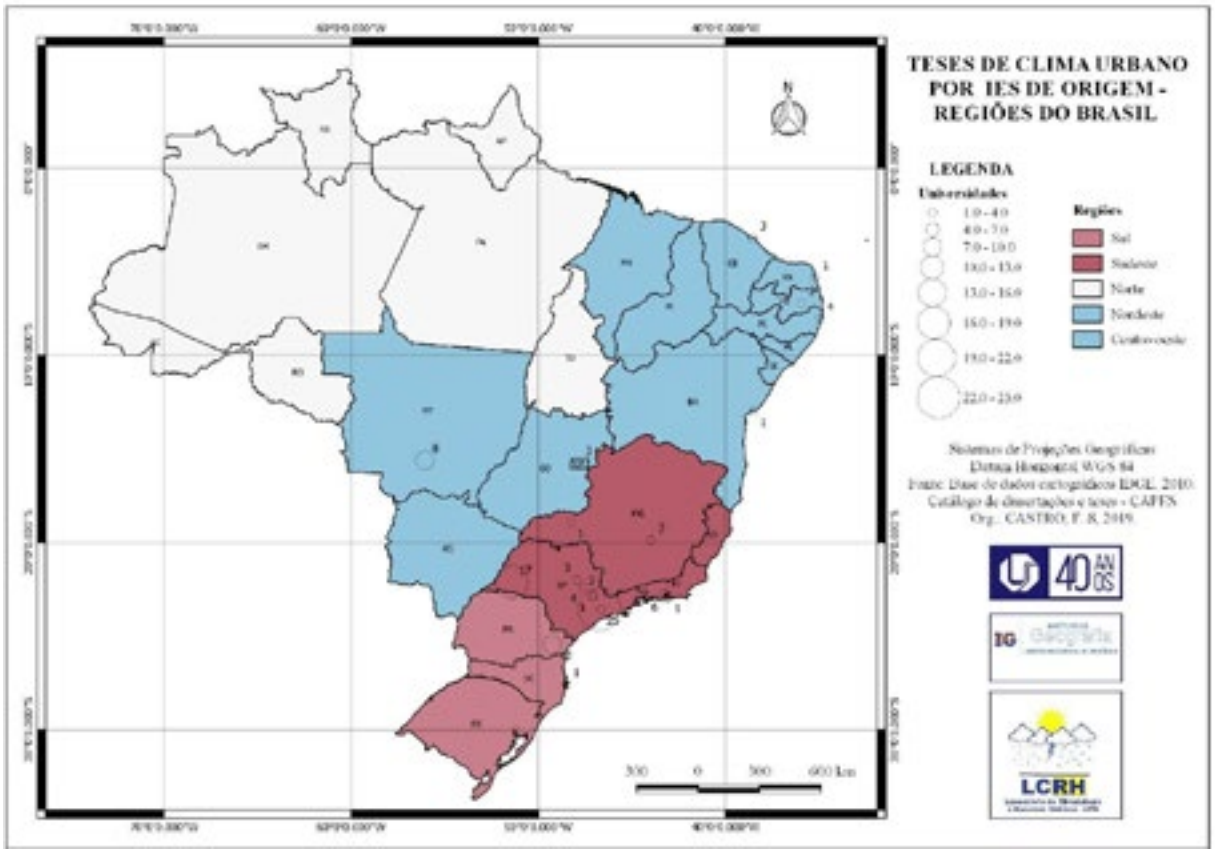


Figura 2 – Mapa com número de teses de clima urbano por instituições de origem nas regiões do Brasil.
Fonte: Base de Dados IBGE, 2010 e Catálogo de teses e dissertações CAPES. Org.: CASTRO, F. S., 2019.

ii. na região Centro-oeste dos 466 municípios apenas 6 possuem teses relacionadas ao clima urbano – Sinop, Cuiabá e Várzea Grande no MT; Campo Grande e Nova Andradina no MS e Brasília no DF; (Figura 3)

iii. na região Sul do país foram identificadas 13 teses defendidas entre os anos de 2005 a 2018. Foram 11 municipios da região Sul identificados nos títulos das teses levantadas sendo que no estado de Santa Catarina não houve nenhum mnicípio estudado. Ja no Paraná são cerca de 10 cidades citadas em estudos de clima urbano;

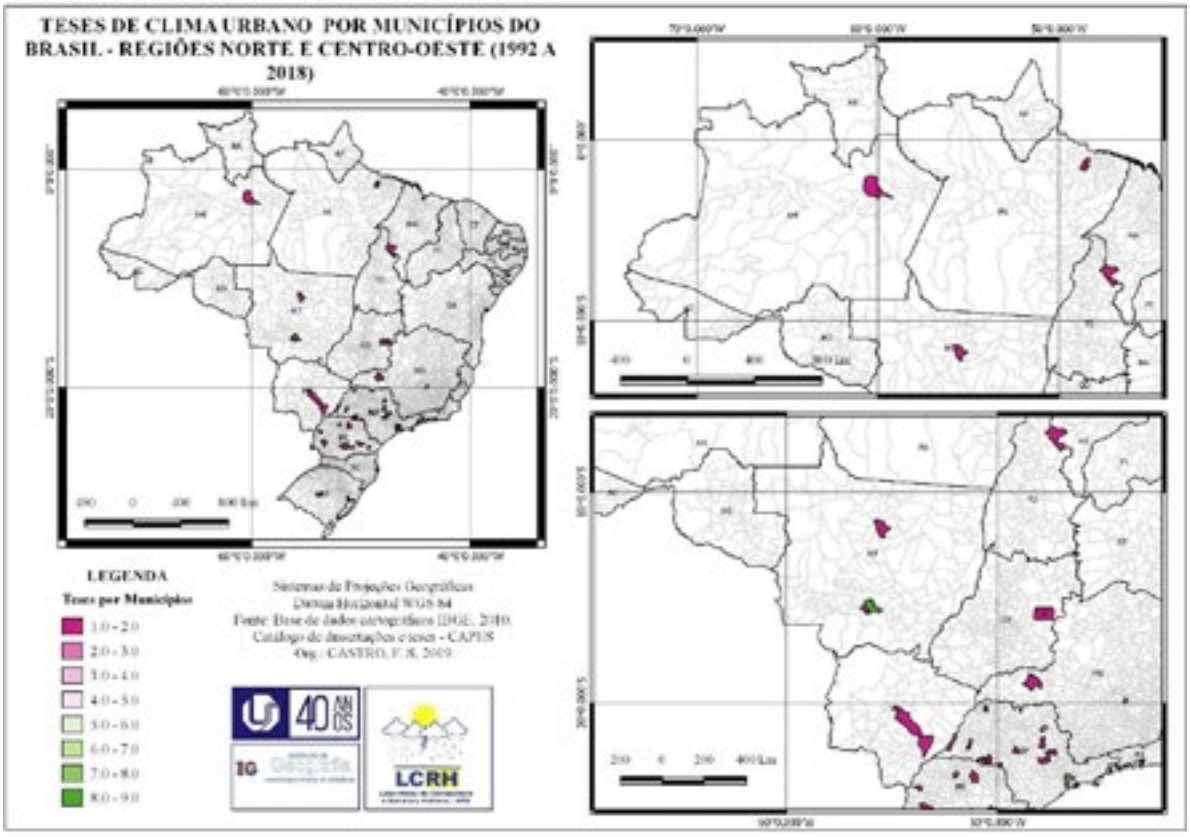


Figura 3 – Mapa com distribuição das teses de clima urbano por municípios e regiões do Brasil. Fonte: Base de Dados IBGE, 2010 e Catálogo de teses e dissertações CAPES. Org.: CASTRO, F. S., 2019.

iv. no Nordeste os estados de Sergipe e Rio Grande do Norte não possuem tese publicada referindo-se a algum de seus municípios. Nos demais estados pelo menos uma cidade é citada em teses sobre o clima urbano, com destaque para Fortaleza e Recife, ambas com 4 publicações dirigidas ao clima local. No Maranhão e Piauí duas localidades de cada estado são discutdas nas teses e na Paraíba, Pernambuco, Ceará, Alagoas e Bahia apenas uma cidade em cada um deles é estudada em teses de clima citadino;

v. e o Sudeste além de possuir o maior número de IES com teses publicadas sobre o tema, é também aquele que abarca o maior número de municípios citados em defesas de doutorado de todo o país com destaque para o estado de São Paulo. O mesmo apresenta 18 municípios discutidos em teses de clima urbano sendo que a Região Metropolitana é a que possui maior representatividade com 8 teses designadas ao estudo de seu clima urbano. (Figura 4)

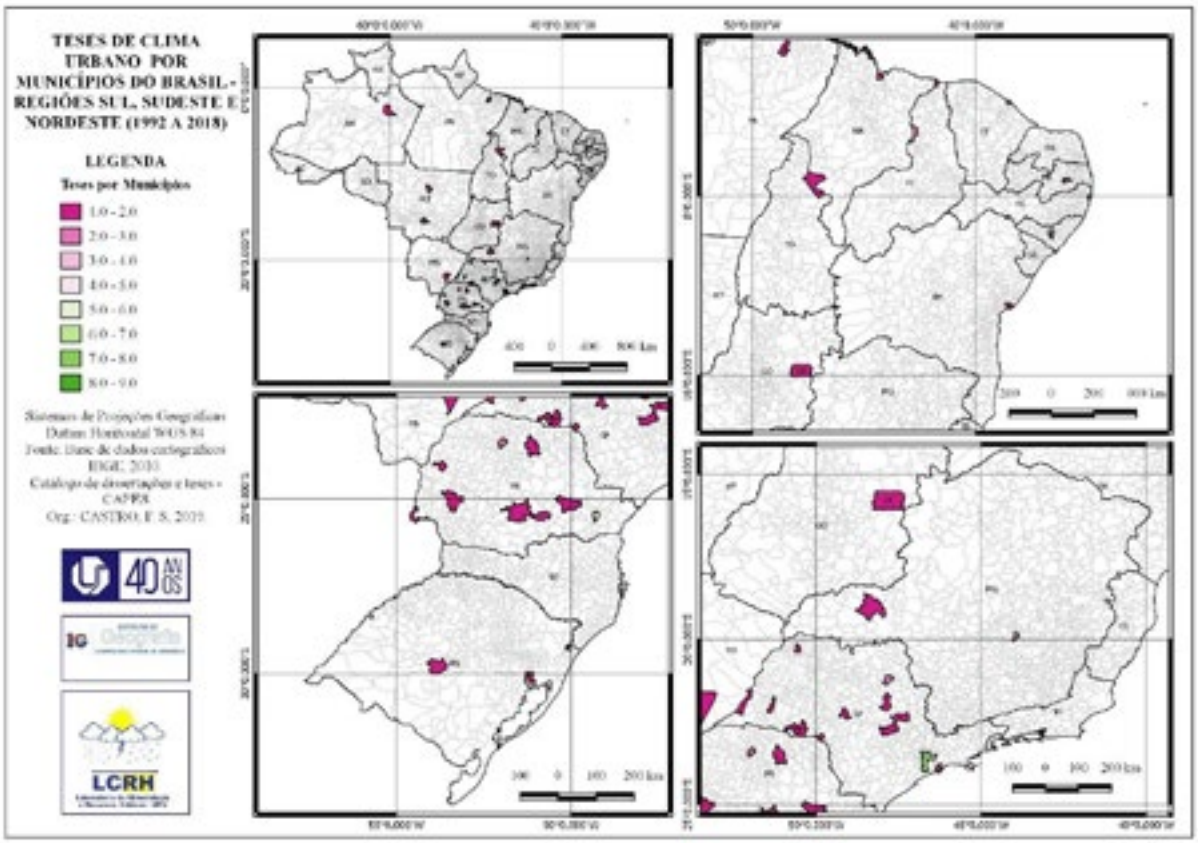


Figura 4 – Mapa com distribuição das teses de clima urbano por municípios e regiões do Brasil. Fonte: Base de Dados IBGE, 2010 e Catálogo de teses e dissertações CAPES. Org.: CASTRO, F. S., 2019.

As 99 teses sobre o clima urbano catalogadas pela CAPES se dividem em 11 áreas do conecimento – Aquitetura e Urbanosmo (14), Ciencias Ambientais (10), Ecologia (1), Recursos Florestais e Engenharia Florestal (1), Engenharia Civil (3), Engenharia Nuclear (2), Engenharia Sanitária (6), Geociências (3), Geografia (56), Planejamento Urbano e Regional (1) e Interdiciplinar (1).

A geografia apresenta-se como a área do conhecimento que mais discutiu em suas teses a clima das cidades, isso reflete também no número de trabalhos apresentados em eventos científicos relacionados a Climatologia e áreas afins. Sob está perpectiva foi possivel identificar que os professores que mais orientaram trabalhos de doutorado vinculados a temática são da ciência geográfica com destaque para Prof.ª Dra. Margarete Cristiane de Costa Trindade Amorim com 9 teses sobre sua orientação, seguida pela Prof.ª Dra. Magda Adelaide Lombardo com 8 teses orientadas e o Prof.º Dr. Francisco de Assis Mendonça que também se destaca na pesquisas de clima citadino com 6 publicações. Além dos cinetistas da área

geográfica a Prof.ª Dra. Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira, professora titular do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Mao Grosso também se destaca na orientação de teses sobre o clima das cidades são 6 orientações ao todo.

Foi também a partir dos dados levantados que nota-se a importância e a atemporalidade da metodologia (S.C.U) criada por Monteiro em 1975. Aproximadamente 90% dos trabalhos levantados utilizam dessa metodologia para embasar suas discussões. As principais discussões são munidas das caracteristicas de temperatura e umidade relativa do ar, identificando com prioridade as ilhas de calor e frescor urbano e apresentando as prinicpais relações que desemcadeiam a mudança no microclima.

4 Considerações finais

O processo de pesquisa só é possível, com a busca insessante por respostas às nossas dúvidas, curiosidades em relação as diferentes temáticas que a ciência nos proporciona. A pesquisa e a investigação tornam-se de certo modo uma ferramenta de autoconhecimento, visto que, propicia o reconhecimento de nossas preferências no ambiente acadêmico do qual fazemos parte. Reconhecer na ciência uma conexão entre os elementos naturais e os culturais dentro do espaço geográfico nos faz percorrer para uma linha de discussão com uma infinitude de possíveis resposatas aos questionamentos.

Neste trabalho foi possível identificar, através de dados secundários, a dinâmica das produções, com destaque para as teses, a despeito do “Clima Urbano” no Brasil. Essa investigação propiciol não só a cronologia e a identificação das produções, para além disso possibilitou que as as mesmas fossem espaciliazadas. Essa espacialização serve para que cientistas que se dediquem a tal temática notem a necessidade de maior difusão de estudos pelo territorio brasilerio.

Com os levantamentos realizados é possível inferir teses sobre o tema clima urbano ainda se concentra na região Sudeste, principalemte nas Regiões Metropolitanas. Nota-se também uma tendência de estudos para cidades de médio e grande porte. Sabendo disso, pesquisadores percebemos a necessidade de uma dedicação mais concentrada nas ditas

"peqeunas cidades".

Há um aumento das publicações, a partir, dos anos 2000 que podem ter sido acarretadas pela expressiva divulgação da mídia, quanto aos impactos gerados pelo aquecimento global. Por se tratar de uma discussão interdiciplinar outras áreas além da geografia tem se dedicado aos estudos de clima urbano principlamete liagadas aos cursos de Arquitetrua e Urbanismo.

Apesar da utilização massiva da teoria metodológica criada por Monteriro (1975) notamos, não só por meio das teses também por outros tipos de publicações, que as geotecnologias têm sido exploradas como métodos complementares nos estudos das alterações climáticas urbanas. Notamos desta maneiras que os estudos climáticos têm fornecido acervo significativo na tentativa de minimizar os impactos urbanos, porém a sua eficiência só sera alcançada se junto aos trabalhos de clima urbano, se associassem os processos de planejamento e gestão das cidades.

5 Referências bibliográficas

AMORIM, M.C. de C. T.; SANT'ANNA NETO, J. L; MONTEIRO, A. (Org.). **Climatologia urbana e regional**: questões teóricas e estudos de caso. São Paulo: Outras Expressões, 2013. 274 p.

MENDONÇA, F; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia**: noções básicas e climas no Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 206 p.

MENDONÇA, Francisco de Assis. **Riscos E Vulnerabilidades Socioambientais Urbanos**: a contingência climática. Mercator, Curitiba, v. 1, n. 9, p.153-163, dez. 2010.

MONTEIRO, C. A. de F. **Teoria e clima urbano**. 1976. 181 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Instituto de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1976. Cap. 4.

MONTEIRO, C. A. de F; MENDONÇA, F. (Org.). **Clima urbano**. São Paulo: Contexto, 2. ed. 2015. 192 p.

PITA, M. F. La climatología como ciencia geográfica. In: CUADRAT, J. M; PITA, M. F (Org.). **Climatología**. 1ed. Madrid: Cátedra, 1997. p. 9-18

SANT'ANNA NETO, J. L. Da climatologia geográfica à geografia do clima: gênese, paradigmas e aplicações do clima como fenômeno geográfico**. Revista da ANPEGE**, v. 4, p. 61-88, 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

O PARQUE TRIANON E A AVENIDA PAULISTA: ANÁLISE MICROCLIMÁTICA DO EQUINÓCIO DE PRIMAVERA DE 2018

Giovanna Guilhem de Araujo [(a)], Emerson Galvani [(b)]

[(a)] Graduanda do Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, giovanna.guilhem.araujo@usp.br

[(b)] Professor Doutor do Departamento de Geografia da Faculdade de Filosfia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, egalvani@usp.br

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

A forma como São Paulo se urbanizou gerou consequências que interferem diretamente no clima urbano e resultam em problemas na qualidade de vida da população, influenciando na saúde pública e ambiental da cidade. Por outro lado, os parques urbanos possuem características opostas com relação a qualidade de vida, sendo comumente associados à melhoras na saúde pública e ambiental da população. No Brasil (BARROS, 2010; REIS, 2017) e no mundo (UPMANIS *et al*, 1998), pesquisas encontraram atenuações de até 5,9°C em áreas de parques urbanos com relação às áreas de ambiente construído, variando conforme a realidade do local. No presente estudo, o objetivo foi realizar uma análise do microclima do Parque Trianon em São Paulo, comparando o ambiente do parque com a Avenida Paulista durante 3 dias representativos do Equinócio de Primavera. Os resultados indicaram o parque como um benefício ao microclima do local.

Palavras chave: Microclima; Parques Urbanos; Parque Trianon; Temperatura do ar.

1. Introdução e Justificativa

O ritmo de desenvolvimento ao qual a cidade de São Paulo está historicamente inserida trouxe consigo diversas questões a serem resolvidas: o excesso de impermeabilização do solo, verticalização dos bairros, canalização dos rios, quantidade de automóveis circulando e (juntamente com a atividade industrial) emitindo os mais diversos gases diariamente mudam as trocas energéticas realizadas entre superfície e atmosfera e geram consequências no clima

urbano. Entendido aqui de acordo com a definição de Monteiro (1991) o clima urbano seria a expressão das condições atmosféricas resultantes da interação de diferentes escalas climáticas e de superfície, considerando o processo de urbanização que aquele local passou.

Na Suécia, Upmanis, Eliasson e Lindqvist (1998) encontraram atenuações de até 5,9° C em parques urbanos com relação a áreas construídas; no Brasil, Barros et AL (2010) e Reis (2017) também encontraram atenuações, mesmo em contextos diferentes de parques urbanos e seguindo critérios diversos de análise.

No caso do Parque Trianon, diversos estudos já o atestaram como prevedor de conforto térmico, porém nenhum analisou se este conforto ultrapassa os limite de seus muros. Tal resultado, caso positivo, pode vir a ser orientador de políticas públicas, auxiliar na instalação de determinados empreendimentos e, sobretudo, nos auxilia a obter uma melhor compreensão do meio em que estamos inseridos a nível individual.

2. Objetivo

O objetivo deste trabalho foi realizar uma análise do microclima do Parque Trianon e a Avenida Paulista em um período representativo da estação de primavera no hesmifério sul, traçando um paralelo entre os dados quantitativos coletados e o uso e ocupação do solo.

3. Metodologia

Para avaliar o microclima do parque foram considerados dois elementos climatológicos: a temperatura e a umidade do ar, havendo uma comparação entre os valores obtidos por este projeto e os dados coletados na estação meteorológica oficial mais próxima do Centro de Gerenciamento de Emergências Climáticas – CGE, órgão da prefeitura de São Paulo. Tal procedimento possui embasamento teórico encontrado em Monteiro (1991, p. 57):

> As medidas do experimento – feitas com aparelhagem simples (caso mais real) ou mesmo sofisticadas, devem ser referenciadas à observação meteorológica padrão da cidade. Um posto no mínimo. Havendo dois ou mais na cidade ou arredores (aeroporto, estação agrícola, etc) tanto melhor.

A realização da coleta dos dados na área interna e de transição do parque foi feita a partir de dois mini abrigos meteorológicos e dois Data Loggers digitais modelo HT-500 para medição de temperatura e umidade relativa do ar. Para a coleta nos sete pontos da avenida paulista foi utilizado termohigrômetro digital de leitura direta. Por fim, para análise dos dados será utilizada o programa de pacotes estatísticos Stata MP 13.1.

4. Resultado e discussão

A coleta de dados ocorreu entre os dias 17 de outubro de 2018 e 19 de outubro de 2018, em dias representativos do equinócio de primavera. Os dois primeiros dias de coleta foram caracterizados por manhãs de céu limpo, início de tarde parcialmente coberto e fim de tarde nublados. Os dados do CGE Sé apontam, para os mesmos momentos de coleta dos dados, média de temperatura e umidade de 28,1° C e 70% para o dia 17/10/2018 e de 27,1° C e 70,7% para o dia 18/10/18. O terceiro dia, ainda com sensação de abafamento, teve o céu totalmente coberto durante todo o período de coleta. As médias de temperatura e umidade relativa de acordo com o CGE Sé ficaram em 19,4° C e 92,8% respectivamente, havendo ocorrência de garoa fina em vários momentos do período da tarde. O resumo estatístico dos dados consta na tabela abaixo (Tabela 1):

Tabela 1. Médias, máximas e mínimas dos dados coletados.

Área*	Ponto	UR média (%)/DP**	Temperatura média (°C)/DP	Temperatura máxima (°C)	Temperatura mínima (°C)
Interna	1	76,2/5,82	22,6/3,22	27,2	18,6
	2	79,4/10,68	22,9/3,41	27,8	18,5
Externa	3	64,9/12,40	25,2/4,00	30,9	19,8
	4	64,8/12,92	25,5/4,28	31	19,6
	5	65,0/13,56	24,8/4,23	31,4	19,1
	6	63,8/12,52	25,5/3,79	30,5	20,5
	7	63,0/12,57	25,6/4,06	30,4	20,5
	8	62,9/11,25	25,7/3,01	30,1	21,4
	9	63,9/12,40	25,5/4,06	30,4	19,9

* Área em relação ao parque
** DP = Desvio Padrão

Os horários das coletas, nos três dias, foram o das 9h; 12h; 15h e 18h. Como é possível observar, há uma diferença entre as médias de temperatura e umidade do ar encontradas no interior do parque (p1 e p2) e em sua parte externa. Nos pontos internos, a umidade se apresenta mais elevada e as temperaturas indicam valores inferiores àqueles registrados na externa, enquanto que nos pontos externos ambas possuem comportamento inverso. Quanto a análise individual dos pontos, segue abaixo o croqui (Imagem 1) do parque com os respectivos pontos de coleta, a fim de melhor entender os valores apresentados acima:

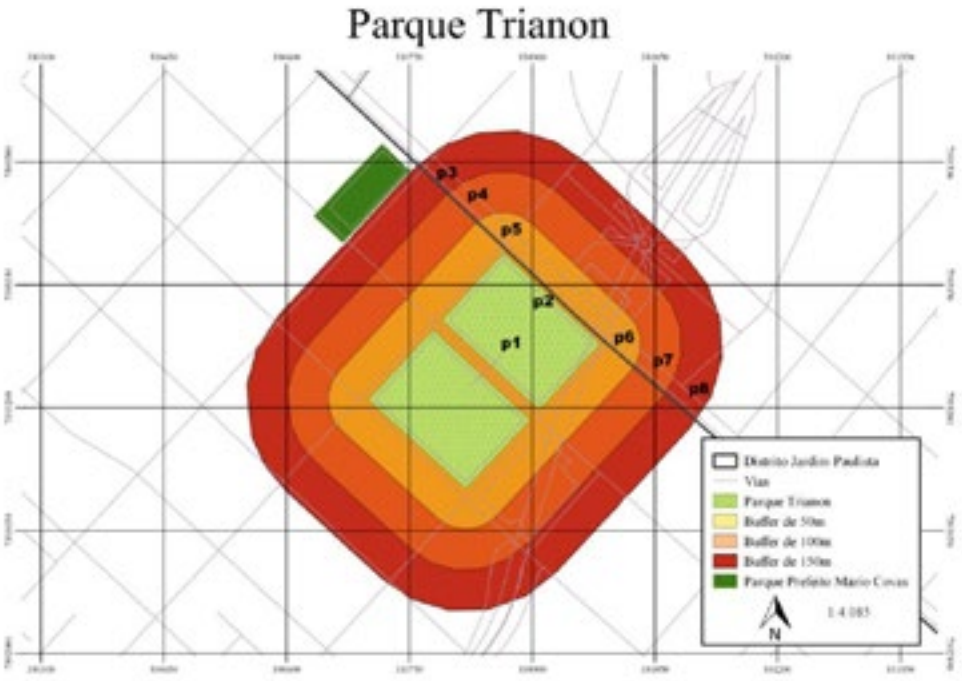


Imagem 1. Croqui referente a área de estudo com indicação dos pontos de coleta. Realizado por Giovanna Araujo.

Como mencionado acima, p1 e p2 encontram-se na área interna do parque, porém, ambos encontram-se em áreas com diferentes arranjos florestais, justificando as diferentes médias de temperatura e umidade existentes entre ambos.

Os pontos externos ao parque apresentam médias cujas diferenças, ainda que pequenas, são importantes para a presente pesquisa. Os pontos mais próximos do parque (p5, p9 e p6)

apresentam médias de temperatura menores e umidade maiores em relação aos pontos mais afastados sem contato com áreas verdes (p5 = 65% e 24,8°C / p6 = 63,8% e 35,5°C / p9 = 64% e 25,5°C). Tais pontos afastados sem contato com outras áreas verdes (p7 e p8) apresentam as menores médias de umidade relativa e as maiores médias de temperatura coletadas até o momento (p7 = 63% e 25,6°C / p8 = 62,8% e 25,7°C) e encontram-se imersos por prédios comerciais e de serviços. Por fim, os pontos afastados que encontram-se entre o Parque Trianon e o Parque Prefeito Mario Covas (p3 e p4) não se encaixam na classificação acima, visto que recebem os efeitos de ambos os parques e possuem as médias de temperatura e umidade mais altas da parte externa ao parque (p3 = 64,8% e 25,2°C / p4 = 64,8% e 25,5°C).

4. Considerações finais

Os resultados indicam que, durante os dias de coleta no equinócio de primavera, o parque exerceu uma mudança benéfica no microclima da avenida paulista provendo menores valores de temperatura do ar e maiores valores de umidade relativa às áreas próximas a sua localidade. Os elevados valores de UR encontrados nos pontos 3 e 4 indicam que não somente o Parque Trianon é responsável por benefícios no microclima local, como também o Parque Prefeito Mario Covas, ainda que este seja consideravelmente menor do que o primeiro parque.

5. Referências Bibliográficas

BARROS, M. P.; NOGUEIRA, M. C. J. A.; MUSIS, C. R. **O projeto de parque urbano e os riscos da exposição ao calor.** Ambiente Construído, v. 10, n. 2. 2010.

MONTEIRO, C. A. de F. **Adentrar a cidade para tomar-lhe a temperatura.** Revista Geosul, n° 9. 1991.

MONTEIRO, C. A. de F. **O clima e a organização do espaço no estado de São Paulo.** São Paulo: USP/Igeog., 1976.

REIS, F. R.; GALVANI, E. **O clima urbano como construção social no contexto da produção do espaço urbano periférico da zona leste de São Paulo**. Revista Entre-Lugar, v. 8, n. 16. Dourados, MS. 2017.

UPMANIS, H.; ELIASSON, I.; LINDQVIST, S. **The influence of Green areas on nocturnal temperatures in a high latitude city (Göteborg, Sweden).** International Journal of Climatology, nº 18. 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

ONDAS DE CALOR E MORTALIDADE: ESTUDO DE CASO EM SETE MUNICÍPIOS DE MINAS GERAIS

Cássia de Castro Martins Ferreira [a] Letícia de Castro Martins Ferreira[b] Daiane Evangelista de Oliveira[c] Débora de Assis Couto[d] Maria Aparecida de Almeida[e]Mário Círio Nogueira[f] Maria Teresa Bustamante Teixeira [g]

[a] Profa. Dra. do Departamento de Geociências/PPGEO, Instituto de Ciências Humanas-ICH- Universidade Federal de Juiz de Fora; Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental (Coordenadora), E-mail: cassia.castro@ufjf.edu.br
[b] Profa. Ms. da Faculdade de Medicina- UFJF, Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental -Universidade Federal de Juiz de Fora; E-mail: leticiacmferreira@gmail.com
[c] Doutoranda no Centro de Ciências Exatas/ Pós Graduação em Geografia, Universidade Estadual de Londrina, E-mail: daiane.evangelista.oliveira@gmail.com
[d] Doutoranda no Instituto de Geociências - IGC/ Pós Graduação em Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais, E-mail: cassis.debora@gmail.com
[e] Profa. Dra. do Departamento de Geociências/PPGEO, Instituto de Ciências Humanas-ICH- Universidade Federal de Juiz de Fora; Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental, E-mail: mariaaparecidadealmeidag@gmail.com
[f] Prof. Dr. do Departamento Saúde Coletiva/Faculdade Medicina, Universidade Federal de Juiz de Fora, E-mail: mario.cirio.nogueira@gmail.com
[g] Profa. Dra. do Departamento Saúde Coletiva/Faculdade Medicina, Universidade Federal de Juiz de Fora, E-mail: teitabt@hotmail.com

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

Diversos setores da sociedade, seja na esfera econômica, política e social, vêm sendo impactados pelas ondas de calor em vários países do Globo, sendo que uma das áreas que está sendo mais impactada e investigada é a saúde pública, pois umas das consequências das ondas de calor é o aumento da taxa de mortalidade humana. Desta forma, o presente estudo visou analisar as ondas de calor e a incidência de mortalidade para 7 cidades mineiras. Utilizou-se dados de temperatura máxima diária da série histórica 1996 a 2011, de 7 estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia. Para determinar as ondas de calor utilizou-se a metodologia proposta por Radinović e Curié (2012), para no mínimo 5 dias consecutivos de temperaturas elevadas. Para os dados de mortalidade diária,

foram utilizados os dados provenientes do sistema DATASUS. Verificou-se baixa relação entre os eventos de ondas de calor e mortalidade no período estudado, porém uma frequência significativa de ondas de calor/ano. Destaca-se que um melhor conhecimento desta relação propiciaria uma redução da vulnerabilidade face a estes paroxismos térmicos.

Palavras chave: Ondas de Calor, Mortalidade, Eventos extremos

1. Introdução

As ondas de calor são fenômenos climáticos que apresentam impactos econômicos e sociais, e vem sendo apontado como um dos fatores que interferem significativamente na saúde humana, ocasionando aumento na mortalidade, desta forma, procura-se analisar as ondas de calor e a incidência de mortalidade para 7 cidades mineiras, pois um melhor conhecimento desta relação propiciaria uma redução da vulnerabilidade face a estes paroxismos térmicos. Revelando-se um tema de analise da climatologia geográfica, sendo importante na gestão e planejamento urbano.

As ondas de calor estão associadas a eventos extremos, no relatório do IPCC (2014) mostra o risco de eventos extremos aumentarem com o aumento da temperatura média global nos cenários de mudanças climáticas. Estes eventos extremos climáticos podem estar atrelados a eventos chuvosos e secos, assim como quentes e frios. Segundo Dias (2014, p.40) os lugares estariam sujeitos a uma maior variabilidade do que a que ocorre atualmente, com uma série de "eventos contrastantes ocorrendo sucessivamente". Guo et al (2018) em um estudo no qual foram analisados dados de 20 países e 412 cidades, analisou o número de mortes humanas associadas às ondas de calor, sob um cenário de mudanças climáticas, destacaram que o número de mortes aumentará nas próximas décadas, assim como os episódios de ondas de calor ficarão mais intensos e prolongados, evidenciam ainda que dentre os 20 países analisados, o Brasil está em terceiro lugar nas projeções futuras de aumento da mortalidade em função das ondas de calor. O que reforça a necessidade de estudos e planos de adaptação climática para a realidade brasileira.

Dentre as diferentes causas de ordem ambiental, econômica, social ou política, destacamos aqui aquelas atreladas à saúde humana, no qual já estão sendo realizados uma série de estudos, em vários países, que destacam que as temperaturas extremas, associadas a episódios de calor, aumentam a mortalidade e morbilidade da população (RAMóN, et al., 2006; CURRIERO, et al., 2002; ALEIXO, et al., 2013; BARNETT, et al., 2012; ALCOFORADO, et al., 2013; KUGLITSCH, et al., 2010; CULQUI, et al., 2013; GABRIEL e ENDLICHER, 2011; GEIRINHAS, et al., 2018; GUO, et al., 2017; BITENCOURT et al., 2016; COSTA, 2018).

Segundo Costa (2018) a relação entre tipos de tempo atmosférico e a saúde não são lineares, uma vez que exercem influência diferenciadas em função das características de cada indivíduo, assim como da sua condição de saúde, logo estar suscetível às variações abruptas do tempo atmosférico não é um fator que atinge a todos da mesma forma, pois depende da sensibilidade de cada indivíduo.

Desta forma, existem grupos mais vulneráveis face à ocorrência de ondas de calor, dentre eles destacamos, bebês, idosos, obesos, mulheres, pessoas em estado terminal, doentes acamados, pessoas com problemas renais e doenças cardiovasculares, doença psiquiatra, uso de medicamentos que interferem na regulação da temperatura corporal, comportamento de risco (exposição prolongada ao sol e ingestão excessiva de álcool), pessoas que exercem atividades ao ar livre, moradores de rua, população com menor recurso econômico, pessoas socialmente isoladas, população que reside em habitações com ausência de reguladores térmicos, população urbana (HUTTER et al., 2007; SCHIFANO et al., 2009; HAINES et al., 2006; CANÁRIO et a., 2010; MARTO, 2005).

Os sintomas da temperatura do ar nos indivíduos, são dores de cabeça, esgotamento em função do calor, arritmias cardíacas, queimaduras, cãibras, desmaios, inchaço de membros inferiores, distúrbios do sono, hipotermia, agravamento de problemas respiratórios e cardíacos, perda de sensibilidade, dentre outras enfermidades (COSTA, 2018; MARTO, 2005).

BACCINI et al. (2008) em um estudo em 15 cidades europeias, detectaram uma alta associação entre a temperatura máxima diária e a mortalidade por doenças respiratórias em idosos. ISHIGAMI et al. (2008) destacam que a maior influencia das ondas de calor na mortalidade, afetam sobretudo os idosos e está associado às doenças cardiovasculares, cerebrovasculares e respiratórias.

Ao estudar uma forte onda de calor que ocorreu na França em agosto de 2003, Garcia-Herrera et al. (2010) averiguou que a maior mortalidade ocorreu em indivíduos que estavam dentro de suas residências, principalmente de solteiros e divorciados, as mortes estavam diretamente relacionadas ao excesso de calor e também atribuídas a doenças respiratórias. No total foram registrados um excesso de 15000 óbitos na França, entre os dias 01 e 20 de agosto de 2003.

Em um outro estudo em Québec, no Canadá, foi verificado uma onda de calor em julho de 2010, durante este período houve um aumento na mortalidade de 33% e nas emergências de 4% (BUSTINZA et al., 2013).

Para Portugal foi registrado no período de 23 de junho a 14 de julho de 2013 a ocorrência de uma forte onda de calor, no qual resultou em um aumento no número de óbitos de 1.684, sendo que desses 45% eram mulheres e 21% homens, sendo que a mortalidade afetou principalmente a população acima dos 75 anos de idade (DGS, 2013). Ainda para Portugal MONTEIRO et al. (2013) analisou os efeitos do calor de julho de 2006, para o Porto, destacando a vulnerabilidade de idosos e população de baixa renda.

No Brasil, para a cidade do Rio de Janeiro, Geirinhas, et al (2019) estudaram uma onda de calor que ocorreu em fevereiro de 2010 e teve uma duração de oito dias, nesse período foram registrados na cidade do Rio de Janeiro 3.006 óbitos, 737 superiores a média, no qual a maior parte destes estavam atrelados a mulheres e idosos acima de 65 anos. Os óbitos estavam atrelados principalmente a complicações do aparelho respiratório e a problemas cardíacos. À

maior parte dos óbitos ocorreram nas regiões mais carentes, no qual a maior parte da população não possui mecanismos e equipamentos para promover o conforto térmico em suas residências.

Desta forma, é objetivo deste trabalho contabilizar e analisar a ocorrência de ondas de calor nos municípios de Juiz de Fora, Viçosa, Lavras, Machado, São Lourenço, Caldas e Barbacena, no período de 1996 a 2011 com o número de óbitos nestas cidades.

2. Materiais e Métodos

Caracterização da Área de Estudo

O estudo foi aplicado em sete municípios do Estado de Minas Gerais, a saber: Juiz de Fora, Barbacena, Viçosa, Machado, São Lourenço, Lavras e Caldas, localizados nas regiões de planejamento Sul, Zona da Mata e Campo das Vertentes respectivamente (Figura 1).

Figura 1- Localização dos Municípios Juiz de Fora, Barbacena, Viçosa, Machado, São Lourenço, Lavras e Caldas. Fonte: Oliveira, et al. (2018).

A dinâmica atmosférica nesses municípios é comandada pela atuação das massas mTa (Massa tropical Atlântica), mPa (massa Polar Atlântica) e sistema frontal no inverno, no verão estas massas atuam em menor número de dias, passando a ser influenciado também pela atuação da mEc (massa Equatorial continental) e pela ZCAS (Zona de Convergência do Atlântico Sul). Este quadro de atuação, implica numa sazonalidade das precipitações, tendo uma primavera/verão chuvosos e um outono/inverno mais secos.

Os episódios de ocorrência de maiores temperaturas do ar e principalmente as ondas de calor, estão atrelados a períodos sob domínio de uma massa de ar quente, estacionária sobre a região, somados a isso, processos de retroalimentação entre a superfície e a atmosfera, associados a ventos catabáticos, diminuem o resfriamento noturno, influenciando nas temperaturas mínimas, que se tornam mais elevadas.

Os menores registros de temperatura mínima do ar foram registrados em Caldas (12,3ºC) e São Lourenço (13,5ºC), as maiores temperaturas máximas do ar foram registradas em Machado (27,5ºC), São Lourenço (27,3ºC) e Lavras (27,2ºC), no período de 2006 a 2011.

Coleta de dados

Foram coletadas informações no banco de dados das séries meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), de temperatura máxima diária do ar, das estações Juiz de Fora, Barbacena, Viçosa, Machado, São Lourenço, Lavras e Caldas, no período de 2006 a 2018.

Após verificação das séries, os dados faltantes foram preenchidos (com a média do mês do local e a média dos registros de 3 estações vizinhas mais próximas). A opção por trabalhar com o período de 1996 a 2011, foi por apresentar um menor quantitativo de dias com dados falhos e foi considerado como ponto amostral apenas os postos meteorológicos que não apresentaram falhas em mais que 10% do total de dias analisados. Os dias em que apenas um dos horários (00 ou 12 horas) também foram contabilizados como falha.

Os dados diários de mortalidade geral foram retirados do sistema DATASUS, para o período de 1996 a 2011, afim de comparação com os dados diários de temperatura máxima do ar.

Ondas de Calor

Para detectar as ondas de calor, foi utilizada a metodologia proposta por Radinovié e Curié (2012), no qual foram consideradas ondas de calor quando ocorreram registros superiores ao valor da normal climatológica diária acrescida do desvio padrão por período. Foram aceitos episódios com 5 ou mais dias consecutivos com registro da temperatura máxima do ar diária, maior ou igual a média da temperatura máxima do ar.

As temperaturas máximas médias do ar tiveram seus cálculos realizados por meio de estatística descritiva, com um limiar específico para cada dia do ano e para cada localidade analisada.

A identificação dos episódios ocorreram por meio de análises estatísticas e a contagem se deu de forma não mecanizada. Esta etapa do procedimento metodológico seguiu os parâmetros adotados em Oliveira et al. (2018).

Mortalidade

Os dados de mortalidade foram retirados diretamente da planilha do Datasus, no qual foram identificados o número de óbitos por dia, para cada localidade, no período de 2006 a 2011. Estes dados foram analisados posteriormente conjuntamente aos dados de temperatura máxima do ar e relacionados aos períodos de ocorrência de ondas de calor.

O número de óbitos esperado em cada dia obteve-se através do cálculo do número médio de óbitos ocorrido entre 1 de janeiro de 1996 a 31 de dezembro de 2011.

3. Resultados e Discussão

Na série de temperatura máxima diária do ar, no período entre 1996 a 2011, detectou-se que o ano de 2007, foi o mais quente, apontando temperaturas extremas nos municípios de Lavras, Juiz de Fora e Barbacena.

Um maior número de ondas de calor tiveram a ocorrência nos municípios de Lavras e Machado, já os municípios de Barbacena e Viçosa, foram os que apresentaram menor ocorrência (Tabela 1). Esta situação também foi encontrada por Oliveira et al (2018). Esta ocorrência demonstra que os municípios localizados a leste, apresentaram menos ondas de calor, este fato pode ser justificado pela ocorrência dos mares de morros a leste, o que pode influenciar em temperaturas do ar mais amenas (Figura 1).

Tabela 1- Dados de Mortalidade, mortalidade média e total de ondas de calor para o período entre 1996 a 2011, para as cidades de Juiz de Fora, Barbacena, Caldas, Lavras, Machado, São Lourenço e Viçosa.

	Juiz de Fora	Barbacena	Caldas	Lavras	Machado	São Lourenço	Viçosa
Mortalidade Média	18,7	4,5	0,5	3	1,2	1,7	1,7
Mortalidade Total	54599	13183	1404	8888	3369	4929	5016
Ondas de Calor	31	27	35	41	38	25	29

Fonte: Datasus, 2019 e INMET, 2019. Elaborado pelos autores.

A intensidade das ondas de calor, está atrelada ao número de dias consecutivos pelo qual elas se projetavam, e estes ficaram entre 5 e 12 dias, sendo as ondas de 5 dias mais frequentes e as de 12 mais escassas. Em função da recepção e ângulo de incidência solar, e portanto a sazonalidade e distribuição das estações do ano, foram mais frequentes as ondas de calor na primavera/verão, sendo que para três localidades, ouve a ocorrência de ondas de calor em todas as estações do ano, a saber Caldas, Juiz de Fora e Machado (Figura 2).

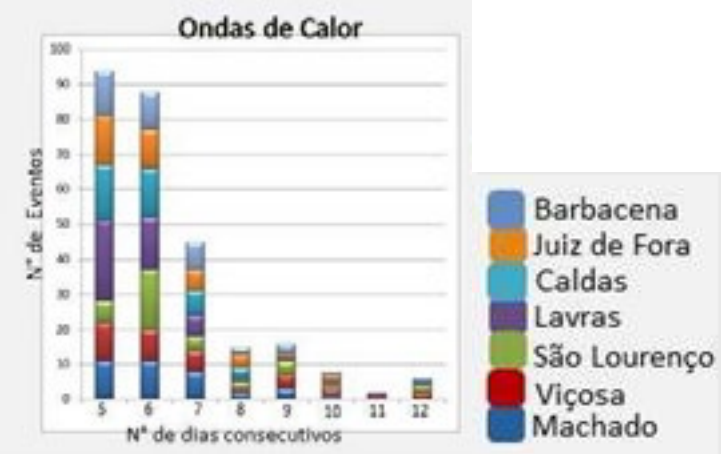


Figura 2- Duração das ondas de calor, número de dias consecutivos, no período de 1996 a 2011. Fonte: Oliveira (2018).

Quando são analisadas a relação entre o número de ondas de calor e mortalidade total anual, não houve relação. Logo, nos anos que ocorreram maior número de ondas de calor nas 7 localidades estudadas, não houve acréscimo de mortalidade significativa, o que nos levaria a atribuir as mortalidades ao excesso térmico. Assim como, nos anos que não houveram ou houve apenas uma onda de calor de baixa intensidade, não houve nenhuma correlação. Esta fato nos leva a caracterizar, que para o período analisado não houve uma boa correlação estatística entre as ondas de calor e a mortalidade humana.

Ao analisarmos um evento de onda de calor, aqui escolhido a onda de calor que ocorreu em outubro de 2002 (Tabela 3), pois esta afetou as sete localidades estudadas, também não foi verificada nenhuma relação desta com as mortalidades no período de ocorrência da onda, acrescido de seis dias após a sua ocorrência. O que pode ser verificado, com o número de excesso de óbitos sendo negativo para quase todo o período de 07 a 23 de outubro de 2002.

	Número de Óbitos Diários							Excesso de Óbitos						
Dia	Juiz de Fora	Barbacena	Caldas	Lavras	Machado	São Lourenço	Viçosa	Juiz de Fora	Barbacena	Caldas	Lavras	Machado	São Lourenço	Viçosa
7	10	1	0	1	0	2	0	-8,70	-3,50	-0,50	-2,00	-1,20	0,30	-1,70
8	17	5	0	3	1	0	0	-1,70	0,50	-0,50	0,00	-0,20	-1,70	-1,70
9	10	4	0	1	2	0	2	-8,70	-0,50	-0,50	-2,00	0,80	-1,70	0,30
10	9	1	0	1	1	3	0	-9,70	-3,50	-0,50	-2,00	-0,20	1,30	-1,70
11	8	2	0	2	2	0	0	-10,70	-2,50	-0,50	-1,00	0,80	-1,70	-1,70
12	11	1	0	0	0	1	2	-7,70	-3,50	-0,50	-3,00	-1,20	-0,70	0,30
13	8	1	0	2	1	1	0	-10,70	-3,50	-0,50	-1,00	-0,20	-0,70	-1,70
14	9	3	0	4	0	2	0	-9,70	-1,50	-0,50	1,00	-1,20	0,30	-1,70
15	12	1	0	3	0	1	1	-6,70	-3,50	-0,50	0,00	-1,20	-0,70	-0,70
16	5	2	0	0	1	1	1	-13,70	-2,50	-0,50	-3,00	-0,20	-0,70	-0,70
17	17	3	0	2	3	0	3	-1,70	-1,50	-0,50	-1,00	1,80	-1,70	1,30
18	6	0	0	1	1	0	2	-12,70	-4,50	-0,50	-2,00	-0,20	-1,70	0,30
19	20	1	0	2	2	0	1	1,30	-3,50	-0,50	-1,00	0,80	-1,70	-0,70
20	9	3	0	0	0	2	1	-9,70	-1,50	-0,50	-3,00	-1,20	0,30	-0,70
21	10	3	0	2	1	3	0	-8,70	-1,50	-0,50	-1,00	-0,20	1,30	-1,70
22	9	2	0	2	1	2	1	-9,70	-2,50	-0,50	-1,00	-0,20	0,30	-0,70
23	6	1	0	2	1	2	0	-12,70	-3,50	-0,50	-1,00	-0,20	0,30	-1,70

Tabela 3- Óbitos verificados durante a onda de calor de outubro de 2002 acrescidos de mais 6 dias, para as cidades de Juiz de Fora, Barbacena, Caldas, Lavras, Machado, São Lourenço e Viçosa. Fonte: Datasus, 2019. Elaborado pelos autores. *Número de óbitos esperado para cada dia foi utilizado os dados da Tabela 1:Mortalidade média.

4. Conclusão

Apesar de um representativo número de estudos comprovarem a associação entre as ondas de calor e o aumento da mortalidade, em função dos efeitos que a exposição do corpo humano a temperaturas elevadas por um período maior e acima do que a população já está habituada, podem ocasionar na saúde, este estudo não conseguiu verificar esta relação.

Durante o período de 1996 a 2011, foram verificadas um maior número de ondas de calor de baixa intensidade, e a frequência das ondas de calor decresciam quanto maior a intensidade da mesma.

O ano com maior número de ondas de calor foi 2007, sendo também o caracterizado como o mais quente da série analisada.

Mesmo não tendo sido detectado uma relação entre mortalidade e ondas de calor, para as sete cidades analisadas, ressalta-se a necessidade de prevenir as doenças que estão

relacionadas ao excesso de calor, com medidas que estão atreladas a uma adaptação comportamental, como o uso de ar condicionado e aumento da ingestão de líquidos, assim como medidas de gestão urbana, com aumento de oferta de bebedores públicos e áreas verdes.

5. Referências Bibliográficas

ALCOFORADO, M. J.; NUNES, M.; CANÁRIO, P.; GARCIA, R.; MARQUES, D. Evolução das relações clima-mortalidade em Lisboa desde o início do séc. XIX". IX Congresso da Geografia Portuguesa. 1p, 2013.

ALEIXO, N.; NETO, J.L.S; CUNHA, L. Análise comparativa sobre os estudos bioclimáticos no Brasil e em Portugal. Articulações e desafios. **Cadernos de Geografia**, n.º32, Coimbra, FLUC, p.57-70, 2013.

BACCINI, M.; BIGGERI, A.; ACCETTA, G.; KOSATSKY, T.; KATSOUYANNI, K.; ANALITIS, A.; ANDERSON, H.; BISANTI, L.; D'IPPOLITI, D.; DANOVA, J.; FORSBERG, B.; MEDINA, S.; PALDY, A.; RABCZENKO, D.; SCHINDLER, C.; MICHELOZZI, P. Heat effects on mortality in 15 european cities. **Epidemiology**, v.19, n.5, p.711-719, 2008.

BARNETT, A.; HAJAT, S.; GASPARRINI, A.; ROCKLÖV, J. Cold and heat waves in the United States. **Environmental Research**, v.112, p.218-224, 2012.

BITENCOURT, D.P.; FUENTES, M.V.; MAIA, P.A.; AMORIM, F.T. Frequência, Duração, Abrangência Espacial e Intensidade das Ondas de Calor no Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 31, n. 4, 506-517, 2016 DOI: http://dx.doi.org/10.1590/0102-778631231420150077

BUSTINZA, R.; LEBEL, G.; GOSSELIN, P.; BÉLANGER, D.; CHEBANA, F. Health impacts of the July 2010 heat wave in Québec, Canada. **BMC Public Health** , v.13, n.56, 7p., 2013.

CANÁRIO, P; ANDRADE, H.; NOGUEIRA, H. Vulnerabilidade da população da Área Metropolitana de Lisboa em relação aos extremos térmicos: uma tentativa de modelação espacial. **Pluris 2010**, Actas, 10p. 2010

COSTA, R.A. As ondas de frio e sua influência na saúde pública do pontal do Triângulo Mineiro, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia,** Ano 14 – Edição Especial Dossiê Climatologia de Minas Gerais, p. 190-212, 2018.

CULQUI, D.; DÍAZ, J.; SIMÓN, F.; LINARES, C. Análisis del impacto de las olas de calor sobre la mortalidad de la ciudad de Madrid durant el período 1990- 2009. **Revista Española de Salud Pública**, n.87, p.277-282, 2013.

CURRIERO, F.; HEINER, K.; SAMET, J.; ZEGER, S.; STRUG, L.; PATZ, J. Temperature and mortality in 11 cities of the Eastern United States. **American Journal of Epidemiology**, v.155, n1, p.80-87, 2002.

DIAS, M.A.F.S. Eventos climáticos extremos. **Revista USP**, n.103, p.33-40, 2014.

DGS (2013) Relatório da onda de calor de 23/6 a 14/7 de 2013 em Portugal Continental. p.31. 2013.

GABRIEL, K.M.A. e ENDLICHER, W.R. Urban and rural mortality rates during heat waves in Berlin and Brandenburg, Germany. **Environmental Pollution**, 159, p. 2044 – 2050, 2011.

GARCÍA-HERRERA, R.; DÍAZ, J.; TRIGO, R.; LUTERBACHER, J.; FISCHER, E.M. A review of the European summer heat wave of 2003. **Critical Reviews in Environmental Science and Technology**, v.40, p.267-306, 2010.

GEIRINHAS, J. L. *et al*. Characterizing the atmospheric conditions during the 2010 heatwave in Rio de Janeiro marked by excessive mortality rates**. Science of The Total Environment.** v.650, 1**,** p.796-808. 2019. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.09.060

GEIRINHAS, J. L. *et al*. Climatic and synoptic characterization of heat waves in Brazil. **International Journal of Climatology**. On-line, 19 set. 2017.

GUO, Y. *et al*. Heat wave and mortality: A multicountry, multicommunity study. **Environmental Health Perspectives**. v. 125, n.8, p.1-11, 2017.

GUO, Y. et al. Quantifying excess deaths related to heatwaves under climate change scenarios: A multicountry time series modelling study. **PLOS medicine journal.** v.31, 2018.

HAINES, A.; KOVATS, R.S.; CAMPBELL-LENDRUM, D.; CORVALAN, C. Climate change and human health: impacts, vulnerability and public health. **Public Health**, n.120, p.585-596, 2006.

HUTTER, H-P.; MOSHAMMER, H.; WALLNER, P.; LEITNER, B.; KUNDI, M. Heatwaves in Vienna: effects on mortality. **Wien Klin Wochenschr**, v.119, n.7-8, p.223-227, 2007.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Cambridge, Cambridge University Press, 2014.

ISHIGAMI, A.; HAJAT, S.; KOVATS, R.; BISANTI, L.; ROGNONI, M.; RUSSO, A.; PALDY, A. An ecological time-series study of heat- related mortality in three European cities. **Environmental Health**, v.7, n.5, 7p, 2008.

KUGLITSCH, F.; TORETI, A.; XOPLAKI, E.; DELLA-MARTA, P.; ZEREFOS, C.; TÜRKES, M.; LUTERBACHER, J. Heat wave changes in the eastern Mediterranean since 1960. **Geophysical Research Letters**, v.37, p.5, 2010.

MARTO, N. Ondas de calor. Impacto sobre a saúde. **Acta Médica Portuguesa**, n.18, p.467-474, 2005.

MONTEIRO, A.; CARVALHO, V.; OLIVEIRA, T.; SOUSA, C. Excess mortality ans morbidity during the July 2006 heat wave in Porto, Portugal. **International Journal of Biometeorology**, v.57, p.155-167, 2013.

MORA, C. *et al*. Twenty seven ways a heat wave can kill you: Deadly heat in the era of climate change. **Circulation: Cardiovascular Quality and Outcomes**. v. 10, n.11, p. 1-6. 2017.

OLIVEIRA, D.E.; COUTO, D.A.; FERREIRA, C.C.M. Dinâmica climática regional em municípios da zona da mata, Campo das Vertentes e Sul e Sudoeste de Minas Gerais: as ondas de calor e frio. **Revista Brasileira de Climatologia,** Ano 14 – Edição Especial Dossiê Climatologia de Minas Gerais, p. 290-310, 2018.

RADINOVIÉ, D.; CURIÉ, M. Criteria for heat and cold wave du- ration indexes. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 107, n. 3-4, p. 505-510, 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

Precipitação em Rio Grande – RS: Análise da Variabilidade entre 1913 e 2016

Tamires da Rosa Silva [(a)], Éder Bayer Maier[(b)]

[(a)] Programa de Pós Graduação em Geografia/, Universidade Federal do Rio Grande, tamires_rosa@outlook.com.br.

[(b)] Instituto de Ciências e da Informação /, Universidade Federal do Rio Grande, edermaier@gmail.com.

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

O presente trabalho tem como objetivo analisar a variabilidade temporal da precipitação na cidade do Rio Grande - RS entre 1913 a 2016. Foram analisados a precipitação mensal, os totais anuais, as médias mensais, as anomalias mensais e a correlação entre a anomalia da precipitação com as anomalias mensais da TSM, em escala global. Resultados total mensal varia entre 0,3mm e 551,8 mm, o total anual mínimo e máximo são 625 mm e 2.261,9 mm nos anos 1914 e 1917, a média mensal varia entre 71,2 mm e 126,7 mm, nos meses setembro e dezembro, respectivamente, não apresentando estação seca ou chuvosa. As anomalias evidenciam que a variabilidade das precipitações ocorrem nas escalas interanual e decenal. Sendo que a variabilidade está associada a fenômenos remotos, como evidência as correlações nas regiões Niño e em latitudes círculo polares, em torno de 60º sul.

.

Palavras chave: Precipitação; variabilidade; Rio Grande

1. Introdução

As observações históricas do clima evidênciam um acréscimo na frequência de ocorrência de eventos extremos de precipitações elevadas no Sul e Sudeste do Brasil, nos últimos 30 anos (MARENGO, 2014). Neste contexto, a variabilidade do clima está relacionada à diferentes ciclos temporais como, por exemplo, a interanual e interdecal.

Assim a variabilidade climática exerce uma grande influência sobre as populações ao longo do tempo, visto que suas variações podem comprometer o desenvolvimento da vida, através das alterações no regime de chuvas, que poderá impactar as populações com períodos de chuvas excessivas e secas intensas e prolongadas (MARENGO, 2009).

Os eventos extremos de precipitação podem causar riscos ambientais, em virtude das frequentes modificações do clima e elevação da periodicidade de ocorrência de eventos extremos, Rio Grande é uma cidade costeira que sofre impactos significativos da variação da intensidade das precipitações e direção dos ventos. Acarretando em impactos causados por eventos caracterizados por enxurradas, estiagem, inundações e enchentes de suas áreas urbanas e rurais.

Este artigo tem como objetivo analisar a variabilidade temporal (1913 a 2016) da precipitação em Rio Grande - RS e compreender os processos climáticos em escala sinótica que ocasionam eventos extremos de precipitação.

1.1. Caracterização do Clima

O clima da região Sul do Brasil apresenta características da temperatura e precipitação que sofrem influência da localização geográfica (latitude e longitude), topografia e a configuração da circulação atmosférica subtropical. A precipitação média ao sul varia entre 1.299 mm e 1500 mm, ao norte 1500 mm a 1800 mm com maior intensidade de chuvas ao nordeste do estado.

Os principais fatores associados às precipitações no Rio Grande do Sul são os sistemas frontais, ciclones e frentes frias, CCMs, sistemas ciclônicos em níveis médios, bloqueios atmosféricos e ainda sistemas de circulação local como brisas marítimas e terrestres (REBOITA et al, 2010). Segundo Grimm (2009), na maior parte do Rio Grande do Sul os regimes de precipitação são considerados bimodais ou trimodais, estes regimes são característicos da região de transição entre climas tropicais e subtropicais.

No sudeste do Rio Grande do Sul, as chuvas são mais intensas no inverno, configurando um regime de latitudes médias, onde as precipitações geralmente ocorrem pela passagem de sistemas frontais e associados a ciclones extratropicais migratórios. No Rio Grande do Sul a maior concentração de chuvas ocorre no trimestre de agosto, setembro e outubro, com exceção do Sudeste, que ocorre o maior índice de precipitação nos meses de julho, agosto e setembro. A precipitação média ao sul varia entre 1.299 mm e 1500mm, ao norte 1500 mm a 1800 mm com maior intensidade de chuvas ao nordeste do estado (GRIMM, 2009).

2. Materiais e Métodos

Foram utilizados dados do total mensal da precipitação observados na Estação Meteorológica do Rio Grande/INMET no período de 1913 a 2016. Os quais foram disponibilizados gratuitamente pelo Instituto de Oceanografia da Universidade Federal do Rio Grande - FURG.

A Estação Meteorológica Rio Grande/INMET está localizada na Universidade Federal do Rio Grande – FURG, seguindo as coordenadas 32º04'43"S e 52º10'03"W, a 2 m de altitude. A mesma contém duas estações meteorológicas, sendo uma estação convencional n° 83995 (1989 – 2010) e outra estação automática n° A802 (2010 – 2016). No período anterior a 1989, a estação meteorologia estava funcionando nas proximidades da praça Tamandaré e na Barra do Rio Grande.

A caracterização e análise da série temporal da precipitação foi realizada a partir da estatística descritiva e inferencial. Nas análises descritivas foram mensurados os totais anuais, as médias mensais e a anomalia da precipitação, a qual é obtida pela subtração da média mensal de cada amostra. Informações sobre a estatística descritiva podem ser obtidos em TRIOLA (2005).

Para identificar os fatores remotos que controlam a variabilidade das precipitações foi mensurado os índices de correlação entre a anomalia da precipitação e a TSM Global. A correlação é dada pela seguinte fórmula (Equação 1):

$$r = \frac{\sum m \sum n(A_{mn} - \bar{A})(B_{mn} - \bar{B})}{\sqrt{(\sum m \sum n(A_{mn} - \bar{A})^2)(\sum m \sum n(B_{mn} - \bar{B})^2)}} \qquad \text{Eq. 1}$$

onde, $\bar{A}$ é igual a média de A e $\bar{B}$ é igual a média de B.

A mensuração dos índices de correlação entre a Temperatura da Supefície do Mar (TSM Global), e a anomalia da precipitação na cidade do Rio Grande, foi realizada a partir da relação entre toda a série de precipitação e todas as séries da TSM, desde 1913 a 2016, integrando desta maneira todas as estações do ano, as quais foram analisadas sazonalmente (verão, outono, inverno, primavera).

Os dados da TSM são médias mensais do período entre 1913 e 2016. Este conjunto de dados é disponibilizado gratuitamente pela ICOADS (Conjunto global de

dados sobre atmosfera ocenânica internacional), o qual dispõe dados de superfície, que abrange os últimos três séculos, contendo produtos do resumo mensal em grade globais de 2x2 (HUANG, B. et al, 2014).

3. Resultados e Discussões

Os resultados apresentados a seguir serão divididos em: 1) análise descritiva da série histórica da precipitação; 2) análise da variabilidade da precipitação e 3) análise dos fatores que controlam da variabilidade da precipitação.

3.1 Análise descritiva da série histórica da precipitação

A precipitação mensal em Rio Grande - RS (Figura 1) apresenta uma variação entre 0,3 mm e 551,8 mm com uma média de 102,1 mm e desvio padrão de 66,1 mm. É observado uma variabilidade da precipitação na série proposta, visto que em períodos distintos é possível identificar a diferença de amplitudes da série. Como por exemplo, em 1940, 1990 e 2010 é mensurado uma variação positiva da precipitação com volumes que ultrapassam 350 mm, bem como nos períodos entre 1916, 1945 e 2005 que demonstram volumes abaixo de 100 mm.

O total anual da precipitação (Figura 1) varia entre 625 mm e 2.261,9 mm e possui um acumulo anual médio de 1.226 mm e desvio padrão de 280 mm. E demonstra que ocorreram períodos com precipitações excessivas que chegaram a atingir magnitudes superiores a 2000 mm/ano (em 1914 e 2002). Bem como, foram registrados anos com volumes abaixo de 750 mm (1917, 1933, 1943 e 1988).

A média mensal de precipitação (Figura 1) varia entre 71,2 mm e 126,7 mm com ênfase para o mês de setembro, que apresenta os maiores volumes das precipitações acima de 120 mm e dezembro com precipitações abaixo de 80 mm. Não foram identificados períodos com volumes negativos na média mensal da precipitação, visto

que não há estação seca na cidade do Rio Grande, no verão ocorre mais evaporação o que diminui a disponibilidade de água na superfície de solo e no inverno, ocorre os maiores totais mensais e a evaporação diminui.

A anomalia da precipitação (Figura 1) evidência a variabilidade da precipitação em escalas temporais diferentes da sazonal, bem como torna possível avaliar que a cidade do Rio Grande sofre com ciclos recorrentes de variações das chuvas. Nesse contexto, destacam-se os períodos com anomalias positivas acima de 400 milímetros e os períodos com anomalias negativas abaixo 100 mm como, por exemplo, os anos 1941 e 1998, respectivamente.

3.2. Análise dos fatores que controlam da variabilidade da precipitação

A influência dos fatores remotos e locais no controle das anomalias da precipitação (Figura 1), ocorrem predominantemente na escala interdecenal. Especialmente associadas aos eventos de El Niño e La Niña, porém o ENSO não explica todos os casos anômalos da série. O El Niño ocorre normalmente com maior frequência na primavera/verão, nesta condição ocorre à intensificação das chuvas que ocasionam anomalias positivas da precipitação. Bem como, os períodos mais secos podem estar ligados ao fenômeno La Niña, que poderá acarretar impactos significativos na flora, fauna.

Da mesma maneira que os impactos do fenômeno ENSO podem prejudicar as atividades antrópicas, especialmente os eventos extremos, os quais ocorrem mais frequentemente nos eventos fortes do ENSO, como no ano de 1998 o estado do Rio Grande do Sul registrou grandes excessos e precipitação, ocasionando grandes enchentes no El Niño de 1997/1998. (BERLATO E FONTANA, 2003).

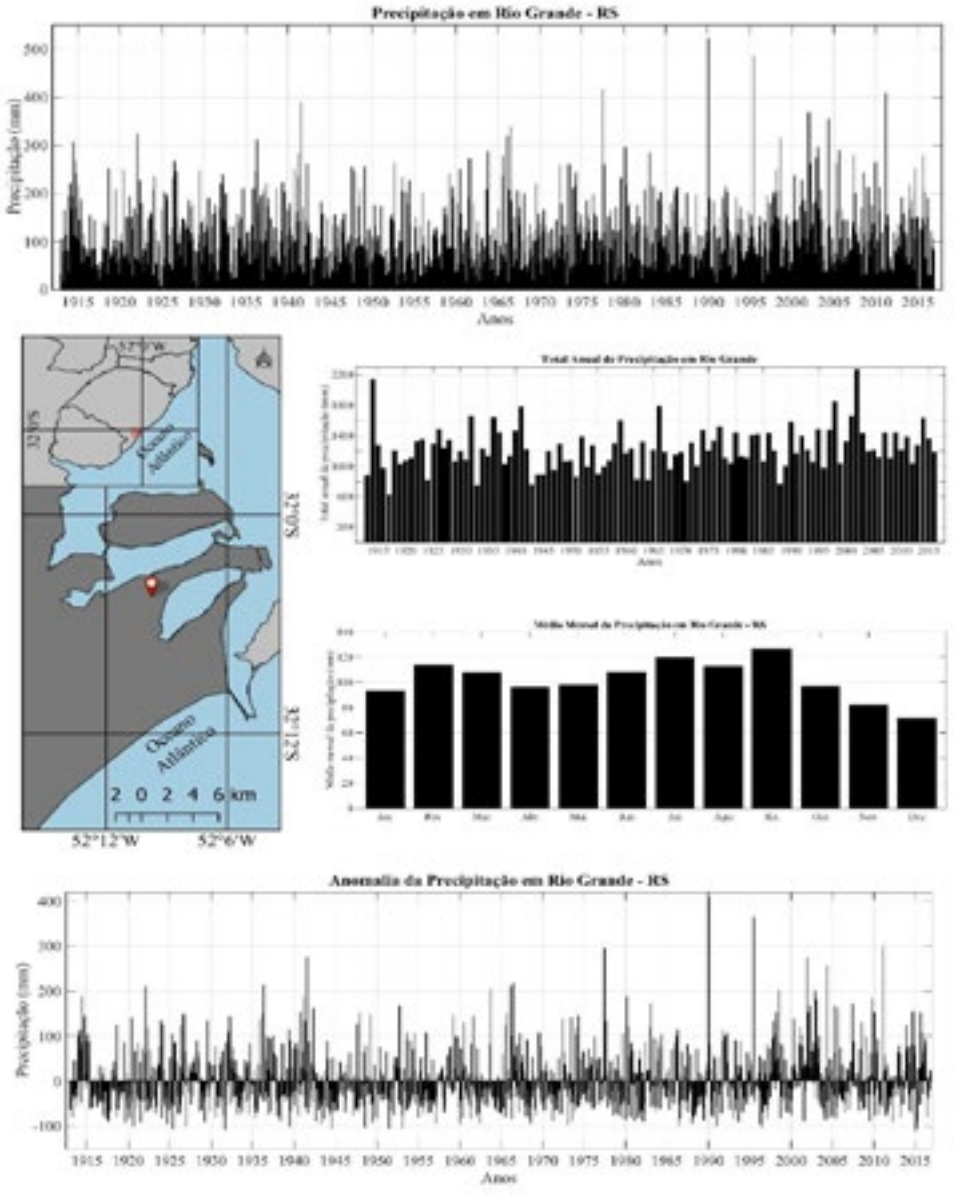


Figura 1: Total mensal, total anual, média mensal e anomalia da precipitação em Rio Grande –RS (1913-2016).

Na (Figura 2), é apresentado os índices de correlações entre a precipitação em Rio Grande e a TSM Global, no período entre 1913 a 2016, sendo que as correlações positivas indicam que as temperaturas mais altas do que a média estão predominantemente relacionadas às anomalias positivas da precipitação, com ênfase na região 3.4 do fenômeno ENSO.

Visto que o e evento El Niño é reconhecido, quando se verifica um aquecimento das águas simultaneamente com a diminuição da pressão atmosférica no Pacífico. Já as temperaturas a baixo da média estão associadas às anomalias negativas da precipitação. As correlações na região Niño 3.4 evidenciam o fenômeno La Niña que ocorre quando a um resfriamento das águas e aumento na pressão atmosférica na região leste do Pacífico (BERLATO E FONTANA, 2003).

Em altas latitudes, sobre o Oceano Pacífico, na área do fenômeno da Oscilação Antártica, as correlações indicam que as temperaturas abaixo da média estão predominantemente associadas a anomalias positivas da precipitação e vice-versa. Isso pode estar relacionado aos sistemas frontais mais intensos e frequentes, que geram instabilidade e precipitações em latitudes médias.

Observando os índices de correlação para as quatro estações sazonais (Figura 2) é possível identificar que a influência das altas latitudes ocorre mais intensamente no inverno, visto que as precipitações estão associadas quase que exclusivamente aos Sistemas Frontais.

O ENSO possui maior controle da precipitação na primavera, principalmente no mês de novembro. Flach e Grimm (2010) ressaltam que a influência do ENOS na América do Sul tem uma variação através do ciclo anual e na primavera austral, a mesma se destaca no sudeste da América do Sul, acarretando um aumento (decréscimo) de eventos extremos na Bacia do Paraná- Prata nos episódios de El Niño (La Niña).

Grimm (2009), ainda evidencia que o modo interanual de variabilidade, demostra forte correlação com as anomalias de TSM associadas a ENOS, indicando que a primavera é a estação mais favorável as teleconexões com oceano Pacífico Tropical, em virtude dessas vigorosas teleconexões, o ENOS tem maior influência e impacto sobre as precipitações no Sul do Brasil na primavera.

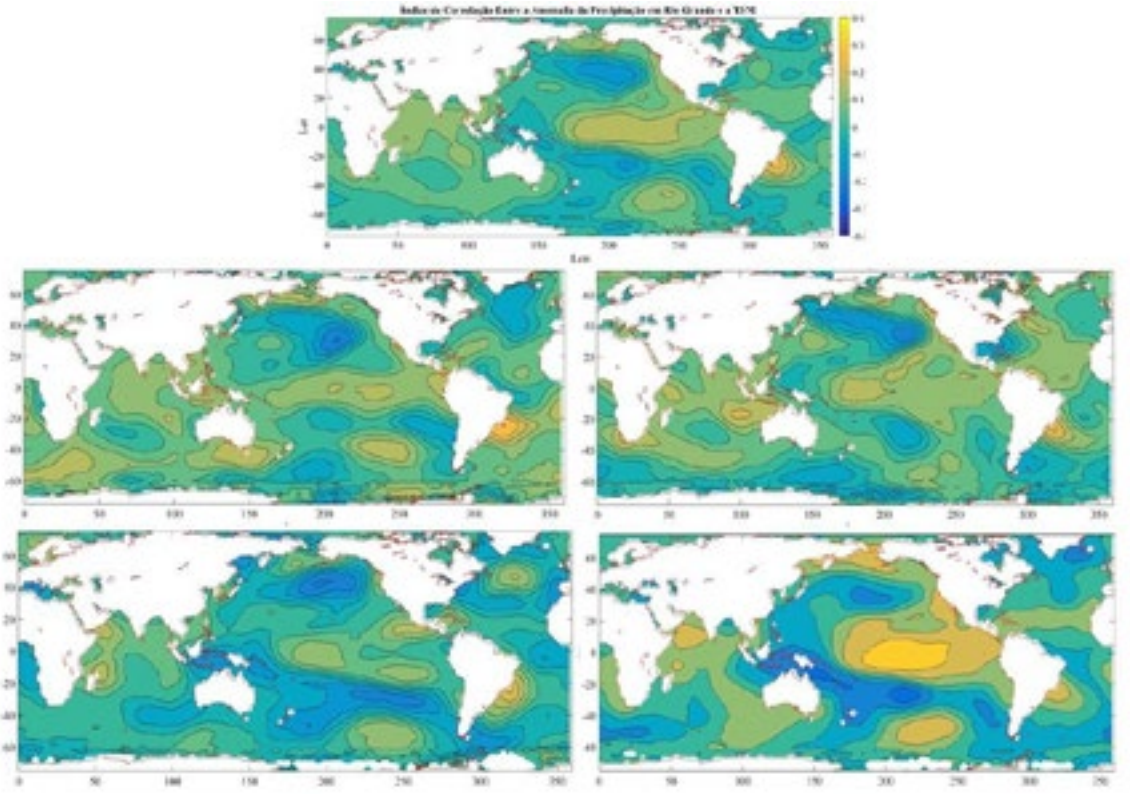


Figura 2: Correlação entre a anomalia da precipitação em Rio Grande e a TSM Global (Estações Sazonais) A) verão B) outono C) inverno e D) primavera.

4. Considerações finais

As precipitações em Rio Grande não apresentam uma distribuição sazonal, visto que não há registro de estação seca ou chuvosa. As chuvas são bem distribuídas ao longo do ano e possui magnitudes da precipitação anual com média de 102 mm, máxima de 551,8 mm e mínima de 0,3 mm. A variabilidade anual foi observada pelas diferentes amplitudes de variação acima e abaixo da média mensal, demostrando que o ciclo da precipitação apresenta períodos chuvosos e secos.

As anomalias positivas/negativas da precipitação ocorrem predominantemente pela influência dos fenômenos El Niño e La Ninã. A relação entre o ENOS e a precipitação em Rio Grande possui uma variação sazonal, sendo que o controle do ENOS é fortalecido na primavera e diminui sua influência no verão.

As contribuições Austrais, na região circulo polar afetam a frequência e a intensidade dos sistemas frontais que passam em Rio Grande. Na fase negativa/positiva do SAM os sistemas atmosféricos da frontogênese estão deslocados para Norte/Sul, e com isso a maior/menor atividade frontal em Rio Grande causa maior/ menor taxas de precipitação.

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

BERLATO, M. A.; FONTANA, D. C. El Niño e La Nina: Impactos no clima, na vegetação e na agricultura do Rio Grande do Sul; aplicações de previsões climáticas na agricultura. Porto Alegre. UFRGS, 2003.

CORRAR, Luiz J.; PAULO, Edilson; DIAS FILHO, José M. Análise multivariada para os cursos de administração, ciências contábeis e economia. São Paulo: Atlas, 2009.

FLACH. R.; GRIM, M. A. Eventos Extremos e totais mensais de precipitação na América do Sul durante o ENOS e condições normais do clima presente e em cenários futuros. Universidade do Paraná – UFRS, 2010.

GRIMM, M. ALICE. Clima da Região Sul do Brasil. Tempo e Clima do Brasil. São Paulo: Oficina Textos, 2009, 259p.

HUANG, B., VF Banzon, E. Freeman, J. Lawrimore, W. Liu, TC Peterson, TM Smith, PW Thorne, SD Woodruff e H.-M. Zhang, 2014: Extended Surface Recovery Surface Temperature versão 4 (ERSST.v4): Parte I. Upgrades e intercomparações. Journal of Climate, 28, 911-930, doi: 10.1175 / JCLI-D-14-00006.1

IBGE –Instituto de Brasileiro de Geografia e Estatística. Último acesso em 28/01/2018. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/rio-grande/panorama.

KRUSCHE. N.; SARAIVA. J.M.; REBOITA. M.; 2002. Normais Climatológicas Provisórias de 1991 a 2000 para Rio Grande, RS.

MARENGO, A.J. O Futuro do Clima no Brasil. Revista USP • São Paulo n. 103. p. 25-32 .2014.

MARENGO, A.J. Mudanças Climáticas, Condições Meteorológicas Extremas e Eventos Climáticos no Brasil. 2009.

REBOITA, M. et.al. Regimes de Precipitação na América do Sul: uma Revisão Bibliográfica, vs.25, n.2, 185 – 204, 2010.

TAGLIANI, P.R; ASMUS. M.L; 2011. Manejo Integrado do Estuário da Lagoa dos Patos, Editora da Furg, 2011. 250p.

TRIOLA, F.M. Introdução à Estatística; tradução Vera Regina Lima de Farias e Flores; revisão técnica Ana Maria Lima de Farias e Flores. Rio de Janeiro: LTC, 2005.

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

QUALIDADE DA ÁGUA PLUVIAL ATRAVÉS DE ASPECTOS DO pH NA ÁREA URBANA DE CATALÃO (GO)

Leonardo Ferreira Prado[1], Rafael de Ávila Rodrigues[2], Larissa Christina Pires Barreto[3], Lincoln Lucílio Romualdo[4] Antover Panazzolo Sarmento[5]

[1]Mestrando em Geografia, Universidade Federal de Goiás /Regional Catalão, leonardofrrr8@gmail.com;
[2]Docente na Universidade Federal de Goiás/Regional Catalão, rafael.avila.roodrigues@gmail.com;
[3]Graduanda em Química, Universidade Federal de Goiás /Regional Catalão, larissacpb97@gmail.com;
[4]Docente na Universidade Federal de Goiás/Regional Catalão, lincoln.romualdo@gmail.com;
[5] Docente na Universidade Federal de Goiás/Regional Catalão, antoverps@gmail.com.

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

RESUMO

Com a chegada da industrialização do município de Catalão (GO), e também procurando analisar o elemento climático da precipitação pluvial, o trabalho teve como objetivo avaliar parâmetros do pH da água da chuva, no espaço urbano de Catalão (GO) a fim de obter aspectos relativos ao pH, para monitorar a qualidade desta água. Visando avaliar a qualidade da água pluvial do municipio de Catalão-GO, foram medidos os valores de pH das chuvas coletadas em oito bairros da cidade, no periodo de Janeiro a Dezembro de 2018. Foram instalados pluviômetros do tipo Ville de Paris, onde foram feitas as coletas em oito pontos dessa rede pluviometrica. A análise da água pluvial foi feita através do Phmetro. Com base nos valores médios de pH analisados e classificados como normais, as chuvas incidentes na região não apresentaram riscos imediatos de acides, o pH médio ficou entre 6,1 a 6,9.

PALAVRAS-CHAVE: Climatologia, pH e Água pluvial.

1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural fundamental para a vida, de grande importância a organismos animal e vegetal, e vital ao ser humano. A atividade humana faz a utilização da água em sua rotina diária, para o abastecimento público, irrigação, geração de energia, processos industriais, e demais usos. Embora seja considerado um recurso renovável, a água de qualidade vem sendo cada vez mais escassa em vários locais do mundo, em algumas regiões já causa conflitos.

A escassez hídrica tem como uma das consequências o aumento populacional, do mau uso da água e das atividades poluidoras. A falta de reservas de água vem se tornando um grande problema, e gerando preocupação e estimulando ao racionamento e a busca de recursos e alternativas para se evitar a escassez. Uma alternativa que vem sendo estudada atualmente é o reuso das águas servidas e a captação e aproveitamento da água da chuva, sendo mais viável.

Segundo Feltre (2004), a água é capaz de dissolver um grande número de substâncias, sendo por esse motivo denominada solvente universal. Exatamente por isso, ela tende a se tornar poluída com muita facilidade. Considera-se como agente poluidor da água qualquer substância que venha a torná-la imprópria a vida vegetal e animal ou para o consumo público, agrícola ou industrial.

A pesquisa que foi desenvolvida almejou a avaliação dos aspectos de pH da água pluvial, na área urbana de Catalão (GO) a fim de obter os dados sobre a qualidade desta água, para se alcançar a qualidade ambiental. A cidade de Catalão é um município brasileiro, do Estado de Goiás, onde foi realizado a pesquisa de alguns aspectos relativos a qualidade da água da chuva, focalizando seus efeitos em longo prazo, sobre o ambiente.

Nesse sentido o conhecimento de fazer análises de pH da água pluvial é essencial para o entendimento e controle das atividades humanas sobre o meio ambiente bem como promover uma contribuição da qualidade da água como contribuição aos aspectos direcionados a qualidade de vida no espaço urbano de Catalão (GO).

2. MATERIAL E MÉTODOS

Na pesquisa foram instalados 8 pluviômetros do tipo Ville de Paris conforme a figura 01, o modelo é o de uso mais tradicional e generalizado do Brasil. Consiste em um aro circular de captação com 400 cm^2, dotado de um cone coletor, encimando um recipiente com capacidade de acumulação de cerca de 5 litros. Que representa 125 mm de altura da chuva captada. O corpo é construído em chapa de aço inoxidável, com 630 mm de comprimento. O

aro é construído em latão, com a borda torneada em bisel. Todas as peças são unidas por meio de juntas grafadas e vedadas a solda e estanho. Acompanha um par de braçadeiras para fixação do pluviômetro à estaca.

A coleta da captação de água da chuva foi feita durante os dias de ocorrência de precipitação. A coleta da água pluvial foi feita às 12 UTC sendo registrada em mm (milímetro) de chuva a cada 24 horas. Foram usados para coletar a água, uma proveta plástica da marca J.Prolab, a capacidade da proveta graduada em polietileno é de 10 mm e divisão de escala de 0,1 mm para medir os mm de chuva e depois a água foi armazenada para transporte em recipiente de plástico, esterilizados antes de cada coleta.

Figura 1. Modelo de 2 Pluviômetros utilizados na pesquisa.

Fonte: PRADO, Leonardo Ferreira; 2018.

Os pluviômetros foram adquiridos por meio de parceria entre a Universidade Federal de Goiás Regional Catalão e Unidade Acadêmica Instituto de Geografia UFG/RC e a Superintendência de Água e Esgoto (SAE). Ressalta-se que os pluviômetros foram instalados no espaço urbano de Catalão para a pesquisa, na figura 02 podemos observar a localização

geográfica dos oito pluviômetros que foi usado para coletar a água da chuva, no espaço urbano de Catalão (GO).

Localização dos pluviômetros utilizados na pesquisa no perímetro urbano de Catalão (GO)

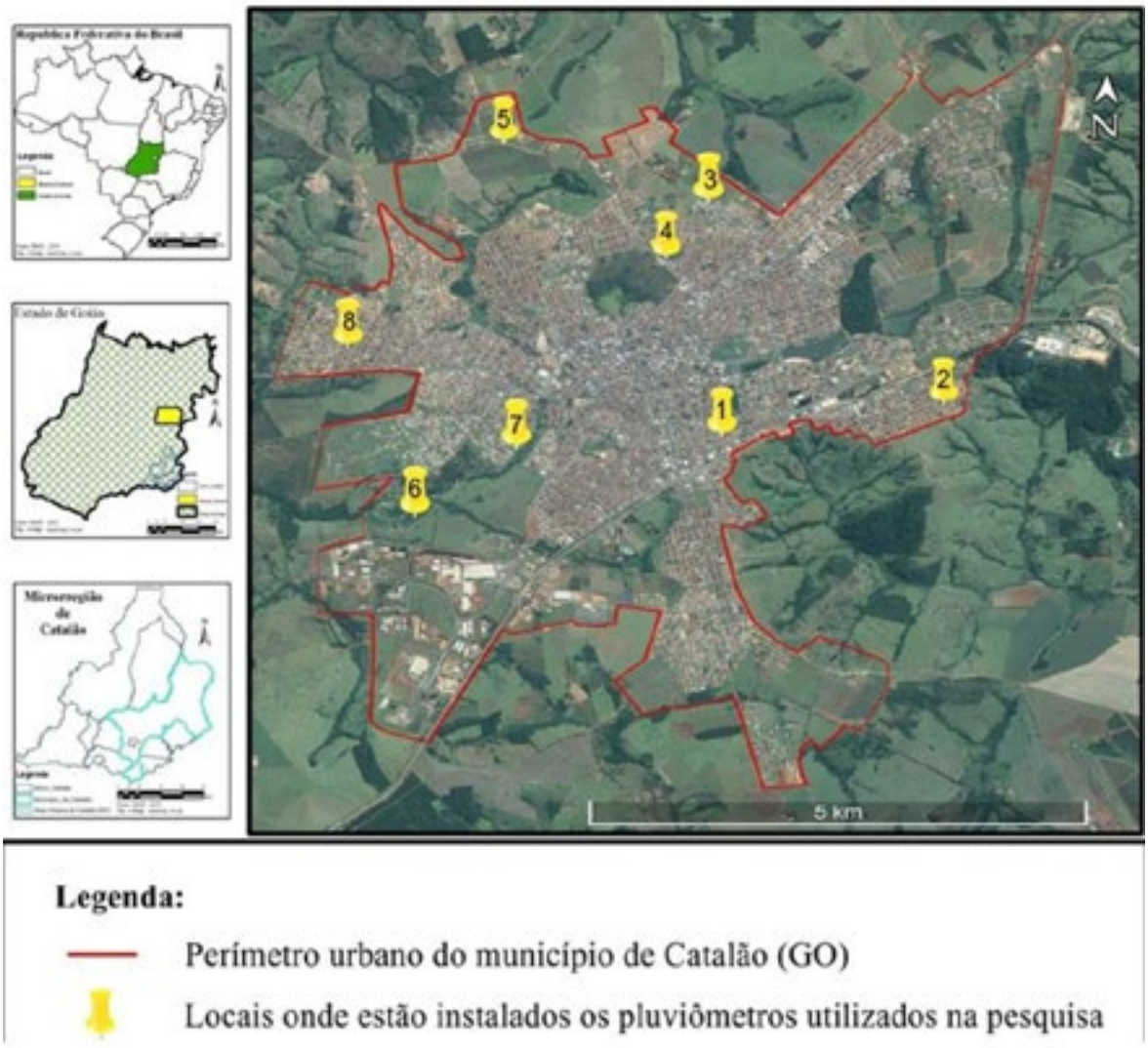


Figura 2. Localização dos pluviômetros na área urbana de Catalão (GO)

Fonte: PRADO, Leonardo Ferreira; 2018.

Os recipientes usados na coleta da água da chuva foram sempre lavados com água destilada, antes e depois das coletas, os pluviômetros foram instalados em local aberto, sem

nenhum tipo de vegetação como árvores, ou próximos de telhados com calhas para que a qualidade da água coletada não tenha alterações. As coletas foram levadas para o Laboratório de Pesquisas Ambientais (LAPAM) da Unidade Acadêmica Especial de Química na Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão de acordo com o Manual prático de análise de água. A análise da água pluvial foi feita através do Phmetro modelo 827 pH lab, marca Metrohm., onde o aparelho analógico foi calibrado por duas soluções tampões com pH =7 e pH = 4.

Também foi utilizado um phmetro pHep da marca Hanna modelo HI 98127, no Centro de Pesquisas Tecnológicas e Processamento de Imagem (CPTPI/UFG/RC), Departamento de Geografia, Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão. Todos esses aparelhos foram devidamente limpados com água destilada após cada amostra, para cada grau de acidez da amostra fosse medido, está teve que conter no mínimo 100 ml de precipitação, considerando a proposta metodológica citada por Tarifa (1991).

Figura 3. Phmetro modelo 827 pH lab, marca Metrohm / Phmetro Hanna modelo HI 98127.

Fonte: LAPAM de Química, e Laboratório de Climatologia CPTPI/ UFG Regional Catalão (GO).

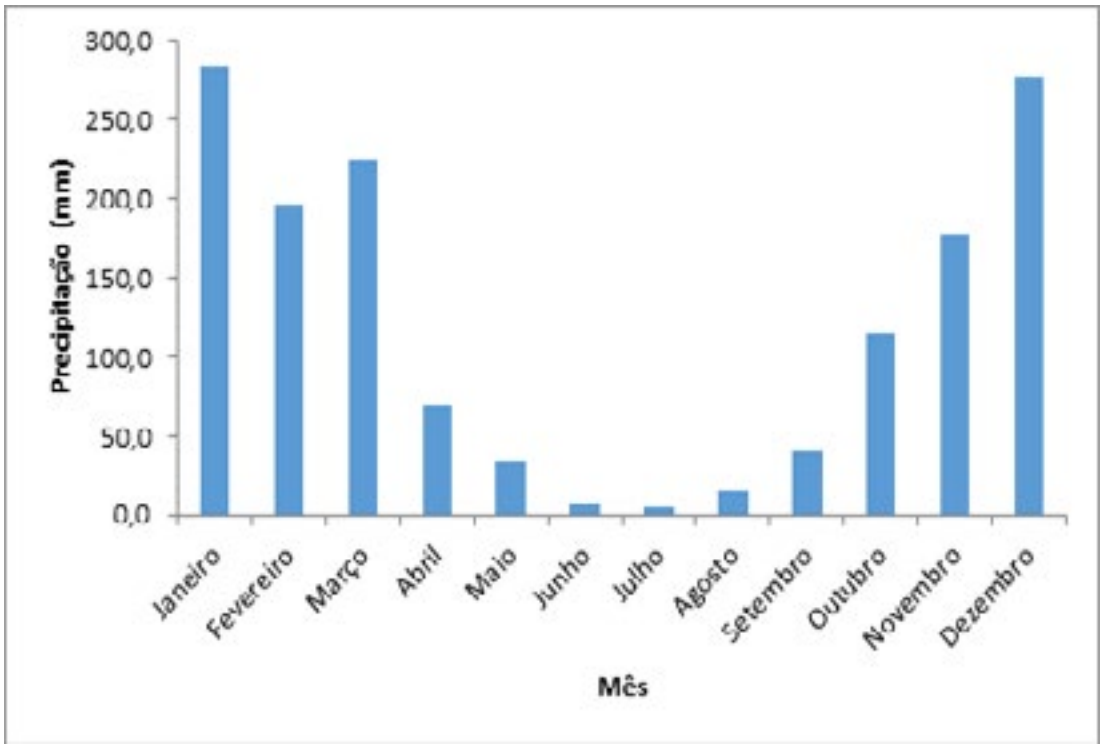
Fizemos uma média utilizando a própria função do EXCEL para isso, função =MÉDIA(). Basta chamar a função MÉDIA e indicar o intervalo de células que farão parte da fórmula, neste caso de B3 a E3. Para cada ponto de Janeiro a Dezembro de 2018, as coletas foram feitas nos bairros: Leblon, Evelina Nour, Jardim Primavera, Vila Dona Erondina, Santa Teresinha, Distrito Minero Industrial de Catalão, Jardim Catalão, Pontal Norte.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A cidade de Catalão (GO) apresenta temperatura média anual, em torno de 22,0oC. Catalão a precipitação média de 1484,8mm. Os meses mais chuvosos são dezembro e janeiro com valores mensais respectivamente de 274,2 e 278,2 mm. Os meses mais secos são junho e julho com alturas pluviométricas de 10,6 e 7,3mm (INMET 2016). Conforme mostra a tabela I. Mais detalhes sobre a caracterização climática na região Sudeste de Goiás podem ser encontrados em Rodrigues et al. (2009 e 2012).

Em Catalão as chuvas mais significativas iniciam-se em setembro de cada ano e estendem-se até o início de abril do ano seguinte como mostra a figura abaixo. A análise da distribuição do total mensal das chuvas indica que grande parte da precipitação ocorre no período do verão (o qual compreende os meses de dezembro, janeiro e fevereiro) enquanto o inverno (junho, julho e julho) é a estação com menor índice de precipitação, histórica, como pode ser observado na Figura 01.

Figura 1: Normais Climatológicas 1981-2010 na cidade de Catalão (GO)



Fonte - (INMET – Normais Climatológicas 1981-2010)

Segundo dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), desde 1961 a temperatura mínima absoluta registrada em Catalão foi de 2,8 °C nos dias 9 de junho de 1985 e 26 de junho de 1994, e a maior atingiu 38,6 °C em 31 de janeiro de 1996. O maior acumulado de precipitação em 24 horas foi 132,4 mm (milímetros) em 26 de janeiro de 1970. Outros grandes acumulados foram 116,9 mm em 20 de dezembro de 1963, 111,7 mm em 11 de janeiro de 1964, 106,9 mm em 13 de janeiro de 1966, 104,6 mm em 2 de março de 2013, 104,5 mm em 27 de dezembro de 1986 e 100,2 mm em 29 de janeiro de 1985. O menor índice de umidade relativa do ar foi registrado e setembro de 2011, nas tardes dos dias 2 e 6 daquele mês.

Observou-se que a menor ocorrência de chuvas no município foi registrada em junho e julho, com apenas 10,6 e 7,3 mm de média, respectivamente, ao passo que o maior valor foi registrado em dezembro com total médio de 274,2 mm, ressaltando alta variabilidade que pode ser observada no período seco e chuvoso. Deve-se destacar a precipitação anual do período analisado considerando a média de 1.451,49 mm. Mais detalhes sobre a caracterização climática na região Sudeste de Goiás podem ser encontrados em Rodrigues et al. (2009, 2012).

Assim sendo, o conhecimento da sucessão de anos secos e chuvosos, suas anomalias e seus padrões temporais são de extrema relevância para a tomada de decisão quanto ao uso do espaço geográfico, pois com o auxílio da rede pluviométrica instalada na cidade é possível compreender a qualidade da água pluvial e a dinâmica das chuvas.

Ao precipitar, a chuva leva consigo elementos presentes na atmosfera, os quais podem interferir na qualidade da água de chuva. Segundo Tomaz (2003), alguns fatores modificam as características da água de chuva, tais como, localização geográfica, presença de vegetação, presença de carga poluidora, condições meteorológicas, dentre outros.

Através da figura 04 podemos observar a média do pH da água pluvial que foram coletadas nos oito pontos instalados no meio urbano de Catalão- (GO).

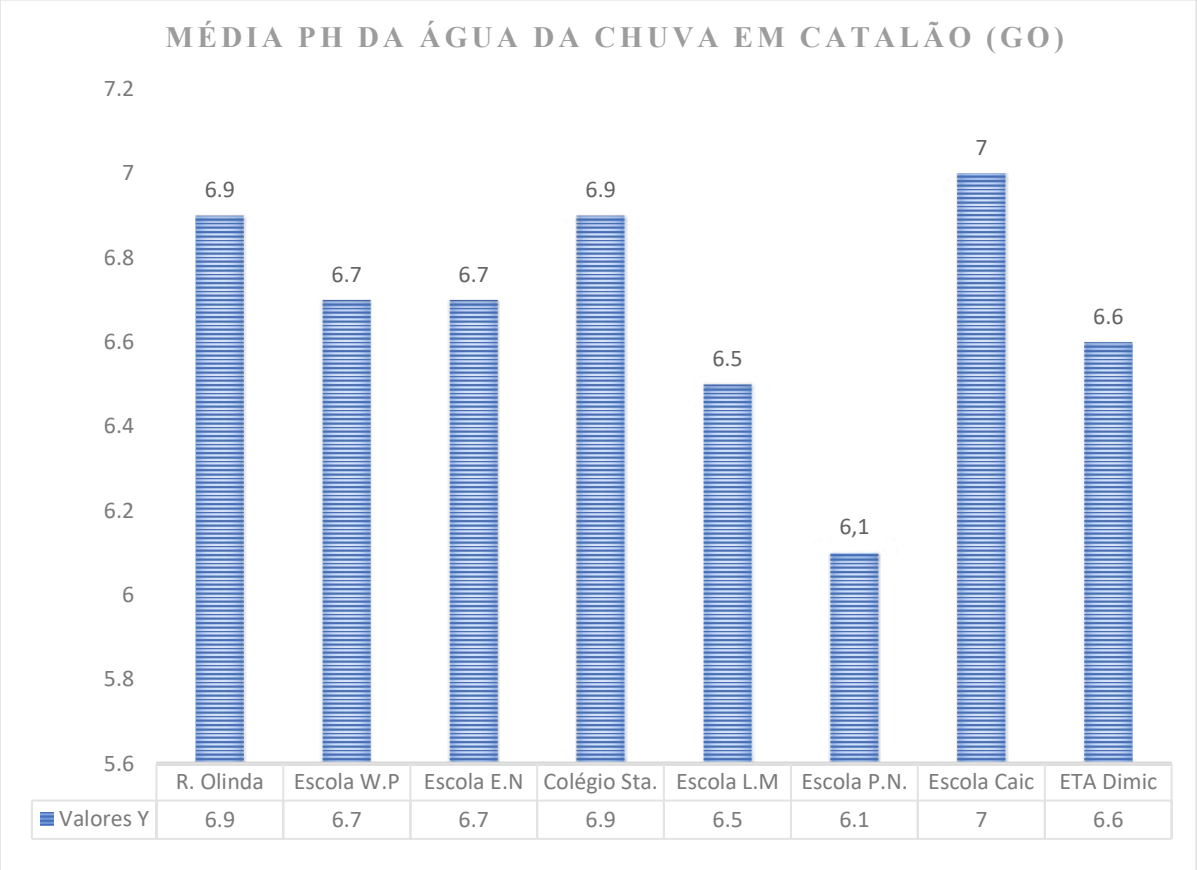


Figura 4: Média do pH das amostras no período de 05/01/2018 a 30/12/2018.

Fonte: PRADO, Leonardo Ferreira; 2018.

As chuvas influenciam diretamente o modo de vida da população, segundo Tucci (1993) a precipitação é uma das variáveis meteorológicas mais importantes para os estudos climáticos, assim como para a classificação climática do país. Nesse sentido o conhecimento da qualidade da água da chuva em Catalão (GO) através de aspectos do pH foi essencial para o entendimento e controle das atividades humanas sobre o meio ambiente e associada a poluentes. Os valores do pH das águas da chuva na cidade de Catalão apresentaram valores diferenciados nos seus oito locais de coleta, o maior valor foi do pluviômetro do Residencial Olinda pH= (6,9), e o menor valor foi do pluviômetro da Escola do bairro Pontal Norte pH= (6,1).

Nesse sentido o conhecimento da composição físico-química da água da chuva será essencial para o entendimento e controle das atividades humanas sobre o meio ambiente e da qualidade da água de chuva em Catalão (GO) associada a poluentes.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a pesquisa foi possível concluir que as águas da chuva em Catalão (GO) apresentaram valores de pH médio entre 6,1 a 6,9. Portanto os resultados em geral, constata-se que todas as amostras se apresentam dentro do parâmetro estabelecido pela legislação em vigor para água de consumo humano, a portaria 2914/2011. Ou seja, dentro da faixa de 6,0 a 9,0.

Conclui-se que é de grande importância o monitoramento do pH visando a qualidade da água da chuva, essa prática vem aumentando consideravelmente nos últimos anos, devido à crescente necessidade de se acompanhar o crescimento nos níveis de poluição atmosférica encontrados nos centros urbanos, podendo evitar impactos negativos ao meio ambiente. Mais detalhes sobre a caracterização físico-química da água pluvial, serão apresentados em Dissertação de Mestrado que encontra-se em desenvolvimento.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG), através do financiamento do projeto intitulado: Caracterização Físico-Química da Água Pluvial no Espaço Urbano de Catalão (GO). Edital Chamada Pública n° 03/2015 FAPEG/CNPq/PPP, PROGRAMA PRIMEIROS PROJETOS PPP. Controle Digital: 17991.

A Universidade Federal de Goiás/Regional Catalão e a Superintendência de água e Esgoto (SAE) pelo financiamento dos pluviômetros. Ao Laboratório de Solos do Instituto de Geografia da Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão. Ao Centro de Pesquisas Tecnológicas e

Processamento de Imagem (CPTPI/UFG/RC) para o desenvolvimento do Projeto com financiamento da FAPEG.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AYOADE, John O**. Introdução a climatologia para os trópicos**. 9. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. 332 p.

AB'SABER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil**. São Paulo: Ateliê, 2003.

BRENA, Nilson Antonio. **A chuva Ácida e os seus Efeitos sobre as Florestas**. São Paulo: N. A. Brena, 2002. 74 p.

FELTRE, R. **Química**. São Paulo, 2004.

MELO, L.R.C.; NETO, C.O.A. **Variação da qualidade da água de chuva em três pontos distintos da cidade de Natal-RN**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 24., 2007b, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: ABES.

NIMER, E. Clima. In.: IBGE. 1989**. Geografia do Brasil – Região Centro-Oeste**. Rio de Janeiro, IBGE. v. 1, p. 23- 34, 1989.

PALACIN, L. G. Goiás 1722-1822. 2ª ed. Goiânia: Editora Oriente, 1976.

PIZAIA, M. G.; SOARES, P. C. S.; CAMARA, M. R. G.; CAMPOS, M. F. S. **A importância da água na economia doméstica: formas alternativas para um melhor aproveitamento e economia do recurso pelos residentes domiciliares**. In: XLII Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural. Ribeirão Preto, São Paulo, 2005.

REIS, M. H.; Griebeler, N. P.; Sarmento, P. H. L.; Oliveira, L. F. C.; Oliveira, J. M. de. **Espacialização de dados de precipitação e avaliação de interpoladores para projetos de drenagem agrícola no Estado de Goiás e Distrito Federal**. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Anais XII. INPE, p. 229 – 236.

RODRIGUES, R. A.; OLIVEIRA, G. A.; FARIA, A. L. L.; OLIVEIRA JÚNIOR. **Caracterização Climática no entorno da Usina Hidroelétrica Serra do Facão (GO)**. In: TORRES, F. T. P.; DAGNINO, R. S.; OLIVEIRA JÚNIOR, A. (Orgs.). Contribuições Geográficas, p. 521- 542, 2009.

RODRIGUES, R. A.; OLIVEIRA, G. A.; FARIA, A. L. L.; OLIVEIRA JÚNIOR, A.; DELGADO, R. C. **Determinação de Regiões climaticamente homogêneas no Estado de Goiás**. In: ASSIS, A. A. F.; FARIA, A. L. L (Orgs.). O onde e o quando: espaço e memória na construção da história e da geografia, p. 274-289, 2012.

SANTOS, M. J. Z**. Tendências das Chuvas no Nordeste Paulista e Problemas Ligados com as Pesquisas em Climatologia Agrícola**. Boletim de Geografia Teorética. Rio Claro, vol. 23, nº 45 – 46 (volume especial) pp. 39-48. 1993.

SAÚDE, Fundação Nacional de. **Manual prático de análise de água**. Brasília, 2006.

TARIFA, J. R . **A acidez da chuva na cidade de São Paulo**. São Paulo. Dissertação (Mestrado em Climatologia) – Laboratório de Climatologia e Biogeografia do Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo. , 22 f ,1991.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis**. São Paulo: Navegar, 2003. 180p.

TUCCI, Carlos. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 1ª ed. Porto Alegre: ABRH/EDUSP, 1993.

ZERBINATTI, O.E.; SOUZA, I.U.L.; PEREIRA, A.J.; SILVA, A.B.; REINATO, R.A.O. **Qualidade da água proveniente da chuva coletada em diferentes tipos de telhados**. Engenharia Ambiental, v.8, n.3, p.19-37, 2011.

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

TENDÊNCIAS DA CONCENTRAÇÃO DIÁRIA E MENSAL DA PRECIPITAÇÃO NA BACIA DO PARANÁ

Beatriz Siqueira [(a)], Jonas Teixeira Nery [(b)]

(a) Departamento de Geografia/Instituto de Geociências, UNICAMP, biasiqueira@ige.unicamp.br
(b) Departamento de Geografia/Instituto de Geociências, UNICAMP, jtn102040@hotmail.com

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

O presente trabalho tem como objetivo analisar tendências da concentração diária e mensal da precipitação na bacia do Paraná. A concentração diária e mensal da precipitação foi estimada, respectivamente, por meio do índice de concentração (IC) e índice de precipitação concentrada (IPC). A estimativa das tendências foi possível por meio da aplicação do teste de Mann-Kendall (1975), apropriado para detectar alterações de ordem climática em séries meteorológicas, permitindo obter a localização aproximada do ponto inicial dessa alteração. A bacia do Paraná apresentou, na quantificação diária, três municípios com tendência significativa. Na quantificação mensal, apenas dois municípios apresentaram tendência com significância.

Palavras chave: índices, precipitação pluvial, tendências, Mann-Kendall.

1. Introdução

Segundo Goossens e Berger (1986) o teste de Mann Kendall (1975) é apropriado para detectar alterações de origem climática em séries meteorológicas, permitindo a localização aproximada do ponto inicial dessa alteração.

Desse modo, o teste foi utilizado para detectar possível tendências de concentração diária e mensal da precipitação na bacia do Paraná. Essas concentrações foram estimadas por meio do índice de concentração (IC) e índice de precipitação concentrada (IPC).

A bacia do Paraná (Figura 1) ocupa uma extensa área do Brasil. Possui uma forma ovalada com eixo mais extenso N-S com aproximadamente 1,1 milhão de km² em território brasileiro, (MILANI, 2007). Sua extensão geográfica e a vazão de seus rios conferem-lhe grande importância nacional.

Figura 1 – Localização da área de estudo.
Fonte: Adaptado de 12ª Rodada de Licitações de Petróleo e Gás da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, ANP.

As temperaturas médias anuais na bacia do Paraná são superiores a 20 °C na maior parte da área e as temperaturas um pouco mais baixas, em torno de 14 °C, estão sobre a borda leste e ao longo de domínios montanhosos, cujas altitudes são superiores a 800 m, (REBOUÇAS, 1976).

A rede hidrográfica da bacia do Paraná faz parte do sistema fluvial do rio da Prata, um dos maiores do mundo, cuja superfície compreende cerca de 3.100.000 km². A bacia do Paraná atinge 1.415.000 km², (REBOUÇAS, 1976).

As águas superficiais e subterrâneas da região da bacia têm uma importância estratégica. Abastecem o reservatório Itaipu Binacional, abrangem oito estados brasileiros e o Distrito Federal e contemplam a região mais industrializada e urbanizada do Brasil, com centros urbanos como São Paulo, a maior cidade da América Latina. Se consubstancia como a bacia de maior capacidade instalada de energia elétrica do país e a de maior demanda.

A maior parte dos reservatórios está localizada próximo ao centro da bacia, onde o uso da terra consiste, basicamente, de culturas anuais e cana de açúcar, (MELO et al. 2016).

Há um grande consumo de água para o abastecimento da população, indústria e irrigação, atividades associadas à poluição orgânica e inorgânica (efluentes industriais e agrotóxicos) e que contribuem para a degradação da qualidade da água dos principais afluentes do trecho superior do rio Paraná.

De acordo com Benhamrouche (2014) a concentração da precipitação é uma variável de grande interesse, pois expressa a irregularidade dos valores da precipitação diária, especialmente a concentração e acumulação da precipitação em poucos dias. Os índices (IC e IPC) permitem análises importantes e são indicadores úteis da capacidade erosiva da precipitação, dos riscos de inundações e de suas torrencialidades.

O presente trabalho analisa as tendências da concentração da precipitação diária e mensal na bacia do Paraná e a estimativa de seu grau de significância, por meio do uso do teste de Mann-Kendall (1975). Essa análise tem como objetivo principal avaliar as mudanças, significativas ou não, no comportamento das variáveis climáticas, no caso deste estudo, da precipitação.

2. Materiais e Métodos

Os índices utilizados neste trabalho são estatísticos e foram aplicados à Climatologia com o objetivo de quantificar volumes diários e mensais da precipitação na bacia do rio Paraná. Cada um deles tem uma metodologia própria, e, no caso desta pesquisa, foram calculados no *software R*, que é um algoritmo.

O IC indica a contribuição de precipitação extrema para certas durações de tempo, se assemelha ao índice de Gini, pode ser definido como:

$$IC - S'/5000 = (5000 - A')/5000$$

Assim, o valor de IC é a fração de S' e A' a área de superfície do triângulo inferior delimitada pela linha equidistribuição (Martin-Vide, 2004). De modo geral, segundo Martin-Vide (2004), valores acima de 0,61 significam que 70% da precipitação total está dentro de 25% dos dias mais chuvosos.

Alterações nos valores do IPC podem estar relacionadas com as características globais e sinóticas da atmosfera e com fatores locais que afetam as tendências da precip˙ ˜ (DE LUIS et al. 2011). O índice modificado é expresso por:

$$IPC = 100 * \sum_{i=1}^{12} p_i^2 / (\sum_{i=1}^{12} P_i)^2$$

Onde p_i é a quantidade de chuvas do *ith* mês, calculado para cada um dos pluviômetros e para cada ano, durante o período de estudo. Conforme descrito por Oliver (1980), os valores de IPC anuais abaixo de 10 indicam uma distribuição de precipitação mensal uniforme, enquanto os valores entre 11 e 20 denotam sazonalidade na distribuição das chuvas. Valores acima de 20 correspondem a clima com marcada variabilidade mensal na quantidade de chuva.

Proposto inicialmente por SNEYERS (1975), o teste de Mann-Kendall (1975) considera que, na hipótese de estabilidade de uma série temporal, a sucessão de valores ocorre

de forma independente e a distribuição de probabilidade deve permanecer sempre a mesma caracterizando uma série aleatória simples.

MORAES et al. (1995) descrevem o método considerando uma série temporal X_i de N termos. O teste consiste na soma tn do número de termos mi da série, relativo ao valor X_i cujos termos precedentes X_j são inferiores ao mesmo, isto é, $X_j < X_i$:

$$tn = \sum_{i=1}^{N} mi$$

Para séries com grande número de termos, sob a hipótese nula (Ho) de ausência de tendência, tn apresentará distribuição normal com média e variância:

$$E(tn) = N(N-1)/4$$

$$Var\ (tn) = N(N-1)(2N+5)/72$$

A significância estatística de tn para Ho pode ser avaliada por meio de um teste bilateral estimando-se a estatística u(tn):

$$u(tn) = \frac{tn - E(tn)}{\sqrt{var(tn)}}$$

O valor da probabilidade p1 é calculada por meio da tabela da normal reduzida, tal que $p_1 = prob(|u| > |u(tn)|)$. Sendo p0 o nível de significância do teste, Ho não é aceita se $p_1 > p_0$. A rejeição de Ho indica a existência de tendência significativa; o sinal da estatística u(tn) indica se a tendência é positiva (u(tn) > 0) ou negativa (u(tn) < 0), (BLAIN et al. 2009).

Em sua versão sequencial, a equação 23 é calculada no sentido direto da série, partindo do valor de i = 1 até i = N, gerando a estatística u(tn), e no sentido inverso da série, partindo do valor de i = N até i = 1, gerando a estatística u*(tn). A interseção das duas curvas geradas representa o ponto aproximado de uma mudança brusca na média, (BLAIN et al. 2009).

Os cálculos foram realizados utilizando o modelo Makesens 1_0, que tem como base a aplicação do teste de Mann-Kendall (1975). Foi desenvolvido por Tino Salmi, do Instituto Finlandês (SALMI et al. 2002) e criado utilizando o *Microsoft Excel 97*. As macros foram

realizadas com o *Microsoft Visual Basic*. O modelo contém quatro folhas de trabalho: *About, Annual Data, Trend Statistics* e *Figure.*

3. Resultados e discussões

A Figura 2 apresenta a distribuição espacial das séries pluviométricas selecionadas para os cálculos dos índices e das tendências. Ao todo, foram selecionadas 13 séries pluviométricas que obedeceram ao critério de localização, objetivando uma melhor cobertura espacial da área de estudo.

Em função da dificuldade em encontrar séries com período superior a 50 anos, o ideal para estimar tendências, algumas séries apresentam período entre 43 e 45 anos, outras mais de 50 anos.

Figura 2 - Distribuição das séries pluviométricas utilizadas para estimar tendência de concentração da precipitação.
Organização: SIQUEIRA, B. (2018).

A Tabela I e Tabela II apresentam os resultados da aplicação do teste de Mann-Kendall na área de estudo. Os municípios destacados em negrito e com asteriscos (***), (**) e (*) são estatisticamente significativos em níveis de confiança de 99,9 %, 99,0 % e 95,0 %, respectivamente, segundo o teste de Mann-Kendall (1975).

Para este estudo o teste de Mann-Kendall (1975) foi aplicado tanto ao índice de concentração (IC), quanto ao índice de precipitação concentrada (IPC), de modo que a análise contemplou tendências nas concentrações diárias e mensais da precipitação na área de estudo.

Na Tabela I estão os resultados do teste para o índice da quantificação da precipitação diária na área de estudo, através do índice de concentração. Os municípios de Garça, São Paulo, União da Vitória, Paraná e Porto Lucena, Rio Grande do Sul apresentaram tendência positiva (crescente) comprovada pela significância de, respectivamente, 95 %, 99 % e 99,9 %.

Tabela I - Resultados do teste de Mann-Kendall (1975) e da estimativa *Sen* da inclinação sobre as tendências do índice de concentração (IC).

Municípios	Primeiro ano	Último ano	Anos	Teste Z	Sign.	*Sen* Q
Paranatinga-MT	1973	2014	42	0,07		0,000
Ponte Branca-MT	1970	2014	45	-0,98		0,000
Manga-MG	1950	2014	65	1,31		0,000
Buritizeiro-MG	1970	2014	45	1,47		0,000
Três Ranchos-GO	1970	2014	45	-0,44		0,000
Itajá-GO	1973	2014	45	-0,17		0,000
Bambuí-MG	1950	2014	62	0,82		0,000
Caarapó-MS	1970	2014	45	0,30		0,000
Maringá-PR	1964	2014	51	1,03		0,000
União da Vitória-PR	1957	2014	58	3,19	**	**0,001**
Porto Lucena-RS	1950	2014	65	3,96	***	**0,002**
Dom Pedrito-RS	1970	2014	45	1,41		0,001
Garça-SP	1970	2014	45	2,05	*	**0,001**

Organização: SIQUEIRA, B. (2018).
Fonte: Modelo *Makesens 1_0* (SALMI et al. 2002).

A significância, então ficou restrita ao centro-sul do país, onde estão localizados os municípios de Garça, São Paulo, com 95 % de significância (*), União da Vitória, Paraná,

com 99,0 % de significância (**) e Porto Lucena, Rio Grande do Sul, com 99,9 % de significância (***).

A estimativa *Sen Q* da inclinação sobre as tendências do índice de concentração foi positiva nos três municípios com significância, entre 0,001 e 0,002.

As Figura 3, Figura 4 e Figura 5 apresentam a evolução do índice de concentração (IC) nos municípios com tendência significativa de 99,9 %, 99,0 % e 95,0 %, respectivamente.

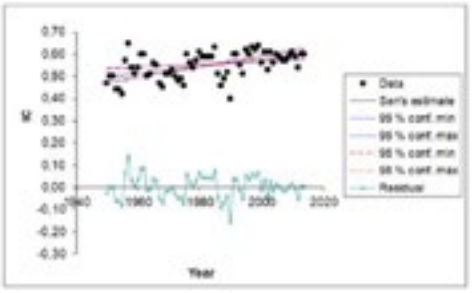


Figura 3 - Evolução do IC em Porto Lucena – RS, com significância de 99,9 %.
Organização: SIQUEIRA, B. (2018).
Fonte: Modelo *Makesens 1_0* (SALMI et al. 2002).

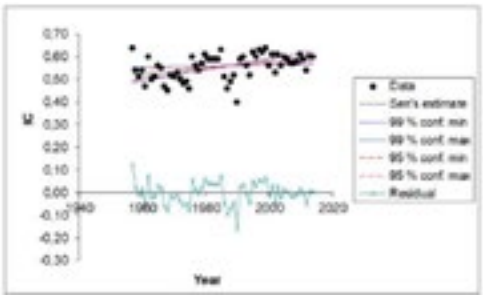


Figura 4 - Evolução do IC em União da Vitória – PR, com significância de 99,0 %.
Organização: SIQUEIRA, B. (2018).
Fonte: Modelo *Makesens 1_0* (SALMI et al. 2002).

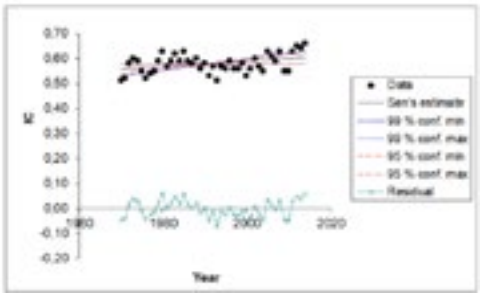


Figura 5 - Evolução do IC em Garça – SP, com significância de 95,0 %.
Organização: SIQUEIRA, B. (2018).
Fonte: Modelo *Makesens 1_0* (SALMI et al. 2002).

As Figuras 3, 4 e 5 mostram que em ambos os municípios, a maior parte dos dados de IC ultrapassa 0,60, o que indica, segundo a classificação de Martin-Vide (2004), que 70 % da precipitação ocorre em 25 % dos dias mais chuvosos.

Na Tabela II estão os resultados do teste para o índice de precipitação concentrada, uma quantificação da precipitação mensal na área de estudo.

Tabela II. Resultados do teste de Mann-Kendall (1975) e da estimativa *Sen* da inclinação sobre as tendências do índice de precipitação concentrada (IPC).

Municípios	Primeiro ano	Último ano	Anos	Teste Z	Sign.	*Sen* Q
Paranatinga-MT	1973	2014	42	1,29		0,032
Ponte Branca-MT	1970	2014	45	2,12	*	**0,029**
Manga-MG	1950	2014	65	-0,75		0,000
Buritizeiro-MG	1970	2014	45	1,00		0,029
Três Ranchos-GO	1970	2014	45	1,40		0,000
Itajá-GO	1973	2014	45	0,82		0,000
Bambuí-MG	1950	2014	65	-2,10	*	**-0,029**
Caarapó-MS	1970	2014	45	0,75		0,000
Maringá-PR	1964	2014	51	-0,58		0,000
União da Vitória-PR	1957	2014	58	1,31		0,000
Porto Lucena-RS	1950	2014	65	0,12		0,000
Dom Pedrito-RS	1970	2014	45	1,08		0,000

Garça-SP	1970	2014	45	-0,12	0,000

Organização: SIQUEIRA, B. (2018).
Fonte: Modelo *Makesens 1_0* (SALMI et al. 2002).

Na quantificação mensal da precipitação a significância de 95,0 % (*) aparece nos municípios de Ponte Branca, Mato Grosso e Bambuí, Minas Gerais. O primeiro, com tendência positiva e o segundo, negativa. A estimativa *Sen Q* da inclinação sobre as tendências do índice de precipitação concentrada é negativa apenas no município de Bambuí, Minas Gerais, onde a tendência aponta para decréscimo da precipitação mensal.

As Figuras 6 e 7 mostram a evolução o IPC nos municípios que apresentaram significância de 95,0 % (*). O índice de quantificação mensal da precipitação concentra-se entre 15 e 25, quando denota a maior concentração em Bambuí, Minas Gerais.

De acordo com a classificação de Oliver (1980), IPC acima de 20 indica variabilidade mensal da precipitação bastante marcada e entre 11 e 20, sazonalidade na distribuição das chuvas.

No município de Bambuí, Minas Gerais (Figura 7), a tendência é negativa, denotando diminuição na concentração mensal das chuvas com significância de 95 % (*). Em Ponte Branca, Mato Grosso (Figura 6), a tendência de concentração mensal é positiva crescente e a significância também é de 95 % (*).

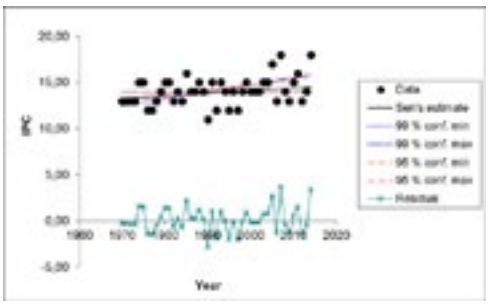


Figura 6 - Evolução do IPC em Ponte Branca – MT, com significância de 95,0 %.
Organização: SIQUEIRA, B. (2018).
Fonte: Modelo *Makesens 1_0* (SALMI et al. 2002).

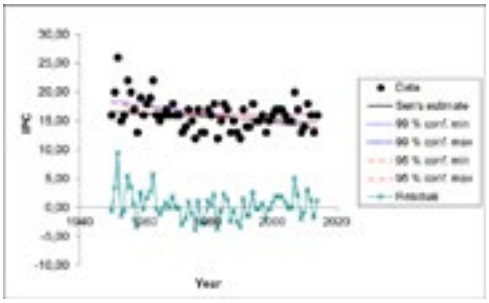


Figura 7 - Evolução do IPC em Bambuí – MG, com significância de 95,0 %.
Organização: SIQUEIRA, B. (2018).
Fonte: Modelo *Makesens 1_0* (SALMI et al. 2002).

4. Considerações finais

A análise das tendências permitiu identificar certa uniformidade na concentração das chuvas na bacia do Paraná e uma tendência maior de concentração diária das precipitações, com significâncias entre 99,9 % e 95,0 %. A significância das tendências de concentração mensal não ultrapassou 95,0 % e apareceu em apenas duas estações pluviométricas, sendo uma delas, classificada em tendência negativa, isto é, decréscimo da concentração mensal da precipitação.

O setor sul da bacia ou região Sul do Brasil apresentou, em ambas as quantificações de concentração de chuvas, *Sen Q* positivos. De maneira geral, a bacia do Paraná não apresentou tendência significativa da concentração das chuvas diárias e mensais, uma vez que está restringiu-se a apenas alguns setores da área de estudo, especialmente, ao centro-sul da bacia.

5. Referências Bibliográficas

BENHAMROUCHE, A. Análisis de la concentración diaria de la precipitación en la Cuenca del Mediterráneo Occidental. Tesis (Doctorado en Geografía). Programa de Doctorado en Geografía, Planificación Territorial y Gestión Ambiental da Universidad de Barcelona, Barcelona-España. 2014.

BLAIN, G.C.; M.C.A, PICOLI; LULU, J. Análises estatísticas das tendências de elevação nas séries anuais de temperatura mínima do ar no estado de São Paulo. Bragantia, Campinas, v.68, n.3, p.807-815, jul./set. 2009.

GOOSSENS, C.; BERGER, A. Annual and seasonal climatic variations over the northern hemisphere and Europe during the last century. Annales Geophysicae, v.4, p.385-400, 1986.

12ª Rodada de Licitações de Petróleo e Gás da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, ANP. Disponível em: Acesso em: 11 de jan. de 2019. http://files.anp.gov.br/arquivos/Seminarios_R12/apresentacao/r12_06_parana.pdf

Itaipu Binacional (2010). Disponível em www.itaipu.gov.br. Acesso em dez. de 2018.

KENDALL, M. G., Rank Correlation Methods, 4th ed., Charles Griffin: London, 1975.

MARTIN-VIDE, J. Spatial distribution of a daily precipitation concentration index in peninsular Spain. International Journal of Climatology, v. 24, n. 8, p. 959-971, 2004.

MELO, D.C.D.; SCANLON, B.R.; ZHANG, Z.; WENDLAND, E.; YIN, L. Reservoir storage and hydrological responses to droughts Paraná River basin, south-eastern Brazil. Hydrology Earth System Sciences. v. 20, n.11, p. 4673–4688, 2016.

MILANI, E.J.; FRANÇA, A.B.; SCHNEIDER, R.L. Bacia do Paraná. Boletim de Geociências da PETROBRÁS, v. 15, n. 2, p. 265-287, 2007.

MORAES, J.M.; PELLEGRINO, G.; BALLESTER, M.V.; MARTINELLI, L.A.; VICTORIA, R.L. Estudo preliminar da evolução temporal dos componentes do ciclo hidrológico da bacia do Rio Piracicaba. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 11., 1995, Recife. Anais... Recife: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 1995.

OLIVER, J.E. Monthly precipitation distribution: a comparative index. The Professional Geographer, v. 32, n. 3, p. 300-309, 1980.

REBOUÇAS, A.C. Recursos hídricos subterrâneos da Bacia do Paraná [Underground water resources of the Paraná basin. 1976. Tese de Doutorado. PhD Thesis, University of São Paulo, Brazil.

SALMI, T.; MÄÄTTÄ, A.; ANTTILA, P.; RUOHO-AIROLA, T.; AMNELL, T. Makesens for detecting and estimating trends. Finnish Meteorological Institute, Helsinki, 2002.

SNEYERS, R. Sur l'Analyse Statistique des Séries d'Observations. Genève: Organisation Météorologique Mondial, 1975. 192p.

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

URBAN CLIMATIC MAP DA CIDADE DE FORTALEZA/CE

Antonio Ferreira Lima Júnior [(a)], Maria Elisa Zanella [(b)]

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

[(b)] Departamento de Geografia, Universidade Federal do Ceará, elisazv@terra.com.br

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

O objetivo deste trabalho foi elaborar o Urban Climatic Map do municipio de Fortaleza, a partir da elaboração de layers do uso e ocupação da cidade. Para tanto utilizou-se a metodologia de Katzschner (1997), para identificar os elementos que contribuem para a carga térmica e potencial dinâmico. Foram mapeados o volume edificado, calor antropogênico, altimetria, vegetação, cobertura do solo, porte da vegetação, orientação das vertentes e rugosidade, a fim de somar os valores positivos e negativos ponderados, tendo como resultado o mapa climático urbano. É possivel identificar que a cidade de Fortaleza apresenta importantes caracteristicas urbanas, que interferem diretamente nas condições climáticas de escala local, onde a maioria da cidade apresenta-se em situação de extresse térmico.

Palavras chave: Clima urbano; Urban Climatic Map; Modelagem

1. Introdução

No decorrer dos últimos séculos, a humanidade vivenciou um grande processo de êxodo populacional de áreas rurais em direção às áreas urbanas. Nesse contexto, as cidades vêm passando por diversas transformações relacionadas aos modelos econômicos, sociais, políticos e ambientais os quais permeiam sua construção e desenvolvimento. Desta forma, a estrutura das cidades se apresenta mais

extensa e mais densa, o que contribui para o surgimento de variadas desordens, em relação às diversas esferas sociais e ambientais.

Nas cidades, as alterações da cobertura e uso do solo são proeminentes, o que pode ocasionar uma mudança na interação da energia (radiação) com a matéria (superfície), e assim gerar um balanço de radiação urbano específico, influenciando os elementos climáticos locais, como temperatura de superfície e do ar, umidade relativa, velocidade e direção dos ventos e etc (MONTEIRO, 1976). A origem dessas alterações está intimamente relacionada à impermeabilização do solo, os materiais construtivos utilizados nos processos de expansão das cidades, e organização e estrutura dos aparelhos urbanos.

Por tanto, o objetivo deste trabalho foi construir um *Urban Climatic Map* (Mapa Climático Urbano) do municipio de Fortaleza/CE, no intuito de entender os elementos urbanos que influenciam diretamente no ganho e perda de calor, contribuindo para a evolução e distribuição espacial dos elementos climáticos locais.

1.1. Área de estudo

O município de Fortaleza está localizado no litoral da Região Nordeste do Brasil (Figura 1), está entre as coordenadas de 3º 43’ 02” de latitude sul e 38º 32’ 35” de longitude oeste de Greenwich. Ao norte limita-se com o Oceano Atlântico e Caucaia, ao sul com Maracanaú, Pacatuba, Itaitinga e Eusébio, à leste com Eusébio, Aquiraz e o Oceano Atlântico, e à oeste com Caucaia e Maracanaú. Está inserido na Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), juntamente com outros 18 municípios, sendo a capital do estado do Ceará e o município mais populoso do Estado, com estimativa de 2.643.247 habitantes em 2018 (IBGE, 2018), com área territorial de 314,930 km² e densidade demográfica de 7.786,44 hab/km² (IBGE, 2010), sendo que, o território fortalezense caracteriza-se como sendo 100% urbano.

Figura 1 – Cartograma de localização do município de Fortaleza/CE.

O crescimento da cidade de Fortaleza, especialmente no que se refere à expansão da malha urbana e ao início da verticalização, tornou-se evidente durante os anos 1970 a 1980, quando a RMF foi constituída oficialmente, pela Lei Complementar Federal n° 14. Atualmente, o município de Fortaleza apresenta urbanização acentuada, com variados padrões de uso e ocupação, sendo verificados diversos aspectos organizacionais dentro de seu território.

2. Materiais e Métodos

Segundo Moura (2008, p. 57) "A climatologia urbana é uma parte especializada dentro da climatologia que tem como objeto de estudo principal o conhecimento dos mecanismos próprios do clima urbano e a evolução da alteração da atmosfera causada pelas cidades". As cidades apresentam cenários particulares em suas esferas sociais, políticas e econômicas, o que gera um uso e ocupação dos solos de modo diferenciado, gerando impactos no meio físico.

Autores discutem acerca dos diversos componentes que formam as bases conceituais do clima urbano, além de estudos aplicados e implementação de novas técnicas de análise, (LANDSBERG, 1956; KNOX, 1987; OKE, 1987; PARTIDÁRIO, 2001; LAWRENCE, 2003; MOURA, 2008; GARTLAND, 2010; VIANA & AMORIM, 2009; LEAL, 2012), apreciam sobre o ambiente físico urbano, os elementos naturais e construídos, aspectos morfológicos, e as interações dinâmicas entre o homem e o meio. No Brasil, os primeiros estudos tratando sobre o clima urbano foram desenvolvidos por Gallego (1972) e Monteiro (1973), em meados dos anos 70, com o intuito de subsidiar o planejamento urbano.

Entendendo a natureza do clima urbano, descrita por Monteiro (1976), é possível identificar as componentes urbanas que contribuem para a formação de um sistema climático especifico nas cidades, podendo ser realizadas discriminações ponderadas sobre essas variáveis. É nesse sentido que surge o *Urban Climatic Map* (UCMap), que consiste em uma série de *layers* de dados espaciais que contém informações como, dados geográficos do terreno, informações sobre vegetação e parâmetros de planejamento. A elaboração de UCMaps, é realizada por Katzschner (1997), para estabelecer diretrizes para o planejamento urbano, utilizando da avaliação bioclimática.

2.1. Metodologia UCMap

O modelo de urbanização objetiva a produção de um mapa climático urbano, espacializando o potencial de aquecimento e arrefecimento através da área da cidade, baseando-se principalmente no uso e cobertura do solo, no relevo e na ventilação. Advém da proposta metodológica de Katzschner (1997). O UCMap está relacionado à caracterização do clima urbano levando em consideração os efeitos da carga térmica e do potencial dinâmico no balanço de energia da cidade. A carga térmica envolve a intensidade de calor que é armazenada ou emitida pelas estruturas urbanas e tem como consequência o aumento da temperatura do ar. Já o potencial dinâmico, relaciona-se com a ventilação natural e resfriamento da superficie.

Para a elaboração do UCMap foram utilizados dados espaciais referentes a aspectos da estrutura urbana e que se relacionam com o balanço de energia do município. Os dados utilizados foram: Mapa básico de uso e ocupação do solo, Mapa urbano digital, Mapa Hipsométrico (SRTM), Cartas Imagem Quickbird, Landsat 8 e Imagens de Satélite do programa Google Earth Pro. Para o tratamento dos dados obtidos e a elaboração dos mapas desenvolvidos foi utilizado o software ArcMap 10.3. Sendo realizadas operações de álgebras de mapas, definindo áreas com características homogêneas, e determinando as classes climáticas urbanas e o mapa final.

3. Resultados e discussões

Para a elaboração dos aspectos da carga térmica e do potencial dinâmico foi realizada a identificação, classificação e ponderação de elementos que contribuem, de forma positiva ou negativa, no balanço de energia do município. Para cada camada do sistema, foi elaborado um mapa temático com

valores arbitrários. O mapa de Carga Térmica é constituído das seguinte camadas: Volume edificado; Potêncial de calor antropogênico; Altimetria; e Vegetação. O mapa de Potencial Dinâmico possui as seguintes camadas: Cobertura do solo; Paisagens naturais; Orientação das vertentes; e Rugosidade. Somados e reclassificados os mapas de carga térmica e potencial dinâmico geram o UCMap (Figura 2).

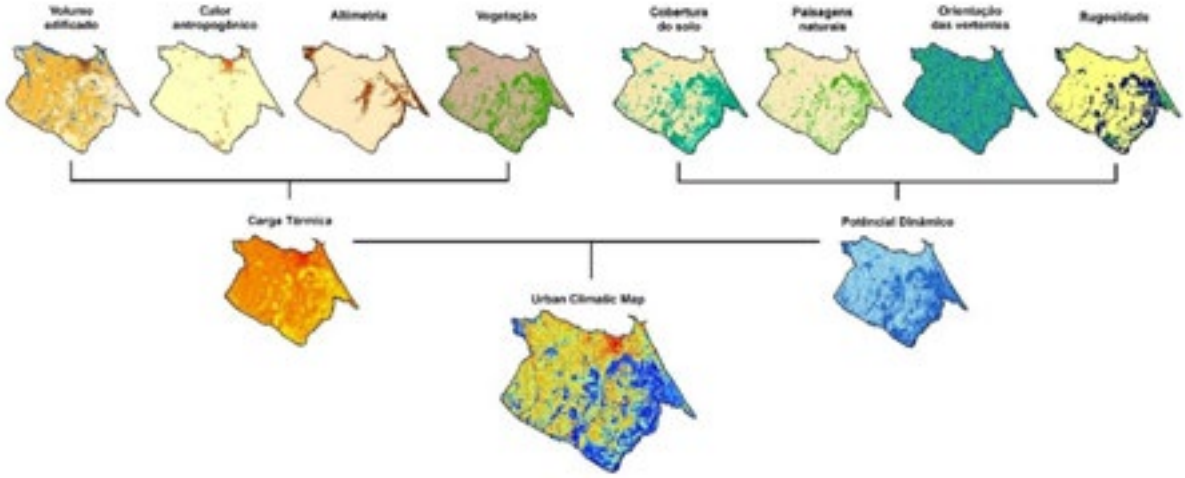


Figura 2 – Esquema de elaboração do UCMap.

Camada 1: Volume edificado

A camada 1 refere-se ao tipo de edificação e sua função, sendo dividida em 6 classes (Tabela I), de acordo com o padrão construtivo da edificação. Para a elaboração desta camada houve uma combinação de diferentes fontes de dados. Utilizou-se um mapa de uso e ocupação do solo, gerado a partir de uma imagem Landsat 8 para identificar as áreas sem edificações; os aglomerados subnormais foram adquiridos através do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); e os padrões Industrial, Residencial, Verticalização intermediária e Verticalização avançada foram vetorizados através de imagens Quickbird e Google Earth Pro.

Tabela I – Classificação da Camada 1

Carga Térmica	Edificação	Valoração
Nenhuma	Sem edificação	0

Muito baixa	Industrial	1
Baixa	Residencial	2
Média	Aglomerado subnormal	3
Alta	Verticalização intermediária	4
Muito alta	Verticalização avançada	5

Camada 2: Potencial de calor antropogênico

Determinadas atividades demandam maiores consumos de eletricidade e gás e apresentam maior potencial de aquecimento antropogênico em virtude do uso predominante, neste sentido foram definidas duas classes principais com base nas classes de uso do solo estabelecidas para toda a cidade. Desta forma, a partir do mapa anterior, foi realizada uma reclassificação, unindo classes, e gerando o Mapa de Potencial de calor antropogênico (Tabela II).

Tabela II – Classificação da Camada 2

Carga Térmica	Edificação	Valoração
Baixa	Sem edificação, residencial, aglomerados subnormais e verticalização intermediária	0
Alta	Industrial e verticalização avançada	1

Camada 3: Altimetria

Estudos demonstram que o movimento do ar aumenta acompanhando o valor de elevação, apresentando uma redução de cerca de 1º Celsius a cada 100 metros de aumento no valor de elevação e vice-versa. O aumento da rugosidade reduz o movimento do ar e, por conseguinte, o efeito da Ilha de Calor Urbana é maior nos valores mais baixos de elevação, sendo mais expressivos nos valores abaixo de 10 metros (Tabela III).

Tabela III – Classificação da Camada 3

Carga Térmica	Altimetria	Valoração

Média	10 – 200 metros de altitude	2
Alta	0 – 10 metros de altitude	3

Camada 4: Vegetação

O sombreamento que protege pedestres e superfícies da exposição do sol e interfere na velocidade do ar nas ruas, contribui para a redução da temperatura do ar na vizinhança e o arrefecimento promovido pela evapotranspiração da vegetação. Foram estabelecidas duas classes de vegetação urbana, com base na sua existência e ausência na área urbana. Para a identificação dos espaços verdes do município utilizou-se o Índice de SAVI (*Soil-adjusted vegetation index*), através da imagem de satélite Landsat 8, de resolução espacial 30 m (Tabela IV).

. Tabela IV – Classificação da Camada 4

Carga Térmica	Presença de vegetação	Valoração
Baixa	Sim	-1
Alta	Não	0

Camada 5: Cobertura do solo

Utilizando o mapa de volume edificado como base principal, foram calculadas estatisticamente as áreas das zonas de cobertura de edificação ou ausência da mesma por cada bairro, sendo assim foi tomado em consideração as classes que distinguem os padrões da edificação (Tabela V).

Tabela V – Classificação da Camada 5

Potencial dinâmico	Cobertura por edificação	Valoração
Alto	Sem edificação	0
Médio	Entre 0 e 50%	1
Baixo	Entre 50 e 100%	2

Camada 6: Paisagens naturais

O incremento das áreas verdes concorre para a redução dos efeitos da Ilha de Calor Urbana. A vegetação natural somada a declividade de encostas pode promover o resfriamento através dos movimentos de ar. Utilizando-se também do SAVI, distingue-se entre classe de vegetação rasteira e classe de arborização. (Tabela VI).

Tabela VI – Classificação da Camada 6

Potencial dinâmico	Cobertura por edificação	Valoração
Alto	Vegetação rasteira	-2
Médio	Vegetação arbórea	-1

Camada 7: Orientação das vertentes

O município de Fortaleza localiza-se em baixas latitudes, em média 3° de latitude sul, o que contribui para que não haja grandes diferenciações em relação à distribuição da radiação solar, devido à orientação das vertentes. No entanto, considera-se outro elemento no qual é influenciado pela orientação das vertentes: o vento. Sabe-se que, o vento é um importante elemento para o arrefecimento das temperaturas e funciona como amenizador nos índices de conforto térmico. A imagem SRTM foi reprojetada, sujeita a um tratamento de dados a partir da ferramenta Aspecto da Análise Espacial, com o intuito de realçar as orientações das vertentes, seguido da reclassificação destas em 4 classes preponderantes a influência sobre o clima urbano (Tabela VII).

Tabela VII – Classificação da Camada 7

Potencial Dinâmico	Orientação das vertentes	Valoração
Alto	Sudeste, Leste	-3
Médio	Norte, Nordeste	-2
Baixo	Sul	-1
Inexistente	Oeste, Sudoeste, Noroeste	0

Camada 8: Rugosidade

De acordo com o tipo de cobertura do solo há maior ou menor comprimento de rugosidade, o qual influencia no potencial de arrefecimento. Com o emprego do mapa de volume edificado como base, foi necessário a reclassificação das áreas em 3 classes, para assim evidenciar as áreas com maior potencial de arrefecimento, obtendo assim as áreas. (Tabela VIII).

Tabela VIII – Classificação da Camada 8

Potencial Dinâmico	Comprimento de rugosidade	Valoração
Alto	Sem comprimento/efeito cumulativo	-2
Médio	Baixo	-1
Baixo	Alto	0

A criação do UCMap se deu pela adição dos valores de classificação existentes nas camadas de carga térmica e potencial dinâmico. Para Fortaleza, essa adição realizada dentro do SIG ArcGIS 10.3, resultou em vinte e uma categorias de classificação numa escala de valores de -6 a 7. Com o propósito de facilitar o entendimento dos aspectos climáticos para o planejamento urbano, os valores extremos da escala de valores resultantes da sobreposição das camadas de carga térmica e potencial dinâmico, devem ser reclassificados e agrupados, enquanto que os valores médios devem ser mantidos. Desse modo, foi realizada a reclassificação de acordo com as quebras naturais no software SIG.

Analisando o UCMap do município de Fortaleza/CE (Figura 3), percebe-se que as áreas com maior potencial dinâmico, coincidem com as zonas moderadas, leves e neutras nas perspectivas de conforto térmico. As classes 3 e 4 são pouco adensadas ou adensadas por pequenas edificações, com a presença de vegetação e espaços abertos, sendo assim permitidas alterações no adensamento, com índices de influência no conforto variando de neutro a leve.

A classe 5 é caracterizada por ser uma área predominantemente residencial com edifícios de 1 e 2 pavimentos, no entanto, é possível observar pontos de verticalização intermediária (com até quatro pavimentos), poucos espaços verdes e abertos, e baixa rugosidade. Nas classes 6 e 7 é possível identificar carga térmica relevante e alta, tendo forte influência no conforto térmico. A maioria do território fortalezense está inserido nessa classe climática, sendo áreas fortemente adensadas por edificações

residenciais de baixa altura, com baixos índices de vegetação e espaços abertos, impõe considerável rugosidade e coincidem com presença de aglomerados subnormais.

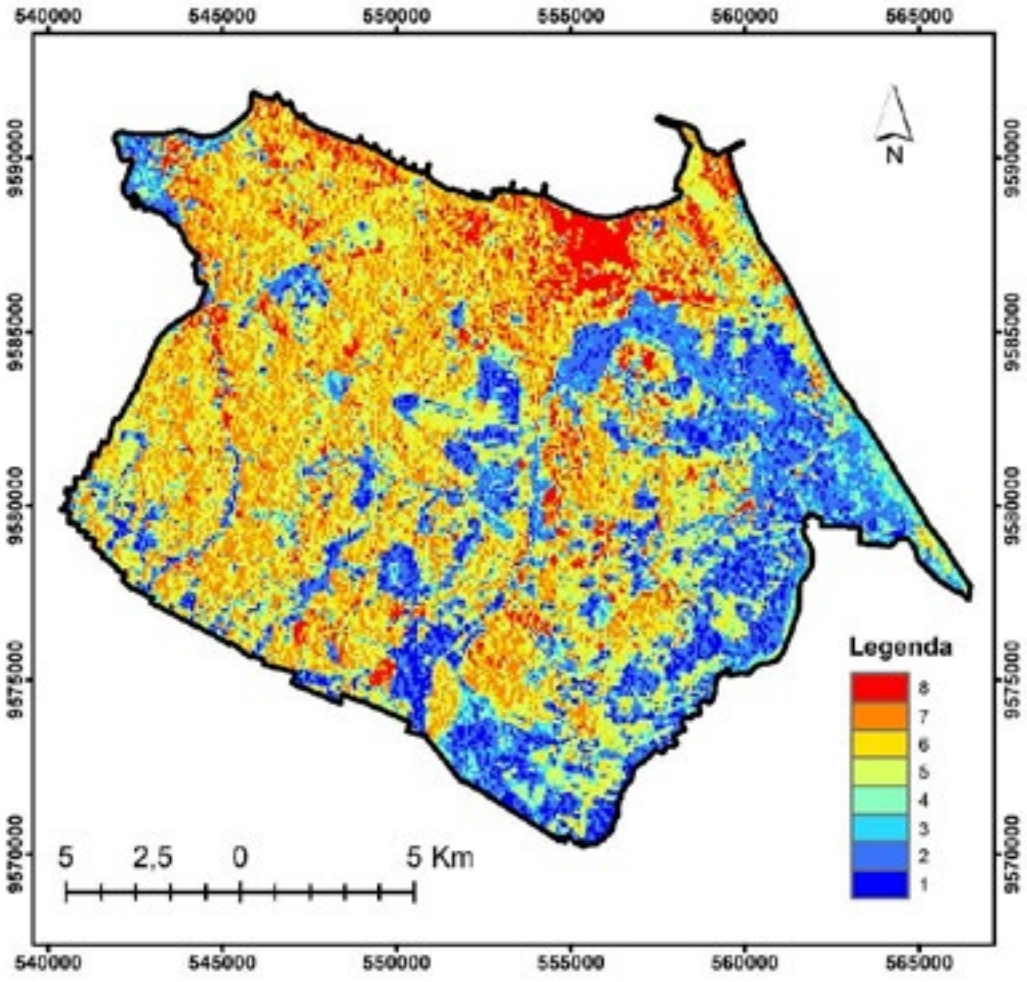


Figura 3 – Urban Climatic Map do municipio de Fortaleza/CE.

A classe 8, representada pela cor vermelha no UCMap, é considerada na metodologia como ilha de calor urbana, e exerce forte interferência negativa sobre o conforto térmico na cidade de Fortaleza. São representadas por áreas intensamente adensadas, baixa permeabilidade do solo, pouca

vegetação e espaços abertos e alta rugosidade. Apresenta características urbanas de verticalização intensa, tanto para fins residenciais como comerciais, representa áreas industriais e subnormais importantes. São consideradas áreas críticas, tendo que haver medidas importantes de mitigação tendo em vista os elementos do clima.

4. Considerações finais

Através do Urban Climatic Map, é possível identificar as áreas da cidade que possuem um padrão urbanístico propício ao aquecimento ou arrefecimento da atmosfera urbana. Analisando o UCMap identificou-se que a cidade apresenta padrões de edificações adensadas e em crescente processo de verticalização, ocasionando possíveis Ilhas de Calor Urbanas. Também é importante destacar os aglomerados subnormais como padrões construtivos que contribuem para o possivel aquecimento da atmosfera local, mostrando-se ambientes altamente adensados e com materiais de alta emissividade.

As áreas verdes no entanto, funcionam como um importante fator para o arrefecimento do ar, sendo a porção leste da cidade a com melhores condições térmicas, mantendo-se nas classes 1, 2 e 3 do UCMap. Destaca-se a importância de protejer as áreas verdes da cidade, visto que estas mostraram-se fundamentais para a amenização dos efeitos térmicos no municipio. Conclui-se que, a metodologia do UCMap desenvolvida por Katzschner (1997) é de fundamental importância para a investigação do clima nas cidades, tendo em vista os panoramas futuros não favoráveis em relação às mudanças climáticas.

5. Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de mestrado no período de realização da pesquisa. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo financiamento da pesquisa, à Universidade Federal do Ceará (UFC) e ao Laboratótio de Climatologia Geográfica e Recursos Hídricos (LCGRH), pela estrutura disponibilizada.

Referências Bibliográficas

GALLEGO, L. P. **Tipos de Tempo e Poluição Atmosférica no Rio de Janeiro (Um Ensaio em Climatologia Urbana)**. Tese de Doutorado. São Paulo: Departamento de Geografia da USP, 1972. 104 p.

GARTLAND, L. **Ilhas de calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas.** Tradução: Silvia Helena Gonçalves. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Agência IBGE**, 2018. Disponível em https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/22374-ibge-divulga-as-estimativas-de-populacao-dos-municipios-para-2018, acesso em 11/01/2019.

KATSCHENER, L. The contribuition of urban Climate studies to a new urbanity. **Anais Encac,** 1997.

KNOX, P. **Urban Social Geography.** Longman, Harlow, 1987.

LANDSBERG, H. E. **The climate of towns. Man's Role in Changing the Face of the Earth.** W. L. Thomas, Ed., University of Chicago Press, 1956.

LAWRENCE, R. S. **Human ecology and its applications. Landscape and Urban Planning**. (1-2), 2003, p. 31 – 40.

LEAL, L. **A influência da vegetação no clima urbano da cidade de Curitiba–PR** (Tese de Doutorado). Curitiba: Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal/UFPR, 2012.

MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e Clima Urbano**. IGEOG-USP, Série Teses e Monografias, n. 25, São Paulo: USP, 1976. 181p.

MOURA, M. O. **O clima urbano sob o nível do conforto térmico**. (Dissertação de Mestrado). Fortaleza: PPGG/UFC- Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2008.

OKE, T. R. **Boundary Layer Climates**. London: Routledge. 1987.

PARTIDÁRIO, M. R. **Indicadores de Qualidade do Ambiente Urbano**. Direção Geral do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Urbano, Lisboa, 2001.

VIANA, S. M. V.; AMORIM, M. C. C. T. Caracterização do clima urbano em Teodoro Sampaio/SP: Uma introdução. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, 20 (2): 19-42, DEZ. 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

VARIABILIDADE CLIMÁTICA E A ESPACIALIZAÇÃO DA DENGUE NO BAIRRO CIDADE NOVA – MANAUS (AM)

Rebeca Teixeira Dantas [(a)], Marcela Beleza de Castro [(b)], Rayane Brito de Almeida [(C)]

[(a)] Mestranda em Geografia, Universidade Federal do Amazonas (UFAM), rtd.geo@uea.edu.br

[(b)] Mestranda em Geografia, Universidade Federal do Amazonas (UFAM), marcelabelezah@gmail.com

[(c)] Mestranda em Geografia, Universidade Federal do Amazonas (UFAM), rayanebritodealmeida@gmail.com

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

Esse estudo objetiva analisar a distribuição da dengue no bairro Cidade Nova e sua relação com as variáveis climáticas no ano de 2016. O estudo se fundamentou no Sistema de Clima Urbano proposto por Monteiro (1976). Os resultados obtidos identificaram que o bairro Cidade Nova é classificado como alto risco de incidência da dengue, dos 8.752 notificações para Manaus, destes 621 casos correspondem ao bairro, sendo 597 confirmados e 24 descartados. As notificações ocorreram com maior intensidade durante o período chuvoso com 460 e com menor intensidade no período seco com 161. Desta forma, a relação entre o clima e a distribuição da dengue apresentou alta correlação com o número de notificação de dengue no bairro, cabe ressaltar que o clima urbano é só um dos seus potencializadores, há outros fatores a serem considerados como os socioeconômicos, expressos de maneira desigual no espaço estruturam ambientes propícios para formação de criadouros.

Palavras chave: Dengue. Clima Urbano. Geografia da saúde. Risco Epidemiológico.

1. Introdução

A dengue e sua reemergência vêm se constituindo como um grande problema de saúde pública no mundo. De acordo com a Organização das Nações Unidas (OMS, 2009), a dengue é considerada como arbovirose de maior prevalência mundial, através do processo dinâmico e adaptativo do seu principal vetor o Aedes aegypti, pode ser transmitida através de 04 sorotipos (DEN-1, DEN-2, DEN-3 e DEN-4) que produzem imunidade sorológica especifica.

Souza (2008) afirma que a dengue é hoje a principal doença reemergente no mundo, estando em expansão desde a década de 1950. Tornou-se endêmica no Brasil desde a década de 1990. Em 1995, mais de 200.000 casos de dengue e mais de 5.500 casos de dengue hemorrágica ocorreram nas Américas Central e do Sul. No Brasil, com a entrada do sorotipo DEN-4 e introdução de novas doenças como a Chikungunya (2013) e o ZikaV (2014), surgem novos riscos à saúde pública, pois mesmo sendo transmitida pelo mesmo vetor que a dengue o vírus possui especificidades (físicas, biológicas e sociais) que o diferencia.

As formações das áreas de risco epidemiológico se configuram mediante aspectos de ordem natural (climática), mas, sua gênese está nos aspectos de ordem social (cultural, econômico, político e tecnológico). Dessa forma, as formações de áreas de risco têm sua gênese na produção social expresso a partir das desigualdades e injustiças sócioespaciais que atingem pessoas de menor poder aquisitivo, onde a estrutura (econômica, social e política) desses espaços contribui para o desenvolvimento do mosquito. Aqui compreende-se risco epidemiológico, segundo Costa (2012) que define como:

> Eventos que se instauram na vulnerabilidade socialmente produzida em que elementos da natureza com ecologia específica, como mosquito e vírus, se aproveitam de condições criadas por setores fracos em economia e política da sociedade vive em condições sanitárias com fraca infraestrutura e se reproduzem aumentando índices de doenças (COSTA, p.73, 2012).

Dessa forma, a distribuição da dengue na cidade de Manaus, ocorre de forma dinâmica e heterogênea aplicada em diferentes escalas (espacial e temporal), a partir do conjunto de processos e práticas sócioespaciais que potencializam o desenvolvimento do Aedes Aegypti, no meio urbano. A expansão dessas áreas de risco de dengue está associada a produção social identificada através dos processos de urbanização sem infraestrutura adequada, aliado a outros fatores como ineficiência em políticas públicas de controle e combate ao vetor resultando na formação de criadouros que se desenvolvem e através da relação vetor-hospedeiro ocasionam epidemias. Mendonça et. al (2009) corrobora que "[...]

infraestrutura urbana inadequada, aumento da produção de resíduos não orgânicos, modos de vida na cidade, a debilidade dos serviços e campanhas de saúde pública e da população para o controle da doença.".

Outro fator importante no desenvolvimento da dengue é o clima urbano que através de suas condições térmicas, pluviométrica e de umidade de ar, influenciam sua dispersão, criando ambientes propícios ao desenvolvimento do mosquito transmissor da dengue (MENDONÇA, 2003). Para Confalonieri (2003), a temperatura, a precipitação pluviométrica, a umidade relativa e o ciclo hidrológico, afetam a sobrevivência e reprodução de agentes patogênicos, principalmente dos vetores de agentes infecciosos, como o Aedes aegypti.

A manifestação da dengue através da espacialidade de suas notificações retrata os graus de risco de dengue, como também de vulnerabilidade epidemiológica baseada em potencializadores socioambientais e climáticos. Desse modo, a variabilidade climática não se constitui como um fator determinante na incidência e/ou ocorrência da dengue, mas um condicionante que associado a outros fatores potencializam sua espacialização ocorrendo em menor ou maior intensidade em uma determinada área.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é identificar e analisar a distribuição da dengue no bairro Cidade Nova e sua relação com as variáveis climáticas em Manaus, no ano de 2016.

2. METODOLOGIA

2.1 Unidade Espacial de Análise

A unidade espacial de análise desse estudo é o bairro Cidade Nova pertencente à zona norte da cidade de Manaus-AM (Figura 1), que atualmente é considerado pelo Instituto Municipal de Planejamento Urbano (IMPLURB) o bairro mais populoso da cidade com 121.135 habitantes em uma área de 141.938 km².

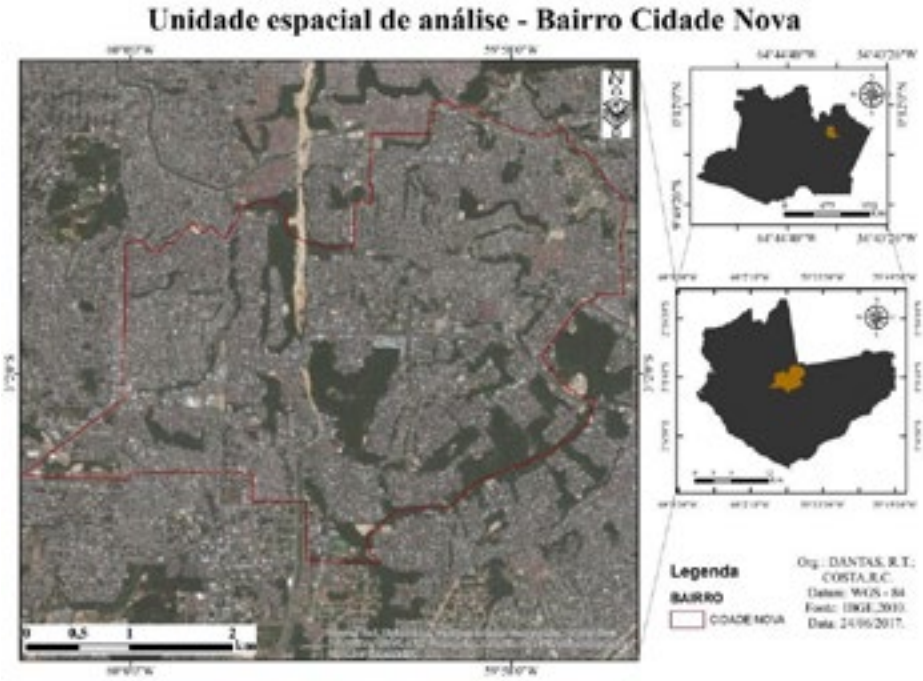


Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo (Bairro Cidade Nova)
Fonte: IBGE, 2010.

Situado na zona de maior expansão urbana e demográfica da cidade, no mês de janeiro de 2010, a lei N°1.402 desmembrou o bairro Cidade Nova em três, originando os seguintes bairros: Nova Cidade, Cidade de Deus e Novo Aleixo. A origem do bairro Cidade deu-se inicialmente de forma planejada, mediante as especulações imobiliárias das grandes construtoras visto que era uma área distante do centro. A partir do ano de 2010, as ocupações irregulares nas áreas verdes e/ou não ocupadas do bairro propiciaram uma nova configuração espacial baseada na luta de classes, onde as praticas (sociais, econômicas e politicas) incorporam ritmos distintos de obras de infraestrutura urbana e serviços.

Segundo os Levantamentos de Índice Rápido do Aedes Aegypti (LIRAa) realizado nos anos de 2010 a 2015, através de seus índices de incidência evidenciaram o bairro como médio e alto de vulnerabilidade sócioe spacial ao Aedes Aegypti, tornando como base nas análises da distribuição espacial das notificações de dengue quando correlacionadas com a variabilidade climática do município. Para este estudo, delimitou-se o ano de 2016 devido à

disponibilidade do endereçamento que se referem aos casos notificados identificados em logradouros, fornecidos pela Secretária Municipal de Saúde (SEMSA), foram utilizados dados diários de temperatura máxima, mínima e média, umidade relativa e pluviosidade fornecida pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Utilizou-se Google Earth para a identificação das ruas e plotagem dos pontos, o Excel para criação de tabelas e gráficos e o software Arcgis 10.3 para a construção dos mapas de espacialização dos casos no bairro Cidade Nova.

2.2 Método sistêmico de análise: Sistema de Clima Urbano (SCU)

Como aporte teórico-metodológico utilizou-se o SCU proposto por Monteiro (1976), a fim de compreender a atmosfera urbana e a cidade por meio de seus elementos que se integram e interagem entre si e caracterizam a presença urbana aplicada a uma análise espacial local. Como afirma Monteiro (1976):

> O espaço urbanizado, produto do crescimento urbano, é considerado como o núcleo do sistema do clima urbano, por manter relações com o ambiente regional (meteorológico e geoecológico) em que se insere. Nesse contexto, a atmosfera é considerada como agente operado – ou alterado, no que concerne à sua composição – e toda a ação ecológica natural (topografia e sistemas atmosféricos atuantes) e as associações do fenômeno do crescimento urbano são vistas como o operante (MONTEIRO, p.33, 1976).

Mendonça (2003) corrobora que "as condições climáticas das áreas urbanas, entendidas como clima urbano, derivam da alteração da paisagem natural e da sua substituição por um ambiente construído, palco de intensas atividades humanas". Partindo desse pressuposto, o SCU é constituído por três subsistemas: Termodinâmico, Físico-Químico e Hidrometeórico, cuja ênfase nesse estudo dar-se-á nos subsistemas: Termodinâmico através das variáveis referente ao conforto térmico (temperatura, umidade) e hidrometeórico referente ao impacto meteórico nesse caso através da variável pluviosidade. A análise atrela-se na aplicação da analise rítmica do clima onde se correlacionou as

notificações dos casos de dengue com as variáveis climáticas através do intervalo estabelecido correspondendo ao ciclo de desenvolvimento do vetor (sete dias).

3. Resultados e Discussões

3.1 Correlação: Clima e Dengue

A utilização da análise rítmica do clima permite identificar e investigar a variabilidade sequencial dos diferentes tipos de tempo a fim de compreender o ritmo climático atual através de suas especificidades climáticas, cuja gênese se constitui através da correlação entre as variáveis climáticas e na dinâmica dos processos que a instaura. Como explica Monteiro (1971), o conceito de "ritmo", expressão da sucessão dos estados atmosféricos, conduz, implicitamente, ao conceito de "habitual", pois há variações e desvios que geram diferentes graus de distorções até atingir padrões "extremos".

A figura 02 ilustra um cartograma de analise rítmica para o ano de 2016. No qual se identificou que as notificações ocorreram com maior intensidade durante o período chuvoso e com menos intensidade no período de estiagem. A umidade relativa mostrou uma estabilidade de 90 % entre os meses de janeiro a maio e diminui para 60 % em junho e 50 % nos meses de julho e agosto e aumenta para 60 % nos meses de setembro a dezembro, os picos máximos de umidade relativa do ar, se manifestaram em fevereiro e setembro com 97% e 95%, respectivamente. A sazonalidade pluviométrica mostrou-se mais intensa nos meses de janeiro a abril, com pico em abril de 72 mm, os meses de junho a outubro são os que apresentaram menor pluviosidade (estiagem), o mês de agosto foi o mês durante o ano de 2016 que registrou os menores índices pluviométricos com chuvas de 14 mm, a chuva voltou a aumentar nos meses de novembro e dezembro com picos de 120 e 110 mm, respectivamente. As temperaturas máximas, mínimas e médias apresentaram uma estabilidade entre os meses de janeiro a julho, tendo uma elevação nos meses de setembro e outubro e decresce em novembro e dezembro.

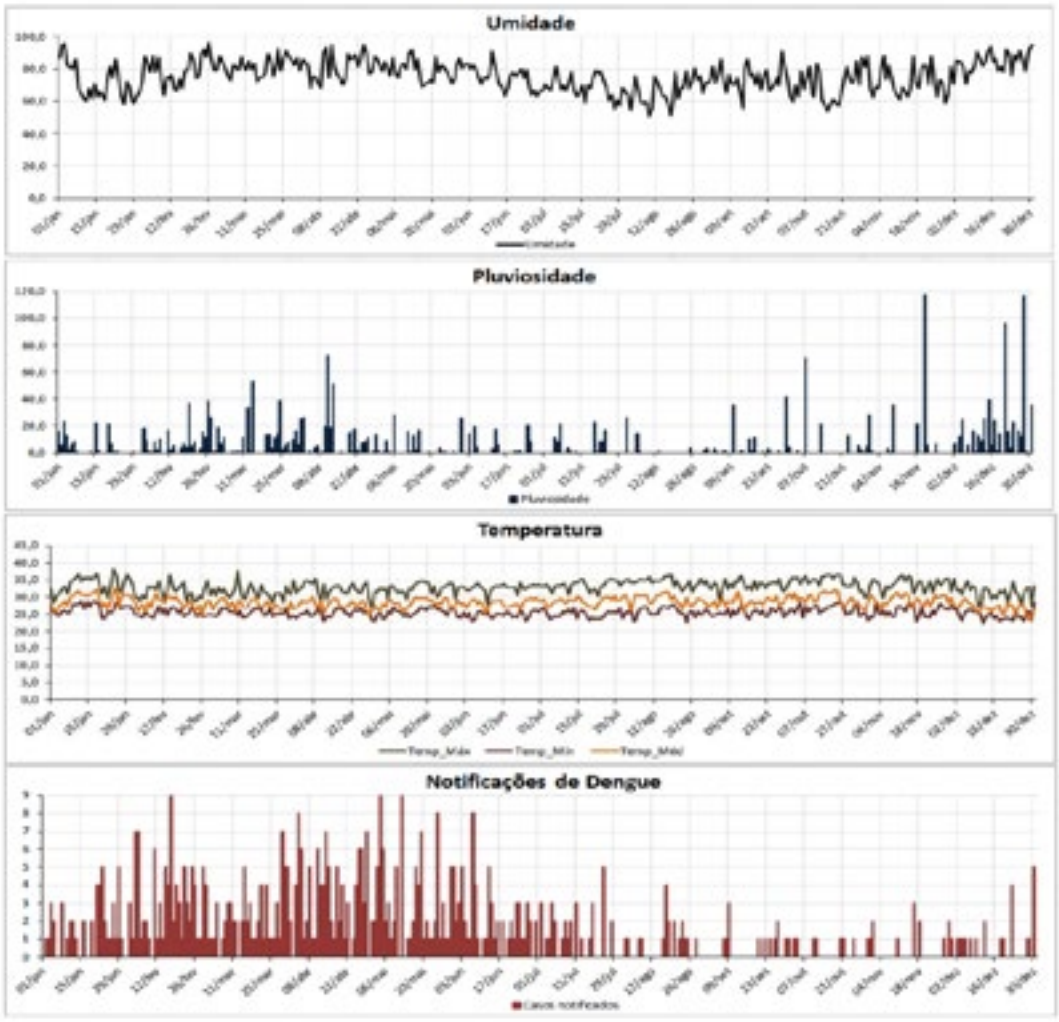


Figura 2 - Cartograma de análise rítmica com as variáveis climáticas (Umidade, Pluviosidade e Temperatura) com os casos notificados de dengue para o ano de 2016.
Fonte: INMET e SEMSA (2016).

Dessa forma, as variáveis temperatura e pluviosidade são as que apresentaram maior relação com as notificações de dengue durante o ano de 2016. Em um estudo realizado entre variáveis climatológicas e distribuição da dengue para a cidade do Rio de Janeiro, Gomes (2009) identificou que os meses com maiores temperaturas no ano, correspondem período do clímax reprodutivo do *Aedes Aegypti* e entre outros fatores como abreviação do ciclo evolutivo, replicação e maturação do vírus no inseto são aceleradas com o aumento da

temperatura. Concomitantemente, no bairro Cidade Nova também foi identificado essa sazonalidade de risco de dengue cuja concretude pode inferir acerca da temperatura ambiente as larvas evoluem e atingem a fase adulta.

Na relação entre a pluviosidade e o desenvolvimento da dengue identificou-se que houve uma grande relação, no período chuvoso as chuvas são mais intensas, porém distribuídas possibilitando condições ideias para fins de desenvolvimento do ciclo do vetor e sua transmissão, o período de estiagem também influencia a ocorrência da dengue, de forma menos intensa pois com a diminuição das chuvas, o ar fica menos úmido e as temperaturas se elevam dessa forma as notificações de dengue nesse período são menores em relação ao período chuvoso, conforme ilustrou a figura 03.

Desse modo, identificaram-se duas sazonalidades ocorrendo com maior intensidade no período chuvoso e menor intensidade no período de estiagem. No período chuvoso, foram registradas 460 notificações de dengue no bairro, sendo os meses de fevereiro e maio os que registraram máximas diárias com 09 notificações, sob condições climáticas favoráveis ao vetor. No período da estiagem, os números de notificações começaram a diminuir, registrando no total de 161 notificações de dengue, os meses que registraram o menor número de notificações foram setembro (14 casos) e outubro (13 casos), a temperatura se eleva, e há diminuição na intensidade e distribuição pluviométrica, pois o vetor não encontra condições climáticas ideais para se desenvolver.

3.2 Espacialização da dengue no bairro Cidade Nova

O Levantamento de Infestação do *Aedes aegypti* (LIRAa) é um levantamento realizado pela SEMSA que permite identificar as áreas com maiores índices de infestação pelo *Aedes aegypti* a partir de sua identificação predial e de seus principais criadouros. Contribuindo para o mapeamento dessas áreas de alto índice de infestação do mosquito e que consequentemente formaram possíveis pontos de epidemia da doença.

Os LIRAas realizados no ano de 2016, na cidade de Manaus classificou o bairro Cidade Nova como alto risco de incidência da dengue. Dos 8.752 casos notificados para a cidade de Manaus, dos quais 621 casos corresponderam ao bairro Cidade Nova, destes 597 foram confirmados e 24 casos descartados.

Ao analisar a espacialização da dengue no bairro Cidade Nova, identificou-se a heterogeneidade das notificações em escala têmporo-espacial. Os meses que alcançaram maior número de notificações foram os meses de: abril com 107 casos e os meses de maio e junho com 97 casos notificados que correspondem ao período chuvoso e com menor notificação nos meses de outubro e novembro com 13 e 19 notificações, respectivamente.

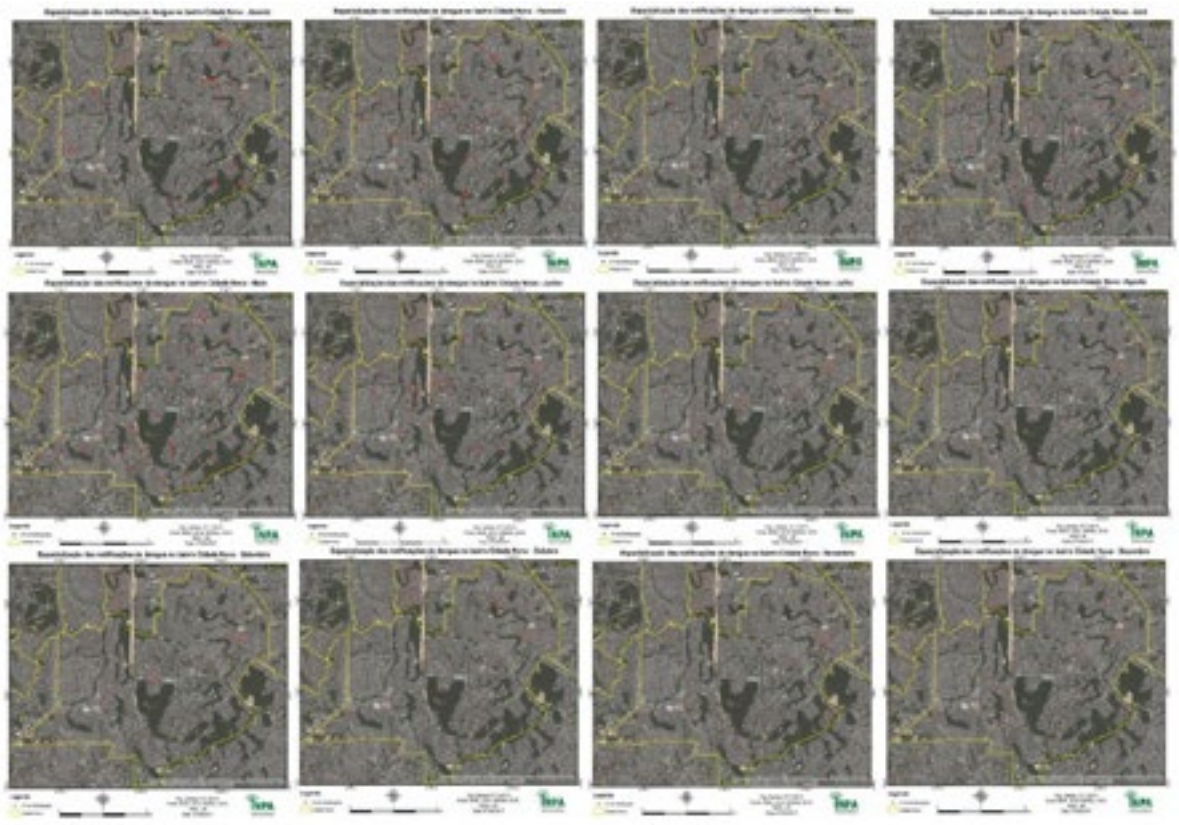


Figura 3 - Espacialização das notificações de dengue no bairro Cidade Nova.
Fonte: SEMSA, 2017.

4. Considerações Finais

Através da abordagem sistêmica proposta por Monteiro, foi possível analisar a variabilidade dos elementos climáticos (pluviosidade, temperatura do ar e umidade) na formação de áreas vulneráveis ao risco de dengue, como condicionante nesse processo saúde-doença, no qual o total de chuva menos de 80 mm, temperaturas entre 24 a 35°C e umidade entre 70 a 80% são favoráveis ao desenvolvimento do vetor. Distribuídos nas duas sazonalidades da região durante o período chuvoso foram 460 notificações e no período seco com 161 casos de dengue As ocorrências de dengue predominaram principalmente nos meses de fevereiro e maio se espacializando de forma heterogênea no bairro áreas onde residem pessoas de menor poder aquisitivo, próximos a igarapés e lixeiras viciadas, onde o saneamento básico é precário ou inexistente.

Referências Bibliográficas

CONFALONIERI U, E. C. Variabilidade climática, vulnerabilidade social e saúde no Brasil. **Terra Livre**, São Paulo, v. I, n. 20, p193-204, jan/jul. 2003.

COSTA, M. A. R. **A ocorrência do Aedes Aegypti na região Noroeste do Paraná**: um estudo sobre a epidemia da dengue em Paranavaí - 1999, na perspectiva da geografia médica. Presidente Prudente (Dissertação de Mestrado em Geografia). FCT/UNESP, 2012.

GOMES, L. T. Um modelo evolutivo para a dengue em domínio bidimensional considerando fatores ambientais, **Biomat**. vol 19, p.39-56, 2009.

MEDONÇA, F. A.; PAULA, E. V.; OLIVEIRA, M. M.; JORGE, F.V.; PINTO, L. R; KRUGER, G. H. B. **Clima e dengue: abordagem introdutória da evolução da dengue na região Sul do Brasil.** In: VI Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, Aracaju/SE, 2004b. CDROM. OMS. Organização Mundial de Saúde. Dengue guidelines for diagnosis, treatment, prevention and control, new edition. Genebra: Organização Mundial de Saúde. 2009.

MENDONÇA, F. A. Aquecimento global e saúde: uma perspectiva geográfica- notas introdutórias. **Revista Terra Livre**. São Paulo. Ano 19, v.1, n.20.2003, p. 205-221.

MENDONÇA, F. Clima e Planejamento urbano em Londrina. Proposição metodológica e de intervenção urbana a partir do campo termo higrométrico. In: MONTEIRO, C.A.F; MENDONÇA, F. **Clima urbano**. São Paulo: Contexto, 2000, p.93-120**.**

MONTEIRO, C.A.F. **Análise Rítmica em Climatologia**. Instituto de Geografia, Universidade de São Paulo. São Paulo. 1971.

MONTEIRO, C.A.F. **Teoria e Clima Urbano**. São Paulo: Instituto de Geografia/USP, 1976.

SOUZA, L.J. **Dengue** - Diagnóstico; tratamento e prevenção. 2ª edição – Rio de Janeiro: Editora Rubio, 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

VARIAÇÃO E FREQUÊNCIA DA TEMPERATURA DO AR EM JATAÍ–GO NO PERÍODO DE 1979 A 2018

José Ricardo Rodrigues Rocha [(a)], Alécio Perini Martins [(b)], Regina Maria Lopes[(c)], Jefferson Soares Reis [(d)]

[(a)] Doutorando em Geografia, Unidade Acadêmica Especial de Estudos Geográficos, Universidade Federal de Goiás – Regional Jataí, joserocha90@hotmail.com

[(b)] Professor, Doutor, Unidade Acadêmica Especial de Estudos Geográficos, Universidade Federal de Goiás – Regional Jataí, alecioperini@yahoo.com.br

[(c)] Professora, Doutora, Unidade Acadêmica Especial de Estudos Geográficos, Universidade Federal de Goiás – Regional Jataí, lopesgeo@yahoo.com.br

[(d)] Graduando em Agronomia, Unidade Especial de Ciências Agrária, Universidade Federal de Goiás – Regional Jataí, jeffersonreis.jsr@gmail.com

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo/

O presente estudo teve como objetivo, avaliar as variações e frequências das temperaturas do ar num período de 40 anos no município de Jataí-GO, entre os anos de 1978 e 2018. Para a análise, subdividiu-se a série de dados em períodos de 10 anos, para os quais foram avaliadas as temperaturas médias e extremas diárias (máximas e mínimas). Foram elaboradas planilhas para calcular as temperaturas diárias, mensais e anuais para estação por média aritmética simples e, posteriormente, identificadas as temperaturas extremas nas três leituras diárias realizadas na estação convencional de Jataí (09:00h, 15:00h e 21:00h). Entre os resultados, verificou-se que as temperaturas extremas oscilaram entre 0,3 e 39,0 °C, sendo que as séries históricas demonstraram uma diminuição na frequência de temperaturas mínimas absolutas, enquanto houve aumento nas temperaturas máximas, sobretudo nas medições realizadas às 15:00h.

Palavras chave: Temperatura do ar; Variabilidade; Climatologia Geográfica.

1. Introdução

Uma das grandes preocupações nos meios cientificos e acadêmicos está relacionado à questão das tendências climatológicas em todas as suas escalas, que interferem diretamente nas atividades humanas, sobretudo nos meios de produção e conforto ambiental.

Ao verificar que as áreas urbanas são o grande palco das modificações e alterações da superfície, Landsberg (1981) expõe que os centros urbanos podem ter temperaturas maiores que as áreas adjacentes, especialmente durante a noite. Para Lombardo (1995), a cidade modifica o clima através de alterações complexas na superfície.

De acordo com Souza e Azevedo (2009), as mudanças na temperatura e chuvas têm um impacto direto e significativo nas atividades humanas, provocando repercussões ambientais, sócio-econômicas e políticas. Ayoade (1996, p. 290), enfatiza que o "o homem e suas sociedades são vulneráveis a variação climática", onde suas atividades são influenciadas quase que totalmente pelo comportamento das variáveis climáticas.

> O vigor físico do homem é influênciado pela temperatura, umidade e o vento. Geralmente a alta temperatura e a umidade tendem a diminuir o vigor físico e mental. O ar muito seco ou temperaturas extremamente baixas podem também prejudicar ou diminuir o vigor físico e a disposição para o trabalho mental (AYOADE, 1996, p. 290).

Desta forma, percebe-se que o clima influencia as emoções e o comportamento humano, comprovado por Mendonça (2001, p. 160) onde coloca que "o clima é um dos fatores do meio que exercem influência direta sobre o organismo humano e sobre sua psicologia", sendo que as condições térmicas ambientais desfavoráveis geram grandes tensões no trabalho, desconforto, sonolência, fadiga, risco de acidentes e ainda sérios danos à saúde.

De acordo com o Quarto Relatório Científico do IPCC AR4, apresenta acima de 90% de confiança no aquecimento global dos últimos cinqüenta anos, especialmente nos extremos climáticos do planeta, principalmente nos países menos desenvolvidos na região tropical (TRENBERTH et al., 2007; MEEHL et al., 2007 apud MARENGO 2008).

Com relação aos eventos extremos, Gregory et al. (2009, p. 324), destacam que estes "são escassos por definição, mas podem ter um impacto significativo sobre as pessoas e os países nas regiões afetadas". Silva et al (2010), reforçam que o ser humano está intimamente relacionado ao clima, sendo que em dias frios e invernos secos colaboram para o agravo de enfermidades do sistema respiratório, aumentando as internações, principalmente em crianças e idosos.

Partindo dessa análise, o presente trabalho teve como objetivo verificar a variação e a frequência da temperatura do ar na cidade de Jataí(GO) em uma série histórica de 40 anos (de 1978 a

2018), considerando as temperaturas médias e extremas nos períodos da manhã, tarde e noite. De forma complementar, analisou-se esta variabilidade em períodos de 10 anos para verificar se existem tendências significativas de aquecimento ou resfriamento.

2. Procedimentos metodológicos

A área de estudo compreende o município de Jataí, localizado na microrregião do Sudoeste de Goiás, com área total de 7.174 km², e perímetro urbano com área de 28,8 Km². Para 2018, a população estimada foi de 99.674 habitantes e densidade de 13,89 hab/km² (Figura 1).

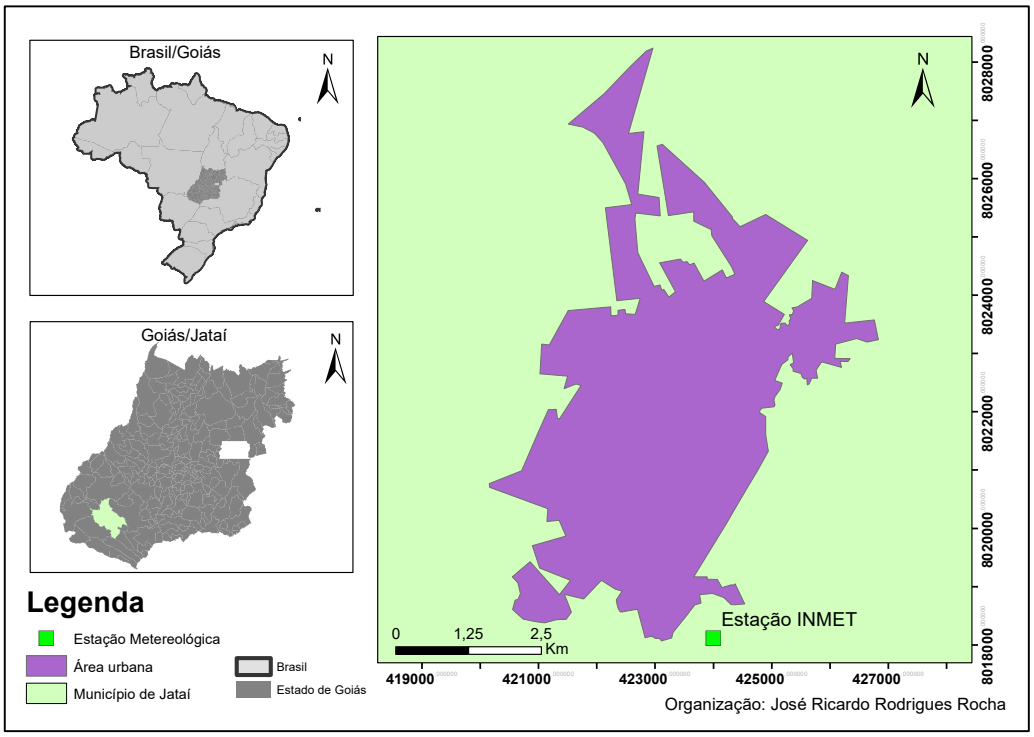


Figura 1 – Localização da área de estudo

Para a realização do trabalho, os dados utilizandos foram obtidos pela Estação Meteorológica Convencional do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizada no Universidade Federal de Goiás/Regional Jataí. (latitude: 8018112, longitude: 424003 e altitude: 670 m) (Figura 2).

Figura 2 – Vista parcial da estação meteorológica Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).
Fonte: Laboratório de Climatologia / UFG – Jataí

Para a análise, utilizou-se dados diários de temperatura do ar às 12, 18 e 24 GMT (9, 15 e 21 horas no horário de Brasília) no período de 1978 a 2018. Para evitar o comprometimento das análises, foram excluídos os dias com falhas de dados, restando 13.617 dias, o que equivale a 94% do total de 14.478 dias do período de análise. Após a retirada dos dados com falhas, distribuiu-se o período de análise em 4 séries de 10 anos, sendo elas: série 1 (1978 à 1988); série 2 (1989 à 1998); série 3 (1999 à 2008); série 4 (2009 à 2018) os quais analisou-se o paramento climático temperatura do ar (média, máximas e mínimas). A partir dos dados em planilha eletrônica, tabulou-se os valores retirando as informações como temperaturas máximas, mínimas e médias, plotando-as em gráficos e tabelas.

Para Miranda et al. (2011, p. 190), a "distribuição de freqüência é o resumo tabular de um conjunto de dados brutos arranjados em classes onde o número de elementos pertencentes a cada classe, denominado freqüência de classes é agrupado de forma a se evidenciar certas propriedades da variável em estudo".

Para determinar a frequência das temperaturas máximas e mínimas, utilizou-se o intervalo de classe obtido pela regra de Sturges (CRESPO, 1997), equações 1 e 2.

$$K = 1+3{,}3\ (\log_{10} n) \qquad 1$$

onde n é o número total de elementos do conjunto de dados.

E para determinar a amplitude dos intervalos de classe (h):

$$h = \frac{[x_{imáx} - (x_{imín} - 1)]}{k} \qquad 2$$

onde K é o número de intervalos de classe e
$x_{imáx}$ – valor máximo
$x_{imín}$ – valor mínimo

Para a análise da tendência, utilizou-se a equação da reta da tendência (Y=a(x)+b), onde " a " é o coeficiente angular da reta e, no caso, x=t. Assim, se a>0 significa que a tendência é crescente e, se por caso a<0 indica uma tendência decrescente.

3. Resultados e discussões

3.1 Temperatura média em Jataí (GO)

Ao analisar os dados de temperatura média do ar em Jataí nos últimos 40 anos, verificamos a oscilação entre 23,2 à 25,2 °C, demonstrou aumento, com coeficeinte de determinação à 0,44% (R^2), conforme Figura 3. Desta forma, verifica-se picos de temperatura menones (1989) sendo que está associado ao evento de La Niña. Em 2007, verificou-se a infliência da La Niña e no ano seguinte o El Niño, classificando assim a queda e o aumento da temperatura média. Também houve a influência do El Niño em 2002 e 2015 explicando os picos de temperaturas médias maiores.

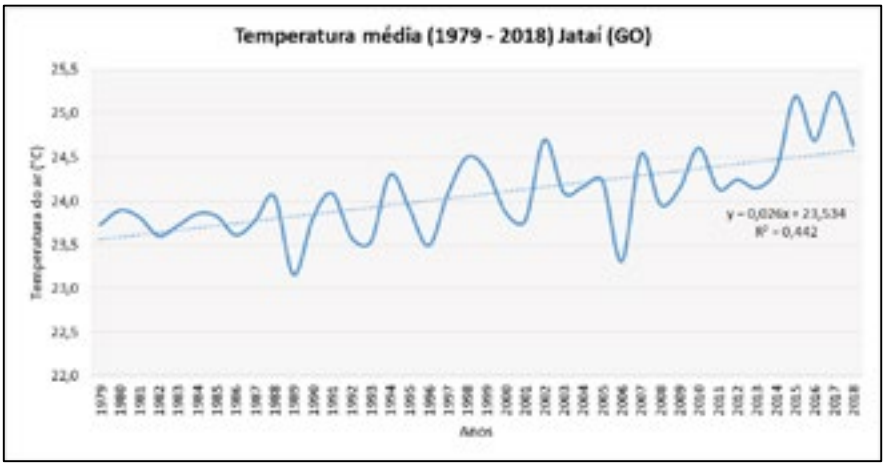


Figura 3 – Variação da temperatura do ar média em Jataí (GO)
Organização: Autores

É possivel verificar que as temperaturas médias de Jataí está aumentando, considerando que, de acordo com Silva (2009) na década de 70 o município estava no início do processo de ocupação por agricultura capitalista, sendo hoje destaque nacional no setor. É importante também salientar que com a agricultura vieram as agroindústrias e o crescimento da cidade, que pode ter influência no uso do solo e automaticamnete nas temperaturas.

3.2 Variação da temperatura do ar às 12, 18 e 24TMG (9, 15 e 21 horas) em Jataí (GO)

As temperaturas das 9 horas oscilaram entre 4,0 e 39,0 °C, sendo que a menor ocorreu em 27 de junho de 1994 e, a maior em 13 de setembro de 2015, enquanto que a temperatura média do horário no período foi de 21,6 °C (Figura 4). No que houve o registro da maior temperatura no horário (39,0 °C), se deve ao fato entre os dias 06 a 14 ter ocorrido a formação de áreas de instabilidade sobre a região provocando calor e a alta umidade no Centro-Oeste (INMET, 2015).

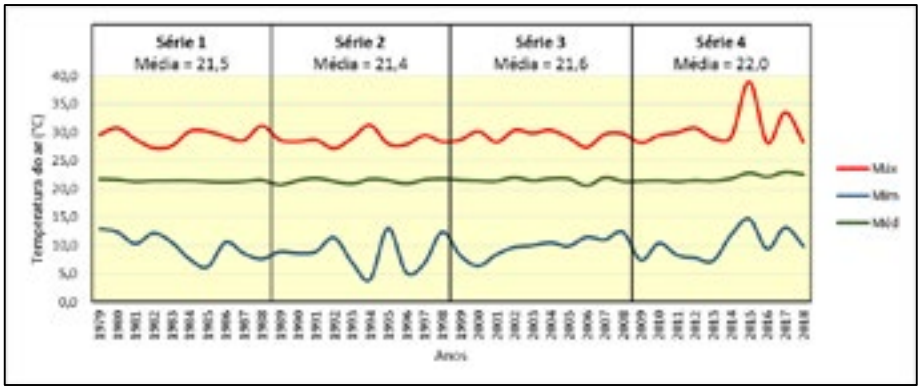


Figura 4 – Variação da temperatura do ar às 9 horas em Jataí (GO)
Organização: Autores

Verificou-se que as temperaturas médias neste horário (9 horas) tiveram um aumento nos últimos 40 anos, sendo que as séries históricas estudadas demonstram uma variação de 21,5 °C, 21,4 °C, 21,6 °C e 22,0 °C respectivamente, o que corresponde à 2,2 % de aumento na temperatura média.

Às 15 horas, as temperaturas variaram de 7,8 a 39,0 °C, com média de 28,9 °C. A maior temperatura ocorreu em 16 de outubro de 2017 e a menor em 28 junho de 1996. Percebeu-se o aumento da temperatura média no decorrer das séries históricas (3,2%), conforme a Figura 5.

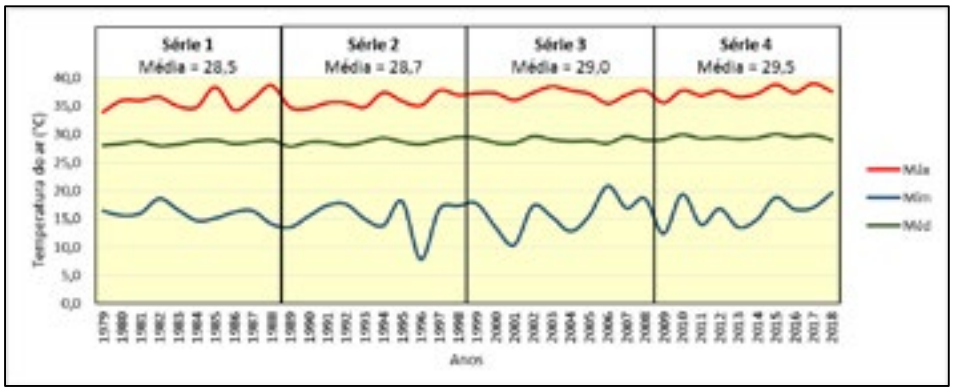


Figura 5 – Variação da temperatura do ar às 15 horas em Jataí (GO)
Organização: Autores

Nos registros de 21 horas, as temperaturas oscilaram entre 0,3 e 30,5 °C, sendo que a menor ocorreu em 9 de outubro de 2001, período atípico para a região e, a máxima em 25 de outubro de 2002. Neste horário, a temperatura média foi de 21,7 °C (Figura 6), com um aumento de 3,5% em 40 anos.

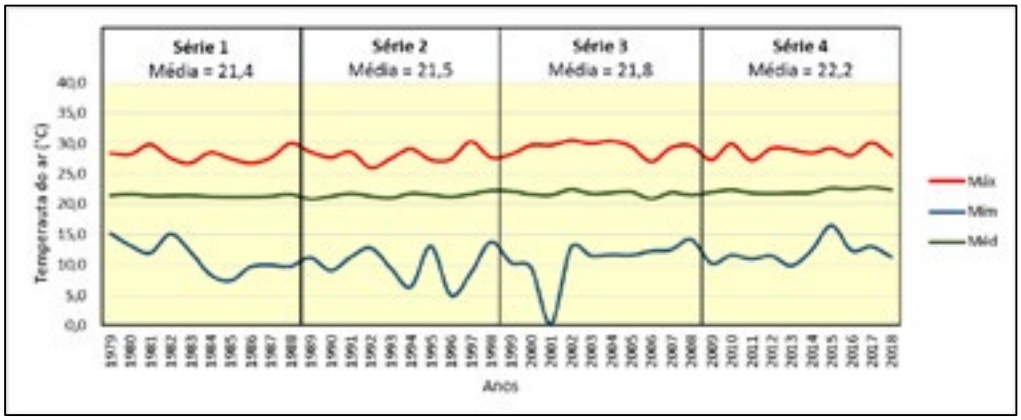


Figura 6 – Variação da temperatura do ar às 21 horas em Jataí (GO)
Organização: Autores

Na análise das variações das temperaturas, verificamos um aumento da temperatura do ar em todos os horários, confirmando os estudos realizados por MARIANO e SCOPEL (2002), os quais

também verificaram que o município de Jataí apresentou essa tendência positiva no aumento da temperatura média entre 1981 e 2000.

3.2 Análise da frequência das temperaturas do ar às 12, 18 e 24TMG (9, 15 e 21 horas)

Analisando os dados registrados às 9 horas em relação às séries históricas, verificou-se que as temperaturas oscilaram entre 4,0 °C e 39,0 °C, com maior ocorrência de temperaturas na classe de 23,4 - 27,2 °C, o qual apresentou 4% de aumento desde a série 1 até a série 4. Também verificou-se um aumento das temperaturas na classe de 27,3 – 31,1 (1,3%) (Tabela I).

Tabela I – Porcentagem de frequências (%) das temperaturas

Classes		09 horas				15 horas				21 horas			
		Série 1	Série 2	Série 3	Série 4	Série 1	Série 2	Série 3	Série 4	Série 1	Série 2	Série 3	Série 4
1	0,0 - 3,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	3,9 - 7,7	0,2	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0
3	7,8 - 11,6	1,2	1,4	1,2	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,6	0,4	0,3
4	11,7 - 15,5	8,5	7,8	6,7	4,9	0,1	0,2	0,2	0,1	3,0	2,6	2,0	1,3
5	15,6 - 19,4	17,4	18,7	19,0	20,0	1,1	1,1	0,8	0,7	17,2	17,0	14,8	12,2
6	19,5 - 23,3	34,9	34,0	34,1	31,2	7,9	6,9	6,8	6,6	**56,2**	**55,3**	**54,7**	**52,8**
7	23,4 - 27,2	**36,0**	**35,8**	**36,4**	**39,8**	20,6	20,2	17,7	15,9	22,4	23,7	26,5	31,7
8	27,3 - 31,1	1,7	2,0	2,5	3,0	**48,7**	**48,1**	**47,5**	**45,4**	0,7	0,7	1,4	1,7
9	31,2 - 35,0	0,0	0,1	0,0	0,1	20,5	21,9	24,2	26,3	0,0	0,0	0,0	0,0
10	35,1 - 39,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	1,6	2,7	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0

* em negrito classe com maior frequência das temperaturas e cor de cinza as classes que apresentaram crescimento ao decorrer das séries hitóriocas.
Organização: Autores

No horário da 15 horas, verificou uma variação da temperatura do ar no período de 7,8 °C a 39,0 °C. Neste horário, a maior frequência dos valores ocorreram entre 27,3 - 31,1 °C, porém não foi a classe que apresentou um aumento da frequência das temperaturas, e sim, na classe de 31,1 – 39,0 com registro de 5,8% de aumento. Portanto, percebe-se uma diminuição das classes com menores temperaturas e um aumento da frequência das maiores temperaturas.

Para a análise das 21 horas, verificou-se que as temperaturas oscilaram entre 0,3 e 30,5 °C. Assim, a classe com maior frequência de temperaturas ocorreu entre 19,5 - 23,3 °C. Desta forma, a classe que apresentou aumento na frequência das temperaturas ocorreram entre 23,4 – 27,2 °C, o qual teve um aumento de 9,3% e na classe de temperaturas entre 27,3 - 31,1 °C, 1,0%. Estas informações evidenciam o registro cada vez mais frequente de noites mais quentes, com interferências diretas no balanço de energia.

3.2 Análise da frequências das temperaturas do ar máximas e mínimas mensais em Jataí (GO)

Ao analisar os dados mensais da distribuição das temperaturas máximas, verificou-se uma oscilação entre 17,8 e 39,0 °C e, as temperaturas mínimas, entre 0,3 e 33,2 °C. As menores ocorreram às 9 e 21 horas, enquanto que as maiores ocororreram às 15 horas (Figura 7).

Nos registros de 9 horas percebe-se que as temperaturas menores ocorreram no inverno (junho e julho), caracteristíca apresentada tanto nas temperaturas máximas quanto as mínimas. Neste horário, houve apenas um mês com registro de temperatura na classe mais alta (36,7 – 39,0 °C), apresentada na última série histórica (2009 à 2018).

As temperaturas às 15 horas apresentaram os maiores registros durante o período de análise, sendo que na classe de maiores temperaturas (36,7 – 39,0°C) sedno que nas temperaturas máximas, houve o registro de 2 meses na série 1, 7 meses na série 2, 12 meses na série 3 e 13 meses na série 4, sendo que um deles ocorreu às 9 horas. Estas informações evidenciam um aumento da frequência das temperaturas mais elevadas. Com relação às mínimas às 15h, percebe-se nas últimas duas séries a ocorrência de temperaturas mais elevadas, o que não foi observado nas duas primeira séries, sendo que na série 3 ocorreram 2 meses na classe 30,0 – 33,2 °C e na série 4 o registro de 3 meses.

Às 21 horas, observou-se um registro de temperatura de 0,3 °C correspondendo a menor classe (0,0 – 3,3 °C), além de um predomínio de menores temperaturas máximas nas duas primeiras séries históricas e temperaturas mais elevadas nas ultimas duas, ocorrendo também nas temperaturas mínimas, o que também nos evidenciam o aumento da temperatura no horário.

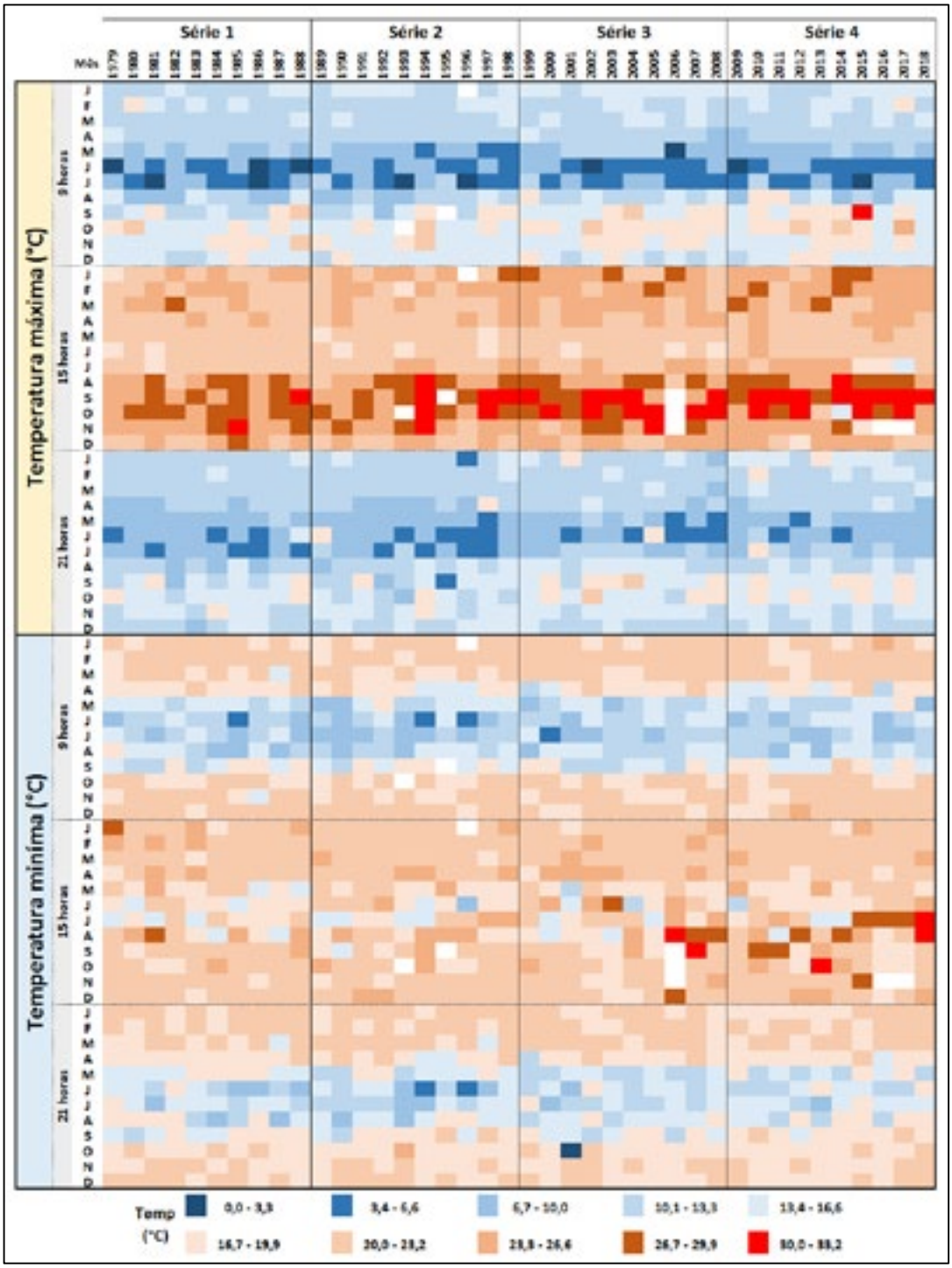


Figura 7 – Frequência das temperaturas máximas e mínimas mensais em Jataí (GO)
Organização: Autores

Os dados das frequências das temperaturas mensais demonstram que há uma tendência de aumento, tanto nas temperaturas máximas quanto as mínimas, principalmente no horário das 15 horas, visto que é neste horário que há maiores insidência de raios solares sobre a superficie do planeta, o que contribui automaticamente para o aquecimento da temperatura do ar (AMORIM, 2013).

4. Considerações finais

O presente trabalho apresenta uma série temporal de dados (40 anos), constituindo-se de algumas considerações sobre as temperaturas máximas, mínimas e médias ocorridas na cidade de Jataí-GO. O estudo demonstrou que a frêquencia e tendência de tempraturas nas séries históricas aumentaram, portanto, verificou-se que o estudo das mesmas são importantes e necessárias para compreender o campo térmico atual e, faz-se necessário também abordar outros aspectos climatológicos a fim de compreender a atmosfera.

Ao analisar os dados médios anuais verificou a elevação dos valores de temperatura do ar, sendo que em alguns houve a influência dos eventos climáticos La Niña e El Niño, o que contribuiu para picos de temperaturas médias em sua maioria elevados.

Em relação aos dados mensais da distribuição das temperaturas máximas, percebe-se que as menores temperaturas ocorreram às 9 horas e as maiores às 15 horas. Na análise da frequência, constatou-se que a classe de temperaturas mais baixas diminuiram e, em contrapartida, a classe de temperaturas mais elevadas tiveram um aumento durante o período de análise. Neste sentido, espera-se que este estudo possa contribuir com pesquisas que versam sobre a temática, destacando a importância de análises climáticas que contemplam séries históricas.

3. Referências

AMORIM, M. C. C. T. O clima urbano a partir do sensoriamento remoto e de registros da temperatura do ar. In: XIV Encuentro de Geógrafos de América Latina: reencuentro de saberes territoriales latinoamericanos, 2013, Lima. Anais...Lima/Peru: UGI, 2013. p. 1-18

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. Tradução: Maria Juraci Zani dos Santos. 13. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. 332p.

CRESPO, A. A. **Estatística Fácil**, 15 ed. São Paulo, SP: Saraiva, 1997.
GREGORY, D.; JOHNSTON, R.; PRATT, G.; WATTS, M.; WHATMORE, S. **The dictio-nary of human geography**. 2009

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2014). Disponível em: . Acesso em: 26 out. 2017.

LANDSBERG, H. E. The urban climate. **Academic Press**, New York. 1981.

LOMBARDO, M. A. **Ilha de Calor nas metrópoles: o exemplo de São Paulo**. São Paulo: Editora Hucitec, 1985.

LOMBARDO. M. A., **Ilhas de calor nas metrópoles**: um exemplo de São Paulo. São Paulo: HUCITEC, 1985.

MARENGO, J. A. Água e mudanças climáticas. , **Estudos Avançados**. 2008. vol.22 no.63 São Paulo 2008.

MARIANO, Z. F.; SCOPEL, I. Períodos de deficiências e excedentes hídricos na região de Jataí/GO. IN: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 12, III Reunião Latino-Americana de Agrometeorologia, Fortaleza-CE, 3 a 6 de julho, Anais, 2001 p.333 a 334.

MENDONÇA, Francisco. **Clima e Criminalidade: Ensaio analítico da correlação entre a temperatura do ar e a incidência de criminalidade urbana**. Curitiba. UFPR, 2001.

MIRANDA, R. A. C. ; BRANDÃO, C. B. ; PESSOA, M. L. ; PAIVA, P. R. S. . Perfil Horário da Distribuição da Frequência das Temperaturas do Ar Durante os Solstícios de Verão e Inverno no Bairro do Maracanã, RJ. **Revista Geo UERJ**, 2008, v. 2, p. 186/18-197, 2008.
ROCHA. J. R. R. **Microclima do Cerrado: Características higrotérmicas em Jataí e Caçu (GO)**. Programa de Pós-Graduação em Geografia (Mestrado), Universidade Federal de Goiás, Regional Jataí. 2014.

SILVA. M. R. **Desvelando a cidade:** segregação socioespacial em Jataí-GO. 2009. 205 f Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Goiás, Instituto de Estudos Socio-ambientais, 2009.