

Organizadores

Marcelo de Oliveira Moura
Maressa Oliveira Lopes Araújo
Natieli Tenório da Silva
Gabriel de Paiva Cavalcante
Lucas Pereira Soares

**LAMPEJO DE
MEMÓRIA**
e aplicações em
Climatologia
Geográfica



Editora
**SER
TÃO
CULT**

Organizadores

Marcelo de Oliveira Moura
Maressa Oliveira Lopes Araújo
Natieli Tenório da Silva
Gabriel de Paiva Cavalcante
Lucas Pereira Soares

**LAMPEJO DE
MEMÓRIA**
e aplicações em
Climatologia
Geográfica

SOBRAL

2026

Editora

SER
TÃO:
CULT

Lampejo de memória e aplicações em Climatologia gGeográfica

© 2026 copyright by: Marcelo de Oliveira Moura, Maressa Oliveira Lopes Araújo, Natieli Tenório da Silva, Gabriel de Paiva Cavalcante, Lucas Pereira Soares (orgs).
Impresso no Brasil/Printed in Brazil



Rua Maria da Conceição P. de Azevedo, 1138

Renato Parente - Sobral - CE

(88) 3614.8748 / Celular (88) 9 9784.2222

contato@editorasertaoocult.com.br

sertaoocult@gmail.com

www.editorasertaoocult.com.br

Coordenação Editorial e Projeto Gráfico

Marco Antonio Machado

Coordenação do Conselho Editorial

Antonio Jerfson Lins de Freitas

Conselho Editorial

Abraão Levi dos Santos Mascarenhas (Unifesspa)

Osvaldo Girão da Silva (UFPE)

Ana Claudia Ramos Sacramento (UERJ)

Paulo Rogério de Freitas Silva (UFAL)

Isorlanda Caracristi (UVA)

Raimundo Lenilde de Araújo (UFPI)

José Luis Gonçalves Moreira da Zêzere (UL-IGOT)

Ricardo Alexandre Cipriano Coscurão (UL-IGOT)

Luis Filipe Gonçalves Mendes (UL-IGOT)

Sandra Liliana Mansilla (UNT)

Marco Túlio Mendonça Diniz (UFRN)

Vanda Carneiro de Claudino Sales (UFC)

Maria Rita Vidal (Unifesspa)

Wendel Henrique Baumgartner (UFBA)

Matheus Lisboa Nobre da Silva (UFRRJ)

Revisão

Danilo Ribeiro Barahuna

Imagens da capa

Marcelo de Oliveira Moura. Pitimbu/PB, Rio Tracunhaém, divisa natural entre os estados da Paraíba e Pernambuco. Trabalho de campo realizado no dia 07 de dezembro de 2024 durante a programação do IV Seminário de Climatologia Geográfica da UFPB.

Diagramação e Capa

João Batista Rodrigues Neto

Catalogação

Leolgh Lima da Silva - CRB3/967

Apoio:**Idealização:**

Esta obra foi financiada pelo Programa de Pós - Graduação em Geografia (PPGG) do Centro de Ciências Exatas e da Natureza (CCEN) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), através da concessão de verba oriunda do Programa de Desenvolvimento da Pós - Graduação (PDG) da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) no âmbito do Projeto Nº 24001015042P2.

L237 Lampejo de memória e aplicações em Climatologia Geográfica. / Organizado por Marcelo de Oliveira Moura, Maressa Oliveira Lopes Araújo, Natieli Tenório da Silva, Gabriel de Paiva Cavalcante, Lucas Pereira Soares. - Sobral, CE: Sertão Cult, 2026.

184p.

ISBN: 978-65-5421-267-0 - E-book em pdf

ISBN: 978-65-5421-266-3 - papel

Doi: 10.35260/54212670-2026

1. Geografia. 2. Climatologia. 3. Metodologia. I. Moura, Marcelo de Oliveira. II. Araújo, Maressa Oliveira Lopes . III. Silva, Natieli Tenório da. IV. Cavalcante, Gabriel de Paiva. V. Soares, Lucas Pereira. VI. Título.

CDD 551.6981
Climatologia.



SUMÁRIO

Convite a(o) leitor(a) 5

Manifest(a)ções de uma memória coletiva..... 9

Marcelo de Oliveira Moura

Marella Oliveira Lopes Araújo

Natieli Tenório da Silva

Gabriel de Paiva Cavalcante

Lucas Pereira Soares

BLOCO I – TÉCNICAS E PROCEDIMENTOS NO ESTUDO DO CLIMA

Cartografia das chuvas paraenses: uma leitura pelos quantis 33

Lucas Pereira Soares

Marcelo de Oliveira Moura

As chuvas no estado da Paraíba: seleção de anos-padrão 49

Gabriel de Paiva Cavalcante

Marcelo de Oliveira Moura

Pedalando pelo bairro: técnicas de coleta de variáveis

meteorológicas..... 65

Pablo Wesley Alves de Oliveira

Marcelo de Oliveira Moura

BLOCO II – ESTUDOS CLIMÁTICOS E SOCIOAMBIENTAIS

| | |
|---|------------|
| Estudo do clima das cidades: o clima urbano na cidade do Crato-CE sob o enfoque térmico..... | 83 |
| <i>Juliana Maria Oliveira Silva</i> | |
| Ações de educação para Redução de Riscos de Desastres (ERRD) no Crato, Ceará..... | 97 |
| <i>Antônia Carlos da Silva</i> | |
| <i>Marcelo de Oliveira Moura</i> | |
| As chuvas no município de Patos, Paraíba | 115 |
| <i>Sueleide Castro Fernandes</i> | |
| <i>Joyce Ferreira Gomes</i> | |
| <i>Lilly Barbosa de Lucena</i> | |
| Clima e dimensões socioambientais no domínio de natureza da Caatinga..... | 127 |
| <i>Sergio Murilo Santos de Araújo</i> | |
| Entre sistemas equatoriais e tropicais: a dança das chuvas no estado do Pará..... | 141 |
| <i>Lucas Pereira Soares</i> | |
| Clima e dimensões socioambientais no domínio da natureza Pantanal Sul-mato-grossense..... | 163 |
| <i>Vicentina Socorro da Anunciação</i> | |
| Os autores | 177 |

CONVITE A(O) LEITOR(A)



No ano de 2025 foi celebrado os 10 anos do Laboratório de Climatologia Geográfica (CLIMAGEO) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Assim, como uma forma simbólica de registrar esse marco, organizamos a presente coletânea para compartilhar com a sociedade nossa alegria de existir como um grupo que faz pesquisa e extensão universitária em uma universidade pública.

Na coletânea, os destaques são para as pesquisas recentes realizadas pelos integrantes do laboratório, egressos e ingressos do Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGG/UFPB), além de capítulos de docentes colaboradores do CLIMAGEO. Esses docentes são vinculados às seguintes instituições: Universidade Regional do Cariri (URCA), Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) e Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (PPGGeo/UFMS).

A coletânea conta com dez capítulos. O primeiro, um texto que imprime a trajetória e a memória do nosso laboratório, é uma escrita coletiva materializada pelas feituras dos anfitriões/organizadores da obra e dos membros que integram ou integraram o nosso grupo.

Na sequência, três capítulos formam o primeiro bloco da coletânea. São textos referentes a técnicas e procedimentos metodológicos aplicados ao estudo do clima em escala regional e local. Os capítulos são oriundos de aplicações que fizeram parte de duas teses de doutorado e de uma dissertação de mestrado defendidas no PPGG/UFPB. Os dois primeiros capítulos são destinados à escolha de “anos-padrão” de chuvas para os estados do Pará e da Paraíba, sob a métrica da técnica estatística dos quantis. Já o terceiro capítulo do bloco trata de um relato sobre as principais técnicas e procedimentos de coleta de temperatura e umidade do ar em transectos realizados por bicicleta em um bairro do Recife/PE.

No segundo bloco da coletânea, constam seis capítulos que imprimem resultados de estudos climáticos e socioambientais em diferentes escalas geográficas de análise. Os dois primeiros capítulos trazem resultados de pesquisas socioclimáticas realizadas na cidade do Crato, Ceará, sob a perspectiva das ilhas de calor e do conforto térmico urbano, além do relato de ações em gestão de riscos de desastres com a participação e a memória da população residente em áreas de risco ambiental.

Em continuidade, apresenta-se um capítulo sobre a síntese da variação das chuvas no município de Patos/PB, escrito por alunas que ingressaram nos cursos de doutorado e mestrado do PPGG/UFPB no ano de 2025. O capítulo é resultado de um dos desfechos da disciplina eletiva “Climatologia Dinâmica do Nordeste Brasileiro” do PPGG/UFPB.

No fecho do bloco II da coletânea, ofertamos ao leitor três capítulos sobre dimensões geográficas de três regiões de distintas especificidades morfoclimáticas do Brasil. Os capítulos são transcrições de palestras proferidas na mesa-redonda intitulada: “Clima e dimensões socioam-

bientais nos domínios da natureza do Brasil: Amazônia paraense, Pantanal sul-mato-grossense e Caatinga”. A mesa fez parte da programação do IV Seminário de Climatologia Geográfica da UFPB (IV CLIMAGEO UFPB), o qual foi realizado no auditório do Departamento de Geociências da UFPB entre os dias 5 e 7 de dezembro de 2024.

Dante dessa breve apresentação da nossa coletânea, convidamos o leitor a navegar pelas páginas dos capítulos produzidos pelos integrantes e pelos colaboradores do nosso laboratório.

Que as páginas da nossa coletânea possam trazer momentos de dobras e de lampejos ao pensamento — ideias do leitor —, tal qual o convite feito pela fotografia que estampa esta apresentação. A fotografia é um arquivo-memória de uma margem do Rio Tracunhaém, divisa natural entre os estados da Paraíba e de Pernambuco, o mesmo rio-paisagem que tinge as cores da capa da coletânea.

Os organizadores



MANIFEST(A)ÇÕES DE UMA MEMÓRIA COLETIVA

*Marcelo de Oliveira Moura
Maressa Oliveira Lopes Araújo
Natieli Tenório da Silva
Gabriel de Paiva Cavalcante
Lucas Pereira Soares*

Embarque

A escrita deste capítulo compõe linhas de memória de um grupo: o Laboratório de Climatologia Geográfica (CLIMAGEO), o qual é vinculado ao Departamento de Geociências (DGEOC) e ao Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGG) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB). É uma escrita também festiva, pois o laboratório completou dez anos de existência em meados do ano de 2025.

Registrarmos que o desejo de acampar, em forma de um coletivo, para pesquisar climatologia na Geografia da UFPB remonta ao ano de 2010, episódio que faz aumentar a régua das nossas memórias antes da construção física e institucional do laboratório. Exemplo disso foi a participação dos primeiros integrantes do grupo em eventos científicos: no IV Simpósio Internacional de Climatologia (IV SIC), de 16 a 19 de outubro

de 2011, realizado no extinto Hotel Tambaú, na cidade de João Pessoa/PB; e no X Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica (X SBCG), de 19 a 23 de novembro de 2012, sediado na cidade de Manaus/AM, na Universidade Federal do Amazonas (Figuras 1 e 2).

Nos eventos, apresentamos os achados de práticas de campo no bairro do Centro, em João Pessoa, realizadas no âmbito dos componentes curriculares de Climatologia e de Fundamentos de Climatologia do DGEOC/UFPB durante os semestres letivos de 2010.2 e de 2011.1. Os psicrômetros giratórios manuais, instrumentos de coleta de variáveis de temperatura e umidade relativa do ar utilizados nas práticas, foram emprestados pelo extinto Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos (LCRH) do Departamento de Geografia da UFC, por intermédio das professoras Maria Elisa Zanella e Marta Celina Linhares Sales.

Além dos trabalhos de campo em espaço urbano, apresentamos também nossos primeiros resultados em análises de dados de séries temporais de precipitação na cidade de João Pessoa e na região geográfica de Sapé, na Paraíba. Assim, publicamos os primeiros trabalhos desenvolvidos pelo nosso grupo na UFPB, que são: “*Avaliação do conforto térmico no centro urbano de João Pessoa – PB*” (Silva et al., 2011); “*Microclimas urbanos no centro de João Pessoa – PB*” (Almeida et al., 2011); “*Microclimas e avaliação do conforto térmico no bairro do Centro em João Pessoa, Paraíba*” (Silva et al., 2012); “*Avaliação quantitativa das precipitações diárias intensas na cidade de João Pessoa, Paraíba*” (Pereira et al., 2012) e “*Análise da pluviosidade na microrregião de Sapé, Paraíba, e sua relação com a produção da cana-de-açúcar*” (Pereira; Souza-Filho; Moura, 2012).

Figura 1 - Registros de participação do grupo no V SIC
em João Pessoa/PB (outubro de 2011)



Fonte: Arquivo pessoal de Marcelo de Oliveira Moura.

Figura 2 - Registros de participação de Natieli Tenório da Silva e Lucas Pereira Soares
ao lado do Prof. Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro (*in memoriam*) no X SBCG
(Manaus/AM, outubro de 2012)



Fonte: Arquivo pessoal de Marcelo de Oliveira Moura.

Ancoramos nossa ideia de memória ao pensamento do filósofo Maurice Halbwachs (1990), ao tratar a memória coletiva como a rememoração de um grupo social (e não de um indivíduo) em um processo de reconstrução de um passado vivido e experimentado:

Não é suficiente reconstruir peça por peça a imagem de um acontecimento do passado para se obter uma lembrança. É necessário que esta reconstrução se opere a partir de dados ou de noções comuns que se encontram tanto no nosso espírito como no dos outros, porque elas passam incessantemente desses para aquele e reciprocamente, o que só é possível se fizeram e continuam a fazer parte de uma

mesma sociedade. Somente assim podemos compreender que uma lembrança possa ser ao mesmo tempo reconhecida e reconstruída (Halbwachs, 1990, p. 34).

São as ações dos sujeitos sociais que construíram (e dos que continuam a construir) o vivido e o praticado coletivamente no CLIMAGEO/UFPB que serão compartilhadas nas próximas páginas. São registros no campo do ensino, da pesquisa e da extensão universitária realizados no chão do nosso laboratório e da comunidade.

Também é nosso objetivo compartilhar outras camadas de memória: momentos de afeto, de celebração e de outras manifestações. Afinal, “Quem nunca?” se arriscou em versos improvisados para celebrar os feitos (e os não feitos) de uma caminhada coletiva. No Arraiá do CLIMAGEO, edição 2025 (Figura 3), realizado no acolhimento da casa e do terreiro da nossa membra decana, Profa. Ma. Natieli Tenório da Silva, rabiscamos:

Quem Nunca?
Percorreu estradas com curvas
Caiu sem ter o chão
Sonhou acordado
Quebrou para colar
Virou sem rumo
Subiu sem escada
Escalou montanhas em planícies

Somos feitos de gente e de feituras!
Somos cor, som, gosto e gostosas(os)
Somos professoras(res) e alunas(os)
Somos pedreiras/os que alicerçam o chão que pisamos há 10 anos!
Somos CLIMAGEO - UFPB!

Com erros e acertos nos abraçamos para fazer, desfazer e para sonhar com um mundo melhor!
Quem nunca sobrou velas de felicidade?
Vida longa ao nosso Laboratório!
Com o carimbo do improviso deixo essas palavras-brinde.

Fonte: CLIMAGEO UFPB (2025)

Elaboração: Marcelo de Oliveira Moura (Jacumã, Conde/PB, 05 de julho de 2025).

Figura 3 - Registro de celebração dos 10 anos do laboratório, julho de 2025



Fonte: CLIMAGEO UFPB (2025).

Nos vagões da pesquisa

No campo da pesquisa, os integrantes do laboratório desenvolveram suas investigações em maior conexão com o arcabouço teórico e metodológico ofertado pelo geógrafo Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro (1927-2022), com destaque para duas vertentes da sua Climatologia Geográfica. A primeira versa sobre estudos realizados sob o prisma do paradigma da análise rítmica em Climatologia (Monteiro, 1969, 1971, 1976 e 2015); a segunda vertente, nas aplicações teóricas e metodológicas do Sistema Clima Urbano (S.C.U.), sob o enfoque dos subsistemas termodinâmico e hidrometeórico (Monteiro, 1976 e 2015).

Foi com essas perspectivas teórico-conceituais, técnicas e metodológicas que desenvolvemos, com mais volume e frequência, nossos projetos de pesquisa, planos de iniciação científica, artigos, TCCs, dissertações de mestrado e teses de doutorado. A Figura 4 mostra as palavras-chave mais adotadas nas dissertações de mestrado e teses de doutorado, em forma de nuvem de palavras, elaborada por meio da ferramenta Word Cloud, disponível no site de Jason Davies.

Figura 4 - Nuvem com palavras-chaves dos temas das pesquisas



Fonte: CLIMAGEO UFPB (2025).

Organização: Natieli Tenório da Silva.

Na Figura 4, o destaque é para os conteúdos/temas direcionados ao estudo da precipitação pluviométrica, das massas de ar e da Climatologia Geográfica. Esses temas se alinham tanto ao campo da Climatologia Dinâmica ou Regional, sob o enfoque do ritmo climático, quanto ao campo daqueles estudos que se ancoraram no S.C.U. para entender a gênese dos tipos de tempo e os impactos das chuvas diárias excepcionais nos espaços urbanos das cidades do Nordeste.

Uma preocupação marcante do grupo foi a de sempre delimitar o campo teórico das pesquisas na área de saber da Climatologia Geográfica, do ensino de Climatologia e das temáticas físico-naturais, concatenando-as com a diversidade dos problemas socioambientais e de suas escalas geográficas nas áreas de estudos ou nos materiais didáticos/ acervos investigados. Talvez os títulos das pesquisas presentes nos Quadros 1 e 2 revelem essa preocupação. Convidamos os leitores a conhecerem nossos trabalhos no repositório institucional da UFPB (<https://repositorio.ufpb.br/jspui/>) e no do CLIMAGEO (<https://www.ufpb.br/climageo/contents/menu/publicacoes>).

Quadro 1 - Dissertações de Mestrado e Teses de Doutorado defendidas pelos membros do CLIMAGEO, 2018 a 2025

| Ano | Título | Autor(a) | Orientação | Tipo | Programa |
|------|--|------------------------------------|---|-------------------------|---------------|
| 2018 | Dinâmica Climática e as Chuvas na Região da Zona da Mata, Nordeste do Brasil | Michaell Douglas Barbosa Pereira | Prof. Dr. Marcelo de Oliveira Moura Profa. Dra. Daisy Beserra Lucena | Dissertação de Mestrado | PPGG-UFPB |
| 2018 | As Chuvas no Município de João Pessoa: impactos, riscos e vulnerabilidade socioambiental | Natieli Tenório da Silva | Prof. Dr. Marcelo de Oliveira Moura Profa. Dra. Camila Cunico | Dissertação de Mestrado | PPGG-UFPB |
| 2019 | Avaliação das Ocorrências de Desastres Hidrometeorológicos na Região Semiárida do Brasil no Período de 2003 A 2017 | Karinthea Karla Silva Temoteo | Prof. Dr. Marcelo de Oliveira Moura Profa. Dra. Daisy Beserra Lucena | Dissertação de Mestrado | PPGG-UFPB |
| 2019 | As Chuvas na Região Agreste da Borborema, Nordeste do Brasil: proposta de setorização climática sob o enfoque da análise rítmica | Gabriel de Paiva Cavalcante | Profa. Dra. Daisy Beserra Lucena Prof. Dr. Marcelo de Oliveira Moura | Dissertação de Mestrado | PPGG-UFPB |
| 2019 | Microclimas e Conforto Térmico em Ambiente Escolar na Cidade do Crato, Ceará | Sherly Gabriela da Silva | Prof. Dr. Marcelo de Oliveira Moura | Dissertação de Mestrado | PPGG-UFPB |
| 2022 | Vulnerabilidade Socioambiental Frente aos Riscos de Desastres Climáticos na Região Pluviométrica do Cariri/Curimataú Paraibano | Tatiana dos Santos Silva | Prof. Dr. Marcelo de Oliveira Moura Profa. Dra. Camila Cunico | Dissertação de Mestrado | PPGG-UFPB |
| 2022 | Análise Horária dos Elementos Climáticos na Paraíba: do descritivo ao geográfico | Maressa Oliveira Lopes Araújo | Profa. Dra. Daisy Beserra Lucena | Dissertação de Mestrado | PPGG-UFPB |
| 2023 | Aspectos do Microclima da Favela Tito Silva, João Pessoa/PB | Anderson Vitor Lopes Dias | Prof. Dr. Marcelo de Oliveira Moura | Dissertação de Mestrado | PPGG-UFPB |
| 2023 | As Chuvas no Estado do Pará, Brasil: classificação climática de abordagem geográfica | Lucas Pereira Soares | Prof. Dr. Marcelo de Oliveira Moura | Tese de Doutorado | PPGG-UFPB |
| 2023 | Seca como Fenômeno Geográfico: letramento literário com os estudantes do Ensino Médio | Maria Camila Siqueira Santos Silva | Prof. Dr. Marcelo de Oliveira Moura | Dissertação de Mestrado | PROF GEO-UFCG |
| 2024 | Clima Urbano do Bairro Santo Amaro, Recife-PE Sob a Perspectiva do Campo Térmico | Pablo Wesley Alves de Oliveira | Prof. Dr. Marcelo de Oliveira Moura | Dissertação de Mestrado | PPGG-UFPB |
| 2025 | Memória Coletiva dos Desastres Ambientais na Cidade do Crato, Ceará | Antônia Carlos da Silva | Prof. Dr. Marcelo de Oliveira Moura | Tese de Doutorado | PPGG-UFPB |
| 2025 | Escola Sem Risco: linguagens e práticas de educação para os riscos e desastres no ensino de Geografia | Eduardo da Silva Gomes | Prof. Dr. Marcelo de Oliveira Moura | Dissertação de Mestrado | PROF GEO-UFCG |

Organização: Natieli Tenório da Silva.

Quadro 2 - Projetos de pesquisa e planos de trabalho desenvolvidos no CLIMAGEO no âmbito do PIBIC/CNPq da UFPB

| Período | Título do Projeto/Planos de Pesquisa | Bolsistas |
|----------------|--|---|
| 2014 - 2016 | <p>Projeto: Clima e Saúde na Cidade de João Pessoa/PB: Correlações entre os Eventos Térmicos Extremos do Ar e o Agravio das Doenças Cardiovasculares</p> <p>Planos:</p> <p>Anomalias das Temperaturas Extremas do Ar na Cidade de João Pessoa/PB</p> <p>Correlações entre os Atributos Climáticos e as Internações Hospitalares por Doenças Isquêmicas do Coração na Cidade de João Pessoa/PB</p> | Gabriel de Paiva Cavalcante |
| 2016 - 2019 | <p>Projeto: Desastres Naturais Associados à Ocorrência de Chuvas Intensas e Extremas nos Espaços urbanos da Região Nordeste do Brasil</p> <p>Planos:</p> <p>Análise dos Registros de Desastres Hidrológicos e Geológicos nos Espaços Urbanos da Sub-Região Leste do Nordeste Brasileiro</p> <p>Análise dos Episódios Pluviométricos Extremos Deflagradores de Desastres hidrometeorológicos nos Espaços Urbanos da Região Semiárida do Nordeste</p> | <p>Guilherme Barroca Marques</p> <p>Arielli Lima de Mendonça</p> <p>Wanessa Janinne Eloy da Silva</p> |
| 2018-2019 | <p>*Projeto: Caracterização da Precipitação Diária e Horária no Estado da Paraíba</p> <p>Plano: Diagnosticar o Comportamento Horário e Sazonal da Precipitação no Litoral da Paraíba</p> | Maressa Oliveira Lopes Araújo |
| 2018 - 2021 | <p>Projeto: Desastres Hidroclimáticos nas Regiões Pluviométricas do Estado da Paraíba</p> <p>Planos:</p> <p>Análise das Ocorrências dos Desastres Hidroclimáticos na Região do Cariri/Curimataú Paraibano</p> <p>Análise das Ocorrências dos Desastres Hidroclimáticos na Região do Sertão e Alto Sertão Paraibano</p> | Wanessa Janinne Eloy da Silva |

| | | |
|----------------------|--|---|
| 2021 - 2023 | <p>Projeto: Microclimas e (Des)conforto Térmico em Ambientes Externos de Favela na Cidade de João Pessoa</p> <p>Plano:</p> <p>Análise Rítmica em Climatologia Aplicado ao Estudo do Conforto Térmico na Cidade de João Pessoa, Anos I e II</p> | Bhreenda Mayhara da Silva Santos |
| A partir do ano 2023 | <p>Projeto: Desastres Socioambientais e suas Narrativas nos Livros Didáticos de Geografia</p> <p>Planos:</p> <p>As Mudanças Climáticas Globais nos Livros Didáticos de Geografia</p> <p>Imagens em Movimento: Impressões da Crise Climática - Ambiental nos Livros Didáticos de Geografia</p> <p>Tripé Temário das Mudanças Climáticas Globais: Justiça Climática, Racismo Ambiental e Deslocados Climático-Ambientais nos Livros Didáticos de Geografia</p> | Raissa de Araújo Sinelly Pereira de Andrade José Bertoldo Campos Neto |

*Projeto e orientação sob a responsabilidade da Profa. Daisy Beserra Lucena, já os demais projetos e planos tiveram orientação do Prof. Marcelo de Oliveira Moura.

Organização: Natieli Tenório da Silva.

Um dos elementos meteorológicos mais estudados pelos integrantes do laboratório foi a precipitação pluviométrica, seja sob o prisma da análise rítmica, seja sob o do campo hidrometeorológico do S.C.U., ou ambos de forma concomitante, pois as perspectivas teóricas e metodológicas do professor Monteiro não se anulam; tornam-se mais férteis quando se materializam de forma simultânea e sistêmica para dar relevo aos problemas geográficos de uma região ou de um território.

A concentração de pesquisas com cerne na precipitação se explica, principalmente, pela ausência de recursos financeiros para a aquisição de aparelhagem meteorológica para análise de outros elementos do clima, por meio de campanhas de campo para coleta de dados primários.

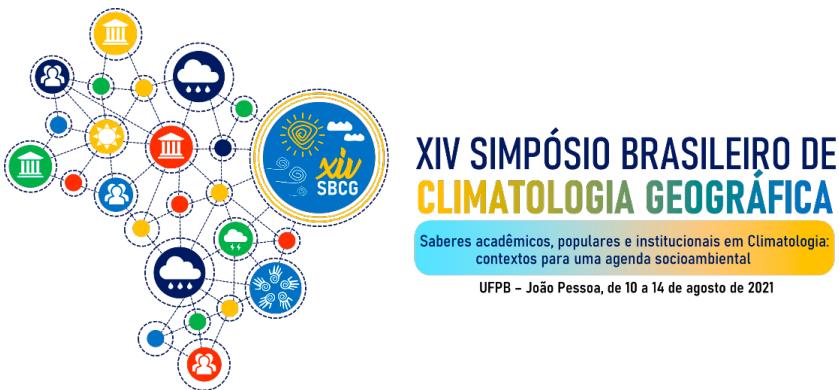
As primeiras pesquisas de levantamento primário só aconteceram no ano de 2022, com a aquisição de seis termo-higrômetros digitais *datalogger* e dois termo-higroanemômetros. Não obstante, algumas pesquisas que exigiam aparelhagem foram realizadas com apoio de colaboradores/laboratórios parceiros do CLIMAGEO.

Frente a essa situação, o mais viável foi fazer pesquisa com dados de natureza secundária, isto é, utilizar-se de séries temporais de variáveis meteorológicas disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e por agências estaduais, principalmente a Agência Executiva de Gestão das Águas da Paraíba (AESÁ), além do banco de dados geográficos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), do banco de dados do Ministério da Saúde e de outras agências e institutos da esfera federal e estadual.

Bilhetes de passagem: eventos e premiações

Nossas pesquisas ganharam materialidade em periódicos científicos, livros, capítulos de livros, trabalhos completos e resumos em anais de eventos, em especial nos eventos promovidos pela Associação Brasileira de Climatologia (ABClima): o Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica (SBCG). Destacamos que a XIV edição do SBCG foi organizada pelos membros do nosso grupo no ano de 2021. Acreditamos que esse evento foi nosso “bilhete de passagem” para a projeção nacional do laboratório na comunidade da climatologia geográfica.

O XIV Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica (XIV SBCG), no período de 10 a 14 de agosto de 2021, foi realizado inteiramente no formato remoto, em função da pandemia de Coronavírus. O tema norteador do XIV SBCG foi “Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia: contextos para uma agenda socioambiental”. Nossa lógomarca (Figura 5) estampou as telas dos celulares e dos computadores de centenas de pesquisadores que participaram efetivamente da nossa programação. A programação e as atividades realizadas no evento estão disponíveis no site <https://www.xivsbcg.com.br/>.

Figura 5 - Logomarca do XVI SBCG, João Pessoa/PB, 2021

Idealização e arte: Gabriel de Paiva Cavalcante.

O XIV SBCG foi um evento inteiramente inovador quanto ao formato de sua estrutura e ao seu acolhimento junto ao público. Além disso, construímos com a gestão da ABClima (2018-2021) um grande legado para a nossa comunidade: a criação do 1º Concurso de Melhor Dissertação de Mestrado e Tese de Doutorado em Climatologia Geográfica. Esse concurso recebe o nome do professor Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro (*in memoriam*).

O professor Monteiro permitiu, com muito entusiasmo, estampar o seu nome no prêmio e recebeu da Geografia brasileira a sua última homenagem em vida, de forma remota, ao lado da sua grande amiga de profissão e de jornada, a Profa. Dra. Maria Adélia Aparecida de Souza, na cidade de Campinas/SP, na noite do dia 13 de agosto de 2021. O roteiro da homenagem foi idealizado e narrado pelos membros do CLIMATEO/UFPB, Prof. Dr. Gabriel de Paiva Cavalcante e Prof. Dr. Marcelo de Oliveira Moura, e se encontra disponível em vídeo no endereço: <https://www.youtube.com/watch?v=rCBGXBZq00Q>.

Vale evidenciar que não obtivemos nenhum apoio financeiro de agências de fomento para a realização do evento em tela, em especial da Capes e do CNPq, pois vivenciávamos naquele momento um grande retrocesso democrático no Brasil, com ausências e subtrações de verbas para financiamentos de eventos técnico-científicos.

O que mais se registrou foi um governo federal¹ corrupto, anticiência e negacionista. Um governo de ataques e de descaso com as instituições de ensino e de pesquisa; um governo de perseguição aos professores, aos estudantes e aos pesquisadores do nosso país. O CLIMAGEO/UFPB se posicionou em suas atividades contra esse governo, por meio dos eventos que organizamos e em protestos de rua (Figura 6).

Figura 6 - Protesto/ passeata contra os cortes orçamentários e ataques as instituições federais de ensino. Estudantes e professores do DGEOC/UFPB. Ruas do Centro e Praça do Ponto de Cem Réis, João Pessoa/PB, ano de 2019



Fonte: Arquivo pessoal de Maressa Oliveira Lopes Araújo.

Ainda sobre a organização de eventos, destacamos que o laboratório realiza, desde o ano de 2018, o Seminário de Climatologia Geográfica da UFPB (CLIMAGEO UFPB). Nossa primeira edição foi marcada por uma programação de defesas finais de dissertações e de qualificações de mestrado: trabalhos da primeira geração de pesquisadores do laboratório, os quais eram vinculados ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFPB.

A Figura 7 mostra a logomarca do evento juntamente com as informações principais do seminário. O seminário é bienal, gratuito e aberto a toda a comunidade. No mês de dezembro do ano de 2024, realizamos a nossa quarta edição. Sempre utilizamos nos seminários a logomarca criada pelo membro Prof. Me. Gabriel de Paiva Cavalcante, conhecido entre os colegas do grupo como “GD Produções”. A temática eleita para o I Seminário foi: “As chuvas sob a perspectiva geográfica: do local ao

¹ Governo Federal/Presidência (2019 - 2022), além do golpe que levou o *impeachment* da Presidenta Dilma Rousseff no ano de 2016.

regional e as dimensões socioambientais”, temário que mais refletia as investigações realizadas pelos membros do CLIMAGEO entre os anos de 2016 e 2018.

Figura 7 - Logomarca do I Seminário CLIMAGEO, João Pessoa/PB, agosto de 2018



Idealização e arte: Gabriel de Paiva Cavalcante.

Quanto ao reconhecimento nacional dos trabalhos de natureza técnico-científica produzidos pelos membros do laboratório, apontamos os destaques recebidos pelas comissões avaliadoras/julgadoras do Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, do Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada e da Associação Brasileira de Climatologia. Assim, foi reconhecido o mérito das seguintes pesquisas:

- 1) Prêmio de 3º lugar pelo trabalho “Participação dos sistemas atmosféricos na gênese das chuvas em anos-padrão na cidade de João Pessoa/PB”, no XII Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, Goiânia/GO, 2016. Autores: Michaell Douglas Barbosa Pereira, Gabriel de Paiva Cavalcante e Marcelo de Oliveira Moura;
- 2) Prêmio de 1º lugar pelo trabalho “Episódios de calor na cidade de João Pessoa – PB sob a perspectiva da análise rítmica”, seção pôster, no XVIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, Fortaleza/CE, 2019. Autores: Gabriel de Paiva Cavalcante e Marcelo de Oliveira Moura;
- 3) Prêmio de 2º lugar pelo trabalho “O ensino da seca por meio da literatura: aproximações iniciais com alunos do ensino médio no município de Afogados da Ingazeira/PE”, no XV Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, Guarapuava/PR, 2023. Autores: Maria Camila Siqueira Santos Silva e Marcelo de Oliveira Moura;
- 4) Menção Honrosa (categoria Dissertação de Mestrado) no 2º Concurso de Melhor Dissertação de Mestrado e Tese de Doutorado em Climatologia Geográfica — Prêmio Professor Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro, concedida à Ma. Maressa Oliveira Lopes Araújo pela elaboração da dissertação defendida no PPGG/UFPB no ano de 2022, intitulada: “Análise horária dos elementos climáticos na Paraíba: do descritivo ao geográfico”. Prêmio concedido pela comissão julgadora da Associação Brasileira de Climatologia durante a realização do XV Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, Guarapuava/PR, 2023;
- 5) Prêmio de Melhor Tese de Doutorado no 3º Concurso de Melhor Dissertação de Mestrado e Tese de Doutorado em Climatologia Geográfica — Prêmio Professor Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro, concedido ao Prof. Dr. Lucas Pereira Soares pela elaboração da tese defendida no PPGG/UFPB no ano de 2023, intitulada: “As chuvas no estado do Pará, Brasil: classificação climática de abor-

dagem geográfica”. Prêmio concedido pela comissão julgadora da Associação Brasileira de Climatologia durante a realização do XVI Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, Crato/CE, 2025.

Findamos esta seção com versos de cordel, compartilhados na sessão de outorga da 3^a edição do Prêmio Professor Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro, no auditório da Universidade Regional do Cariri, na data de 20 de agosto de 2025. Foi um momento ímpar, pois, no ano de comemoração dos 10 anos do CLIMAGEO/UFPB, o primeiro doutor do laboratório, o Prof. Dr. Lucas Pereira Soares, teve o seu trabalho reconhecido pela nossa comunidade.

A alegria foi ainda maior, pois é a primeira tese de um programa de pós-graduação em Geografia das regiões Norte e Nordeste a ser premiada em um evento do Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica. Dos versos-emoção da Profa. Dra. Flávia Ingrid Bezerra Paiva Gomes (IFCE):

Prêmio Monteiro

Chegou a hora esperada,
De anunciar finalmente,
Quem ganha o prêmio
Monteiro
Diante de toda a gente!

Quem muita estuda, batalha,
Luta assim descomunal,
Pois quem tem pós se
desdobra
De forma fenomenal!

Na área de clima, então...
É pesquisa exigente!
Tem campo e também tem
cálculo...
Peço palmas pra essa gente!

O parabéns é pra todos,
Sintam-se lisonjeados,
Mas o prêmio só pra poucos
E ele foi bem calculado.

A tese e a dissertação
São incríveis de admirar!
Recebam agora então
Quem viemos celebrar!

Fonte: Cedido pela Coordenação Geral do XVI SBCG,
ano 2025.

Elaboração: Profa. Dra. Flávia Ingrid Bezerra Paiva
Gomes.

Um outro vagão: do chão da favela ao chão das escolas

Os trilhos desta seção levarão o leitor a relatos de ações extensistas organizadas pelo nosso laboratório. As atividades de extensão ocorreram tardivamente no ano de 2018. Isso se deveu ao levantamento de informações e estratégias necessárias para que alcançássemos o público-alvo das nossas ações. Assim, os mapeamentos e as informações levantados pela dissertação de mestrado da Profa. Ma. Natieli Tenório da Silva (Silva, 2018) e por outras pesquisas desenvolvidas no âmbito dos planos de pesquisa dos bolsistas PIBIC/CNPq da UFPB nos levaram ao chão da comunidade Tito Silva.

As práticas de extensão ecoaram em ações de Redução de Riscos de Desastres (RRD) naqueles territórios de maior risco a inundações, bem como onde residem as populações de maior privação socioeconômica de João Pessoa. As práticas ocorreram entre os anos de 2018 e 2019, no âmbito do projeto: “Participação comunitária para ações de Redução de Riscos de Desastres (RRD) em territórios de alta vulnerabilidade socioambiental no município de João Pessoa”.

No ano de 2018, as ações do projeto foram realizadas na comunidade de Tito Silva, localizada às margens do médio curso do Rio Jaguaribe, no bairro Miramar. Os principais resultados alcançados com as ações nessa comunidade foram a elaboração coletiva de ferramentas de gestão comunitária em RRD, tais como: i) Mapa das Zonas de Risco a Inundação; ii) Mapa Comunitário de Riscos e Guia de Informações de Riscos e Danos Comunitários; e iii) Plano de Emergência Comunitário da Tito Silva, conforme apresentaram os trabalhos de Araújo, Moura, Silva e Cunico (2019) e Moura, Silva e Cunico (2020).

No ano de 2019, as ações de RRD foram voltadas ao atendimento de estudantes da turma do 8º ano (manhã) da Escola Municipal de Ensino Fundamental Escritor Luiz Augusto Crispim, situada no bairro dos Ipês, em João Pessoa. Esses estudantes são oriundos de comunidades situadas em áreas de alto risco a inundação e de alta vulnerabilidade social da cidade. Na Figura 8, apresentam-se fotografias de atividades extensionistas realizadas com os estudantes na escola, na universidade e na comunidade.

Figura 8 - Registros das atividades com estudantes Escola Municipal de Ensino Fundamental Escritor Luiz Augusto Crispim, ano de 2019



Fonte: Arquivo pessoal de Marcelo de Oliveira Moura.

No ano de 2019, também se iniciaram as atividades de pesquisa do projeto: “Riscos, vulnerabilidades e desastres hidroclimáticos no estado da Paraíba: subsídios ao planejamento e à gestão dos territórios”, contemplado na Chamada Universal MCTIC/CNPq Nº 28/2018, sob a coordenação geral da Profa. Dra. Camila Cunico (UFPB).

O principal objetivo do projeto foi identificar os diferentes graus de suscetibilidade ambiental/climática (áreas suscetíveis a inundações e áreas suscetíveis a estiagem/seca), de vulnerabilidade social e de vulnerabilidade socioambiental, e associá-los às ocorrências de desastres de origem hidroclimática (inundações, secas e estiagens) no estado da Paraíba. No “Atlas dos riscos, vulnerabilidades e desastres ambientais do estado da Paraíba”, de autoria de Cunico, Lucena e Moura (2023), os leitores podem adquirir informações mais sistêmicas sobre os resultados do projeto.

Para um dos desfechos do projeto de pesquisa, elegeram-se escolas situadas em municípios paraibanos com elevado grau de risco de desastres hidroclimáticos para o desenvolvimento de ações com educadores no âmbito do projeto extensionista intitulado: “Extensão universitária em Educação para Redução de Riscos de Desastres (ERRD) no estado da Paraíba”, o qual denominamos ERRD PB. O projeto foi realizado entre os anos de 2021 e 2023. Para mais detalhamento sobre o projeto ERRD PB, sugerimos a leitura do trabalho de Moura e Cunico (2023).

O principal objetivo do projeto foi a realização de um curso de formação intitulado: “Curso Formação de Mediadores em Educação para Redução de Riscos de Desastres no Estado da Paraíba (ERRD PB)”. O curso foi destinado aos docentes do ensino médio de escolas públicas da Paraíba, denominados sujeitos transformadores/multiplicadores da cultura em gestão de riscos de desastres na comunidade escolar.

A mediação do curso ocorreu com o auxílio de sugestões de leituras e de atividades pedagógicas propostas nos chamados textos-fascículos. Esses textos, inéditos na região Nordeste do Brasil, formaram a Coleção Didática ERRD PB, organizada por Moura e Cunico (2022), a qual foi

publicada de forma seriada em dez fascículos e se encontra disponível gratuitamente para download em: <https://repositorio.editorasertaocult.com.br/index.php/omp/catalog/book/1>.

Para o desenredo da escrita deste “vagão”, elegemos a alegria compartilhada (Figura 9) por um integrante do CLIMAGEO/UFPB ao exibir o seu certificado como finalista do 1º Prêmio Destaques da Climatologia Geográfica (Categoria Discente), concedido pela Associação Brasileira de Climatologia durante a realização do XVI Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, na cidade do Crato/CE.

Figura 9 - Registro de compartilhamento do certificado de premiação do 1^a Prêmio Destaques da Climatologia Geográfica - ABClima, Crato/CE, agosto de 2025



Fonte: Arquivo pessoal de Filippi Emmanuel Sobral.

Egresso do curso de licenciatura em Geografia da UFPB e ingressante da turma de mestrado do PPGG/UFPB do ano de 2026, Filippi Emmanuel Sobral obteve o 2º lugar da premiação com o trabalho: “Formação de mediadores em Educação de Riscos de Desastres (ERRD)

no estado da Paraíba". Esse pódio é resultado de um trabalho coletivo, mas o zeloso empenho do estudante como aluno bolsista de extensão do CLIMAGEO/UFPB (2021 a 2023) ofertou o tom necessário para o brilho dessa prata.

É preciso desembarcar?

O porquê de uma estação final? Se a memória é coletiva, logo há trilhos para outros vagões?

Ao ancorar nas ideias iniciais de confrontações entre uma memória coletiva e uma memória individual de Maurice Halbwachs (1990), talvez rabisquemos, neste momento, para concluir o rito que se espera de um capítulo, respostas para as questões ao concordar com o filósofo:

Certamente, se nossa impressão pode apoiar-se não só sobre nossa lembrança, mas também sobre a dos outros, nossa confiança na exatidão de nossa evocação será maior, como se uma mesma experiência fosse recomeçada, não somente pela mesma pessoa, mas por várias (Halbwachs, 1990, p. 25).

E se suspendermos a régua do pensamento do filósofo? Deixaremos um bilhete pairando: qual a certeza de que, ao embarcar, existirá uma próxima estação para o desembarque? E se permitirmos embarcar em vagões sem trilhos? O que existe depois das curvas? A certeza de que virão trilhos em retas? A certeza é um perigo aos nossos embarques e desembarques?!

Referências

ALMEIDA, C. A.; LAVOR, L. F.; LIMA, V. F.; MOURA, M. O. Microclimas urbanos no Centro de João Pessoa-PB. In: **Anais do IV Simpósio Internacional de Climatologia**, João Pessoa- PB, 2011.

ARAÚJO, M. O. L., MOURA, M. O., SILVA, N. T., CUNICO, C. Participação social para ações de Redução de Riscos de Desastres na Comunidade Tito Silva, João Pessoa - PB. **Rede:** Revista Eletrônica do PRODEMA., v.13, p. 45–55, 2019. Disponível em: <http://www.revistarede.ufc.br/rede/article/view/595>. Acesso em: 27 set. 2021.

CLIMAGEO UFPB. Laboratório de Climatologia Geográfica da Universidade Federal da Paraíba. **CLIMAGEO - UFPB Celebra 10 Anos de Conquistas e Transformações.** 2025. Disponível em: <https://www.ufpb.br/climageo>. Acesso em: 06 out. 2025.

CUNICO, C; LUCENA, D. B; MOURA, M. O M. **Atlas dos riscos, vulnerabilidades e desastres ambientais do Estado da Paraíba.** Sobral: SertãoCult, 2023. Disponível em: <https://repositorio.editorasertao.org/index.php/omp/catalog/book/33>. Acesso em: 8 out. 2025.

HALBWACHS, M. **A memória coletiva.** Tradução de Laurent Léon Schaffter. São Paulo: Edições Vértice, 1990. 189p.

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). **Série Teses e Monografias**, n. 01. São Paulo: Instituto de Geografia/USP, 1969. 68p.

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. 01. 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. 181p.

MONTEIRO, C. A. F. A climatologia geográfica no Brasil e a proposta de um novo paradigma. In: MONTEIRO, C. A. F. (org.). **A construção da climatologia geográfica no Brasil.** Campinas, SP: Editora Alínea, p. 61–153, 2015.

MOURA, M. O., SILVA, D. A. M; CUNICO, C. Ação popular e gestão de riscos de desastres na cidade de João Pessoa, Paraíba. In: **Climatologia Geográfica:** do local ao regional e dimensões socioambientais.1

ed. João Pessoa: Editora UFPB, v. 1, p. 295-316, 2020. Disponível em: <http://www.editora.ufpb.br/sistema/press5/index.php/UFPB/catalog/book/634>. Acesso em: 27 set. 2021.

MOURA, M. O.; CUNICO, C. **Curso formação de mediadores em educação para redução de riscos de desastres no estado da Paraíba (ERRD PB)**. Sobral: SertãoCult, 2022. Disponível em: <https://repositorio.editorasertaocult.com.br/index.php/omp/catalog/book/1>. Acesso em: 8 out. 2025.

MOURA, M. O.; CUNICO, C. Formação de mediadores em educação para redução de riscos de desastres ambientais: a experiência do estado da Paraíba, Nordeste do Brasil. In: IWAMA, Allan Yu; AGUILAR-MUÑOZ, Viviana; BARBI, Fabiana (org.). **Riscos ao Sul: Diversidade de Riscos de Desastres no Brasil**. 1ed. Ubatuba: Editora Isso dá um livro., v. 1, p. 332-352, 2023. Disponível em: <http://www riesgosalsurbrasil.org/conteudo.html>. Acesso em: 18 set. 2025.

PEREIRA, M. D. B.; MONTEIRO, D. C. S.; SILVA, N. T.; MOURA, M. O. Avaliação quantitativa das precipitações diárias intensas na cidade de João Pessoa, Paraíba. **Revista GeoNorte**, v. 1, p. 921-929, 2012.

PEREIRA, M. D. B.; SOUZA - FILHO, J. F.; MOURA, M. O. Análise da pluviosidade na microrregião de Sapé, Paraíba e sua relação com a produção da cana-de-açúcar. **Revista GeoNorte**, v. 1, p. 910-920, 2012.

SILVA, N. T.; SILVA, D. M.; SOUZA, J.; MOURA, M.O. Avaliação do conforto térmico no centro urbano de João Pessoa- PB. In: **Anais do IV Simpósio Internacional de Climatologia.**, João Pessoa-PB, 2011.

SILVA, N. T.; MONTEIRO, D. C. S.; SOUZA FILHO, J. F.; MOURA, M. O. Microclimas e avaliação do conforto térmico no bairro do Centro em João Pessoa, Paraíba. **Revista GeoNorte**, v. 2, p. 401-410, 2012.

SILVA, N. T. **As chuvas no município de João Pessoa: impactos, riscos e a vulnerabilidade socioambiental.** (Dissertação de Mestrado). Programa de Pós-graduação em Geografia. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa-PB, 2018. 133p. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/18971>. Acesso em: 30 de set. 2025.



BLOCO I

TÉCNICAS E PROCEDIMENTOS NO ESTUDO DO CLIMA



CARTOGRAFIA DAS CHUVAS PARAENSES: UMA LEITURA PELOS QUANTIS

*Lucas Pereira Soares
Marcelo de Oliveira Moura*

Introdução

A compreensão climática em escala geográfica requer a integração de diferentes perspectivas metodológicas. O ritmo é o pressuposto principal, e sua busca é almejada mesmo diante de propostas metodológicas pautadas em abordagens quantitativas, elencadas no padrão médio e nas totalidades. Esse viés quantitativo possibilita o tratamento estatístico necessário à caracterização detalhada dos tipos de tempo, sobretudo por meio dos chamados “anos-padrão”.

A partir desses parâmetros, ocorre a integração entre a leitura rítmica e os elementos mensuráveis do clima, mapeados a partir dos índices de participação (Monteiro, 1973), os quais, combinados com uma interpretação geográfica mais ampla, favorecem a compreensão da dinâmica e da organização dos elementos climáticos elencados para análise. Essa articulação possibilita reconhecer padrões de variação temporal e espacial, identificar períodos de normalidade e de anomalias, além de

evidenciar as relações entre os diferentes tipos de tempo e suas reper-
cussões em variadas escalas de análise.

No nível de detalhamento proposto por este trabalho, a compreensão da precipitação, a partir da relação entre instrumentos metodológicos geográficos e técnicas quantitativas, permite analisar a organização temporal das chuvas e seus contrastes espaciais, além de identificar repetições, anomalias e extremos. Nesse contexto, destaca-se o uso da técnica dos quantis, amplamente empregada em estudos que integram a Climatologia Geográfica ao arcabouço quantitativo (Silvestre, 2016).

Os quantis traduzem estatisticamente os padrões de frequência e intensidade das chuvas, proporcionando uma leitura mais precisa da dinâmica pluviométrica regional (Xavier, 2001). Trata-se de um método estatístico eficaz para investigar a variabilidade das chuvas e distinguir períodos úmidos, secos e de normalidade, permitindo uma leitura mais refinada da distribuição pluviométrica.

Conforme Pinkayan (1966), estes possibilitam estabelecer probabilidades condicionais de ocorrência de anos secos e chuvosos sobre amplas áreas continentais, contribuindo para a identificação de padrões de irregularidade e de persistência climática. Para Xavier (2001), ao organizar os dados em faixas percentuais, os quantis permitem classificar os eventos de precipitação conforme sua frequência relativa, fornecendo uma base sólida para comparações temporais e espaciais.

Assim, a análise por quantis, embora inserida em um contexto predominantemente quantitativo, integra o campo da Climatologia Geográfica, sendo recorrente em diferentes estudos da área, como aponta Silvestre (2016). Essa abordagem configura-se como um instrumento que associa o rigor estatístico à definição de “anos-padrão”, conforme exemplificado em Cavalcante, Moura e Lucena (2022) e Soares (2023), contribuindo para a interpretação das condições dinâmicas vinculadas aos tipos de tempo. Desse modo, fortalece a análise rítmica e a utilização dos índices de participação, em consonância com os pressupostos metodológicos propostos por Monteiro (1973).

Dentro dessa concepção, que une arcabouços qualitativos, associados ao ritmo, e quantitativos, pautados no padrão médio e nas totalidades, encaminha-se este estudo ao estado do Pará (Figura 1), localizado na região Norte do Brasil, que se constitui como um espaço relevante para investigações climatológicas de caráter geográfico. Com uma extensão territorial de aproximadamente 1.245.870 km², o Pará representa cerca de 14,6% do território nacional (IBGE, 2022), destacando-se por sua ampla dimensão espacial e pela expressiva diversidade de ecossistemas, os quais refletem a complexa dinâmica atmosférica típica da Amazônia.

Figura 1 - Localização da área de estudo



Elaboração: Autores.

A configuração geográfica paraense apresenta-se singular, pois o estado é atravessado pela linha do Equador, o que lhe confere características térmicas e pluviométricas próprias de regiões equatoriais, associadas a baixos níveis altimétricos e à ampla influência de sistemas atmosféricos de origem equatorial. Em função de sua dimensão latitudinal, o território sofre ainda a influência de sistemas com gênese tropical, moldando regimes pluviométricos atrelados tanto a essa configuração

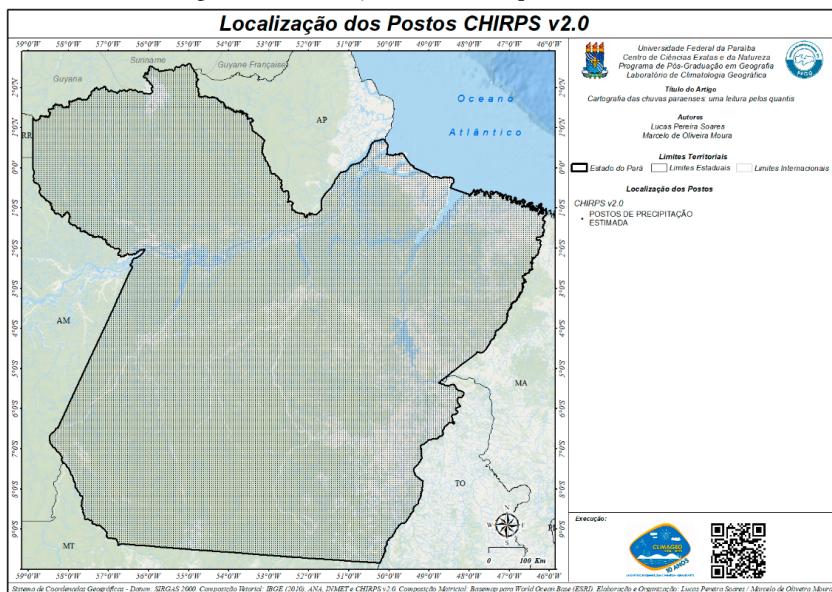
dos fatores geográficos globais, modulados pela componente latitudinal, quanto a efeitos locais, representados pela altitude, maritimidade e continentalidade, que contribuem para a diversidade pluviométrica da região.

Assim, este estudo sobre os quantis, aplicado ao território paraense, busca delinear regiões com características pluviométricas homogêneas, elencando as propriedades gerais da dinâmica climática paraense e seu arcabouço geográfico. Para a presente pesquisa, foram utilizados dados de precipitação estimada provenientes do *CHIRPS v2.0 (Climate Hazards Center InfraRed Precipitation with Station data version 2.0)*, recortados para o estado do Pará e abrangendo o período de 1990 a 2019.

Organização Metodológica

As etapas apresentadas a seguir correspondem a uma análise que considera a aplicação da técnica dos quantis ao delineamento de regiões marcadas por pluviosidade homogênea no estado do Pará. Considerou-se, nessa abordagem, a integração entre o uso de dados quantitativos, rítmicos e geográficos, de modo a estabelecer uma leitura coerente entre os valores estatísticos da precipitação e os condicionantes físico-geográficos e dinâmicos que moldam o regime pluviométrico.

Os dados utilizados foram organizados a partir da série estimada proveniente do *CHIRPS v2.0 (Climate Hazards Center InfraRed Precipitation with Station data version 2.0)* (Funk *et al.*, 2015), abrangendo o período de 1990 a 2019. As informações foram recortadas ao limite territorial do estado do Pará, totalizando 40.521 pontos de precipitação estimada, conforme apresentado na Figura 2. A base foi validada a partir do estudo de Soares e Moura (2023), além de considerar outras pesquisas que exploram diferentes escalas de aplicação desse conjunto de dados, como Paredes-Trejo, Barbosa e Lakshmi Kumar (2017), Costa *et al.* (2019) e Silva *et al.* (2020).

Figura 2 - Localização da malha de postos utilizada

Elaboração: autores.

Após a validação da matriz CHIRPS v2.0, organizou-se a malha de dados para a elaboração de dois produtos cartográficos:

- 1) **Mapa de precipitação média (1990–2019):** elaborado a partir da distribuição espacial dos 40.521 postos de dados sobre o estado do Pará, utilizando o método de krigagem ordinária. Este produto permitiu identificar os principais setores pluviométricos médios, embora sem a definição de limiares classificados segundo uma estatística mais refinada.
- 2) **Mapa de pluviosidade homogênea do estado do Pará (1990–2019):** produzido com base na classificação dos 40.521 postos de precipitação estimada por meio da técnica dos quantis, conforme os preceitos de Pinkayan (1966) e Xavier (2001). A classificação foi automatizada através de fórmulas desenvolvidas no Microsoft Excel, e a cartografia resultante foi gerada também pelo método de krigagem ordinária. Essa classificação considerou os intervalos propos-

tos por Xavier (2001) e aplicados ao contexto paraense por Soares (2023), conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 - Classes e intervalos quantílicos conforme Xavier (2001) e representação adotada à pesquisa

| Classe Quantílica | Representação adotada | Intervalos Quantílicos |
|--------------------|-----------------------------|--|
| Muito Seco (MS) | Pluviosidade Muito Reduzida | $\leftrightarrow X_i \leq Q_{0,15}$; |
| Seco (S) | Pluviosidade Reduzida | $\leftrightarrow Q_{0,15} < X_i \leq Q_{0,35}$ |
| Normal (N) | Transição Pluviométrica | $\leftrightarrow Q_{0,35} < X_i < Q_{0,65}$ |
| Chuvoso (C) | Pluviosidade Elevada | $\leftrightarrow Q_{0,65} \leq X_i < Q_{0,85}$ |
| Muito Chuvoso (MC) | Pluviosidade Muito Elevada | $\leftrightarrow X_i \geq Q_{0,85}$ |

Fonte: Autores.

Em seguida, considerou-se a síntese da dinâmica dos sistemas atmosféricos, baseada nos pressupostos de Monteiro (1973) e estabelecida por Soares (2023) sobre os limites do estado do Pará, a partir da análise diária dos “anos-padrão” definidos pelo autor. Essa síntese representa o ponto culminante da análise geográfica, construída com base no ritmo climático e na extração de índices de participação dos sistemas atmosféricos, fundamentais à compreensão integrada da dinâmica atmosférica regional.

A síntese, expressa em meio cartográfico, apresenta a variação espacial individualizada dos sistemas atmosféricos, incluindo, no caso da representação ZCIT-LI, uma dinâmica conjunta. Tais informações contribuem para a individualização das feições pluviométricas, permitindo relacionar diretamente a atuação dos sistemas atmosféricos com o quantitativo médio de precipitação analisado na etapa anterior.

Dessa forma, o estudo propõe uma composição entre os aspectos quantitativos e o ritmo climático, considerando as especificidades geográficas do território paraense sob a influência de fatores orográficos, continentais e de maritimidade.

Zoneamento por regiões pluviometricamente homogêneas a partir dos quantis

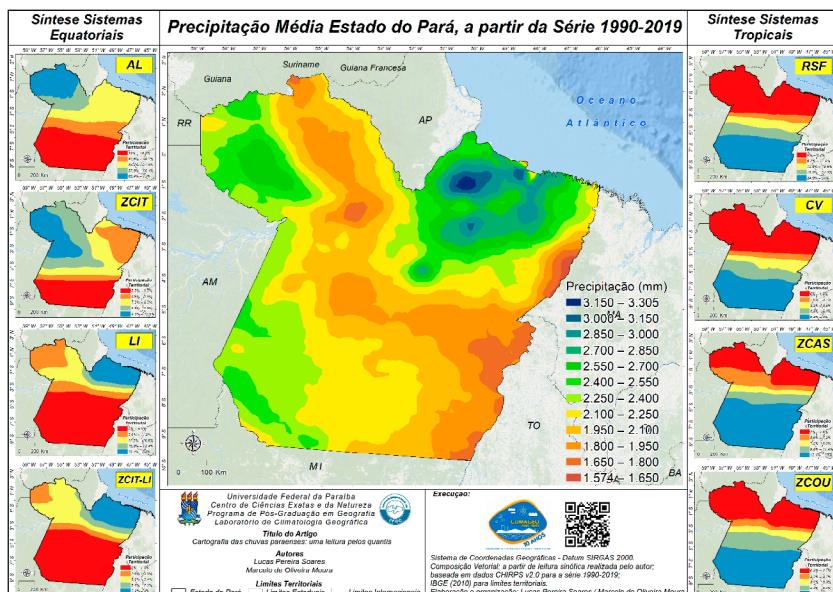
A partir da aplicação da técnica dos quantis ao estado do Pará, foi possível delimitar regiões pluviometricamente homogêneas que expressam a variabilidade espacial e a distribuição sazonal das chuvas no território paraense. O zoneamento obtido revela a influência diferenciada dos sistemas atmosféricos sobre o estado, refletindo também o controle exercido por fatores como latitude, proximidade do oceano e efeitos de maritimidade e continentalidade, em um conjunto que repercute diretamente nos totais precipitados.

A compreensão da distribuição espacial das chuvas no Pará constitui etapa fundamental para o reconhecimento das áreas com comportamento pluviométrico semelhante. Para essa interpretação, foram utilizados dados médios referentes à série de 1990 a 2019. O mapeamento resultante, integrado à concepção rítmica por meio da síntese de participação dos sistemas atmosféricos, contribui para o entendimento das condicionantes dinâmicas e do aspecto geográfico, representado pela influência do relevo e dos contrastes entre maritimidade e continentalidade.

Em conjunto, essas componentes (quantitativa, rítmica e geográfica) são fundamentais para o entendimento do regime das precipitações e subsidiam a interpretação das áreas de pluviosidade homogênea. A análise quantitativa, baseada nos valores médios anuais, possibilita identificar gradientes regionais que expressam desde setores de elevada pluviosidade até áreas de menor aporte hídrico. A composição dinâmica, aliada aos fatores geográficos superficiais, contribui para a compreensão desses gradientes, uma vez que revela transições graduais e contrastes marcantes na distribuição das chuvas. Esses padrões refletem a organização espacial do regime pluviométrico, cuja variabilidade expressa-se tanto em função da posição latitudinal quanto das características físicas do território, configurando zonas com comportamento pluviométrico distinto ao longo do estado.

Essa leitura preliminar dos padrões de chuva é obtida a partir da média histórica de 1990 a 2019 e serve como base para o zoneamento por quantis, que aprofunda a compreensão das variações espaciais e temporais da precipitação no território paraense. Na Figura 3, é apresentado o conjunto de mapas que revela a precipitação média do estado do Pará (1990–2019), ilustrando, ainda, a síntese individual da participação dos sistemas atmosféricos no território.

Figura 3 - Mapa de precipitação média anual do estado do Pará (1990–2019)



Elaboração: Autores.

A Figura 3 revela expressivos contrastes regionais que refletem a atuação combinada de fatores dinâmicos e geográficos. De forma geral, a precipitação média no estado do Pará varia entre 1.574 mm e 3.305 mm anuais, apresentando uma distribuição espacial heterogênea que permite distinguir três grandes setores pluviométricos e reconhecer manchas específicas de maior e menor pluviosidade ao longo do território.

1. O Nordeste Paraense concentra as maiores médias anuais de precipitação, com valores situados entre 2.700 mm e 3.305 mm, destacando-se uma mancha contínua de alta pluviosidade em seu núcleo central.

Essa porção representa o setor mais úmido do estado, onde a distribuição das chuvas é densa e relativamente uniforme, abrangendo principalmente a Ilha do Marajó e a margem direita do baixo curso dos rios Tocantins e Pará, estendendo-se até a Baía do Marajó.

O anfiteatro de terras rebaixadas, aliado à maritimidade, favorece a gênese das Linhas de Instabilidade (LI) e das brisas, além de facilitar a penetração da nebulosidade convectiva associada à ZCIT. Essa configuração físico-geográfica reforça o comportamento úmido característico desta faixa nordeste, onde a atuação intensa desses sistemas equatoriais mantém chuvas convectivas persistentes ao longo do ano.

2. A Faixa Central Longitudinal, que se estende do Norte Oriental ao Sudeste Paraense, apresenta as menores médias anuais de precipitação, variando entre 1.574 mm e 1.950 mm. Trata-se do setor menos chuvoso do Pará, caracterizado por precipitações esparsas e irregularmente distribuídas.

A diminuição dos volumes pluviométricos decorre, no setor Norte Oriental, da distância em relação ao oceano, sendo essa área moldada pela continentalidade e por situar-se a sotavento do complexo orográfico amapaense. A porção Central, embora localizada nas proximidades do Rio Amazonas, encontra-se a sotavento dos planaltos setentrionais da bacia sedimentar do Amazonas e não recebe influência direta dos sistemas formados no anfiteatro de terras rebaixadas do Nordeste Paraense. Por sua vez, o setor Sudeste configura uma área de transição de domínio morfoclimático, onde a dinâmica dos sistemas equatoriais se manifesta de forma episódica, enquanto os sistemas tropicais, como a ZCAS, cuja gênese ocorre predominantemente na porção Sudoeste, são attenuados pelas condições geográficas adversas ao se deslocarem para o Sudeste.

3. O Oeste Paraense, que se estende do Norte Ocidental ao Sudoeste, apresenta valores pluviométricos entre 2.100 mm e 2.700 mm, configurando uma zona intermediária com manchas de precipitação moderada distribuídas de forma alongada no sentido norte-sul. Nessa faixa, obser-

va-se uma graduação progressiva nos totais pluviométricos, com áreas mais úmidas na porção setentrional e valores gradualmente menores em direção ao sudoeste. Trata-se de um setor de transição, caracterizado por grandes variações espaciais da pluviosidade, refletindo a alternância entre a atuação dos sistemas equatoriais e tropicais.

Na porção Norte Ocidental, o relevo exerce maior influência na formação de núcleos de pluviosidade mais elevada, em contraste com os setores a sotavento, onde o efeito orográfico reduz a precipitação. Já a região sudoeste, área de gênese territorial da ZCAS no estado, abriga outro núcleo pluviométrico associado às chapadas do Cachimbo, marcadas por maior expressão orográfica.

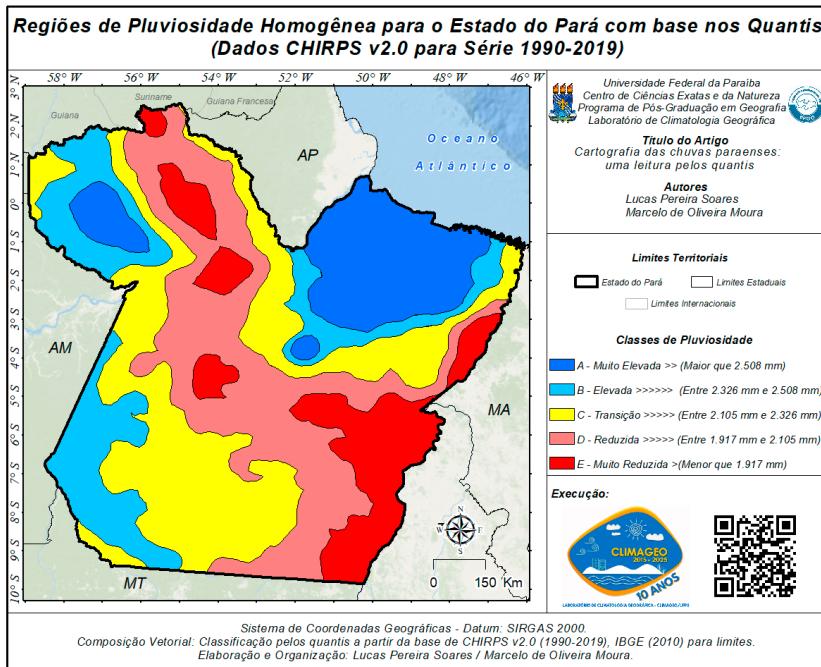
Assim, os três grandes setores pluviométricos sintetizam a interação entre os sistemas atmosféricos e suas repercussões sobre o regime de chuvas no território paraense. Sob essa perspectiva, a leitura dos valores médios, quando articulada à gênese dos tipos de tempo, reforça o entendimento do clima como resultado da interação temporal e espacial dos sistemas atmosféricos.

Ainda sobre essa concepção conjunta, reitera-se a constituição geográfica moldada pelos fatores que influenciam a distribuição das chuvas. A latitude, enquanto fator global, define o limite de atuação dos sistemas equatoriais e tropicais, originando dois regimes pluviométricos gerais sobre o território paraense: a porção norte, influenciada predominantemente pela dinâmica equatorial, e o sul, pelos sistemas de natureza tropical. O relevo atua ora fortalecendo, ora atenuando a dinâmica desses sistemas, causando as variações locais evidenciadas na Figura 3, processo também relacionado aos efeitos de continentalidade e maritimidade.

Desse modo, tem-se que os padrões médios de precipitação não são tomados como meras estatísticas, mas como expressões cartográficas do ritmo atmosférico dominante. Essa constituição serve de fundamento à aplicação dos quantis como técnica de regionalização, conforme observado na Figura 4, uma vez que possibilita delimitar regiões pluviometricamente homogêneas coerentes não apenas com os valores precipi-

tados, mas também com o comportamento dinâmico e geográfico dos sistemas atmosféricos atuantes.

Figura 4 - Mapa de pluviosidade homogênea para o estado do Pará (1990–2019), a partir da técnica dos quantis



Elaboração: Autores.

A aplicação da técnica dos quantis à série histórica de 1990 a 2019 permitiu, como apresentado na Figura 4, a compartimentação do território paraense em cinco classes de pluviosidade homogênea, refletindo a graduação espacial dos totais anuais de precipitação. Essa metodologia, ao distribuir os valores em intervalos estatísticos equivalentes, possibilita identificar nuances internas ao regime pluviométrico e delimitar zonas que sintetizam os aspectos quantitativos.

O mapa apresentado na Figura 4 evidencia a heterogeneidade espacial das chuvas no Pará. Sua interpretação, a partir da técnica dos quantis, permite distinguir limiares representativos dos diferentes regimes de pluviosidade. O setor de Pluviosidade Muito Elevada, com chuvas

superiores a 2.508 mm anuais, corresponde às áreas de maior concentração pluviométrica do estado, destacando-se a faixa nordeste paraense e a região norte ocidental. Em seguida, a classe de Pluviosidade Elevada, com totais entre 2.326 mm e 2.508 mm, abrange o entorno dessas áreas mais úmidas, configurando uma zona de transição gradativa entre os máximos pluviométricos e as áreas próximas.

Os setores definidos como Transição Pluviométrica, com valores entre 2.105 mm e 2.326 mm, formam uma extensa faixa intermediária que marca a passagem gradual entre as regiões mais chuvosas e aquelas de carga pluviométrica reduzida. Em contrapartida, as zonas de Pluviosidade Reduzida, com médias entre 1.917 mm e 2.105 mm, concentram-se principalmente no norte oriental, no setor central e no sudeste paraense, refletindo condições de maior continentalidade e irregularidade na distribuição das chuvas. Por fim, as áreas de Pluviosidade Muito Reduzida, com totais inferiores a 1.917 mm anuais, aparecem em manchas isoladas, acentuadas principalmente pela influência orográfica; estas encontram-se inseridas no interior da classe de Pluviosidade Reduzida, configurando, embora com valores expressivos de chuva, os setores com menor carga pluviométrica do território paraense.

Assim, essa regionalização obtida pelos quantis evidencia a coerência entre o comportamento médio das chuvas, representado na Figura 3, e os condicionantes dinâmicos e geográficos que moldam o regime pluviométrico paraense. Essa abordagem não apenas aprimora a compreensão dos contrastes espaciais da precipitação, mas também contribui para o reconhecimento de unidades climáticas homogêneas, que podem subsidiar estudos aplicados à gestão territorial, ao planejamento ambiental e à modelagem climática regional.

Conclusões

A aplicação da técnica dos quantis à série histórica de precipitação (1990–2019) possibilitou delimitar regiões pluviometricamente homogêneas no estado do Pará, evidenciando a coerência entre os padrões

médios de chuva e os condicionantes dinâmicos e geográficos do território. Essa abordagem revelou a influência combinada dos sistemas atmosféricos equatoriais e tropicais, modulada por fatores como latitude, maritimidade, continentalidade e relevo, resultando em contrastes espaciais marcantes e em gradientes de pluviosidade que estruturam o regime climático paraense.

Sob a perspectiva metodológica, o uso da técnica dos quantis demonstrou ser uma ferramenta consistente para a regionalização pluviométrica, permitindo identificar zonas de transição e áreas de concentração de precipitação que correspondem a feições climáticas reais. Foi possível realizar uma leitura integrada entre o aspecto quantitativo, expresso pelos valores médios anuais, e o aspecto dinâmico, representado pela síntese de participação dos sistemas atmosféricos ao longo do ano. Assim, o zoneamento obtido amplia a compreensão sobre a organização espacial do regime de chuvas e reforça a importância da associação entre técnicas estatísticas e os fundamentos da Climatologia Geográfica.

Por fim, os resultados alcançados evidenciam que o regime pluviométrico do estado do Pará não se configura de maneira aleatória, mas como produto direto da interação entre os mecanismos atmosféricos e as particularidades físicas do território. A regionalização por quantis, ao sintetizar essa complexa interação, oferece subsídios relevantes para estudos de climatologia aplicada, gestão territorial e planejamento ambiental. Além disso, fornece uma base metodológica sólida para análises futuras voltadas ao monitoramento climático e à compreensão das variações ambientais em escala regional.

Referências

CAVALCANTE, G. P.; MOURA, M. O.; LUCENA, D. B. Padrão habitual e excepcional das chuvas na região Agreste da Borborema. In: SILVA, C. A. (org.). **Climatologia geográfica:** conceitos, métodos, experimentos. Porto Alegre: TotalBooks, 2022. (Coleção PPGG-UFGD).

CHIRPS. **Data Sets.** Disponível em: <https://www.chc.ucsb.edu/data>. Acesso em: 21 out. 2025.

COSTA, J. C. *et al.* Validação dos dados de precipitação estimados pelo CHIRPS para o Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, [S.l.], v. 24, jun. 2019. ISSN 2237-8642. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/re-vistaabclima/article/view/60237>. Acesso em: 21 out. 2025.

FUNK, C. *et al.* The climate hazards infrared precipitation with stations - a new environmental record for monitoring extremes. **Sci Data** 2, 150066, 2015. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/sdata201566>. Acesso em: 21 out. 2025.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico 2022**. Sinopse, 2022. Disponível em: Crato (CE) | Cidades e Estados | IBGE Acesso em: 07 ago. 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Área territorial brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/panorama/>. Acesso em: 21 out. 2025.

MONTEIRO, C. A. F. **A dinâmica climática e as chuvas no estado de São Paulo**: Estudo geográfico sob a forma de atlas. São Paulo, USP/Instituto de Geografia, 1973.

PAREDES-TREJO, F. J.; BARBOSA, H. A.; LAKSHMI KUMAR, T. V. Validating CHIRPS-based satellite precipitation estimates in Northeast Brazil. **Journal of Arid Environments**, v. 139, p. 26–40, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0140195X>. Acesso em: 21 out. 2025.

PINKAYAN, S. **Conditional probabilities of occurrence of Wet and Dry Years Over a Large Continental Area**. Colorado: State University, Boulder-Co, 1966. (Hidrology papers, n. 12). Disponível em: https://mountainscholar.org/bitstream/handle/10217/61293/HydrologyPapers_n12.pdf?sequence=1. Acesso em: 21 out. 2025.

SILVA, E. R. M. *et al.* Análise do Desempenho da Estimativa de Precipitação do Produto CHIRPS para Sub-Bacia do Rio Apeú, Castanhala-PA. **Revista Brasileira de Geografia Física**, [S.l.], v. 13, n. 3, p. 1094-1105, jun. 2020. ISSN 1984-2295. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/243392>. Acesso em: 21 out. 2025.

SILVESTRE, M. R. **Técnicas estatísticas utilizadas em climatologia geográfica:** diagnóstico e propostas. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2016. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/items/b3d5e0d2-c389-4097-846b-598801c40e32>. Acesso em: 21 out. 2025.

SOARES, L. P. **As chuvas no estado do Pará, Brasil:** classificação climática de abordagem geográfica. 2023. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/35018>. Acesso em: 21 out. 2025.

SOARES, L. P.; MOURA, M. O. Validação da malha de dados CHIRPS v2.0 para o estado do Pará. **Anais do XV ENANPEGE...** Campina Grande: Realize Editora, 2023. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/94034>. Acesso em: 4 jun. 2025.

XAVIER, T. M. B. S. **Tempo de Chuva.** ABC Editora, Fortaleza-Ceará, 2001, 478 p.



AS CHUVAS NO ESTADO DA PARAÍBA: SELEÇÃO DE ANOS-PADRÃO

*Gabriel de Paiva Cavalcante
Marcelo de Oliveira Moura*

Introdução

O clima de uma determinada região é proveniente de uma série de fatores ambientais em uma integração excepcional que produz tipos de tempo diferentes a cada momento, sendo a sucessão habitual e excepcional desses tipos de tempo produzidos pela natureza que forma o objeto de estudo da Climatologia Geográfica. Com caráter dinâmico e foco no ritmo dos atributos climáticos, proposição formulada pelo professor Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro, a Climatologia Geográfica é fruto de uma ruptura paradigmática na década de 1970.

Precedentemente aos estudos de Monteiro, a pesquisa em Climatologia no Brasil ocorria em caráter estatístico e descritivo, no qual o estudo das médias prevalecia, sem consideração relevante do levantamento de hipóteses acerca da gênese dos tipos de tempo e da dinâmica atmosférica em geral, ou seja, se estudava o dado posto, a ocorrência e a obser-

vação dos eventos, fenômenos e elementos climáticos como o vento e as precipitações (Sant'Anna Neto, 2001).

Desta forma, o estudo da Climatologia Geográfica brasileira ocorre com uma ruptura paradigmática após os estudos publicados por Monteiro, no final da década de 1960, com continuidade na década de 1970. Atualmente, a Climatologia Geográfica se encontra em desenvolvimento de discussões sobre os aspectos da Geografia do Clima, ou da Climatologia Socioambiental, considerando os eventos climáticos em interação com a sociedade e os impactos nela provocados.

No âmbito da Climatologia Geográfica com base genética, inserida por Monteiro (1973), é por meio da compreensão da gênese dos tipos de tempo que ocorre a classificação climática. Baseando-se nos procedimentos metodológicos empregados pelo autor, este trabalho buscará, por meio de uma relação entre o ritmo dos atributos climáticos e a sucessão habitual dos tipos de tempo, da compreensão dos eventos de precipitação e dos fatores geográficos que apresentam influência no clima, a proposta de uma classificação climática para o estado da Paraíba, localizado na região Nordeste do Brasil.

A área de estudo, compreendida pelo estado da Paraíba, definida na Figura 1, corresponde a uma região estigmatizada em parte da cultura nacional como uma das “vítimas” do clima seco no Brasil. Trata-se de uma compreensão construída com o passar dos séculos no país e materializada em números durante processos históricos, como o êxodo rural, a migração para a região Sudeste do país, os impactos com as sucessivas secas eternizadas na literatura regional ou, para uma compreensão mais contemporânea, como uma parte da região que busca desde meios de combate à seca com base em políticas públicas que alimentam uma indústria secular de dependência populacional, até formas de convivência com a seca, por meio da aplicação de metodologias eficazes tanto na parte econômica, quanto na social.

Figura 1. Mapa de localização do estado da Paraíba

Fonte: Elaborado pelo autor.

O clima e, sobretudo, as chuvas na região, portanto, devem ser estudados de uma forma a desmistificar o que foi criado e cultuado durante o processo de ocupação, fixação e expansão da sociedade na região e possa se observar, com isso, uma conjuntura na qual a classificação climática possa ocorrer para fomentar ações que venham a colaborar com a gestão socioambiental dos territórios dessa região.

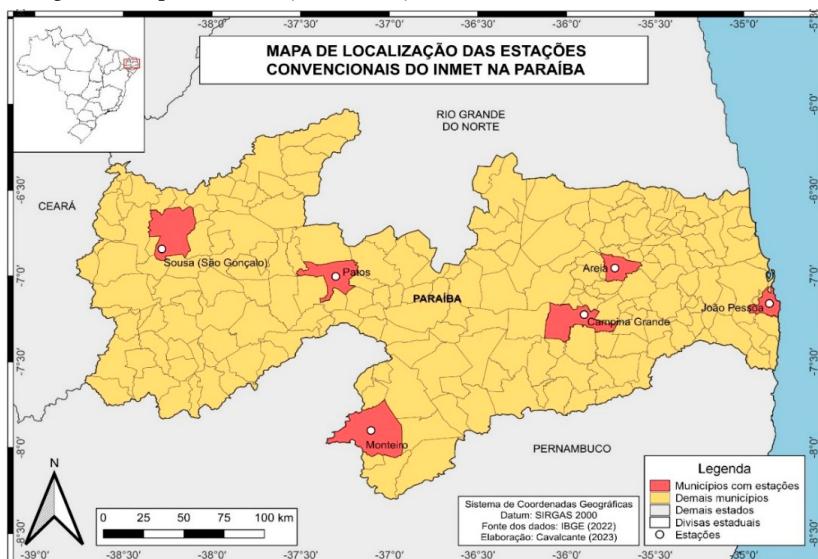
De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2002), a área de estudo possui dois climas zonais ou genéticos, a saber: Clima Tropical Nordeste Oriental, que corresponde à parte leste, e Clima Tropical Zona Equatorial, ocupando a parte oeste do estado. Nesse sentido, ocorre a utilização de um critério adotado primeiramente por Monteiro (1973) e usual até a atualidade, que é a eleição de anos-padrão, ou seja, os anos representativos para as diferentes características climáticas, principalmente pluviométrica, na maioria das vezes classificados como “muito seco”, “normal” e “muito chuvoso”, podendo ocorrer categorias intermediárias. Considerando o pressuposto, este trabalho tem o objetivo de analisar as chuvas no estado da Paraíba no âmbito da compreensão dos anos-padrão.

Procedimentos metodológicos

Os dados a serem utilizados neste trabalho foram coletados em dois bancos de dados diferentes, a saber: 1) inicialmente, para uma discussão acerca das características climáticas da Paraíba, serão coletados dados das estações climatológicas do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, no ambiente virtual do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa – BDMEP, onde os dados podem ser adquiridos de forma gratuita mediante cadastro; e 2) posteriormente, foram adquiridos os dados diários de precipitação dos pontos de coleta da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba – AESA que, assim como no INMET, fornece os dados de forma gratuita.

No que diz respeito às estações do INMET, existem seis municípios com estações convencionais: João Pessoa, Areia, Campina Grande, Monteiro, Patos e Sousa. A Figura 2 apresenta a espacialização dessas estações.

Figura 2. Mapa de localização das estações convencionais do INMET na Paraíba



Fonte: Elaborado pelo autor.

Após a aquisição dos dados, ocorreu uma análise que acarretará a manutenção ou o descarte da estação para este trabalho. Tal análise ocorrerá mediante dois critérios: a) apresentar série de dados sem falhas relevantes que possam otimizar a categorização dos períodos de análise dos tipos de tempo. Esta verificação ocorrerá por meio da utilização do programa *Microsoft Excel 365*; e b) possuir dados dos atributos climáticos recomendados pela literatura para a aplicação da Técnica da Análise Rítmica (temperatura, pressão atmosférica, umidade relativa do ar, precipitação, direção e velocidade do vento, cobertura de céu, sistemas atmosféricos predominantes, entre outros), conforme recomendam Mendonça e Danni-Oliveira (2007).

Já os dados coletados na AESA obedeceram ao critério de verificação de falhas nas séries, visando à contemplação da escala temporal da pesquisa (1995 a 2023). Tais dados serão utilizados durante o processo de classificação climática, visto que se necessita de pontos localizados em todo o território paraibano visando uma classificação climática mais consistente.

Técnica dos Quantis e escolha dos anos-padrão

Os dados a serem adquiridos e validados serão a base da aplicação da Técnica dos Quantis (Xavier *et al.*, 2007) para a escolha dos anos-padrão. Por meio da técnica, os dados serão divididos em parcelas percentuais, com o estabelecimento de um intervalo em cada escala percentual da totalidade dos dados. Nesse sentido, serão trabalhados os períodos Muito Seco (MS), Seco (S), Normal (N), Chuvoso (C) e Muito Chuvoso (MC), com representação dos respectivos quantis: até $Q_{(0,15)}$, de $Q_{(0,15)}$ a $Q_{(0,35)}$, de $Q_{(0,35)}$ a $Q_{(0,65)}$, de $Q_{(0,65)}$ a $Q_{(0,85)}$ e acima de $Q_{(0,85)}$, calculados conforme os intervalos de probabilidade disponíveis no Quadro 1.

Quadro 1 - Classificação das categorias e probabilidades da precipitação anual relacionada às ordens quantílicas para o estado da Paraíba

| 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) | $p(x) \geq Q_{0,85}$ |

Fonte: Adaptado de Sena (2017, p. 48).

Após a aplicação da técnica, será possível compreender os diferentes intervalos entre as categorias dos períodos pluviométricos em cada localidade. Este será o primeiro parâmetro para que se possa iniciar a discussão acerca das diferentes características climáticas do estado da Paraíba.

O cálculo dos Quantis obedecerá 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:

- a) Se a quantidade de anos coincidirem com alguma ordem quantílica, tem-se:

$$Q_p = Q_{pj} = y_j \quad (1)$$

- b) Se não coincidir, haverá um índice j tal que $p_j < p < p_{j+1}$, onde Q_p será obtido por interpolação, como segue:

$$Q_p = y_j + \left\{ \frac{[p - p_j]}{[p_{j+1} - p_j]} \right\} * [y_{j+1} - y_j] \quad (2)$$

Análise e discussão dos resultados

Neste trabalho, foram utilizados os anos-padrão, metodologia consolidada na climatologia brasileira, sobretudo quando se analisam as séries pluviométricas, essenciais para a compreensão climática de regiões de baixa latitude como o estado da Paraíba. O Quadro 2 apresenta a classificação dos períodos anuais de do quadrimestre chuvoso baseada na Técnica dos Quantis, cujos valores dos intervalos de classificação estão disponíveis no Quadro 1.

Na síntese da variação pluviométrica anual, destacam-se, nas categorias com maiores registros pluviométricos, os anos de 2000 (quatro localidades com registros pluviométricos na categoria Muito Chuvosa – MC) e 2009 (cinco localidades na categoria MC). Também merecem menção os anos de 2004 e 2011 (três localidades na categoria MC), 2008 e 2022 (duas localidades na categoria MC). Dentre os últimos 12 anos, o ano de 2022 foi o único a apresentar categoria Muito Chuvosa ou Chuvisca em todas as localidades.

Para os registros pluviométricos anuais de maior redução pluviométrica, o ano de 1998 foi o único a apresentar todas as localidades na categoria Muito Seca – MS, em seguida, destacando-se o ano de 2012 e 2016, com três localidades na categoria MS. Destaca-se, também, que, após o ano de 2011, foram registrados períodos longos de chuvas anuais nas categorias Normal – N, Seca – S ou MS, a exemplo de Campina Grande (10 anos, entre 2012 e 2021), Sousa, Monteiro e João Pessoa (8 anos, sendo de 2012 a 2019 nas duas primeiras e de 2014 a 2021 na última).

Para os períodos nos quais as precipitações ocorreram próximas à média (Categoria Normal – N), destacam-se os anos de 1995, 2005, 2018 e 2019, cada um com quatro localidades dentro da categoria N. Também merecem menção os anos de 2002, 2003, 2007, 2013, 2014, 2017 e 2021, nos quais metade das localidades se enquadram na categoria N. Nos anos de 1998, 1999, 2008, 2009, 2011 e 2022, nenhuma localidade apresentou registros pluviométricos enquadrados na média.

Quadro 2. Valor dos Quantis com base nos totais anuais e do período chuvoso (mm)

| VALOR DOS QUANTIS ANUAIS (mm) | | | |
|--|---------------------|---------------------|--------------------|
| Categoria | Localidade | | |
| | Sousa/São Gonçalo | Areia | Monteiro |
| Muito Seco | < 714,6 | < 947,2 | < 450,1 |
| Seco | 714,6 ≤ X < 814,7 | 947,2 ≤ X 1110,6 | 450,1 ≤ X < 544,3 |
| Normal | 814,7 ≤ X < 1021,6 | 1110,6 ≤ X < 1358,6 | 544,3 ≤ X < 709,7 |
| Chuvoso | 1021,6 ≤ X < 1193,7 | 1358,6 ≤ X < 1670,7 | 709,7 ≤ X < 929,0 |
| Muito Chuvoso | ≥ 1193,7 | ≥ 1670,7 | ≥ 929,0 |
| Categoria | Localidade | | |
| | Campina Grande | João Pessoa | Patos |
| Muito Seco | < 573,4 | < 1295,6 | < 468,5 |
| Seco | 573,4 ≤ X < 662,8 | 1295,6 ≤ X < 1657,7 | 468,5 ≤ X < 626,9 |
| Normal | 662,8 ≤ X < 757,8 | 1657,7 ≤ X < 2138,8 | 626,9 ≤ X < 824,3 |
| Chuvoso | 757,8 ≤ X < 993,0 | 2138,8 ≤ X < 2414,2 | 824,3 ≤ X < 1029,2 |
| Muito Chuvoso | ≥ 993,0 | ≥ 2414,2 | ≥ 1029,2 |
| VALOR DOS QUANTIS NOS PERÍODOS CHUVOSOS (mm) | | | |
| Categoria | Localidade | | |
| | Sousa/São Gonçalo | Areia | Monteiro |
| Muito Seco | < 501,9 | < 475,9 | < 202,4 |
| Seco | 501,9 ≤ X < 636,1 | 475,9 ≤ X 594,1 | 202,4 ≤ X < 333,3 |
| Normal | 636,1 ≤ X < 802,1 | 594,1 ≤ X < 722,0 | 333,3 ≤ X < 398,0 |
| Chuvoso | 802,1 ≤ X < 908,2 | 722,0 ≤ X < 981,4 | 398,0 ≤ X < 540,2 |
| Muito Chuvoso | ≥ 908,2 | ≥ 981,4 | ≥ 540,2 |
| Categoria | Localidade | | |
| | Campina Grande | João Pessoa | Patos |
| Muito Seco | < 272,5 | < 775,9 | < 316,0 |
| Seco | 272,5 ≤ X < 377,0 | 775,9 ≤ X < 972,9 | 316,0 ≤ X < 474,6 |
| Normal | 377,0 ≤ X < 468,1 | 972,9 ≤ X < 1403,2 | 474,6 ≤ X < 609,7 |
| Chuvoso | 468,1 ≤ X < 540,0 | 1403,2 ≤ X < 1547,1 | 609,7 ≤ X < 757,7 |
| Muito Chuvoso | ≥ 540,0 | ≥ 1547,1 | ≥ 757,7 |

Elaboração: Autor (2024).

Na síntese anual da variação pluviométrica paraibana, nota-se que existem dois períodos com comportamento distinto dos regimes de chuva: dos

24 registros de precipitação enquadrados na categoria MC, 20 ocorreram até o ano de 2011 (o que corresponde a 83,33% do total), enquanto que os quatro restantes ocorreram após 2011, mais especificamente nos anos de 2020 e 2022, correspondendo a um percentual de 16,67% do total.

Partindo para a análise da variação pluviométrica anual da estação chuvosa de cada localidade, destaca-se o ano de 2009, com cinco registros categorizados como MC e um registro na categoria C, seguido por 2000 e 2011, com quatro registros na categoria MC. Também merece menção o ano de 2020, com três registros na categoria MC. Para a categoria MS, o destaque também é para o ano de 1998, quando todas as localidades se enquadram em tal categoria, seguido por 1999, com cinco registros na categoria MS. No ano de 2012, metade das localidades apresentaram registros pluviométricos na categoria.

No que diz respeito à observação de concentração de registros na categoria MC na escala anual até o ano de 2011, tal fenômeno se repete na abordagem do período chuvoso, sendo 19 registros de categoria MC até 2011 e apenas cinco registros na categoria após tal ano (79,1% dos registros de categoria MC até o ano de 2011 e 20,9% após esse período).

Na categoria de ocorrências pluviométricas no entorno das médias – categoria N, destaca-se o ano de 2019, quando cinco das seis localidades se enquadram nesta categoria, com exceção de Monteiro, enquadrada na categoria C. Seguidamente, registram-se os anos de 2003, 2007 e 2016, com quatro localidades enquadradas na categoria N.

Observa-se, entretanto, uma retomada de ocorrências pluviométricas categorizadas como MC a partir do ano de 2020 – com exceção de 2021, quando não se registrou nas categorias C ou MC.

Seleção dos anos-padrão

Considerando o sentido geral deste trabalho, serão escolhidos três anos-padrão para a decomposição cronológica dos tipos de tempo e análise do ritmo dos atributos climáticos na escala diária, levando a uma compreensão da dinâmica climática, da gênese dos tipos de tempo, dos

fatores geográficos que influenciam nas diferentes condições climáticas e subsidiando a classificação climática considerando os aspectos do relevo do estado da Paraíba.

Os anos-padrão selecionados apresentarão predominância nas categorias Muito Chuvisco – MC, Normal – N e Muito Seco – MS, considerando, nesse sentido, os extremos positivo e negativo da pluviosidade, além de dados dentro da normalidade apresentada pelo recorte regional paraibano. Para isso, foram observados os seguintes critérios:

- I) características pluviométricas semelhantes na maioria das localidades em escala anual, classificadas pela técnica dos quantis (Quadro 2);
- II) características pluviométricas semelhantes na maioria das localidades dentro dos períodos chuvosos, também classificadas pela técnica dos quantis (Quadro 2);
- III) representação estratégica considerando a disponibilidade das séries de dados dos elementos climáticos e posicionamento na série anual dos registros.

Com a análise dos critérios, serão detalhados, no Quadro 3, os anos-padrão eleitos:

Quadro 3. anos-padrão eleitos

| ANO-PADRÃO MUITO SECO: 2012 |
|--|
| <p>Características: em 2012, metade das localidades apresentaram registros pluviométricos anuais categorizados como MS (Sousa/São Gonçalo, Monteiro e Patos), duas localidades na categoria S (Campina Grande e Areia) e uma localidade na categoria N (João Pessoa). Quanto aos registros pluviométricos nas quadras chuvosas, foram categorizados como MS os quantitativos das localidades de Sousa/São Gonçalo, Monteiro e Patos, e como N em Areia, Campina Grande e João Pessoa. Considerando os critérios I e II, o ano selecionado seria 1998, mas, ao considerar o critério III, a escolha do ano de 2012 se justifica pela posição estratégica na escala temporal (após uma sucessão de anos que acumularam cerca de 80% dos registros na categoria MC), além de ser mais recente e haver maior possibilidade de acesso aos dados climáticos, imagens de satélite, cartas de pressão ao nível do mar, informações sobre impactos na sociedade, dentre outros elementos essenciais para a análise dos fenômenos geográficos.</p> |

| ANO-PADRÃO NORMAL: 2019 |
|--|
| Características: o ano de 2019 é o que possui a maior quantidade de registros pluviométricos anuais na categoria N (4 localidades: Sousa/São Gonçalo, João Pessoa, Monteiro e Patos), embora Campina Grande tenha registrado pluviometria categorizada como S e Areia, como Chuvosa – C. Com relação aos quantitativos pluviométricos nas quadras chuvosas, o ano de 2019 apresenta 5 localidades com registros na categoria N, excetuando-se, assim, a localidade de Monteiro, que registrou quantitativos na categoria C. O ano de 2019 atendeu aos critérios I, II e III. |
| ANO-PADRÃO MUITO CHUVOSO: 2009 |
| Características: o ano de 2009 foi o único a apresentar categoria MC em 5 das 6 localidades pesquisadas, seja nos registros anuais ou nos registros das quadras chuvosas. Nos registros anuais, enquadram-se na categoria MC as localidades de Sousa/São Gonçalo, Monteiro, Campina Grande, João Pessoa e Patos. Areia ficou categorizada como C. Já os registros pluviométricos das estações chuvosas enquadram as localidades de Sousa/São Gonçalo, Areia, Campina Grande, João Pessoa e Patos como MC. Monteiro, por sua vez, enquadrou-se na categoria C. O ano de 2009 atendeu aos critérios I, II e III. |

Elaboração: o autor (2024).

No ano de 2012, destaca-se a vasta região que registrou menos de 300 milímetros de chuva: trata-se de trechos descontinuados do Seridó, Curimataú Ocidental e Cariri Oriental, além de uma região extensa que ocupa todo o Cariri Ocidental, Seridó Ocidental e parte leste do Sertão. Foi um ano em que ocorreu uma estiagem severa, no qual uma quantidade relevante de municípios registrou chuvas entre 100 e 200 milímetros, quantitativos que, em anos normais, se alcançam durante curtos períodos de chuva.

No ano de 2019, categorizado como Normal, os maiores registros pluviométricos ocorreram com distribuição no setor leste da Paraíba, além de pontos isolados nos municípios de Areia, Natuba e Sousa. A maior parte do território paraibano registrou quantitativos entre 600 e 900 milímetros de chuva, com vastos trechos entre o oeste do Agreste até o Sertão. As isoietas que demarcam os menores quantitativos, ou seja, abaixo dos 600 milímetros, ocorreram em trechos do Cariri, Curimataú e Seridó da Paraíba.

Por fim, o ano de 2009, categorizado como Muito Chuvoso, apresenta uma distribuição bem mais ampla das isoietas acima dos 1.200

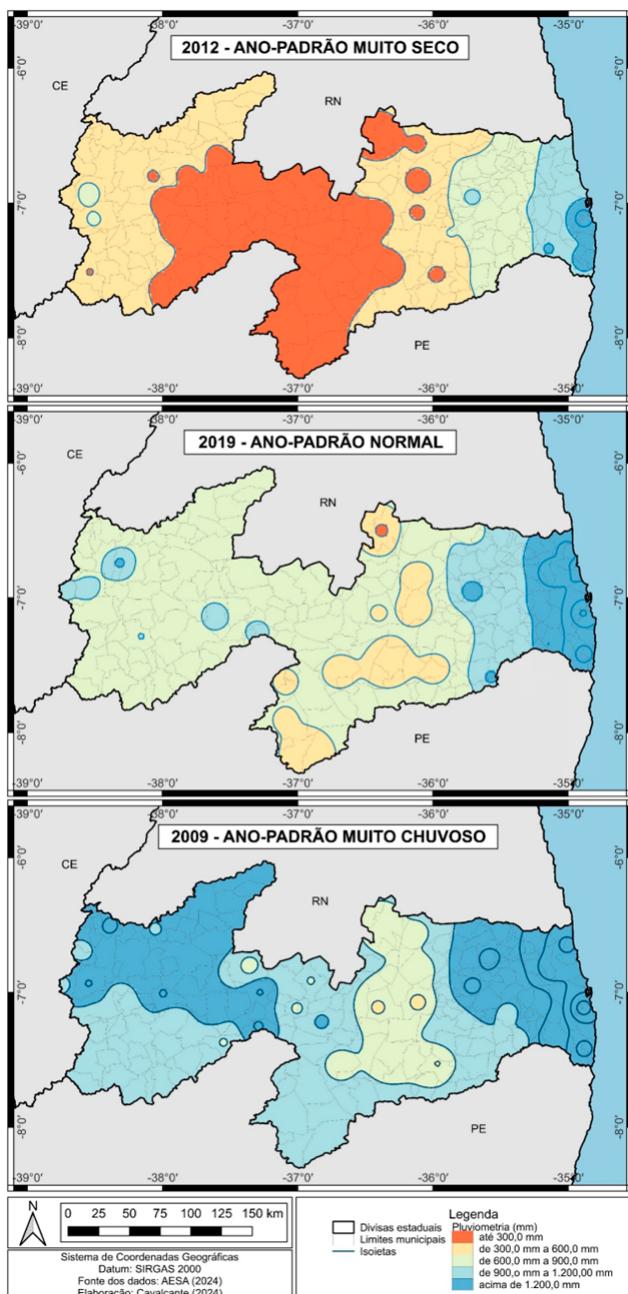
milímetros de chuva, com trechos que ocupam toda a porção nordeste da Paraíba, além da parte norte do Sertão. Os valores de 900 a 1.200 milímetros circundam essas regiões, enquanto que os trechos com valores de 600 a 900 milímetros se restringiram a partes do Cariri, Curimataú e Seridó, com picos negativos em Pocinhos e Soledade, isoladamente.

A espacialização dos dados referentes ao ano de 2012 destaca uma restrita área que registrou mais de 1.200 milímetros, correspondente à porção sul do litoral paraibano e ao município de Pedras de Fogo; a faixa oriental do Agreste apresentou registros de 600 a 900 milímetros, além de pontos dos municípios de Cajazeiras e São José de Piranhas. As porções oeste do Agreste, Cariri Oriental, trechos do Curimataú e do Seridó, além do norte e oeste do Sertão, apresentaram registros entre 300 e 600 milímetros.

Verifica-se, desta forma, que as chuvas na Paraíba ocorrem com maior frequência na porção leste do estado, região que recebe os ventos úmidos do Oceano Atlântico e os Distúrbios Ondulatórios de Leste, que são, em parte, barrados pela Borborema, o que é evidenciado nos três mapas apresentados na Figura 3. Outra porção do território paraibano que apresenta registros consideráveis de chuva é o Sertão, principalmente em seus setores norte e oeste, liderados pela região de Cajazeiras.

A Figura 3 apresenta a espacialização da pluviosidade registrada nos três anos-padrão selecionados.

Figura 3. Mapas de pluviosidade na Paraíba nos anos-padrão selecionados



Fonte: Elaborado pelo autor.

Por outro lado, setores do Cariri, Curimataú e Seridó apresentam habitualmente os menores registros pluviométricos, cenário potencialmente decorrente da ação do relevo do Planalto da Borborema na retenção da umidade, o que deverá ser mais bem analisado nas etapas futuras do trabalho por meio da aplicação da Técnica da Análise Rítmica, do entendimento da gênese dos tipos de tempo, da temporalidade e excepcionalidade da atuação dos sistemas atmosféricos e das massas de ar e da consequente classificação climática paraibana em decorrência desse conjunto de fatores, bem como de outras variáveis que possam ser relevantes.

Considerações finais

A metodologia dos anos-padrão, aplicada à análise das chuvas na Paraíba entre 1995 e 2023 com base na Técnica dos Quantis, permitiu identificar e compreender com mais precisão os extremos e a normalidade do regime pluviométrico estadual. Os anos de 2012 (Muito Seco), 2019 (Normal) e 2009 (Muito Chuvoso) revelam uma acentuada variabilidade interanual das chuvas, que não pode ser explicada de forma satisfatória apenas por médias climatológicas ou classificações convencionais. Esses anos-padrão atuam como marcos analíticos que facilitam a comparação de diferentes contextos hidrometeorológicos.

A abordagem adotada, fundamentada na Climatologia Geográfica, privilegia o estudo dos ritmos climáticos e dos tipos de tempo, proporcionando uma visão mais dinâmica e integrada dos fenômenos atmosféricos e seus impactos sobre o território paraibano. A utilização dos anos-padrão reforça a importância de observar o clima em suas múltiplas escalas temporais e espaciais, respeitando a diversidade de situações meteorológicas e suas implicações socioeconômicas. A variabilidade observada é, em grande parte, influenciada por fatores como a atuação da ZCIT, Vórtices Ciclônicos e oscilações no Atlântico Tropical.

Portanto, ao invés de reforçar uma imagem estigmatizada do semiárido como região “naturalmente seca”, este trabalho contribui para uma

leitura crítica e contextualizada da climatologia regional. A proposta dos anos-padrão se mostra uma ferramenta eficaz tanto para a pesquisa quanto para fins didáticos, auxiliando no planejamento territorial e na formulação de políticas públicas de convivência com a irregularidade climática. Assim, reafirma-se o papel da Geografia na mediação entre conhecimento científico, território e sociedade.

Referências

- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de clima do Brasil**. 2002. Disponível em: http://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/climatologia/mapas/brasil/Map_BR_clima_2002.pdf. Acesso em: 21 abr. 2023.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Regionalização do Brasil. **Portal do IBGE**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 20 abr. 2023.
- MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia:** noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.
- MONTEIRO, C. A. F. Sobre um índice de participação de massas de ar e suas possibilidades de aplicação à classificação climática. **Revista Geográfica**, Rio de Janeiro, v. 33, n. 61, p. 59-69, 1964.
- 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. In: MONTEIRO, C. A. F.; MENDONÇA, F. A.; ZAVATTINI, J. A.; SANT'ANNA NETO, J. L. A. (org.) **Construção da Climatologia Geográfica no Brasil**. Campinas: Alínea, 2015, 194p.

MONTEIRO, J. B. **Desastres Naturais no Estado do Ceará:** uma análise de episódios pluviométricos extremos. 2016. Tese (Doutorado em Geografia) Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

PARAÍBA. Governo do Estado da Paraíba. **Paraíba é destaque na energia renovável.** Matéria publicada em 26 dez. 2023. Disponível em: https://auniao.pb.gov.br/noticias/caderno_politicas/paraiba-e-destaque-na-energia-renovavel. Acesso em: 02 mar. 2024.

SANT'ANNA NETO, J. L. **História da Climatologia no Brasil:** gênese, paradigmas e a construção de uma Geografia do Clima. Tese de Livre-Docência. Presidente Prudente: FCT/UNESP, 2001.

SANT'ANNA NETO, J. L. Da climatologia geográfica a geografia do Clima: Gênese, paradigmas e aplicação do clima como fenômeno geográfico. **Revista da Anpege**, v. 4, p. 1-18, 2008.

SANT'ANNA NETO, J. L. Escalas geográficas do clima: mudança, variação e ritmo. In: AMORIM, M. C. C. T.; SANT'ANNA NETO, J. L.; MONTEIRO, A. **Climatologia urbana e regional:** questões teóricas e estudos de caso. Expressões, São Paulo, p. 75–91, 2013.

XAVIER, T. de M. B. S; XAVIER, A. F. S; ALVES, J. M. B. **Quantis e eventos extremos:** aplicações em ciências da terra e ambientais. Fortaleza: RDS, 2007. 278 p.



PEDALANDO PELO BAIRRO: TÉCNICAS DE COLETA DE VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS

Pablo Wesley Alves de Oliveira
Marcelo de Oliveira Moura

Iniciando o trajeto

O presente capítulo é fruto da dissertação de mestrado intitulada “*Clima urbano do bairro Santo Amaro, Recife/PE, sob a perspectiva do campo térmico*”. O objetivo proposto é apresentar as principais técnicas para coleta de variáveis meteorológicas (temperatura do ar, umidade relativa do ar e velocidade do vento), com vistas ao cálculo do índice de desconforto térmico do bairro.

Com a aplicação de tais técnicas, foi possível identificar que o bairro apresenta desconforto térmico ao calor em áreas com maior densidade construtiva e menor circulação de ventos, provando, assim, a eficácia e o baixo custo dos métodos utilizados. Desse modo, o capítulo encontra-se subdividido em três seções: a primeira apresenta o mapa de uso e ocupação do solo (Traçando a rota e conhecendo o bairro); a segunda trata da mensuração das variáveis meteorológicas, descrevendo os procedimentos instrumentais e a calibração dos aparelhos (Mensurando,

calibrando e equipando a bike); e, por fim, a terceira aborda a aplicação do índice de desconforto térmico (Finalizando o percurso: aplicando o índice de desconforto térmico).

Traçando a rota e conhecendo o bairro

Segundo Vaeza *et al.* (2010, p. 1), “entende-se que pesquisas, análises e interpretações do uso e ocupação do solo e da dinâmica geoambiental colaboram, de maneira consistente, com o conhecimento aprofundado de uma região”. A confecção do mapa de uso e ocupação do solo foi de fundamental importância para a definição dos transectos móveis utilizados durante a pesquisa, pois permitiu a visualização das áreas com maiores peculiaridades em relação à totalidade do bairro. Foram destacados pontos com maior presença de áreas verdes, lotes residenciais com apenas um pavimento, lotes com três pavimentos ou mais e áreas predominantemente asfaltadas, entre outras tipologias verificadas e ilustradas no mapa.

Com base na metodologia de Nucci (2008), para a construção do mapa de uso e ocupação, foram atendidos critérios básicos durante a elaboração do material cartográfico, como a observação dos lotes em sua dimensão externa, visualizados a partir da calçada, pois “acredita-se que a cidade como um todo é também consequência da utilização que cada habitante faz de seu lote” (Nucci, 2008, p. 55). A legenda do mapa, organizada no Quadro 1, atende às indicações de Nucci (2008) e baseia-se em dados disponíveis no Sistema de Informação Geográfica do Recife (SIG), com as adaptações necessárias para representar as especificidades do bairro.

Quadro 1 - Categorias observadas durante o levantamento de dados para confecção do mapa de uso e ocupação

| Código | Categoria |
|--------|---|
| 01 | Residências |
| 02 | Edificações com um pavimento |
| 03 | Edificações com dois pavimentos |
| 04 | Edificações com três pavimento |
| 05 | Comércio (borracharia, depósito de gás, oficina mecânica) |

| | |
|----|---|
| 06 | Comércio (panificadora, lanchonetes, restaurantes, supermercados e casa de festas) |
| 07 | Praça pública |
| 08 | Templos religiosos |
| 09 | Associação dos moradores |
| 10 | Serviços públicos (posto de saúde, guarda municipal e destacamento polícia militar) |
| 11 | Educação (escola, creche e centro de capacitação) |
| 12 | Lazer (campo de futebol e quadra poliesportiva) |
| 13 | Espaços vazios |
| 14 | Espaço com vegetação |

Fonte: Elaborado pelo autor (2024), adaptado de Nucci (2008).

As informações obtidas para a confecção do mapa foram extraídas da base de dados ESIG Recife, com dados atualizados até o ano de 2023. As informações foram organizadas com o objetivo de aplicar técnicas de geoprocessamento na elaboração do mapa temático; no entanto, ao analisar os dados disponibilizados, verificou-se a ausência de informações em alguns lotes situados nas porções mais periféricas do bairro, o que demandou o levantamento de dados *in loco* para o preenchimento das lacunas.

Os dados faltantes foram obtidos a partir da observação de imagens de satélite e confirmação em campo, obedecendo às categorias propostas por Nucci (2008), expostas no Quadro 1. Verificou-se que, na base de dados da prefeitura, não constavam os templos religiosos do bairro, o campus da Universidade de Pernambuco (UPE), o Campo do Onze (campo de futebol histórico local), algumas áreas verdes e os principais hospitais. Além disso, grandes áreas periféricas não apresentavam dados nem separação em lotes. Identificaram-se, ademais, marcações incorretas, as quais foram corrigidas com o auxílio dos trabalhos de campo realizados pelo autor, ex-morador da área de estudo, nos dias 21, 22 e 23 de julho de 2023.

Após a confecção do mapa e a posterior observação da área, foram traçadas as rotas para os transectos móveis com a bicicleta. Estas foram definidas visando coletar o maior número de informações meteoroló-

gicas representativas, fundamentadas no mapa de uso e ocupação do solo. A coleta das variáveis meteorológicas (temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento) ocorreu em dois episódios distintos, seguindo as normais climatológicas do Recife/PE, a fim de obter dados nos períodos seco (fevereiro) e chuvoso (julho), conforme as médias mensais do INMET (2023).

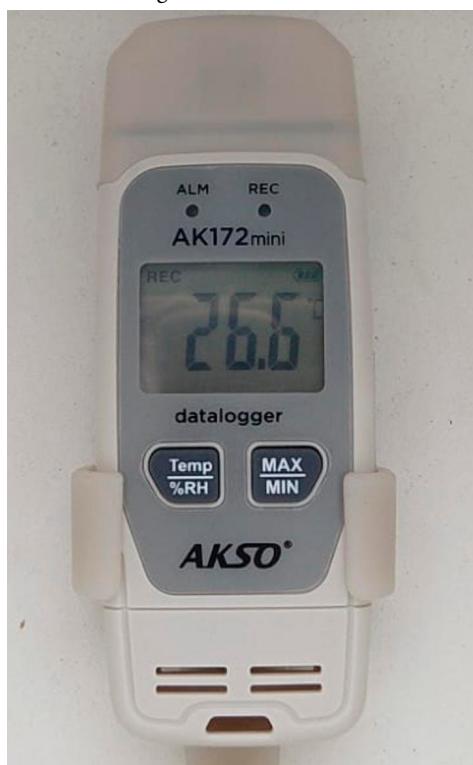
Os horários definidos para cada rota seguiram os padrões estabelecidos pela *World Meteorological Organization* (WMO, 2014), sendo eles: 9h, 15h e 21h. Tais horários justificam-se pelas variações atmosféricas diárias: o início do aquecimento acentuado (9h), o pico térmico (15h) e o início do resfriamento noturno (21h) (Anjos, 2012). A duração de cada transecto variou entre 40 e 60 minutos, garantindo a integridade dos resultados. Segundo Anjos (2012), ao utilizar transectos móveis, o tempo não deve ultrapassar duas horas, a fim de dirimir o efeito oscilativo das variáveis climáticas.

Mensurando, calibrando e equipando a bike

Os episódios de campo para a coleta das variáveis meteorológicas ocorreram durante o período chuvoso e úmido (21 a 24 de julho de 2023) e no período quente e seco (9 a 12 de fevereiro de 2024).

Os dados das variáveis (temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento) foram obtidos simultaneamente durante os transectos, utilizando termo-higrômetros digitais com memória de armazenamento (*dataloggers*) da marca AKSO, modelo AK172 mini (Figura 1). O equipamento possui faixa de medição de -30 °C a 70 °C para temperatura, com resolução de 0,1 °C e exatidão de $\pm 0,8$ °C. Em relação à umidade relativa, apresenta faixa de medição de 0 a 100% UR, resolução de 0,1% UR e exatidão de ± 3 % UR. Os aparelhos foram programados para registrar os dados em intervalos de 30 segundos durante os percursos (Rajkovich *et al.*, 2016).

Figura 1 - Termo-higrômetro AKSO, modelo AK172 míni



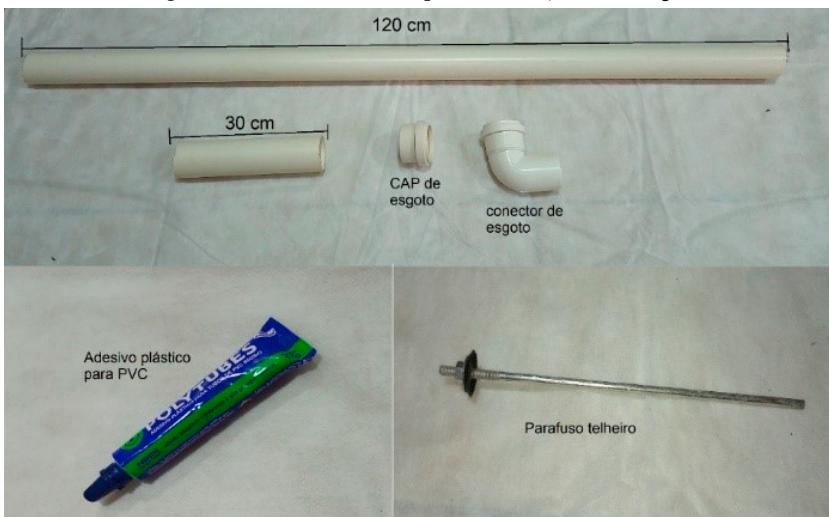
Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Os termo-higrômetros foram armazenados em abrigos para proteção contra a chuva e a radiação solar, confeccionados com material de baixo custo: o policloreto de vinila (PVC). Este material foi utilizado anteriormente em pesquisas como as de Cox (2008), Franco (2010), Maiciel (2011), Santos (2012), Paula (2017), Valin Jr. (2019) e Writzl (2022), apresentando ótimos resultados quanto à proteção contra intempéries e à incidência de radiação solar, sem influenciar negativamente as medições do aparelho.

A construção dos abrigos seguiu as recomendações de Matos *et al.* (2021), replicadas por Writzl (2022). Desse modo, foram utilizados dois cortes de tubos de PVC com diâmetro de 50 mm: um com 120 mm de comprimento e outro com 30 mm. Além disso, utilizaram-se um CAP

e um joelho (conector) de 90°, ambos com 50 mm, fixados com adesivo plástico para tubos de PVC (Figura 2).

Figura 2 - Material utilizado para construção dos abrigos



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

O tubo de PVC utilizado foi medido e serrado com o auxílio de uma serra adequada para esse material. O tubo de 120 mm foi posicionado na vertical e, em sua extremidade inferior, acoplou-se o CAP para vedação. Na parte superior, instalou-se o joelho (conector) para interligar o tubo de 30 mm, que funcionou como braço horizontal. Todo o conjunto foi fixado com adesivo plástico para PVC.

O CAP utilizado como tampa de acabamento não foi colado ao tubo de 30 mm, permitindo sua remoção para o encaixe do termo-higrômetro. Para garantir a ventilação e evitar interferências nas medições, foram feitos furos na parte superior do compartimento que abriga o sensor, utilizando-se um parafuso telheiro aquecido para perfurar o material (Figura 3).

Figura 3 - Abrigo para o termo-higrômetro



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Após a construção dos suportes, o termo-higrômetro foi acoplado à bicicleta para a realização das atividades de campo. A medição deve ocorrer, preferencialmente, a 1,25 metro acima do solo para mitigar a interferência térmica da superfície (Oke, 2006). Desse modo, o sensor foi fixado a uma altura total de 1,50 metro em relação ao solo, atendendo aos requisitos da norma ISO 7726 (1998), visando eliminar interferências no experimento. Essa configuração foi obtida somando-se os 1,20 metro da estrutura do suporte aos aproximadamente 30 cm de elevação referentes ao eixo e ao aro da bicicleta (Figura 4).

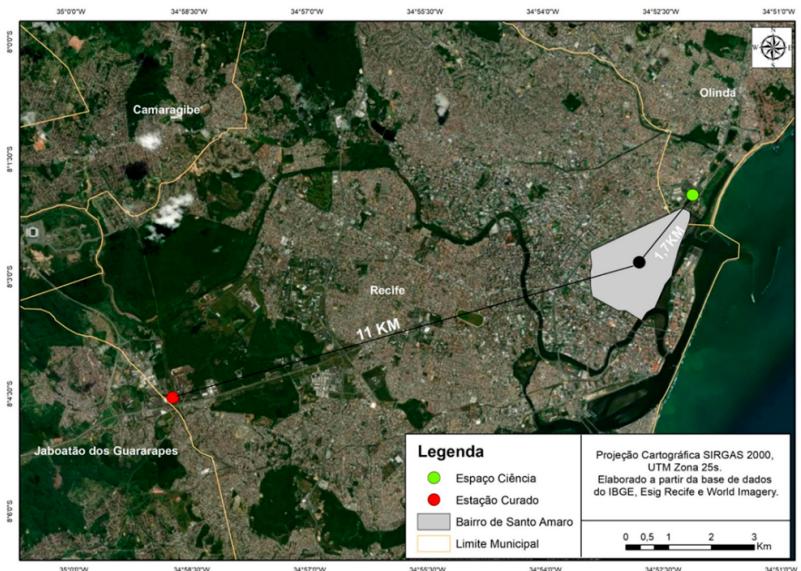
Figura 4 - Abrigo acoplado à bicicleta

Fonte: Elaborada pelo autor (2024).

Anteriormente à realização dos transectos, foi efetuada a calibração dos aparelhos, comparando-se a temperatura e a umidade registradas pelos termo-higrômetros com os dados da estação meteorológica automática situada no Museu Interativo Espaço Ciência (Olinda/PE), administrada pela Agência Pernambucana de Águas e Clima (Apac).

Essa estação foi selecionada por dois fatores primordiais: primeiro, pela proximidade geográfica com o bairro de Santo Amaro (Mapa 1), ao contrário da estação 82900 (EMA/INMET), localizada no bairro do Curado (Recife/PE); segundo, por encontrar-se em pleno funcionamento com coleta de dados horários, enquanto a referida estação do Curado apresentava problemas técnicos e encontrava-se fora de operação no período.

A calibração ocorreu em 20 de julho de 2023, durante um intervalo de quatro horas, com medições registradas a cada 30 segundos (Parson, 2007; Writzl, 2022). O procedimento apresentou resultados satisfatórios e em conformidade com os padrões da estação automática de referência da Apac e do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Mapa 1 - Localização das estações automáticas da Apac e da EMA/Inmet

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Para a coleta da velocidade do vento, utilizou-se um anemômetro digital portátil, modelo Kr825 (Figura 5). Embora o equipamento possua sensores para temperatura e umidade relativa, ele não dispõe de memória interna para armazenamento de dados (*datalogger*). Por esse motivo, o aparelho foi empregado exclusivamente para a medição da velocidade do vento.

A fim de registrar as medições realizadas durante os transectos, os valores exibidos no visor do anemômetro foram fotografados em cada ponto de parada para posterior tabulação e análise. Para a identificação da direção dos ventos, utilizou-se a bússola digital integrada ao aplicativo de geolocalização do dispositivo móvel.

Figura 5 - Anemômetro (Modelo Kr825)



Fonte: Elaborada pelo autor (2024).

Finalizando o percurso: aplicando o índice de desconforto térmico

O conforto térmico, com base em Vecchia (1997), envolve fatores subjetivos. As sensações termofisiológicas manifestam um estado mental no qual o indivíduo em situação de conforto (bem-estar) não expressa desejo de ser aquecido ou resfriado. Corroborando essa perspectiva, Nascimento (1995, p. 15) relata que “o equilíbrio térmico do homem, portanto, é função da sua perfeita interação com o meio ambiente físico; entretanto, a sensação de conforto térmico decorre das múltiplas variáveis climáticas e das próprias condições do homem”.

Ainda sobre a definição de conforto térmico, Gobo (2013) relata que:

O conforto térmico em um determinado ambiente pode ser definido como a sensação de bem-estar experimentada

por uma pessoa como resultado da combinação satisfatória, nesse ambiente, da temperatura radiante média (TRM), umidade relativa (UR), temperatura ambiente (TA) e velocidade relativa do ar (VR) com a atividade lá desenvolvida e com a vestimenta utilizada pelas pessoas (p. 14).

Vecchia (1997), Nascimento (1995) e Gobo (2013) concordam que o conforto térmico é uma sensação percebida pelos indivíduos que habitam determinada localidade, e que essa percepção pode variar em função de fatores biopsicossociais que afetam o grupo social. Em consenso, afirmam que o conforto térmico representa uma sensação positiva, na qual a população não sente incômodo ou desejo de aumentar ou diminuir as temperaturas locais.

No entanto, as alterações urbanas influenciam diretamente o conforto térmico da população citadina. Castelhano (2020) afirma que “as mudanças podem, por um lado, aumentar o conforto térmico, como quando mencionamos os efeitos das ilhas de frescor, mas também agravá-las, resultando em consequências diretas para a saúde humana”. Entre os exemplos dessas consequências estão fadiga, câimbras, problemas cutâneos e circulatórios, insolação, agravos cardíacos e, em casos extremos, o óbito (Araújo, 2012; Gobo, 2013). Desse modo, buscou-se investigar se tal (des)conforto ao calor ocorre no bairro de Santo Amaro, mediante a aplicação dos dados coletados ao Índice de Desconforto (ID).

Para a análise do conforto térmico, utilizou-se o Índice de Desconforto (*Discomfort Index - DI*), elaborado originalmente por Thom (1959) e adaptado por Giles *et al.* (1990). Esse índice é definido por duas variáveis meteorológicas e exprime-se pela Equação 1:

$$\text{ID} = \text{Td} - 0,55 \cdot (1 - 0,01 \cdot \text{RH}) \cdot (\text{Td} - 14,5) \quad (\text{Eq. 1})$$

Na qual: ID = *Discomfort Index*; Td = temperatura de bulbo seco (°C); RH = umidade relativa (%).

Esse Índice de Desconforto busca inferir condições de conforto, satisfação ou estresse térmico percebido pela população. A escolha do

presente índice justifica-se em razão de: i) sua ampla utilização em trabalhos de Geografia, conforme Silva e Souza (2017); ii) sua aplicação em estudos como os de Medeiros *et al.* (2018), Nascimento *et al.* (2019) e Gomes (2019), que abordam o clima local da cidade do Recife/PE; e iii) sua fácil aplicação, suprindo os objetivos da pesquisa ao utilizar a análise de duas variáveis meteorológicas (temperatura e umidade do ar).

No entanto, algumas adaptações foram necessárias diante da realidade climática em que o índice foi originalmente pautado (Ayoade, 1986), visto que o ID elaborado por Giles *et al.* (1990) baseou-se em características climáticas estadunidenses, distintas da realidade do clima Tropical Litorâneo do Nordeste Oriental pernambucano (Mendonça; Danni-Oliveira, 2007).

Desse modo, foram adotados os limiares do Índice de Desconforto propostos por Silva e Souza (2017) para condições climáticas em regiões tropicais. Consideraram-se apenas três classes (desconforto por frio, conforto e desconforto por calor) entre as seis originalmente propostas, visando adequar o índice aos dados e à realidade fenomenológica levantados pela presente dissertação (Tabela 1).

Tabela 1 - Limiares do Índice de desconforto (ID) térmico humano

| ID (°C) | Condição |
|---------------------------|--------------------------|
| ≤ 18,9°C ID | Desconforto para o frio |
| 18,9°C ID < X ≤ 25,6°C ID | Conforto |
| >25,6°C ID | Desconforto para o calor |

Fonte: Silva e Souza (2017), organizada pelo autor (2024).

Os limiares propostos por Silva e Souza (2017) foram validados em estudo realizado em Palmas/TO, onde os autores encontraram uma realidade climática análoga à de Recife/PE. O diagnóstico climático do bairro de Santo Amaro, fundamentado na metodologia do Sistema Clima Urbano (SCU) de Monteiro (1976, 2003) e na execução de transectos móveis por bicicleta, constitui-se como um estudo inédito para a área.

A pesquisa demonstrou que o bairro apresenta contrastes marcantes de uso e ocupação do solo, os quais refletem desigualdades socioeconômicas que influenciam diretamente a exposição ao estresse térmico. As áreas periféricas, caracterizadas por vias estreitas, escassa arborização e baixa ventilação, registraram os maiores Índices de Desconforto (ID).

Durante o período seco, o desconforto térmico foi persistente em todas as campanhas de coleta. Em contrapartida, no período úmido, observou-se relativo alívio térmico em setores com presença de arborização, vias amplas e maior permeabilidade às brisas, como nas adjacências do Shopping Tacaruna, Avenida Cruz Cabugá, Rua da Aurora e no entorno do Cemitério de Santo Amaro. Em suma, os resultados confirmam que a população de baixa renda apresenta maior vulnerabilidade ao calor extremo, evidenciando a urgência de políticas públicas voltadas à equidade climática e à adaptação urbana diante do cenário de mudanças climáticas.

Referências

- ANJOS, M. W. B. **Ambiente Urbano:** Contrates térmicos e higrométricos espaciais em Aracaju – Sergipe (Brasil). Dissertação (Mestrado em Geografia Física) – Departamento de Geografia, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade de Coimbra, Portugal, 2012.
- ARAUJO, R. R. O conforto térmico e as implicações na saúde: uma abordagem preliminar sobre os seus efeitos na população urbana de São Luís-Maranhão. **Caderno de Pesquisa**, v. 19, n. 3, p. 51-60, set./dez. 2012. Disponível em: <http://www.perioIDcoseletronicos.ufma.br/index.php/cadernosdepesquisa/article/view/1148/2589>. Acesso em: 29 out. 2022.
- CASTELHANO, F. J. **O clima e as cidades**. Curitiba: InterSaberes, 2020.
- COX, E. P. **Interação entre clima e superfície urbanizada:** o caso da cidade de Várzea Grande/MT. 2008. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental) – Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2008.

FRANCO, F. M. **Configuração Urbana e sua Interferência no Micro-clima Local:** Estudo de Caso no Bairro do Porto em Cuiabá-MT. 2010. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental) - Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2010.

FRANCO, F. M. **Análise do comportamento termo-higrométrico urbano sob a ótica do uso e ocupação do solo em Cuiabá-MT.** 2013. Tese (Doutorado em Física Ambiental) – Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2013.

GILES, B. D.; BALAFOUTIS, C.; MAHERAS, P. Too hot for comfort: The heatwaves in Greece in 1987 and 1988. **International Journal of Biometeorology**, v. 34, n. 2, p. 98-104, jun. 1990.

GOBO, J. P. A. **Regionalização climática do Rio Grande do Sul com base no zoneamento do conforto térmico humano.** 207 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/IDspionateis/8/8135/tde-12092013115803/publico/2013_JoaoPauloAssisGobo_VCorr.pdf. Acesso em: 29 out. 2022.

GOMES, J. H. **Fragmentação socioespacial e conforto térmico:** um estudo na zona norte da cidade do Recife–PE. 165 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2019. Disponível em: <https://attena.ufpe.br/handle/123456789/35888>. Acesso em: 15 nov. 2022.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Normais climatológicas.** Disponível em:<https://clima.inmet.gov.br/GraficosClimatologicos/DF/83377>. Acesso em: 13 maio 2023.

MACIEL, C. R. **Análise da relação entre características do ambiente urbano e comportamento de variáveis microclimáticas:** Estudo de caso em Cuiabá-MT. 2011. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental) – Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2011.

MATOS, F. B. *et al.* Ilhas de calor na zona urbana de Crato/Ceará/Brasil. **Revista de Geociências do Nordeste**, p. 41-48, 2021.

MEDEIROS, R. M. *et al.* Thermal variability and apparent temperature between the years 1962 and 2015 in the great metropolis of Recife-PE, Brazil. **Revista brasileira de Geografia Física** v. 11, n. 01, p. 016-027, 2018. Disponível em: <http://www.ufpe.br/rbgfe>. Acesso em: 19 mar. 2024.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia:** noções básicas e climas do Brasil. 1. ed. São Paulo: Oficina de Texto, 2007.

NASCIMENTO, C. C. **Clima e morfologia urbana em Belém.** Dissertação (Mestrado em Desenho Urbano) – Instituto de Arquitetura e Urbanismo da UNB, 1995.

NASCIMENTO, J. H. *et al.* Variação espacial de parâmetros meteorológicos e do conforto térmico em recorte urbano com diferentes configurações paisagísticas, Recife-PE. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 12, n. 1 (2019), p. 009-021, 2019.

NUCCI, J. C. Qualidade ambiental e adensamento Urbano. 2^a ed. São Paulo: **Humanistas/FFLCH-USP**, 2008.

OKE, T. R. Initial Guidance to Obtain Representative Meteorological Observations at Urban Sites; **World Meteorological Organization: Vancouver**, BC, Canada, 2006.

PARSONS, K. **Human thermal environments:** the effects of hot, moderate, and cold environments on human health, comfort and performance. CRC Press, 2007.

PAULA, D. C. J. **Análise termohigrométrica pós intervenções urbanas em Cuiabá-MT.** 2017. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental) - Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2017.

RAJKOVICH, N. B.; LARSEN, L. A bicycle-based field measurement system for the study of thermal exposure in Cuyahoga County, Ohio, USA. **International journal of environmental research and public health**, v. 13, n. 2, p. 159, 2016.

SANTOS, F. M. M. **Influência da ocupação do solo na variação termo-higrométrica na cidade de Cuiabá-MT.** 2012. Tese (Doutorado em Física Ambiental) – Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso – Cuiabá, 2012.

SILVA, L. F. G; SOUSA, L. B. Seleção de anos padrão para análise rítmica em estudos de conforto térmico: uma proposta de “Confortogramas” a partir de índices. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 20, 2017.

THOM, E. C. The discomfort Index. **Weatherwise**, v. 12, n. 2, p. 57-61, abr. 1959.

VAEZA, R. F. *et al.* Uso e ocupação do solo em bacia hidrográfica urbana a partir de imagens orbitais de alta resolução. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 1, p. 23-29, 2010. Disponível em: <http://www.floram.org/files/v17n1/v17n1a3.pdf>. Acesso em: 01 jul. 2023.

VALIN JR, M. O.; SANTOS, F. M. M.; RIBEIRO, K. F. A.; NOGUEIRA, M. C. J. A.; NOGUEIRA, J. S. Análise da relação entre abrigos meteorológicos alternativos para pontos fixos e o comportamento de variáveis termo higrométricas. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 18, p. 157-179, 2016.

VALIN JR., M. O. **Análise de abrigos termo-higrométricos alternativos para transectos móveis.** Tese (Doutorado em Física Ambiental) – Universidade Federal de Mato Grosso. Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental. Cuiabá: Instituto de Física, 2019.

VECCHIA, F. A. da. **Clima e ambiente construído.** A abordagem dinâmica aplicada ao conforto humano. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Programa de Pós-Graduação em Geografia. FFLCH/USP. Universidade de São Paulo, 316p. 1997. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/sa/v51n1/01.pdf>. Acesso em: 28 set. 2021.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. **Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation: (CIMO Guide)** Geneva: WMO, 2014.

WRITZL, L. **Conforto térmico humano em caminhos disponíveis ao uso da bicicleta em Balneário Camboriú-SC, em situação veranil.** Dissertação (Mestrado em Geografia). Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal de Santa Maria. Centro de Ciências Naturais e Exatas, 103p. 2022.

BLOCO II

**ESTUDOS CLIMÁTICOS
E SOCIOAMBIENTAIS**



ESTUDO DO CLIMA DAS CIDADES: O CLIMA URBANO NA CIDADE DO CRATO-CE SOB O ENFOQUE TÉRMICO

Juliana Maria Oliveira Silva

Palavras iniciais

A urbanização crescente nas cidades médias tem ocasionado problemas ambientais semelhantes aos observados em grandes centros urbanos e metrópoles. Como resultado dessas transformações, identificam-se alterações na atmosfera das cidades, dentre as quais se destaca o aumento da temperatura em áreas densamente construídas quando comparadas àquelas com menor concentração de edificações. Esse fenômeno favorece o surgimento das Ilhas de Calor Urbano (ICU), as quais podem ser divididas em dois tipos: Ilha de Calor Atmosférica e Ilha de Calor de Superfície e Subsuperfície (Oke, 1995).

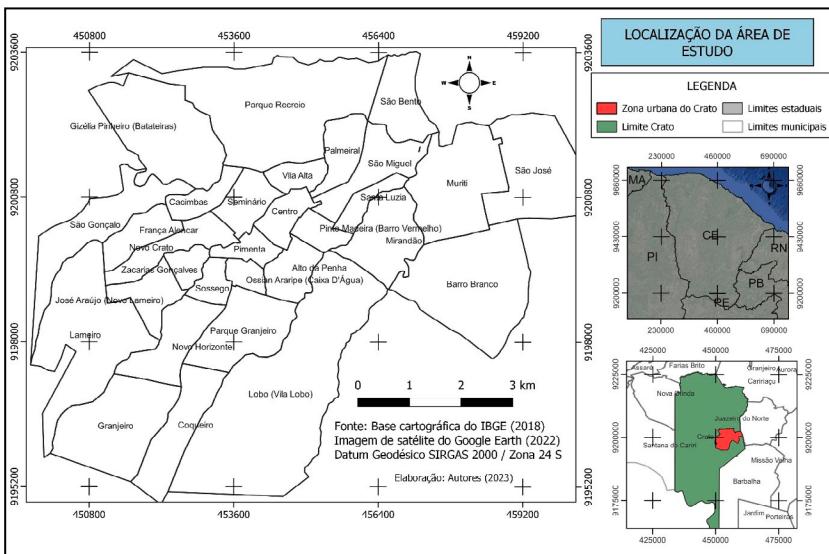
O aparecimento das ICU é condicionado por alguns fatores, sendo um deles os materiais de construção encontrados nas cidades, pois apresentam a propriedade de absorver o calor mais rapidamente e liberá-lo lentamente, diferentemente do que ocorre nas zonas rurais (Gartland,

2010). As ilhas de calor estão sendo diagnosticadas em cidades pequenas e médias, com magnitudes fortes e muito fortes dependendo dos sistemas atmosféricos atuantes (Amorim, 2010). Por isso, a necessidade de uma maior ampliação de trabalhos de pesquisa nesta perspectiva torna-se importante para os planejamentos ambientais e urbanos.

O Laboratório de Análise Geoambiental da Universidade Regional do Cariri vem, desde 2015, efetuando pesquisas na área do campo térmico da cidade do Crato, sul do estado do Ceará. Inicialmente, os trabalhos utilizavam o sensoriamento remoto para os estudos das Ilhas de Calor de Superfície a partir de imagens de satélite do Landsat 5. Posteriormente, empregaram-se termo-higrômetros em pontos específicos da cidade, com medições nos horários das 9h, 15h e 21h. Em 2017, teve o primeiro projeto de pesquisa aprovado com financiamento através do edital CNPq/Universal. Em 2018, com recursos da Funcap através do programa BPI, foi possível ampliar os estudos das Ilhas de Calor Atmosférica.

No caso deste capítulo, aborda-se a formação das ilhas de calor urbano (ICU) durante o período seco na cidade do Crato, com medições realizadas no mês de outubro de 2019. Cidades inseridas em contextos de semiaridez podem gerar desconforto térmico para além das condições naturais. A organização espacial e a densidade vegetacional podem intensificar as diferenças de temperatura intraurbana, fato observado na literatura, em que o processo de ocupação tende a influenciar no aparecimento de magnitudes distintas das ilhas de calor (Pinheiro *et al.*, 2023).

O município do Crato integra a Região Metropolitana (RM) do Cariri. A população totaliza 131.050 habitantes (IBGE, 2022) e uma taxa de urbanização de 83,11% (IBGE, 2010; Ipece, 2010). A área de estudo apresenta classificação climática do tipo Tropical Quente Semiárido brando e Tropical Quente Subúmido (Funceme, 2006). A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) é o principal sistema atmosférico atuante para a produção de chuvas, assim como os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN), que costumam atuar em janeiro e fevereiro (Silva, 2017).

Figura 1 - Localização da área de estudo

Fonte: Elaborada pelo autor (2024).

A pesquisa teve como objetivo analisar a formação de ilhas de calor na zona urbana do município do Crato/CE, mensurando a temperatura do ar em setores geoecológicos distintos do sítio urbano. Tais dados foram correlacionados com os diferentes padrões de uso e ocupação do solo e com os elementos naturais da cidade que possam influenciar na distribuição térmica.

A pesquisa pautou-se nas proposições de Monteiro (1976) acerca do Sistema Clima Urbano (SCU). O autor elencou dez enunciados e cinco critérios básicos que servem para a orientação dos estudos de clima urbano, estruturando o SCU em três canais de percepção: termodinâmico, físico-químico e hidrometeorológico. Este trabalho foi desenvolvido abordando o Canal I – Termodinâmico, que trata das manifestações relacionadas à gênese de ilhas de calor e de frescor, além de alterações na ventilação. Tais fenômenos são perceptíveis aos cidadãos por meio do desconforto térmico, podendo ocasionar problemas fisiológicos e sanitários (Monteiro, 1976).

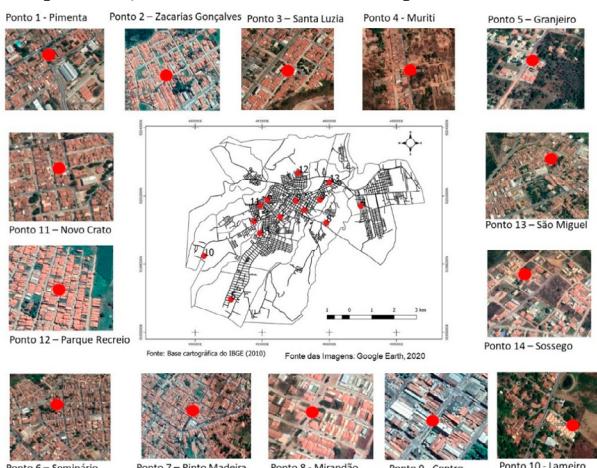
Caminhos percorridos

Para os estudos de Ilhas de Calor Atmosféricas, adotaram-se dois procedimentos: pontos fixos, com a instalação de 14 pontos distribuídos na malha urbana, onde os dados foram coletados de hora em hora via *dataloggers* durante os meses de março (período chuvoso) e outubro (período seco) de 2019; e transectos móveis.

Para a escolha dos pontos fixos de medição, levaram-se em consideração aspectos de ordem geoecológica e características urbanas, incluindo tipos de uso e ocupação do solo, segurança do equipamento e logística. Selecionaram-se 14 bairros da zona urbana, seguindo as propostas de Mendonça (1993) e Oke (2006).

Oke (2006) esclarece que existem propriedades das áreas urbanas que afetam a atmosfera, sendo elas: a estrutura urbana (dimensões dos edifícios, largura e espaçamento das vias); a cobertura urbana (áreas construídas, pavimentadas, vegetação, solo nu e água); o tecido urbano (materiais de construção e materiais naturais); e o metabolismo urbano (calor, água e poluentes resultantes da atividade humana). A Figura 2 ilustra a distribuição dos pontos no mês de outubro de 2019.

Figura 2 - Espacialização dos Pontos selecionados para a área de estudo (outubro)



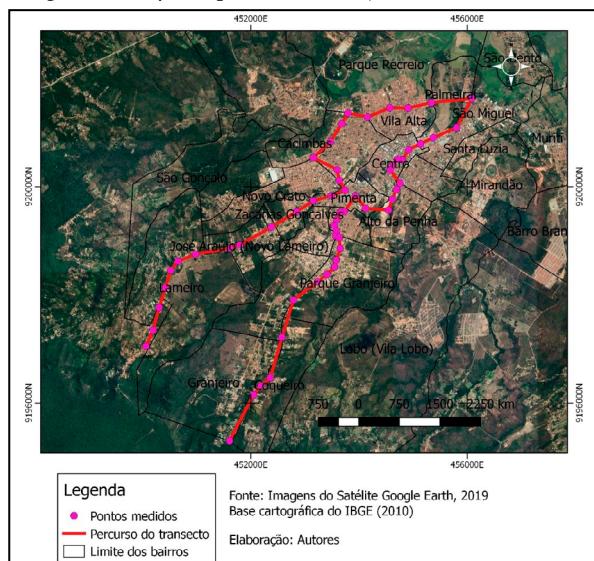
Organização: Juliana Maria Oliveira Silva (2020).

O transecto móvel foi realizado em diferentes meses na área de estudo (entre 2019 e 2020), buscando contemplar as variações pluviométricas e térmicas regionais: julho (mês de menor temperatura); setembro, outubro e novembro (meses mais quentes e com índices pluviométricos reduzidos); fevereiro (início da quadra chuvosa em 2020); e outubro novamente (em 2020, durante a flexibilização das atividades).

Todos os transectos foram realizados no período noturno, seguindo recomendações da literatura, no horário das 21h e com duração máxima de 50 minutos, sempre sob condições de estabilidade atmosférica. O trajeto percorreu distintos bairros da zona urbana do Crato, com tipologias diversas de uso, ocupação e cobertura vegetal. Selecionaram-se locais representativos ao longo do percurso (Figura 3) para a medição da temperatura e umidade, totalizando 56 pontos de amostragem.

Em cada ponto, coletaram-se as coordenadas por meio de GPS para a espacialização dos dados. O equipamento utilizado foi o termo-higrômetro portátil da marca Instrutemp (modelo ITHT 2210), devidamente acoplado ao veículo e protegido das intempéries.

Figura 3 - Trajeto e pontos de medição do transecto móvel



Fonte: Elaborada pelo autor (2024).

De acordo com Oke (1978), a característica mais importante da ilha de calor atmosférica é sua intensidade, entendida como a diferença entre a temperatura máxima urbana e a temperatura mínima rural em um mesmo instante. A intensidade discutida neste capítulo refere-se à magnitude “intraurbana”, na qual as diferenças térmicas ocorrem dentro dos limites territoriais da cidade (Moura, Zanella e Sales, 2008).

Para a classificação da intensidade das Ilhas de Calor (ICU), seguiram-se as propostas de García (1993), originalmente desenvolvidas para Madri (Espanha) e amplamente adotadas na literatura brasileira. Esta escala estabelece as seguintes variações: 0°C - 2°C (Fraca), 2°C - 4°C (Moderada), 4°C - 6°C (Forte), > 6°C (Muito Forte).

Ilhas de calor intraurbana na cidade do Crato-CE no período seco

O mês de outubro na cidade caracteriza-se pelos baixos índices de umidade e pluviosidade, além de temperaturas elevadas. O Anticiclone do Atlântico Sul (ASAS) atua nesta época, causando estabilidade atmosférica. Nesse período, as precipitações foram inexpressivas: o posto pluviométrico da Funceme no Crato registrou 3 mm no dia 04/10 e 11,8 mm no dia 11/10; já no posto do Lameiro, o registro foi de 8 mm no dia 11/10.

As diferenças de temperatura e umidade no contexto intraurbano evidenciaram que os bairros mais urbanizados e com menor grau de cobertura vegetal apresentaram temperaturas mais elevadas em comparação aos bairros menos ocupados e com vegetação arbórea mais densa. Os setores mais quentes identificados no experimento anterior (março) mantiveram as maiores temperaturas neste campo de outubro. Os bairros Granjeiro e Lameiro destacaram-se por possuírem condições naturais (altitude e cobertura vegetal densa) que favorecem valores térmicos mais amenos. Aliado a isso, a densidade de ocupação nesses locais é significativamente menor se comparada a bairros como Seminário, Centro e Pimenta.

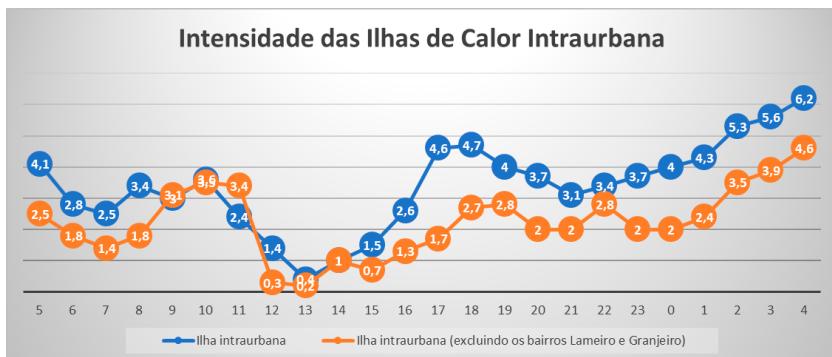
No horário da tarde, identificaram-se as temperaturas máximas para cada ponto, com alguns registros ultrapassando 37 °C. À medida que

anoitece, as temperaturas declinam, situando-se abaixo de 30 °C. A umidade relativa apresentou comportamento inverso ao da temperatura ao longo do dia: os menores índices concentraram-se à tarde (variando entre 22% e 35%), enquanto os maiores ocorreram durante a noite e no início da manhã.

Em relação às ilhas de calor intraurbanas, as magnitudes variaram entre “Moderada” e “Forte” (Figura 4), com predominância da intensidade “Moderada”. Às 5h, o bairro Granjeiro (setor bem arborizado) registrava 22,5 °C, enquanto o ponto mais aquecido foi o Centro (alta concentração de massa edificada), com 25,7 °C. Verificou-se, nesse momento, uma intensidade de 4,1 °C (“Forte”), que diminuiu após esse horário, oscilando entre “Moderada” e “Fraca”.

As ilhas de calor, embora variem durante o dia, tendem a ser mais intensas após o pôr do sol; em dias de céu claro e estável, elas tornam-se mais evidentes (Gartland, 2010). No final da tarde, identificou-se uma ICU de “Forte intensidade” às 17h (4,6 °C) e às 18h (4,7 °C).

Figura 4 - Intensidade das Ilhas de Calor intraurbana para cada horário



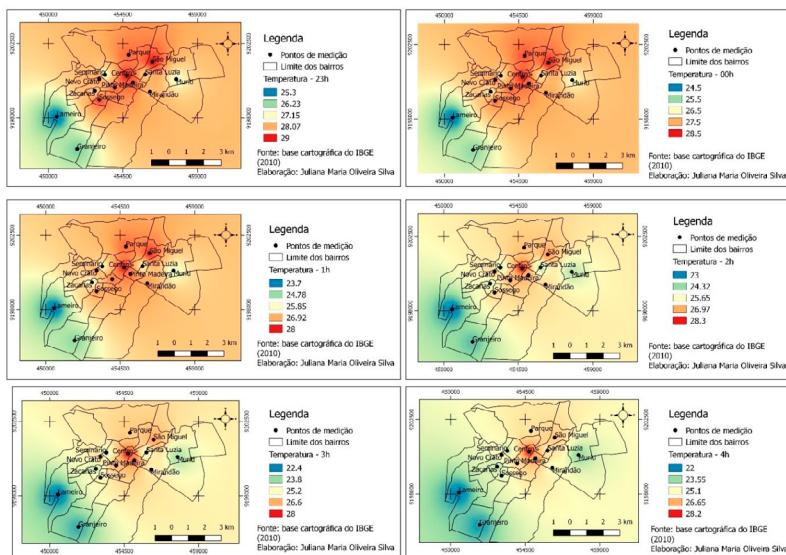
Fonte: Elaborada pelo autor (2024).

Durante a madrugada, registraram-se intensidades de “Moderada” a “Forte”, sendo os horários das 3h e 4h os de maior magnitude. Isso demonstra que, nesse período, as superfícies urbanas continuam a liberar calor, com o ponto do Centro apresentando temperaturas mais elevadas, enquanto os setores com maior cobertura vegetal e menor densidade de ocupação encontram-se mais resfriados.

Efetuou-se uma nova análise dos dados excluindo os bairros Lameiro e Granjeiro, a fim de isolar o efeito da altitude desses locais (representados pela coloração laranja no gráfico da Figura 4). No período da manhã, registrou-se às 10h uma intensidade de 3,6 °C (“Moderada” magnitude). No horário da tarde, as intensidades mostraram-se “Fracas”. No turno da noite, a maior intensidade registrada foi de 2,8 °C, nos horários das 19h e 22h. Na madrugada, as intensidades oscilaram entre “Moderada” e “Forte”, atingindo o ápice às 4h, com 4,6 °C, conforme ilustra a Figura 4.

A fim de demonstrar a distribuição espacial da temperatura, calculou-se a média térmica de cada ponto por horário para a produção dos mapas. A Figura 5 exemplifica a temperatura no intervalo das 23h às 4h; nela, as tonalidades avermelhadas representam as temperaturas mais elevadas, as alaranjadas as temperaturas medianas e as azuladas as menores registradas. Nota-se que o setor central da cidade permanece aquecido em quase todos os horários analisados.

Figura 5 - Espacialização da temperatura nos horários de 23h até 4h



Fonte: Elaborada pelo autor (2024).

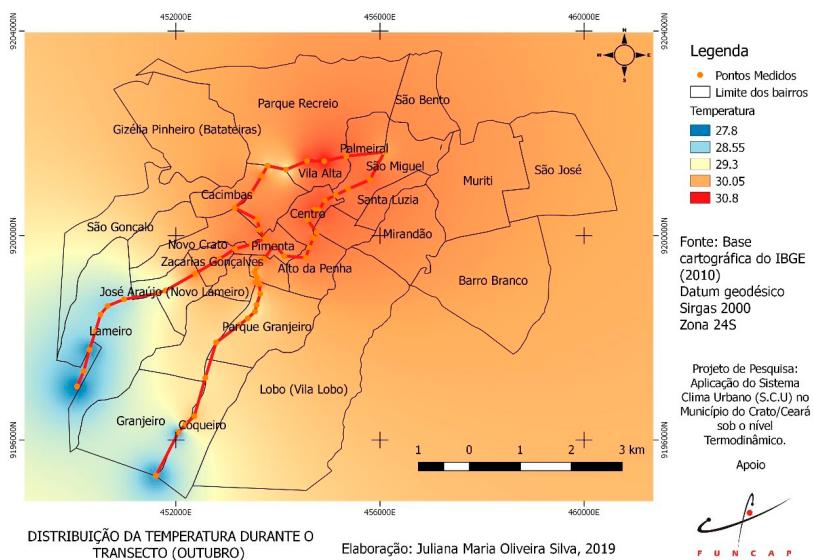
No intervalo entre 2h e 4h, o núcleo quente manifesta-se nos bairros mais urbanizados, como Centro, Pimenta e Seminário. Para Gartland

(2015), a intensidade das ilhas de calor varia ao longo do dia e da noite: pela manhã, a magnitude é geralmente menor, aumentando conforme as superfícies urbanas absorvem radiação e aquecem o ar adjacente.

Segundo Oke (1982), após o pôr do sol, a intensidade das ilhas persiste devido às diferentes taxas de resfriamento entre as áreas urbanas e rurais. Durante a madrugada, temperaturas acima de 25 °C predominam nos pontos com maior massa edificada. Em contrapartida, o ponto do Muriti permanece com temperaturas mais amenas, pois localiza-se em uma área com presença predominante de gramíneas e vegetação subcaducifólia.

Em relação aos dados do transecto móvel, encontraram-se gradientes térmicos entre os pontos desde as áreas de baixa ocupação até as zonas com construções consolidadas, em diferentes períodos do ano. Pode-se observar na Figura 6 a variação da temperatura no mês de outubro: as tonalidades azuis oscilam de 27,8 °C a 28,55 °C, as alaranjadas entre 29,3 °C e 30,5 °C e as vermelhas atingem 30,8 °C. No mês de outubro de 2019, o transecto foi realizado especificamente no dia 17.

Figura 6 - Distribuição da temperatura no transecto móvel de outubro de 2019



Fonte: Elaborada pelo autor (2024).

No início do percurso, no setor Belmonte/Lameiro (localizado próximo à vertente da Chapada do Araripe e identificado no mapa em tons de azul por sua vegetação pronunciada e menor aglomerado urbano), registrou-se a temperatura de 27,8 °C. Em comparação ao período úmido (julho), no qual se registrou 21,9 °C no mesmo local, houve uma amplitude de 5,9 °C. Assim, depreende-se que, apesar do período seco, as temperaturas nesses pontos permanecem mais amenas em relação ao restante da cidade.

À medida que o trajeto aproximava-se das áreas centrais e mais densamente ocupadas, a temperatura elevava-se. No bairro Centro, o registro situou-se em torno de 30 °C, fato explicado pela alta densidade de construções e pela escassez de vegetação nas vias do transecto.

A maior temperatura registrada no percurso foi de 30,8 °C, com umidade de 39,17% (bairro Vila Alta), no cruzamento da Avenida Tomás Osterne de Alencar com a Rua Desembargador Edmilson da Cruz Neves, área de intenso fluxo comercial e de serviços. No bairro Granjeiro, como esperado, a temperatura declinou, o que reforça que, mesmo em períodos quentes, fatores de ordem natural (vegetação, menor adensamento urbano e maiores altitudes) auxiliam na manutenção de amenidades térmicas. A menor temperatura do percurso ocorreu no Belmonte (27,8 °C), próximo ao Hotel Pasárgada (altitude de 685 m), em área de vegetação densa e baixa ocupação. A diferença térmica entre os pontos extremos foi de 3 °C (intensidade “Moderada”).

Realizou-se um último transecto em outubro de 2020 às 18h30, logo após o pôr do sol, para verificar as divergências em relação ao horário das 21h (outubro de 2019). Nesse campo, encontraram-se temperaturas de até 32 °C nos mesmos pontos urbanizados de 2019, indicando elevado aquecimento pós-crepúsculo. A menor temperatura foi de 24,3 °C (Clube Granjeiro), local com muita vegetação e altitude elevada. O pico térmico ocorreu no Centro (Rua da Vala) e Vila Alta, em torno de 32 °C. Dessa forma, as intensidades das ilhas atingiram a classificação “Muito Forte” (7,7 °C), indicando que a magnitude apresenta variações significativas conforme o horário. Contudo, ao considerar pontos com

altitudes similares e excluir os bairros Lameiro e Granjeiro, a intensidade foi “Moderada” (2,4 °C).

A partir dos resultados, expõe-se a importância da realização de pesquisas sobre clima urbano em cidades médias, especialmente no semiárido, onde as temperaturas são naturalmente elevadas. Mesmo no período seco, foi possível evidenciar ICU de diferentes magnitudes, as quais tornam-se mais nítidas durante a noite e a madrugada.

Caminhos finais: possibilidades para um planejamento urbano

As ilhas de calor formam-se em cidades com urbanização intensa, pavimentação asfáltica e escassez de vegetação. Em cidades localizadas no semiárido, pode ocorrer uma intensificação do fenômeno devido às características climáticas regionais aliadas ao processo de urbanização. Tais ilhas apresentam variações conforme o período sazonal; para monitorá-las no Crato, instalaram-se 14 pontos distribuídos em bairros com realidades geoambientais e padrões de uso e ocupação distintos, além da execução de transectos móveis.

A intensidade da ilha de calor que predomina no período da manhã é a “Fraca”, em ambos os períodos sazonais de medição (março e outubro), com picos de magnitude “Moderada” em horários específicos. Durante a noite e a madrugada, a intensidade “Moderada” predomina, com registros de intensidade “Forte” em determinados intervalos.

Apesar de o Crato ser uma cidade de porte médio, os resultados demonstram intensidades de ilhas de calor de “Forte magnitude”. Isso evidencia que diferentes padrões de urbanização contribuem para a gênese desse fenômeno, independentemente de o centro urbano ser uma grande metrópole. O clima urbano, muitas vezes negligenciado em Planos Diretores que não consideram as características da atmosfera local, pode sofrer intensificações das ICU (tanto atmosféricas quanto de superfície), impactando diretamente o conforto térmico dos cidadinos.

Portanto, é imperativo avançar nas pesquisas sobre o clima urbano em cidades do semiárido. É possível observar como os componentes ambientais e o uso do solo contribuem para a alteração da temperatura e da umidade, o que reforça a importância estratégica das áreas verdes para o arrefecimento térmico e o bem-estar da população.

Referências

- AMORIM, M. C. C. T. Climatologia e Gestão do espaço urbano. **Mercator**, número especial, p. 71- 90, dez. 2010.
- FUNCENE, Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. **Zoneamento geoambiental do estado do Ceará: parte II mesoregião do sul cearense**. FUNCENE: Fortaleza, 2006. 132p. Mapas escala 1:250.000.
- GARCÍA, M. C. M. **Estudio del clima urbano de Barcelona: la “isla de calor”**. Tese de Doutorado, Universidade de Barcelona, Barcelona, 1993.
- GARTLAND, L. **Ilhas de calor**: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas. São Paulo: Oficina de textos, 2010.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico 2022**. Sinopse, 2022. Disponível em: Crato (CE) | Cidades e Estados | IBGE Acesso em: 07 ago. 2024.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico 2010**. Sinopse, 2010. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&cod>. Acesso em: 07 nov. 2025.
- IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **Índice de Desenvolvimento Municipal (IDM) Ceará - 2010**. Fortaleza: IPECE, 2010. Disponível em: https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2014/05/IDM_2010.pdf. Acesso em: 07 nov. 2025.
- 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. **Teoria e Clima Urbano.** Série Teses e Monografias, n. 25. São Paulo: Instituto de Geografia/USP, 1976. 181p.

MOURA, M. O.; SALES, M. C. L.; ZANELLA, M. E. Ilhas Térmicas na cidade de Fortaleza. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 28, p. 33-44, 2008.

OKE, T. R. The heat island of the urban boundary layer: Characteristics, causes and effects. In: CERMAK, J. E. et al. (Ed.). **Wind Climate in Cities**, p. 81–107. Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic Publishers. 1995.

OKE, T. R. **Boundary Layer Climates.** London: Methuen & Ltd. A. Halsted Press Book, John Wiley & Sons, New York, 1978, 372p.

OKE, T. R. The energetic basis of the urban heat island. **Quarterly journal of the royal meteorological society**, London, v. 108, n. 455, p. 1–24, 1982.

OKE, T. R. Initial Guidance to Obtain Representative Meteorological Observations at Urban Sites. In: **Instruments and Observing Methods.** WHO, Ed.; World Health Organization: Geneva, Switzerland, 2006.

PINHEIRO, M. A.; LUCENA, R. L.; SILVA, J. M. O. Ilha de calor urbana no semiárido: um estudo de caso na cidade de Iguatu/Ceará. **Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS)**, [S. l.], v. 25, n. 3, p. 20–39, 2023. DOI: 10.35701/rcgs.v25.916. Disponível em: <https://rcgs.uvanet.br/index.php/RCGS/article/view/916>. Acesso em: 10 jun. 2023.

SILVA, J. M. O. Utilização de anos-padrão no estudo da variabilidade pluviométrica no município do Crato/Ceará. In: PEREZ-FILHO, A; AMORIM, R. R. (org.). **Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento.** Campinas: Instituto de Geociências, UNICAMP, p. 2060-2072, 2017. DOI - 10.20396/sbgfa.v1i2017.2606 - ISBN 978-85-85369-16-3.

SOLTANI, A.; SHARIFI, E. Daily Variation of Urban Heat Island Effect and Its Correlations to Urban Greenery: A Case Study of Adelaide. **Frontiers of Architectural Research**, 6, p. 529-538, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.foar.2017.08.001>.



AÇÕES DE EDUCAÇÃO PARA REDUÇÃO DE RISCOS DE DESASTRES (ERRD) NO CRATO, CEARÁ

*Antônia Carlos da Silva
Marcelo de Oliveira Moura*

Projeções introdutórias

A educação assume, no campo das discussões sobre os desastres ambientais, relevante potencialidade para a promoção da Redução do Risco de Desastres (RRD). No ambiente escolar, essa abordagem ganha maior significado educativo ao assumir concepções teóricas e percursos metodológicos interligados pelos pressupostos da pesquisa, do ensino e da extensão.

Nessa perspectiva, apresentamos neste capítulo as práticas escolares advindas de dois projetos de extensão: “Educação para Redução de Risco de Desastre (ERRD): caminhos para aprender, forma de agir e percepção para prevenir em escolas da cidade do Crato/CE”, ministrado em 2022 na Escola de Ensino Fundamental em Tempo Integral 18 de Maio, localizada na área de risco do Rio Granjeiro; e “Práticas educativas para

uma cultura de prevenção de desastres ambientais em escolas públicas na cidade de Crato/CE”, ministrado em 2023, na Escola de Ensino Médio em Tempo Integral Governador Adauto Bezerra, situada próxima à área de risco da Encosta do Seminário¹.

A concepção de EERRD que assumimos é a definida pelo Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF) e pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO). Esses órgãos concebem a EERRD como um:

[...] processo pelo qual os sujeitos de aprendizagem são motivados a construir uma compreensão das causas e consequências dos riscos de desastres, de modo a torná-los aptos a atuarem proativamente na prevenção, na mitigação, na emergência e a se tornarem resilientes aos desastres” (Unicef; Unesco, 2012).

Nessa conceituação, o termo educação congrega a ideia de aprendizagem como construção e enseja, portanto, participação e engajamento. Entendemos que construir conhecimento é “abrir portas” e elaborar significado para os conteúdos; assim, a aprendizagem guarda profunda relação com a experiência de vida e com o contexto social dos sujeitos escolares.

No contexto da cidade do Crato/CE, identificamos, no relatório do Serviço Geológico do Brasil (CPRM) de 2014, diretrizes da equipe técnica para as áreas de risco do município. Algumas dessas sugestões dizem respeito à ação direta do poder público na implementação de infraestrutura, enquanto outras tratam da formação de posturas e atitudes por parte da população. Nesse caso, as recomendações possuem um importante direcionamento para o planejamento de ações educativas. Das sugestões apresentadas no relatório, destacamos as seguintes:

1 Este capítulo é fruto de uma publicação desenvolvida para o XVI Simpósio de Climatologia Geográfica realizado na Universidade Regional do Cariri, Crato no Ceará.

- ✓ Realização de palestras e campanhas de educação ambiental voltadas à população, visando promover o entendimento sobre os prejuízos causados pelo descarte irregular e pelo acúmulo de resíduos sólidos nos sistemas de drenagem;
- ✓ Promoção de campanhas de sensibilização para que a população colabore com a Defesa Civil em situações de emergência, compreendendo a importância das orientações para evacuações imediatas ou desocupações permanentes de áreas de risco;
- ✓ Realização de palestras em igrejas, praças e instituições de ensino, aliada à distribuição de cartilhas informativas e à exibição de vídeos que retratem situações de emergência, visando colaborar para a compreensão e a conscientização da população acerca dos perigos de edificações executadas de forma irregular e sem o devido suporte técnico;
- ✓ Capacitação de líderes comunitários para atuarem em apoio à Defesa Civil Municipal, fortalecendo a rede de monitoramento e a resposta rápida em áreas de vulnerabilidade (CPRM, 2014).

Identificamos, a partir de diálogos com a Defesa Civil Municipal (DCM) do Crato/CE, que tais diretrizes não foram plenamente implementadas. Ocorreram apenas ações pontuais, sem indicativos de mudanças efetivas na infraestrutura urbana ou na sistematização de práticas educativas, sejam elas formais ou não formais.

O nosso propósito geral alinha-se à produção de conhecimentos voltados à compreensão dos desastres ambientais e dos riscos de desastres — conceitos-chave da nossa atuação —, visando promover a participação da comunidade escolar e a consolidação de uma cultura de prevenção e resposta.

No currículo escolar, fundamentamos a proposta de EERRD com ênfase no eixo de investigação científica. Os procedimentos metodológicos vinculados a esse eixo direcionam-se ao conhecimento contextualizado e às práticas que buscam relacionar os conteúdos curriculares às temáticas de interesse dos estudantes e à ação comunitária. Desse modo,

busca-se aprofundar os conceitos científicos, ampliar a capacidade investigativa dos alunos e subsidiar a tomada de decisões no enfrentamento dos problemas locais (Brasil, 2018).

Sob essa concepção, ganham relevância as práticas pedagógicas em que o estudante engaja-se como pesquisador, utilizando procedimentos que integrem problemas do cotidiano e de sua vivência. Para atender a esses objetivos, o professor deve assumir metodologias que privilegiem a construção ativa do conhecimento. Ensinar, nesse contexto, significa criar situações para que o estudante aprenda a indagar, problematizar, formular hipóteses e selecionar informações de forma crítica. Esses percursos são pertinentes a todo processo de investigação e em todos os níveis de ensino.

Como situar as práticas escolares mediadas pela pesquisa? Freire (2015) apresenta a sala de aula como um espaço aberto a indagações e à curiosidade, defendendo que ensinar não consiste na mera transferência de conhecimento. Nesse sentido, podemos reconhecer na pesquisa um processo de ensino que fomenta aprendizagens diferenciadas, as quais se distinguem pela qualidade e profundidade da investigação, envolvendo:

[...] a seleção de informações e de fontes confiáveis; a interpretação, elaboração e uso ético das informações coletadas; a identificação de como utilizar os conhecimentos gerados para solucionar problemas diversos; e a comunicação de conclusões com a utilização de diferentes linguagens (Brasil, 2018, p. 3).

O conhecimento não deve ser compreendido como algo estático ou transmitido de forma puramente objetiva pelo docente. Daí a necessidade de partir da problematização de situações reais, que demandam uma leitura cuidadosa para discutir formas de agir, transformar e criar. Na abordagem investigativa, as proposições de trocas e interações entre os estudantes, bem como a criação de ambientes colaborativos e propostivos, são essenciais para a construção ativa do saber.

Trajetória metodológica: inspiração nos princípios da participação, investigação e educação

Como princípios norteadores das ações extensionistas, destacamos os fundamentos do Programa Brasil Cresce Seguro, que apresenta três níveis orientados para a consolidação de uma cultura de RRD no ambiente escolar:

- ✓ Nível 1 – Cultura de RRD na escola;
- ✓ Nível 2 – Cultura de RRD a partir da escola;
- ✓ Nível 3 – Cultura de RRD na comunidade.

A “Cultura de RRD na escola” fundamenta-se na premissa de que a segurança é um processo educativo contínuo. Ao visualizar a escola como um espaço seguro, os estudantes e profissionais da educação tornam-se aptos a identificar vulnerabilidades internas e a desenvolver protocolos de convivência com o risco, transformando o saber teórico em ação prática e preventiva.

[...] por meio do desenvolvimento de atividades relacionadas, por exemplo, a planos de abano e organização do espaço escolar; prevenção de pequenos acidentes; discussão de possíveis cenários intramuros e planos de contingência; discussão da escola como ponto de abrigo em caso de desastres; localização geográfica da escola em áreas de risco e histórico de ocorrências (Cartagena, 2012, p. 5).

A “Cultura de RRD a partir da escola” busca ampliar o olhar interno da escola, contextualizar os conceitos construídos e assumir ações de RRD no seu entorno. Tem o “[...] objetivo de perceber como a instituição e os próprios alunos podem identificar e contribuir diretamente para a redução de riscos de desastres localmente” (Cartagena, 2012, p. 5). Valorizando posturas investigativas, as situações de aprendizagem em relação aos riscos são problematizadas. Devem ser lançados questionamentos que estimulem a reflexão e o debate entre professores, estudantes e pais, visando a construção de soluções para os problemas identificados.

namentos que buscam o conhecimento da própria localidade por meio de diagnósticos. Nesse sentido, nas ações de aprendizagem, são apontadas problematizações relevantes para apreensão do contexto do entorno da escola, como:

Quais os riscos? O que pode acontecer? Como pode acontecer? Identificar instrumentos históricos e geográficos são os principais meios de trabalho, como realização de entrevistas para resgate da memória, de fatos e de ações de resposta; ou realização de diagnósticos e mapas de risco locais, como localização espaço-temporal (Cartagena, 2012, p. 5).

O nível 3, de que trata “Cultura de RRD na comunidade”, situa a participação dos sujeitos escolares “[...] como multiplicadores diretos e as ações de RRD ganham maior abrangência e complexidade” (Cartagena, 2012, p. 6). É com essa compreensão que estudantes passam a utilizar e socializar os conceitos e as práticas de educação ambiental no âmbito de sua comunidade com ações de prevenção, mitigação e preparação.

Esses três níveis da cultura de redução de riscos de desastres na escola contextualizam o planejamento das atividades dos projetos de extensão. Partimos da premissa de que é necessário compreender conceitos e procedimentos relacionados à gestão de riscos; envolver a comunidade escolar em protocolos de observação de eventos pluviométricos extremos; e criar planos de ação para a efetivação da EERRD no ambiente escolar.

A investigação científica que sustenta a configuração da proposta de cultura de RRD é, simultaneamente, o princípio que norteia a metodologia dentro e fora da sala de aula. Trata-se do parâmetro utilizado para ampliar a capacidade do estudante de pesquisar a realidade e o seu contexto de vivência.

Os procedimentos vinculados a esse eixo estruturante do currículo concebem a produção do conhecimento sistematizado por meio de práticas que aproximam conteúdos escolares e temáticas de interesse

dos estudantes na comunidade. Agregam-se, portanto, percursos que convergem para os três níveis de cultura de redução de riscos apresentados. Essa abordagem constitui uma importante referência para que o estudante conheça efetivamente sua realidade, reflita sobre os problemas ambientais locais, identifique situações de risco na comunidade e busque, coletivamente, formas de intervir na realidade social.

Assumimos as aulas com estratégias de caráter participativo, investigativo e educativo, inspiradas nos procedimentos de projetos realizados pelo “Cemaden Educação”², especialmente no projeto denominado “A terra desliza”. A partir dele, realizamos adaptações nas estratégias e nos acréscimos de algumas práticas escolares, por considerar a necessidade de atender as especificidades da realidade local e as limitações de tempo e disponibilidade de materiais didáticos para realização das atividades.

Cultura de redução de riscos de desastres: alguns resultados

A definição das escolas para a implementação dos projetos de extensão ocorreu após estudos de campo para o reconhecimento das áreas de risco do Crato/CE, realizados em 2021 e 2022. Com esse diagnóstico inicial, delimitamos as áreas de risco da Encosta do Seminário e do Rio Granjeiro, identificando e localizando as instituições de ensino que poderiam acolher a proposta. Com base nessas informações, estabelecemos contato com as direções escolares para a apresentação dos projetos.

As instituições foram selecionadas a partir da receptividade das direções e da disponibilidade de duas horas-aula semanais, durante um semestre letivo, para a execução das ações extensionistas. Atendidos esses critérios, selecionamos a Escola de Ensino Fundamental em Tempo Integral (EEFTI) 18 de Maio, localizada no bairro Centro (área de

² “O Cemaden Educação tem o objetivo de contribuir para a geração de uma cultura de percepção e prevenção de riscos de desastres. Busca colaborar com a construção de sociedades sustentáveis e resilientes, por meio da promoção e difusão científica, e no desenvolvimento de estratégias educacionais de pesquisa-ação, comunicação e mobilização para a gestão de risco e redução de vulnerabilidades a desastres” (<https://educacao.cmaden.gov.br/sobre-nos/>).

risco do Rio Granjeiro), e a Escola de Ensino Médio em Tempo Integral (EEMTI) Governador Adauto Bezerra, situada próxima à Encosta do Seminário. Na primeira unidade, as atividades foram desenvolvidas com a turma do 7º ano A; na segunda, com a turma do 2º ano C, ambas no período da tarde.

Antes do início das atividades letivas, seguimos etapas rigorosas de preparação: Apresentação do projeto à gestão e aos professores de Geografia; Levantamento dos materiais didáticos utilizados; Identificação dos conteúdos do programa de ensino de Geografia; Observação de quatro aulas para reconhecimento do perfil das turmas; Adequação das atividades do projeto ao contexto dos alunos; Planejamento das aulas em consonância com o cronograma escolar; Apresentação do projeto aos estudantes.

Cultura de RRD na escola

A tríade participar-investigar-socializar, que norteou as estratégias didáticas, fundamentou-se na valorização do conhecimento prévio dos alunos, na problematização dos conteúdos e nas discussões coletivas sobre as ações a serem implementadas. Mantivemos o foco na abordagem participativa e investigativa em todas as etapas, desde a apresentação inicial até a socialização dos resultados.

Ao longo do semestre, diversificamos as ações pedagógicas utilizando as seguintes estratégias de ensino em ambas as escolas: Exposições dialogadas: para apresentação teórica dos conteúdos; Trabalhos em grupo: para a realização de pesquisas e produção de materiais; Debates: para dar visibilidade aos pontos de vista sobre o agir frente aos riscos; Exibições de vídeos: apresentando a Geografia do Crato/CE; Entrevistas familiares: para resgatar a memória social sobre desastres ambientais; Aulas de campo: para o reconhecimento de sinais de instabilidade e observação de problemas ambientais; Produção de material de divulgação: para a socialização das conclusões dos grupos de pesquisa.

Nas aulas iniciais, realizamos sondagens para identificar o nível de percepção dos alunos sobre a realidade local: o que já sabem sobre desmatamento e ocupações irregulares? Sobre o acúmulo de resíduos e o entupimento de bueiros? Sobre as inundações do Rio Granjeiro ou os processos erosivos (voçorocas) na Encosta do Seminário? Quem são os sujeitos mais vulneráveis? As respostas nortearam a seleção de textos, vídeos e a definição dos roteiros de campo.

Com essas indagações, os conteúdos da Geografia local foram estruturados e os conceitos-chave (desastre ambiental, risco de desastre, área de risco, enchente, inundação e vulnerabilidade social) foram sistematizados. Tais ações compreendem o “Nível 1 – Cultura de RRD na escola”.

Na abordagem dos aspectos ambientais, a exibição de vídeos sobre vegetação, relevo e hidrografia permitiu discutir como o desmatamento e o descarte inadequado de lixo potencializam deslizamentos e inundações no município. A organização em pequenos grupos facilitou o aprofundamento das temáticas, encorajando a fala inclusive dos estudantes mais tímidos.

Para atender aos princípios da participação, além das aulas fundamentadas em estratégias expositivas dialogadas, priorizamos a realização de atividades em grupo e debates, visando promover e valorizar a interação entre os estudantes. A organização em grupos menores favoreceu o aprofundamento das temáticas ambientais e garantiu o tempo necessário para as intervenções, facilitando a participação inclusive dos alunos mais reservados.

Em grupo, os estudantes elaboraram as propostas como “Detetives de riscos e desastres ambientais”, assumindo o compromisso com a investigação dos problemas socioambientais e dos riscos presentes em suas localidades. As atribuições e responsabilidades discutidas pelos grupos envolveram: Observação e identificação de sinais de riscos ambientais; Monitoramento e registro das observações; Elaboração de propostas voltadas à prevenção de riscos; Produção de materiais de divulgação com orientações de segurança; Socialização dos conhecimentos com a comunidade escolar e o entorno.

Para materializar a identidade dos “Detetives”, cada grupo construiu uma logomarca. Os estudantes deveriam considerar uma proposta visual composta por símbolos e palavras que identificassem a marca do grupo, buscando coerência entre a ilustração e os conceitos estudados.

No momento da socialização geral, houve a argumentação sobre as escolhas visuais que evidenciassem a concepção da ideia. Observamos que os estudantes expressaram simbologias críticas: a degradação do Rio Granjeiro, os deslizamentos na Encosta do Seminário, as queimadas, o desmatamento na Chapada do Araripe e o problema dos resíduos sólidos nas ruas. O Rio Granjeiro e as edificações em suas margens foram os elementos de maior destaque nas logomarcas construídas.

Cultura de RRD a partir da escola

As atividades e os debates em sala de aula extrapolaram os muros da escola por meio de entrevistas realizadas pelos estudantes com familiares e conhecidos que vivenciam ou sofreram as consequências de desastres ambientais no Crato/CE. O roteiro de questões foi construído coletivamente, incorporando as sugestões discutidas pelos alunos.

Além das entrevistas, organizamos as aulas de campo como estratégia central para sistematizar as observações externas. Nessas atividades, contamos com o apoio de representantes da Defesa Civil Municipal (DCM), dos professores titulares das escolas e da equipe de bolsistas e voluntários da Universidade Regional do Cariri (URCA), responsáveis pela execução dos projetos de extensão.

A definição dos locais para as aulas de campo baseou-se nas sondagens prévias, no perfil de cada turma e na logística de deslocamento. Todas as saídas seguiram rigorosos protocolos de segurança e autorização formal dos pais e responsáveis. O objetivo central foi a observação direta das áreas de risco de interesse de cada turma e o levantamento de dados pelos “detetives” para a posterior elaboração de materiais preventivos.

Antecedendo o campo, houve uma etapa de orientação sobre o uso do caderno de registro e a identificação dos pontos de parada. As ações

foram norteadas por questões problematizadoras como: “Quais os riscos existentes?”, “Onde se localizam?”, “O que pode ocorrer?” e “Como esses processos se manifestam?”.

Para a turma do 7º ano A da Escola 18 de Maio, o roteiro contemplou o entorno escolar e as margens do canal do Rio Granjeiro. Na Figura 1, observa-se a criticidade da localização da unidade, situada no trecho final da canalização do rio, área recorrentemente exposta a riscos de enchente e inundação em anos de pluviosidade intensa.

Em diálogos com a DCM, identificamos uma preocupação latente com essa proximidade. Fomos informados que, em outubro de 2021, a Secretaria de Segurança Pública e a DCM realizaram simulações e treinamentos com os alunos. Essa ação é vital, dado que o portão de entrada e saída da escola está voltado diretamente para a rua do canal. Em uma situação de emergência, o fluxo de evacuação precisa ser planejado para garantir a segurança de estudantes e profissionais. É imperativo destacar a necessidade de continuidade e ampliação dessas simulações para outras instituições de ensino que apresentam vulnerabilidades locacionais semelhantes.

Figura 1 - Imagem aérea da Escola 18 de Maio, no Crato



Fonte: Arquivo pessoal de Antônia C. da Silva (2024).

Para a realização da aula de campo com a turma da Escola 18 de Maio, enfrentamos limitações devido à indisponibilidade de transporte por parte da Secretaria de Educação do Município. Embora tenhamos solicitado o apoio da URCA, que possuía agenda disponível no período, fomos informados de que o acesso aos veículos da universidade é restrito a indivíduos com vínculo de matrícula ativa. Diante desse impasse, elaboramos um percurso alternativo que pudesse ser realizado a pé. O roteiro contemplou o entorno imediato da unidade escolar e o trecho canalizado do Rio Granjeiro (Figura 2).

Figura 2 - Aula de campo em áreas do canal do rio Granjeiro



Fonte: Arquivo pessoal de Antônia C. da Silva (2022).

Para a turma do 2º ano C da Escola de Ensino Médio Governador Adauto Bezerra, viabilizamos o transporte junto à Coordenadoria Regional de Desenvolvimento da Educação (CREDE 18). O apoio para o deslocamento dos alunos possibilitou a execução de um percurso mais abrangente, permitindo que o roteiro de pesquisa contemplasse duas áreas de risco distintas: Granjeiro e Pinto Madeira (Figura 3).

Figura 3 - Aula de campo na área de risco Granjeiro



Fonte: Arquivo pessoal de Antônia C. da Silva (2023).

Após a realização das pesquisas em sala de aula e em campo, os estudantes organizaram as informações coletadas e planejaram a socialização dos resultados. Por meio de apresentações com cartazes explicativos, os discentes abordaram os principais problemas socioambientais identificados nas áreas visitadas, destacando: As formas de modificação da natureza ao longo do tempo (dinâmica histórica da ocupação); As consequências e repercussões decorrentes de índices pluviométricos extremos; As implicações do relevo como elemento condicionante no agravamento das situações de risco para a unidade escolar e a comunidade do entorno.

Cultura de RRD na comunidade

Para divulgar as estratégias de RRD à escola e à comunidade, os estudantes da Escola 18 de Maio optaram pela confecção de Geozines, fundamentados em Silva (2021). Essa linguagem para o ensino de Geografia utiliza a combinação de textos, ilustrações e fotografias para aprofundar

a temática dos desastres ambientais e apresentar propostas preventivas. Já os alunos da Escola Adauto Bezerra produziram uma cartilha intitulada “Plano Diretor Municipal do Crato: Áreas de Risco”. Ambos os materiais materializam as pesquisas autorais construídas a partir de leituras, produções textuais, entrevistas e observações de campo.

Na produção dos textos, os discentes expressaram a compreensão sobre como as intervenções antrópicas modificam a cidade do Crato/CE, com ênfase nas dinâmicas do Rio Granjeiro e da Encosta do Seminário. Foram representados problemas como a impermeabilização do solo, os processos de movimentos de massa, as causas e consequências de eventos pluviométricos extremos e o acúmulo de resíduos sólidos nas margens e no interior do canal do Rio Granjeiro.

A atuação dos estudantes como multiplicadores de ações preventivas evidenciou o domínio dos conceitos-chave, o reconhecimento dos problemas socioambientais e a percepção das repercussões sociais envolvidas. Dentre as pautas comuns destacadas nos documentos produzidos pelos alunos, sobressaem recomendações que abrangem posturas individuais, mobilizações coletivas e responsabilidades do poder público:

- ✓ Posturas individuais: cuidar do lixo que produz, reciclar e reutilizar materiais, conhecer a dinâmica da natureza, fiscalizar o meio ambiente;
- ✓ Lutas coletivas: conhecer os direitos e os deveres em relação ao meio ambiente, lutar contra as formas de destruição da natureza e cobrar do poder público a fiscalização e a proteção do ambiente;
- ✓ Poder público: melhorar a infraestrutura e os serviços para população, principalmente a mais vulnerável: coleta de lixo, água tratada; fiscalizar as áreas de risco para evitar construções em locais inadequados e acompanhar as moradias que já estão nessas áreas, criar um canal de comunicação com a população para avisar e orientar em caso de chuvas extremas.

Essas e outras sugestões tiveram divulgação em diferentes espaços: primeiro nas próprias escolas e depois em outros espaços formativos.

Da turma do 2º Ano C, cinco alunos estavam participando, também, de outro projeto já situado no início desse capítulo “Ações para Educação em Redução de Riscos de Desastres (ERRD) em espaços escolares na área de risco Seminário, em Crato, em Ceará”. Como multiplicadores dessas ações, o grupo produziu dois materiais: um vídeo apresentando a área de risco Encosta do Seminário e um documentário.

O vídeo foi produzido na Encosta do Seminário, numa área que já foi conhecida como vulcão (voçoroca) e hoje se trata do Pomar, uma Encosta que apresente uma proposta de recuperação e uso ecológico sustentável. Um projeto organizado pela comunidade e para comunidade com fins de educação ambiental.

O documentário foi produzido com as entrevistas realizadas com pessoas de diferentes segmentos: duas lideranças comunitárias do bairro, dois representantes da Defesa Civil Municipal do Crato, uma técnica da Secretaria de Meio Ambiente do Ceará - SEMACE - do Crato, uma professora de Geografia e um estudante do ensino médio.

Os materiais que produzimos a partir das ações dos projetos de extensão estão disponíveis para exibição nas escolas e demais instituições. O vídeo já foi apresentado em eventos científicos locais, como também os resumos acadêmicos produzidos com os resultados das pesquisas. Os alunos do projeto de iniciação científica no Ensino Médio, juntamente com os professores orientadores e os colaboradores, já apresentaram e publicaram as pesquisas em vários eventos científicos locais. O exercício das atividades extraescolares foi acompanhado das declarações de autorização dos pais e responsáveis.

Projeções finais

As avaliações junto aos grupos participantes evidenciaram a necessidade de continuidade das ações de EERRD nas escolas. Verificamos que o fator determinante para o êxito das aulas e das atividades extraclasse foi o trabalho coletivo, que integrou a gestão escolar, familiares, docentes e discentes da universidade e das instituições de ensino.

Reconhecemos que, de forma embrionária ou pioneira, a identificação e as propostas de enfrentamento aos riscos socioambientais no Crato/CE já começam a integrar o currículo escolar, deixando “pegadas” para multiplicar caminhos futuros. As possibilidades para a construção do conhecimento foram estabelecidas. Todos ensinaram e todos aprenderam, pois, como afirma Freire (2001), “quem ensina aprende ao ensinar e quem aprende ensina ao aprender”.

A seleção de conteúdos socialmente relevantes é parte intrínseca desse percurso. É preciso considerar que vivemos em um cenário de mudanças ambientais e desigualdades sociais acentuadas, amplificadas pela interferência antrópica sobre os recursos naturais. Tais transformações impactam a qualidade de vida e aceleram a degradação ambiental, afetando de forma desproporcional os contingentes populacionais mais vulneráveis. Assim, para reconhecer, analisar e propor ações que minimizem a exposição aos riscos de desastres, a educação deve avançar em propósitos de investigação e participação, transcendendo os muros da escola e engajando a sociedade.

Referências

- BRASIL. Ministério da Educação / Conselho Nacional da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Disponível em: portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman. Acesso em: 22 jun. 2018.
- CARTAGENA, S. M. C. **Redução de riscos de desastres nas escolas**. Florianópolis: CEPED UFSC, 2012. 10 p.
- CEMADEN. Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais. **Municípios monitorados**, 2013. São Paulo, Brasil. Disponível em: <http://www2.cemaden.gov.br/municipios-monitorados-2/>. Acesso em: 16 set. 2021.
- CPRM. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Serviço Geológico do Brasil – SGB /. **Relatório Anual**, 2014. Brasília, Brasil. Disponível em: https://www.cprm.gov.br/publice/media/informacao_publica/rel_anual_2014.pdf. Acesso em: 5 ago. 2021.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia.** Saberes necessários à prática educativa. 51^aedição. São Paulo/ Rio de Janeiro: Editora Paz e Terra, 2015.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da esperança:** um reencontro com a pedagogia do oprimido. São Paulo: Paz e Terra, 2001, 155p.

SILVA, Antonio Marcos Gomes da. **Geozine:** narrando experiências. **Revista Terceiro Incluído.** Goiânia-GO, 2021. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/teri/article/view/71362>. Acesso em: 07 nov. 2022.

UNICEF & UNESCO. 2012. **Redução do risco de desastres nos currículos escolares** - Estudos de Casos de Trinta Países. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0022/002205/220517por.pdf>. Acesso em: 08 jun. 2023.



AS CHUVAS NO MUNICÍPIO DE PATOS, PARAÍBA

*Sueleide Castro Fernandes
Joyce Ferreira Gomes
Lilly Barbosa de Lucena*

Palavras iniciais

A variabilidade climática constitui um fator determinante para a disponibilidade hídrica no Semiárido brasileiro, influenciando diretamente a ocorrência de períodos de estiagem prolongada e de precipitações intensas. De acordo com o Relatório Síntese sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2023), as atividades humanas, em especial a emissão de gases de efeito estufa, são as principais causas do aquecimento global. Como consequência, entre 2011 e 2020, a temperatura média da superfície terrestre apresentou elevação de 1,1°C em relação ao período de 1850 a 1900, acompanhada por aumento da temperatura dos oceanos, retração de massas de gelo e neve, elevação do nível médio do mar e intensificação das concentrações de gases de efeito estufa.

No mesmo relatório, observa-se que, entre 1880 e 2012, a temperatura média global foi 1,09°C superior à do período de 1850 a 1990, com variações mais expressivas sobre os continentes (1,59°C) em comparação aos oceano-

nos ($0,88^{\circ}\text{C}$) (IPCC, 2023, p. 20). Além disso, o nível médio global do mar apresentou aumento de 0,20 cm entre 1901 e 2018, decorrente da expansão térmica dos oceanos e do derretimento de geleiras (IPCC, 2023, p. 21).

No Brasil, os impactos das mudanças climáticas manifestam-se de forma mais intensa no Semiárido, região que apresenta baixos índices pluviométricos e elevadas temperaturas médias. Alterações nos padrões de variabilidade da Temperatura da Superfície do Mar (TSM), sobretudo no Atlântico Sul, também influenciam a distribuição das precipitações, favorecendo anomalias negativas no Norte e Nordeste e positivas no Sul e Sudeste do país. Esses fenômenos, resultantes de alterações no sistema oceano-atmosfera no Pacífico tropical e equatorial, configuraram um dos principais fatores moduladores da variabilidade pluviométrica em escala global e regional (Aragão, 2000).

O Semiárido brasileiro, definido pela Lei Federal nº 7.827/1989, abrange parte central da região Nordeste, além de porções de Minas Gerais e Espírito Santo, com área aproximada de $969.589,4 \text{ km}^2$ e abrangência de 1.477 municípios. Essa região é caracterizada por índices pluviométricos anuais geralmente inferiores a 800 mm e pela recorrência histórica de secas prolongadas, registradas desde o século XVI, que comprometem a sustentabilidade ambiental e a sobrevivência da população local (Andrade, 1994; IBGE, 2023).

Nesse contexto, o presente trabalho refere-se aos impactos da irregularidade das chuvas e dos eventos de seca e precipitação intensa, que comprometem a segurança hídrica, a infraestrutura urbana e as atividades socioeconômicas locais da área estudada. Diante disso, o objetivo principal é identificar os anos e meses classificados como “Chuvosos”, “Secos” e “Habituais” no município, no período de 2005 a 2023, e, a partir desses dados, selecionar os episódios de maior precipitação, relacionando-os às condições oceânicas do Pacífico e do Atlântico que possam ter influenciado a distribuição das chuvas na área de estudo.

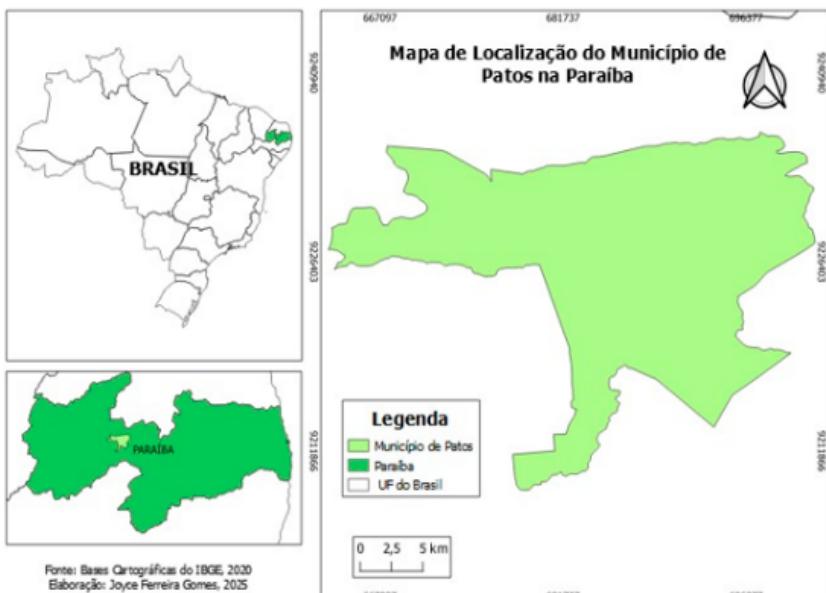
Ao enfatizar a dinâmica das chuvas no município de Patos - PB, este estudo busca contribuir para o debate sobre a vulnerabilidade climática e subsidiar o planejamento de políticas públicas que favoreçam a adaptação, a resiliência e a gestão sustentável dos recursos hídricos, visando a melhoria da qualidade de vida da população local.

É importante ressaltar que esta pesquisa resulta de um trabalho coletivo. Uma versão inicial foi apresentada no XVI Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica – SBCG Cariri. A presente versão, reformulada, incorpora novas informações e ampliações analíticas, incluindo outras considerações finais.

Situando Patos

Dentre os municípios do semiárido que afetados por baixos índices pluviométricos, destaca-se Patos – PB (Figura 1), situado na zona fisiográfica do Sertão Paraibano, na Microrregião da Depressão do Alto Piranhas, com área de 472,892 km², latitude 07°01'04" S, longitude 37°16'40" O e altitude de 240 m. Caracterizado por baixos índices pluviométricos anuais e por períodos de seca recorrentes, Patos apresenta desafios significativos para a gestão de recursos hídricos e infraestrutura urbana, especialmente durante eventos de precipitação intensa.

Figura 1 - Localização do Município de Patos em relação ao Estado da Paraíba



Fonte: Autoras, 2025.

A escolha do município como objeto de análise justifica-se pela sua representatividade no contexto climático do semiárido paraibano, uma vez que Patos concentra expressivas vulnerabilidades decorrentes da variabilidade pluviométrica. Além disso, a região desempenha papel estratégico como polo urbano e econômico, o que torna imprescindível compreender a dinâmica das chuvas e seus impactos na vida da população, nas atividades produtivas e no planejamento territorial. Assim, o estudo da caracterização pluviométrica de Patos-PB contribui para o entendimento das condições climáticas regionais e para o desenvolvimento de estratégias de mitigação e adaptação frente às adversidades climáticas.

O caminho trilhado

De acordo com Gil (2002), o desenvolvimento de produções científicas só se dá de maneira efetiva “[...] mediante o concurso dos conhecimentos disponíveis e a utilização cuidadosa de métodos, técnicas e outros procedimentos científicos”. Neste sentido, no intuito de compreender a caracterização pluviométrica do município de Patos-PB, utilizou-se a coleta de dados fornecidos pelo Posto Convencional da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, monitorado pela Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba - AESA. Foi realizado um mapeamento com base na série histórica de 19 anos (2005-2023), permitindo uma análise detalhada do comportamento das chuvas na região estudada.

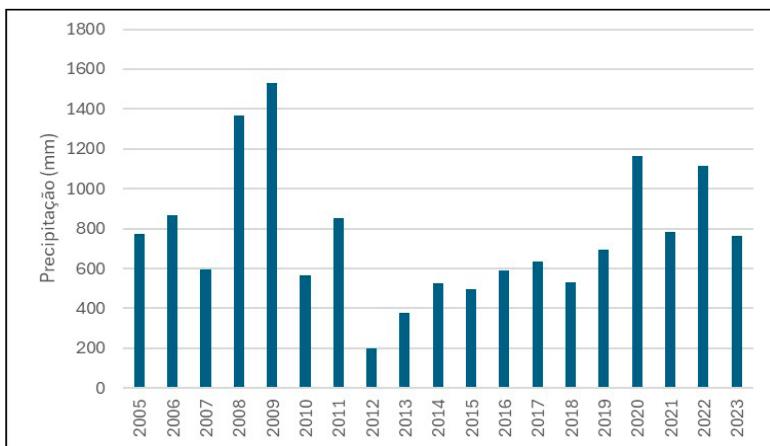
Com base nos dados quantitativos disponibilizados pelo posto meteorológico da EMBRAPA, foi desenvolvida uma análise descritiva com a finalidade de aprofundar a compreensão acerca das características pluviométricas do município de Patos. A utilização dessas informações mostrou-se fundamental para a elaboração de um panorama detalhado da dinâmica climática local, possibilitando a caracterização do regime de precipitações, como também a identificação de suas repercussões sobre as atividades socioeconômicas.

Os procedimentos metodológicos adotados nesta pesquisa pautaram-se na coleta, organização e análise descritiva dos dados obtidos, com o objetivo de avaliar as características pluviométricas do município de Patos. Para isso, foram considerados os valores mensais e anuais de precipitação, bem como a identificação de anos Secos, Habitualis e Chuvosos. Essa abordagem possibilitou a análise dos períodos de maior e menor concentração de chuvas, contemplando a estação chuvosa, a pré-chuvosa e a estação seca.

Síntese das chuvas

A análise dos dados pluviométricos coletados no período de 2005 a 2023 permitiu traçar o comportamento das precipitações no município de Patos-PB, situado no semiárido paraibano. Observou-se (gráfico 1) uma variabilidade significativa na distribuição das chuvas ao longo dos anos, com períodos de alta concentração pluviométrica intercalados por anos de seca severa, característica comum às regiões semiáridas.

Gráfico 1 - Precipitação Anual – Patos-PB (2005 - 2023)



Fonte: Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba - AESA, 2024.

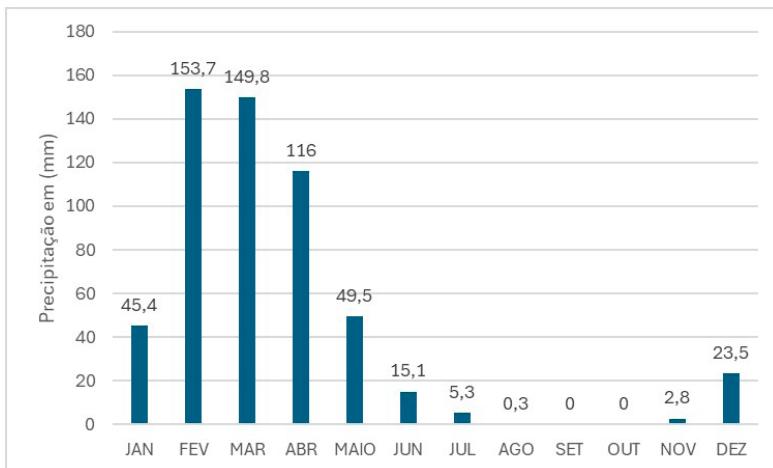
Elaboração: Autoras. 2024.

Os dados de variação anual das chuvas revelam uma grande flutuação nos índices pluviométricos ao longo dos anos, com média anual de

693,6 mm indicando um padrão de instabilidade nas precipitações. Os maiores volumes de chuvas ocorreram em 2009, com 1529,5 mm, seguido por 2008, com 1365,7 mm, e 2020, com 1166,5 mm, destacando-se como períodos de chuvas intensas e acima da média. Em contrapartida, o ano de 2012 registrou o menor índice, com apenas 199,1 mm, evidenciando uma seca intensa. Outros anos com baixos índices incluem 2010, com 564,7 mm, e 2013, com 379,6 mm, reforçando o caráter cíclico das variações pluviométricas.

Observa-se uma alternância significativa entre anos de muita chuva e anos de pouca precipitação, sem uma tendência clara de aumento ou diminuição contínua no volume de chuvas ao longo do período analisado. Após o pico de 2009, houve uma queda acentuada em 2010 e, novamente, uma redução expressiva em 2012, evidenciando períodos de seca que se alternam com anos mais chuvosos. Nos últimos anos, de 2018 a 2023, as precipitações variaram entre 531,7 mm e 1113,7 mm. Em 2022, o índice foi de 1113,7 mm, seguido por uma leve queda para 765,8 mm em 2023, mantendo a irregularidade no regime de chuvas. Esses dados destacam o clima variável da região, caracterizado por uma alternância entre anos secos e úmidos, típicos do semiárido nordestino.

Gráfico 2 - Médias Mensais da Série – Patos-PB (2005 - 2023)



Fonte: Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba - AESA, 2024.

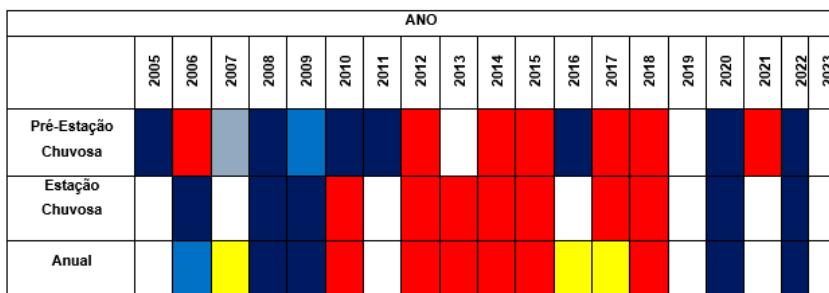
Elaboração: Autoras, 2024.

Com base nos dados apresentados (gráfico 2), que correspondem às médias mensais de precipitação para Patos - PB, entre os anos de 2005 e 2023, é possível identificar um padrão característico de chuvas na região. A pré-estação chuvosa ocorre entre os meses de novembro (2,8 mm), dezembro (23,5 mm) e janeiro (45,4 mm). Esse período marca o início da intensificação das chuvas, preparando o cenário para a estação chuvosa.

O período chuvoso ocorre principalmente entre os meses de fevereiro a maio, com os maiores índices de precipitação registrados nos meses de fevereiro (153,7 mm), março (149,8 mm), abril (116 mm), maio (49,5 mm). Esse padrão está associado à atuação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), principal sistema meteorológico responsável pelas chuvas na região

Já entre os meses de junho e outubro, observa-se uma queda acentuada nos índices pluviométricos, marcando o período seco característico do semiárido. Durante esses meses, os volumes de precipitação diminuem progressivamente, atingindo seu ponto mais crítico em setembro e outubro, com 0 mm. Esse padrão evidencia a forte sazonalidade climática da região, que alterna entre uma estação chuvosa bem definida e um longo período de estiagem, condicionando as atividades agrícolas e os recursos hídricos locais.

As tendências gerais de pluviosidade na região analisada entre 2005 e 2023 indicam variações significativas ao longo dos anos (Quadro 1). A classificação “muito chuvoso” (MC) predominou nos anos de 2008, 2009, 2020 e 2022, período marcado pela influência de fenômenos que intensificaram as chuvas, como o La Niña e combinações favoráveis no Dipolo do Atlântico. Em contrapartida, a classificação “muito seco” (MS) foi registrada nos anos de 2012 a 2015 e em 2018, caracterizados por índices críticos de pluviosidade associados à presença de episódios de El Niño e padrões desfavoráveis da ZCIT. A classificação “habitual” (H) ocorreu em anos intermediários, como 2005, 2011, 2019 e 2023, apresentando pluviosidade dentro dos desvios médios da série.

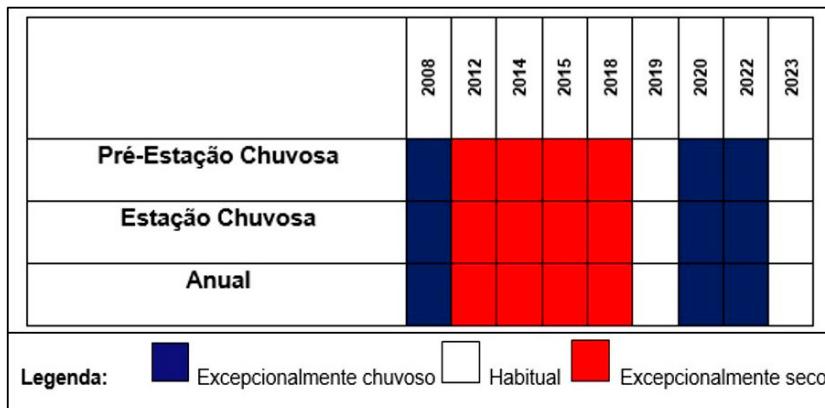
Quadro 1 - Síntese da Pluviosidade – Posto EMBRAPA – Patos – PB - 2005 a 2023

Legenda: MC Muito Chuvisco (MC) TC Tendente a Chuvisco (TC) H Habitual (H)
TS Tendente a Seco (TS) MS Muito Seco (MS)

Fonte: AESA.

Elaboração: Autoras. 2024.

Por outro lado, a classificação “tendente a seco” (TS) foi observada em anos como 2007, 2016 e 2017, caracterizados por desvios negativos moderados. Já a classificação “tendente a chuvisco” (TC) apareceu em 2006 e 2009, refletindo anos com pluviosidade ligeiramente acima da média.

Quadro 2 - Anos Padrões – Posto EMBRAPA – Patos – PB - 2005 a 2023

Fonte: AESA.

Elaboração: Autoras. 2024.

A relação entre os padrões de chuva observados e os fenômenos climáticos El Niño, La Niña e Dipolo do Atlântico evidencia a influência

desses eventos sobre a variabilidade climática no Semiárido nordestino. Conforme a FUNCEME (2009), o aquecimento das águas oceânicas, aliado ao enfraquecimento dos ventos, provoca modificações na circulação atmosférica tanto em altitudes baixas quanto elevadas. Essas mudanças afetam o transporte de umidade, resultando em variações na distribuição das chuvas em áreas tropicais e em latitudes médias e altas. Além disso, em certas regiões do planeta, também podem ser registradas oscilações nas temperaturas, com aumentos ou reduções significativas.

A partir dos dados observados no Quadro 2, os anos classificados como muito chuvosos (2008, 2020 e 2022) coincidiram com a ocorrência do fenômeno La Niña (moderada ou fraca) e com a presença de um Dipolo do Atlântico Negativo. Esse cenário favorece o deslocamento da ZCIT para latitudes mais ao norte do Nordeste, intensificando as chuvas na região.

Por outro lado, os anos classificados como extremamente secos (2012, 2014, 2015 e 2018) apresentaram forte relação com El Niño e/ou Dipolo do Atlântico Positivo. Em particular, 2015, classificado como um ano excepcionalmente seco, coincidiu com um El Niño forte e o Dipolo Positivo, que historicamente está associado à redução das chuvas no Nordeste brasileiro. Segundo Patrocínio (2008), os eventos mais expressivos de El Niño coincidem com as secas mais prolongadas no Nordeste brasileiro. Já os anos 2012 e 2014, embora tenham ocorrido em períodos neutros ou de La Niña fraca, apresentaram um Dipolo do Atlântico Positivo, que é um fator determinante para a intensificação das secas na região.

De acordo com Aragão (2000), os fenômenos climáticos El Niño e La Niña correspondem a variações anômalas no equilíbrio entre o oceano e a atmosfera na região tropical e equatorial do Oceano Pacífico. Essas mudanças resultam em impactos significativos nas condições meteorológicas e no clima em escala global. Essa caracterização leva em conta não apenas a influência das temperaturas da superfície do mar, mas também suas interações com a circulação atmosférica.

Os anos classificados como habitual (2019 e 2023) ocorreram sob a influência de eventos menos intensos de El Niño e Dipolo do Atlântico Neutro, o que pode ter reduzido os impactos negativos sobre o regime pluviométrico. O ano de 2023, por exemplo, apresentou um El Niño forte, mas foi registrado como um ano habitual, o que pode estar relacionado a outros fatores climáticos regionais que mitigaram os efeitos da seca.

Dessa forma, observa-se que o regime de chuvas em Patos-PB e no Semiárido nordestino está diretamente associado à interação entre El Niño/La Niña e o Dipolo do Atlântico, sendo que ambos podem atuar isoladamente ou em conjunto para definir se um ano será chuvoso, seco ou dentro da normalidade

Entrelaçamentos Finais

Com a realização deste trabalho, demonstrou-se que há uma relação dos fenômenos oceânicos com o padrão de chuvas no município. A partir das observações feitas, percebemos que, quando ocorre o fenômeno El Niño, as chuvas ocorrem abaixo da média, mas observou-se, também, que, em alguns anos da série, mesmo com a atuação do El Niño, o padrão pluviométrico manteve-se “Habitual”. Já em anos de La Niña ou Dipolo Negativo, geralmente as chuvas ficam entre a média ou acima da média. Nesse sentido, é importante estudar e ampliar as análises para compreender a distribuição irregular das precipitações ao longo da série e como esses oceanos podem exercer influência na variabilidade pluviométrica da área.

Este estudo reforça a importância do monitoramento contínuo dos padrões climáticos e meteorológicos, uma vez que a variabilidade pluviométrica tem impactos diretos na disponibilidade hídrica, na atividade agrícola e na vida da população local. A compreensão desses padrões contribui para o planejamento e a implementação de estratégias atenuantes para redução dos efeitos da seca e de adaptação às mudanças climáticas no Semiárido paraibano.

Referências

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/?formdate2024=11-18-&produto-municipio&periodo=mensal>. Acesso em: 08 nov. 2024.

AMORIM, M. C. C. T. Nota de pesquisa: **Métodos e Técnicas de Pesquisa em Climatologia Geográfica**. *Revista Geografia em Atos (Geoatos online)*, v. 03, n. 10, p. 255-260, 2019.

ANDRADE, Manoel Correia de. **A problemática da seca**. Recife: Líber Gráfica, 1994.

ARAGÃO, José Oribe Rocha. **Fundamentos de meteorologia e relação oceano-atmosfera**. Recife: Secretaria de Recursos Hídricos de Pernambuco, 2000.

BRASIL. **Lei nº 7.827, de 27 de setembro de 1989**. Dispõe sobre a política nacional de crédito rural e institui o Fundo Constitucional de Financiamento do Norte, do Nordeste e do Centro-Oeste. *Diário Oficial da União: seção 1*, Brasília, DF, 28 set. 1989. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7827.htm. Acesso em: 20 dez. 2024.

FUNCENE. **Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Sistemas atmosféricos atuantes no Nordeste do Brasil**. Disponível em: <http://www4.funceme.br/funceme/categoria1/tempo-e-clima/sistemas-atmosfericos-atuantes-sobre-o-nordeste>. Acesso em: 17 de março de 2025.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Rio de Janeiro: IBGE, 2024. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/patos>. Acesso em: 20 dez. 2024.

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS (IPCC). *Climate Change 2023: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Cambridge: Cambridge University Press, 2023. Disponível em: https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/relatorios-do-ipcc/arquivos/pdf/copy_of_IPCC_Longer_Report_2023_Portugues.pdf. Acesso em: 17 de março de 2025.

PATROCÍNIO, Severino Ferreira do. **Previsão de secas para o Nordeste do Brasil.** Fortaleza: Funceme, 2008.



CLIMA E DIMENSÕES SOCIOAMBIENTAIS NO DOMÍNIO DE NATUREZA DA CAATINGA

Sergio Murilo Santos de Araújo

Palavras iniciais

Este texto é o resultado da palestra proferida na mesa-redonda intitulada “*Clima e dimensões socioambientais nos Domínios da Natureza do Brasil: Amazônia paraense, Pantanal sul-mato-grossense e Caatinga*”, durante o IV Seminário de Climatologia Geográfica da UFPB (IV CLIMAGEO), realizado em 6 de dezembro de 2024.

Na oportunidade, discutimos o domínio da Caatinga e suas características, bem como suas potencialidades e desafios para um planejamento eficaz de convivência e exploração de recursos. Defendemos que as atividades produtivas neste domínio não devem degradar o ambiente, que é, primordialmente, uma herança. Conforme Góes (1973 *apud* Ab'Sáber, 2003), mais do que espaços territoriais, os povos herdaram paisagens e ecologias pelas quais são, ou deveriam ser, responsáveis.

A localização geográfica de uma área semiárida no Brasil costuma causar espanto até aos especialistas; contudo, ao longo das últimas décadas, as pesquisas avançaram e explicam a situação *sui generis* do Semiárido brasileiro. Em geral, as condições naturais relacionadas ao clima, ao relevo e aos solos convergem para a gênese desse domínio e do bioma Caatinga.

As precipitações em regiões semiáridas variam, em média, entre 250 mm e 600 mm anuais, o que corresponde ao clima BSh de Köppen (quente e seco), com vegetação do tipo Caatinga no Brasil e savana estépica em outras regiões do globo. A forte insolação, que ultrapassa 2.000 horas anuais no Semiárido Brasileiro (SAB), resulta em um acentuado déficit hídrico, onde a precipitação (P) é inferior ou igual à evapotranspiração potencial (ETP), expressa pela relação $P \leq ETP$.

A vegetação da Caatinga, que varia de estratos arbóreos a arbustivo-herbáceos, é reflexo dessas precipitações escassas e de curta duração. Por sua vez, a rede hidrográfica apresenta regime intermitente ou temporário, condicionado por solos rasos (litólicos ou pouco profundos, entre 0,50 m e 1,5 m nos terrenos cristalinos), resultantes do predomínio do intemperismo físico sobre o químico.

Domínio das Depressões Interplanálticas Semiáridas do Nordeste

Um domínio de natureza é sempre entendido como um complexo natural, ou de forma mais simples, a área de ocorrência de um elemento/fator da natureza (Florestas tropicais, Taiga, Deserto, Savanas etc.). Também pode ser aplicado a um fator humano quando colocado em evidência, seja cultural/econômica (como a cultura canavieira, da soja etc.), mas geralmente é um conceito muito utilizado nos estudos de cunho ambiental no campo da Geografia Física.

Foi o geógrafo Aziz Nacib Ab'Sáber quem classificou os domínios de natureza do território brasileiro. Para ele existem seis: I – Amazônico; II – Cerrado; III – Mares de Morros; IV – Caatingas; V – Araucária; e

VI – Pradarias. Há, entre eles, as Faixas de Transição, zonas onde os diferentes domínios se encontram e apresentam características de combinação entre dois ou mais domínios (Figura 1).

Figura 1 - Domínios Morfoclimáticos do Brasil, segundo Aziz Ab'Sáber



Fonte: <http://www.colegioweb.com.br/geografia/dominios-morfoclimaticos.html>.

De acordo com Ab'Sáber (2003, p. 11-12), um domínio morfoclimático e fitogeográfico deve ser entendido como:

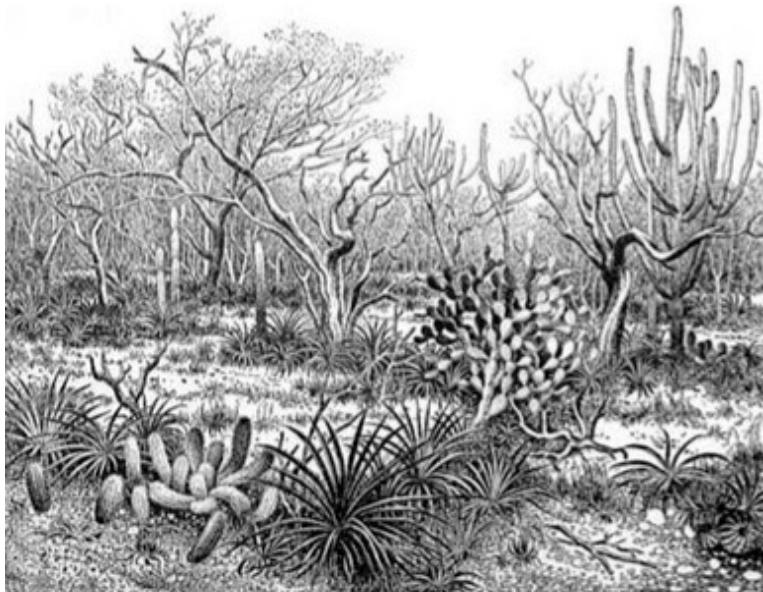
[...] um conjunto espacial de certa ordem de grandeza territorial – de centenas a de milhares a milhões de quilômetros quadrados de área - onde haja um esquema coerente de feições de relevo, tipos de solos, formas de vegetação e condições climático-hidrológicas. Tais domínios espaciais, de feições paisagísticas ecológicas integradas, ocorrem em uma espécie de área principal, de certa dimensão e arranjo, em que as condições fisiográficas e biogeográficas formam um complexo relativamente homogêneo e extensivo. A essa área mais típica e contínua - via de

regra, de arranjo poligonal - aplicamos o nome de *área core*, logo traduzida por *área nuclear* - termos indiferentemente empregados, segundo o gosto e as preferências de cada pesquisador.

No domínio das Depressões Intermontanas e Interplanálticas Semiáridas, a cobertura vegetal é constituída pelas Caatingas — uma formação fitogeográfica típica das áreas semiáridas brasileiras, que apresenta expressiva variação de estratos. Sua fisionomia é diversificada, variando de formações arbóreas mais abertas a agrupamentos de arbustos baixos, chegando até o estrato herbáceo (espécies rasteiras).

A Caatinga ocupa tanto as depressões quanto as serras e maciços residuais (partes de planaltos cristalinos e sedimentares). Nestas áreas de relevo mais elevado, manifesta-se como uma formação arbórea ou arbórea-arbustiva densa, comumente denominada Caatinga das Serras (Figura 2), onde as condições de umidade e temperatura favorecem um maior porte biológico.

Figura 2 - As caatingas no desenho, a pena e nanquim, de autoria de Percy Lau



Fonte: Autor desconhecido. Disponível em: Pinterest. Acesso em: 30 set. 2025.

Das chamadas regiões ou sub-regiões do Nordeste, a do Sertão é a que possui menores quantidades pluviométricas, cujos totais situam-se entre os 400 e 600 mm, havendo setores com menores precipitações que os 400 mm, não raro chegando à casa dos 300 mm (como são os casos de Cabaceiras-PB, com 330 mm; Cocalobó-BA, com 275mm; Itacuruíba-PE, com 405mm). O que se deve destacar é que essas áreas mais secas se situam nos trechos a sotavento (nas chamadas sombra de chuvas) das áreas mais úmidas, onde ocorrem nos denominados brejos, áreas úmidas com formação florestal (Araújo, 2023a).

O arranjo natural que caracteriza melhor o domínio das Caatingas é destacado por Ab'Sáber (*op. cit.*, 2003, p. 85) quando diz que: “A originalidade dos sertões no nordeste brasileiro reside num compacto feixe de atributos: climático, hidrológico e ecológico. Fatos que se estendem por um espaço geográfico de [800 km²] e onde vivem mais de [27] milhões de brasileiros”.

Essa combinação natural entre a dinâmica climatológica, hidrológica e do relevo faz com que apareçam, neste domínio, verdadeiros “oásis” dentro da área do domínio semiárido, os chamados brejos de altitude, que nada mais são do que o resultado do fluxo dos ventos, que, ao subir a barreira do relevo, propicia o aparecimento de outro tipo de bioma, o florestal, onde os totais pluviométricos são mais generosos com a biota e o solo mais profundo, nascendo aí alguns rios e riachos importantes no contexto regional.

Como exemplo disso, temos a Chapada do Araripe (Figura 3), um planalto sedimentar que alça os 950 m acima do nível do mar e 400-500 m acima do relevo de base local, constituído por depressões periféricas com 400-500 metros de altitude ao seu redor. Na sua parte leste, localizada no Crato-CE (sul do Ceará), sua exposição aos ventos alísios de NE, que adentram ao continente, proporciona o aparecimento de um brejo de cimeira; sob as condições de altitude e exposição aparece ali a Floresta Nacional do Araripe (criada pelo Decreto-Lei Nº 9.226 de 2 de maio de 1946), uma das mais antigas unidades de conservação do país.

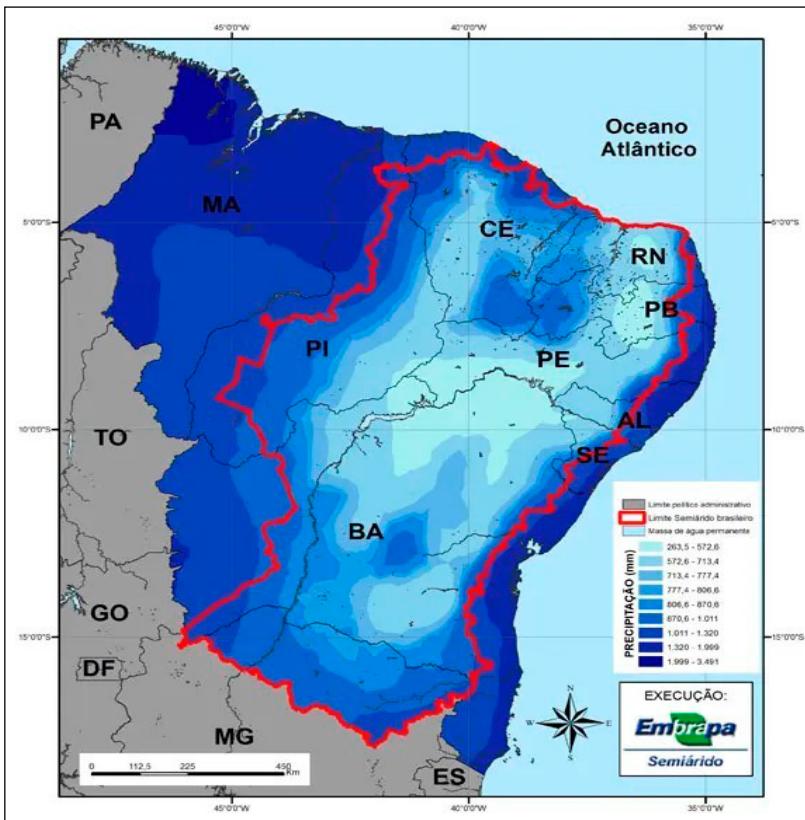
Figura 3 - Vista da Chapada do Araripe e seu *piemonte* (zona de contato entre a depressão periférica e a vertente/escarpa da chapada), onde se observa a vegetação mais densa e verdejante e pequenos açudes no período chuvoso (verão). Distrito de Serra Branca, município de Ipubi-PE



Fonte: Arquivo do autor, 2004.

O clima manifesta uma ampla variabilidade tanto no regime quanto no volume das precipitações; contudo, a marca distintiva do Semiárido é a concentração do período chuvoso em um curto intervalo de, em média, três a quatro meses. No caso de Cajazeiras-PB, situada no Alto Sertão paraibano, a quadra chuvosa distribui-se entre os meses de janeiro e abril, com totais pluviométricos anuais que podem atingir a marca de 800 mm (Figura 4).

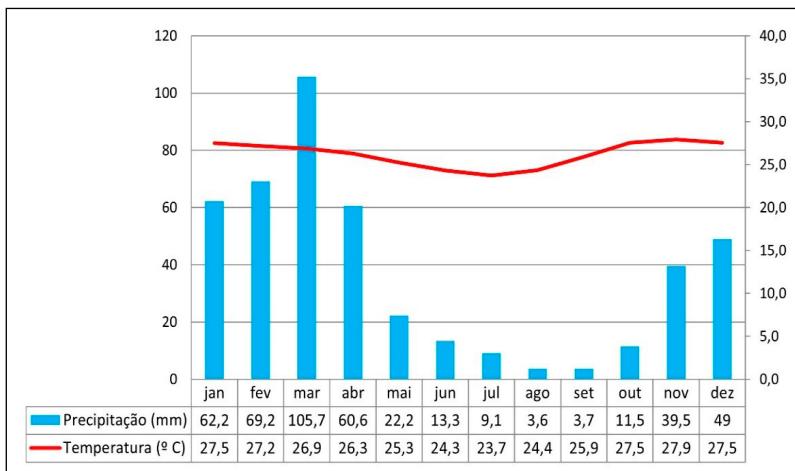
Figura 4 - Pluviometria do Nordeste brasileiro, observando-se as áreas mais secas na área central do domínio



Fonte: Embrapa Semiárido, 2003. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/bioma-caatinga/clima/precipitacao-e-evaporacao>. Acesso em: 01 out. 2025.

O município de Belém do São Francisco, no Vale ou Depressão do São Francisco, apresenta regime de chuvas concentrado no verão, no entanto, sua média pluviométrica é de 450 mm (Figura 5). No domínio das Caatingas, os totais pluviométricos situam-se, grosso modo, entre 400 e 800 mm, com trechos apresentando precipitações médias anuais na faixa dos 300-400 mm. Algumas localidades podem chegar à casa dos 300 mm – como são os casos de Boa Vista-PB, com 280,2 mm; Cabaceiras-PB, com 290 mm; Cocorobó-BA, com 275 mm; Itacuruba-PE, com 405 mm (Sentelhas *et al.*, 2003; Araújo, 2023a).

Figura 5 - Climograma de Belém do São Francisco-PE, município situado no Vale sub-médio do rio São Francisco



Fonte: Elaborado como dados da APAC (2023).

O que predomina no relevo do domínio das Caatingas são as depressões, constituindo mais de 60% de sua extensão, formada por rochas cristalinas, composta principalmente por granitos e complexos gnaisses-migmatitos de idade pré-cambriana. Destacam-se neste domínio a Depressão Sertaneja e a Depressão do São Francisco, com mais de 506 mil km² de extensão dos aproximados 800 mil km² que compõem este domínio (Figuras 6 e 7). Limitando as depressões encontram-se os planaltos cristalinos, como o da Borborema, ou sedimentares, como os Planaltos Araripe-Ibiapaba-Apodi e Diamantina, que completam o restante de sua extensão (Araújo, 2023a; Carvalho *et al.*, 2015).

Figura 6 - A Depressão Sertaneja (Depressão de Patos) e alguns inselbergs (morros-ilhas), vista a partir da pedra do Tendó, município de Teixeira-PB



Fonte: Arquivo do autor, 2004.

Figura 7 - Vegetação de Caatinga com diferentes estratos (arbórea, arbustiva e herbácea) em afloramento rochoso constituído de granito, no Cariri paraibano. Sítio Bravo, Boa Vista-PB

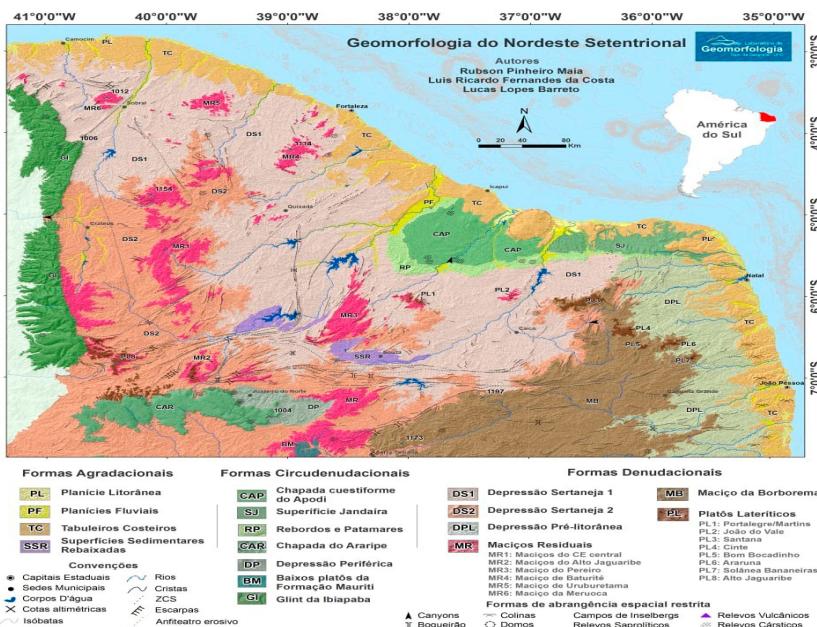


Fonte: Arquivo do autor, 2022.

Mapeando o setor setentrional do relevo nordestino, Fernandes da Costa *et al.* (2020) elaboraram um mapa do relevo que mostra as depressões e as unidades mais elevadas, destacando-se o Planalto da Borborema, as chapadas do Apodi, Araripe e Ibiapaba. Nas depressões as

altitudes variam dos 200-300 m até os 400 m, enquanto os planaltos são superiores aos 400 m, podendo atingir altitudes maiores do que 1.000 m nesta porção do relevo nordestino (Figura 8).

Figura 8 - Mapa geomorfológico do Nordeste Setentrional



Fonte: Fernandes da Costa *et al.* (2020).

A Componente Humana: População e Planejamento no Domínio das Caatingas

Embora seja uma área de condições semiáridas, esta área não se apresenta como as demais do mundo em termos de densidade populacional. Nos dizeres de Ab'Sáber (*op. cit.*), o domínio das Caatingas é uma das “áreas semiáridas mais populosas do mundo”, pois neste vive um grande contingente populacional, ocupando todos os espaços.

Os principais municípios deste domínio são Feira de Santana, Campina Grande, Caruaru, Petrolina, Juazeiro, Juazeiro do Norte e outras que possuem mais de 250 mil habitantes. Conforme a Tabela 1, pode-se

notar que alguns municípios e/ou arranjo de aglomerados possuem população que atesta esta densidade demográfica no SAB, explicada pelas condições de diversidade natural, arranjo produtivo local ou regional e de convivência de séculos com as condições regionais, principalmente ligadas ao clima e às secas que são constantes na região. Vale salientar que os municípios apresentavam índices de desenvolvimento humano municipal (IDHM) entre médio (0,55 a 0,70) e alto (0,70 a 0,80).

Tabela 1 - Principais municípios e aglomerados urbanos do Domínio das Caatingas – 2022

| Municípios/Aglomerados Urbanos | População [2022] | IDHM [2010] |
|--------------------------------------|------------------|-------------|
| Petrolina - PE | 386.791 | 0,697 |
| Juazeiro - BA | 237.821 | 0,677 |
| Aglomerado (Petrolina-Juazeiro) | 624.612 | -- |
| Juazeiro do Norte - CE | 286.120 | 0,694 |
| Crato – CE | 131.050 | 0,713 |
| Barbalha – CE | 75.033 | 0,683 |
| Aglomerado (Juazeiro-Crato-Barbalha) | 492.203 | -- |
| Campina Grande – PB | 419.379 | 0,720 |
| Caruaru – PE | 378.048 | 0,677 |
| Mossoró - RN | 264.577 | 0,720 |
| Feira de Santana – BA | 616.272 | 0,712 |
| Vitória da Conquista - BA | 370.879 | 0,678 |

Fonte: IBGE Cidades. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados>. Acesso em: 23 set. 2025.

Esses municípios mantêm tal contingente populacional em virtude de seus arranjos produtivos locais, que abrangem atividades agrícolas, agropecuárias e agroindustriais, além de uma robusta oferta de serviços em educação, cultura e tecnologia. Destaca-se o polo agroindustrial e de fruticultura irrigada do Vale Submédio do Rio São Francisco, liderado pelas cidades de Petrolina-PE e Juazeiro-BA, que exemplifica a viabilidade econômica do semiárido mediante o aporte técnico e hídrico.

A compreensão da organização do espaço geográfico no domínio das Caatingas é fundamental para qualquer intervenção pautada no mode-

lo de desenvolvimento sustentável. Conforme preconizam Troppmair e Galina (2006), mais do que quantificar o espaço, é necessária a observação, a percepção e a reflexão que conduzam à compreensão dos sistemas espaciais. Isso exige o planejamento ecológico-econômico como ferramenta para gerir o uso e o “não uso” (preservação) dos recursos.

Ao abordar o território paraibano sob a ótica do planejamento, Araújo (2023b) alerta que atividades econômicas como a agropecuária extensiva e a extração mineral, quando desordenadas, tornam-se danosas às unidades de paisagem. Tais práticas aceleram os processos de degradação das terras, podendo culminar na desertificação — estágio em que os danos ambientais tornam-se acentuados e exigem vultosos investimentos para recuperação. Diante desse cenário, torna-se urgente que os atores sociais busquem o conhecimento profundo das características deste domínio, promovendo uma educação voltada a técnicas de convivência que respeitem as potencialidades e as limitações do ecossistema sertanejo.

Considerações Finais

O conhecimento científico da dinâmica do domínio da Caatinga em escalas de maior detalhe, como o das unidades de paisagem, é fundamental para a conservação dos recursos naturais, especialmente do solo, quando submetido a atividades tradicionais de agricultura e pecuária. Práticas de conservação que considerem a mitigação da perda por processos erosivos — fenômenos que empobrecem o solo e inviabilizam sua utilização produtiva — devem estar integradas ao repertório técnico e cultural das populações que retiram da terra seu sustento.

Ao evidenciar que os povos herdaram mais do que espaços geográficos, mas paisagens e ecologias complexas, reforça-se o dever do uso sustentável dos recursos voltado à manutenção da vida. Nesse sentido, os atores políticos, como representantes da sociedade, devem pautar suas decisões na aplicação do conhecimento desenvolvido pela academia e pelos órgãos de pesquisa, visando ao bem comum. Assim, torna-se imperativa a adoção de políticas e programas fundamentados no zonea-

mento ambiental dos diversos compartimentos de paisagem do domínio das Caatingas, garantindo que o desenvolvimento seja sustentável e embasado em critérios técnicos e científicos sólidos.

Referências

- AB'SÁBER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil:** potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.
- APAC. Agência Pernambucana de Águas e Clima. **Atlas climatológico do Estado de Pernambuco:** normais climatológicas 1991-2020. / Agência Pernambucana de Águas e Clima. Gerência de Meteorologia e Mudanças Climáticas.- Recife: APAC, GMMC, 2023. 148 p.
- ARAÚJO, S. M. S. de. Nordeste e Semiárido brasileiros: regiões naturais e ordenamento do território. **Cadernos do LOGEPA**, v. 11, p. 62-82, 2023a. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/index.php/logepa/article/view/70811>. Acesso em: 3 ago. 2025.
- ARAÚJO, S. M. S. de. Geografia e Ambiente no Semiárido Paraibano. **Revista Ecologias Humanas**, Paulo Afonso-BA, v. 9, n. 10, p. 60-77, 2023b. Disponível em: <https://revistas.uneb.br/eco hum/issue/view/829>. Acesso em: 03 mar. 2025.
- CARVALHO, M. S. B. de S; SOARES, A. M. L.; SOARES, Z. M. L.; FREITAS FILHO, M. R. de; OLIVEIRA, S. B. P. de; SOUZA, M. J. N. de; OLIVEIRA, V. P. V. de. Compartimentação dos Domínios Naturais do Semiárido Brasileiro. **Anais do XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, João Pessoa-PB, Brasil, 25 a 29 de abril de 2015, INPE.
- FERNANDES DA COSTA, L. R.; MAIA, R. P.; BARRETO, L. L.; CLAUDIO SALES, V. C. de. Geomorfologia do nordeste setentrional brasileiro: uma proposta de classificação. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 21, n. 1, 2020. Disponível em: <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/1447>. Acesso em: 20 nov. 2024.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br>. Acesso em: 23 set. 2025.

SENTELHAS, P. C.; MARIN, F. R.; FERREIRA, A. S.; SÁ, E. J. S. de. **Banco de Dados Climáticos do Brasil.** Campinas: EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Monitoramento por satélite, 2003. Disponível em: <https://www.cnpm.embrapa.br/projetos/bdclima/autoria.html>. Acesso em: 10 maio 2025.

TROPPMAIR, H.; GALINA, M. H. Geossistemas. **Mercator – Revista de Geografia da UFC**, Fortaleza, ano 5, n. 10, p. 79-89, 2006.



ENTRE SISTEMAS EQUATORIAIS E TROPICAIS: A DANÇA DAS CHUVAS NO ESTADO DO PARÁ

Lucas Pereira Soares

Introdução

O entendimento das chuvas sob a perspectiva geográfica exige a integração de distintas abordagens metodológicas, com destaque para a combinação entre os critérios genético e rítmico, essencial para a compreensão da dinâmica dos sistemas atmosféricos. Essa perspectiva fundamenta-se nas proposições de Monteiro (1973), cuja concepção genética ancora-se na análise sinótica (base da Climatologia Dinâmica), permitindo identificar os fenômenos responsáveis pela configuração pluviométrica e pela sucessão dos tipos de tempo.

Associada a essa dimensão, a noção de ritmo climático é definida como o “encadeamento, sucessivo e contínuo, dos estados atmosféricos e suas articulações no sentido de retorno dos mesmos estados” (Monteiro, 1971, p. 30). Essa visão reitera a importância de considerar a sucessão habitual dos estados da atmosfera, seus padrões de repetitividade e as situações de excepcionalidade que caracterizam determinado espaço geográfico.

A abordagem rítmica é enriquecida pelo tratamento estatístico de valores quantitativos, fundamentais para o detalhamento dos tipos de tempo, especialmente mediante a aplicação da metodologia de “anos-padrão”. Tal integração, aliada a uma leitura geográfica multiescalar, permite correlacionar os elementos mensuráveis do clima, como a precipitação, aos processos dinâmicos que os originam.

Nesse contexto, o estado do Pará configura-se como uma área de estudo estratégica para investigações climatológicas. Conforme ilustrado na Figura 1, o território paraense possui uma extensão de 1.245.870 km², representando aproximadamente 16,6% da superfície brasileira (IBGE, 2011). Além da vastidão territorial, o estado abriga uma notável diversidade de ecossistemas, consolidando-se como uma das unidades mais representativas da Amazônia. Sua singularidade geográfica é reforçada pela passagem da linha do Equador e por uma estrutura topográfica de níveis altimétricos reduzidos. Essas características físicas tornam imperativa a compreensão de sua dinâmica climática frente ao atual cenário de mudanças globais, que têm alterado a organização atmosférica em escalas local e regional.

Figura 1 - Localização da área de estudo



Elaboração: Autor.

Assim, este estudo desenvolve uma análise das chuvas no território paraense, considerando seus aspectos genético, geográfico e rítmico, pautada na concepção de Monteiro (1973) e nas etapas fundamentais que compõem sua metodologia de análise. A proposta busca integrar a compreensão dos sistemas atmosféricos responsáveis pela gênese dos tipos de tempo e pela modulação da distribuição espacial das chuvas, com o objetivo de estabelecer uma organização sazonal estruturada em fases, que articule o contexto dinâmico dos tipos de tempo às precipitações a eles associadas.

Percorso Metodológico

A organização metodológica articula procedimentos quantitativos e qualitativos da Climatologia Geográfica, conforme a concepção teórico-metodológica de Monteiro (1973). Essa abordagem foi empregada por Soares (2023), com a orientação do prof. Marcelo de Oliveira Moura, a partir da tese de doutorado “As chuvas no estado do Pará, Brasil: classificação climática de abordagem geográfica”, integrando a análise rítmica, pautada na seleção de “anos-padrão” e na análise sinótica, à construção de índices de participação dos sistemas atmosféricos atuantes, relacionando-os aos fatores geográficos superficiais, em uma proposta de classificação climática genética, rítmica e geográfica.

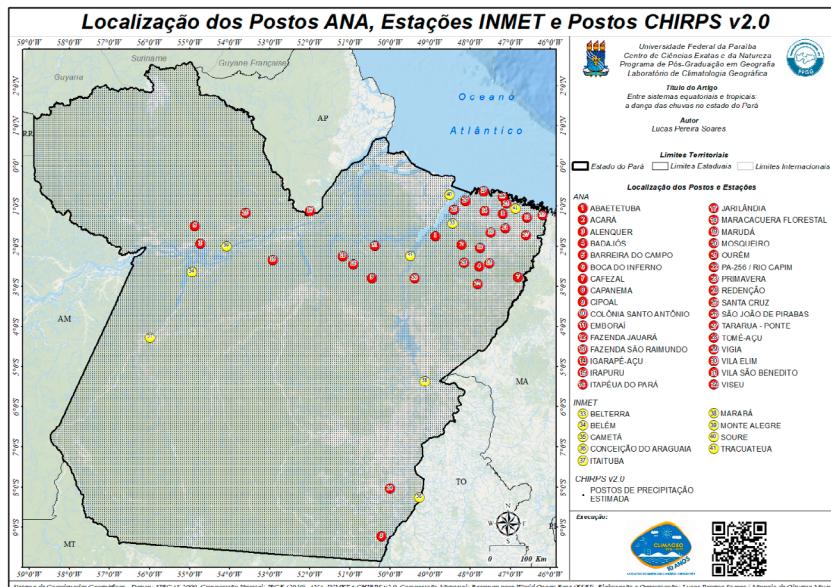
Assim, as etapas apresentadas a seguir correspondem a um recorte do que foi desenvolvido na tese, apresentando de forma mais direta e sintética parte de seus resultados, além de acrescentar novas informações acerca da organização pluviométrica e dinâmica do estado do Pará.

Base e validação de dados pluviométricos para eleição dos “anos-padrão”

Os dados foram compilados em séries pluviométricas estimadas pelo CHIRPS v2.0 (*Climate Hazards Center InfraRed Precipitation with Station data version 2.0*), considerando o período 1990 - 2019, recortadas ao limite do estado do Pará e totalizando 40.521 postos de precipitação estimada.

Foram coletados conjuntos de dados observacionais para o período 1990 - 2019, a partir do inventário disponibilizado pela ANA (Agência Nacional de Águas) e pelo INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), para validação dos dados estimados. A distribuição de postos de precipitação estimada e de postos/estações de observação está apresentada na Figura 2.

Figura 2 - Localização da malha de postos utilizada



Elaboração: Autor.

Os dados CHIRPS v2.0 foram validados, conforme Soares e Moura (2023), para trabalhos climatológicos no estado do Pará, sendo assim aproveitados neste estudo. Além disso, destacam-se outras pesquisas que exploram diferentes escalas de aplicação dessas informações, como Paredes-Trejo, Barbosa e Lakshmi Kumar (2017), Costa *et al.* (2019) e Silva *et al.* (2020).

Após a validação da matriz CHIRPS v2.0, procedeu-se à eleição dos “anos-padrão”, realizada pelo método dos quantis, conforme proposto por Pinkayan (1966) e Xavier (2001). A definição das amostras temporais baseou-se na pluviometria anual da série de 30 anos (1990–2019),

a partir da classificação por conjuntos representativos. De acordo com Soares (2023), foram elencados para análise no estado do Pará:

- o ano de 2013, caracterizado como padrão de pluviosidade elevada;
- o ano de 2015, definido como padrão de pluviosidade reduzida;
- não havendo viabilidade estatística para a eleição de um ano-padrão habitual.

Os anos selecionados subsidiaram o tratamento geográfico voltado à análise sinótica diária e à extração dos índices de participação.

Os sistemas atmosféricos a partir dos índices de participação

Compete ao estado do Pará, conforme Soares (2023) e com base nas considerações de Reboita *et al.* (2010, 2012), a atuação dos seguintes sistemas atmosféricos caracterizados na baixa troposfera: de ordem Equatorial, destacam-se os Alísios (AL), a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), as Linhas de Instabilidade (LI) e a atuação conjunta entre ZCIT e LI; e de ordem Tropical, a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), a Zona de Convergência de Umidade (ZCOU), os Cavados (CV) e os Sistemas Frontais (SF), estes últimos manifestos como Repercussões de Sistemas Frontais (RSF).

No nível diário, a partir dos “anos-padrão” eleitos, esses sistemas foram considerados no desenvolvimento da análise sinótica para a extração dos índices de participação territoriais e nas chuvas, os quais indicaram a disposição espacial dos sistemas atuantes no estado do Pará, bem como sua relação com as chuvas observadas nos respectivos “anos-padrão”, conforme mapeamento realizado por Soares (2023).

Em específico, para este trabalho, os resultados referem-se a uma análise desenvolvida a partir da cobertura de nuvens, da precipitação e da quantidade de dias chuvosos ao nível temporal mensal, conforme os “anos-padrão” eleitos e levando em conta a dinâmica dos sistemas atmosféricos identificada por Soares (2023), considerando a disposição espacial e temporal destes, a partir dos índices de participação.

Os mapas de cobertura de nuvens foram desenvolvidos a partir da técnica *Cell Statistics*, sendo uma ferramenta de classificação automática de imagens, disponível no *ArcGIS Pro*. A técnica pode ser compreendida como um sistema com *input*, *processing* e *output*. É calculada uma estatística por pixel, considerando a entrada de múltiplas composições *raster* (*input*), tratadas por vários métodos estatísticos (*processing*), apresentados no Quadro 1. Escolhido o método, gera-se como resultado uma única composição *raster* (*output*), representativa das várias composições de entrada, processadas pelo método estatístico adotado (ESRI, 2009).

Quadro 1 - Métodos aplicados ao tratamento das imagens pela técnica *Cell Statistics*

| Nº | MÉTODO | CARACTERÍSTICA |
|----|-----------------|--|
| 1 | <i>MEAN</i> | Calcula a média (média) das entradas |
| 2 | <i>MAJORITY</i> | Determina a maioria (valor que ocorre com maior frequência) das entradas |
| 3 | <i>MAXIMUM</i> | Determina o valor máximo (maior valor) das entradas |
| 4 | <i>MEDIAN</i> | Calcula a mediana das entradas |
| 5 | <i>MINIMUM</i> | Determina o mínimo (menor valor) das entradas |
| 6 | <i>MINORITY</i> | Determina a minoria (valor que ocorre menos frequentemente) das entradas |
| 7 | <i>RANGE</i> | Calcula o intervalo (diferença entre o maior e o menor valor) das entradas |
| 8 | <i>STD</i> | Calcula o desvio padrão das entradas |
| 9 | <i>SUM</i> | Calcula a soma (total de todos os valores) das entradas |
| 10 | <i>VARIETY</i> | Calcula a variedade (número de valores exclusivos) das entradas |

Fonte: ESRI (2012).

Foram utilizadas, nesse processamento, imagens das gerações GOES 12 e GOES 13, destacando-se que as composições *raster* geradas por estes correspondem a resolução radiométrica de 8 bits, representando, para cada imagem, 256 níveis de cinza. A partir destes níveis, realizou-se o tratamento com a ferramenta *Cell Statistics*, conforme etapas:

- I) Foram adotadas imagens provenientes do Canal 4 – Infravermelho, captadas no GOES 12 e GOES 13, considerando a escala temporal para os “anos-padrão”;
- II) Inicialmente, desenvolveu-se a triagem e organização das imagens em escala diária;
- III) Para cada dia, foram disponibilizadas imagens compreendendo a resolução temporal de 30 minutos, podendo, assim, haver a disponibilidade de até 96 imagens por dia;
- IV) Estas imagens foram inseridas como *input* e processadas (*processing*) por meio do método *Maximum* (ver Quadro 1), gerando no *output* somente uma imagem representativa do dia. A imagem gerada permitiu identificar espacialmente os limites máximos de avanço e participação dos sistemas no nível diário, devido à variação da maior ou menor quantidade de níveis na escala de cinza, que indicam, respectivamente, maior ou menor cobertura de nuvens. Foram assim geradas imagens com as máximas diárias de cobertura de nuvens para todos os dias, compreendendo o limite dos “anos-padrão”.
- V) Para o estabelecimento de uma variação mensal, utilizaram-se as imagens diárias geradas no processamento anterior, sendo estas também inseridas como *input*, contudo, processadas (*processing*) mediante o método *Mean* (ver Quadro 1), gerando no *output* somente uma imagem representativa do mês analisado. A imagem gerada permitiu identificar um padrão médio espacial do comportamento dinâmico mensal, apresentando os limites máximos de avanço e participação dos sistemas, novamente, com base na variação da maior ou menor quantidade de níveis na escala de cinza, indicando, respectivamente, maior ou menor cobertura de nuvens.

Realizado o tratamento das imagens por *Cell Statistics*, partiu-se à elaboração dos mapas de cobertura de nuvens, por meio do *ArcGIS Pro*. Nesta produção, considerou-se uma palheta de cores colorida, indicati-

va dos níveis de cinza, referentes às 256 cores disponíveis, representando a cobertura de nuvens mínima e máxima mensal.

Para os mapas de precipitação considerou-se a distribuição dos 40.521 postos de precipitação estimada do *CHIRPS v2.0*, recortadas ao estado do Pará, resultando em mapas com totais mensais de chuva para cada “ano-padrão”. O mesmo foi realizado à quantificação de dias chuvosos, mapeados conforme os dados *CHIRPS v2.0*, a partir do *ArcGIS Pro*.

A análise desde mapeamento temático considerou uma abordagem voltada ao entendimento climático com base no arcabouço de Monteiro (1973), por meio das ferramentas sugeridas pelo autor, incorporando as dimensões genética, geográfica e rítmica da Climatologia Geográfica. Assim, a interpretação dos resultados buscou integrar a gênese atmosférica dos tipos de tempo à sua expressão espacial e temporal no território paraense, destacando os ritmos e transições sazonais que compõem o quadro climático regional.

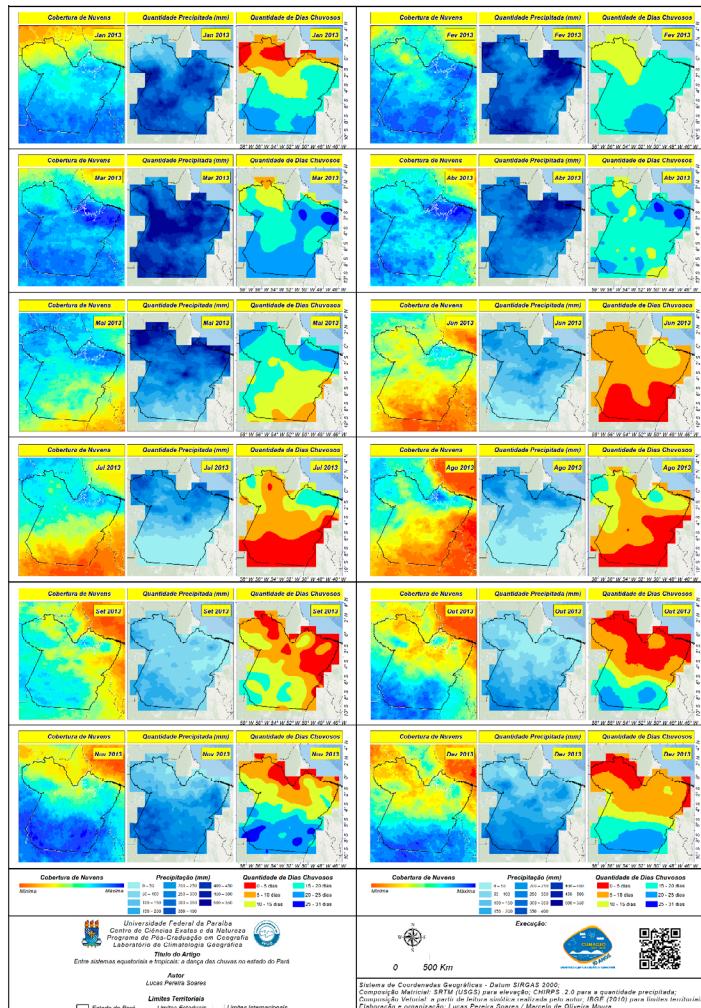
Padrões de precipitação e atuação dos sistemas atmosféricos a partir dos “anos-padrão”

A variabilidade climática na Amazônia Oriental, especialmente no estado do Pará, está fortemente relacionada à atuação e à interação de diferentes sistemas atmosféricos de escala sinótica e subsinótica, que modulam os padrões de precipitação ao longo do ano, constituindo-se um instrumento essencial à compreensão do impacto associado à dinâmica atmosférica e de seus efeitos sobre o meio natural e as atividades humanas. Nessa perspectiva, a avaliação dos anos de 2013 e 2015 permite identificar contrastes entre períodos de pluviosidade elevada e reduzida.

O ano de 2013 apresentou um regime pluviométrico acima da média histórica em grande parte do território paraense, evidenciando o papel determinante dos sistemas atmosféricos de grande escala, como as ZCIT e a ZCAS, que contribuem fortemente ao controle sazonal e espacial das chuvas. Tal configuração resultou em ampla cobertura de nuvens e elevado número de dias chuvosos em todo o estado do Pará.

A distribuição das chuvas, embora territorialmente desigual, resulta da interação entre esses sistemas e os fatores geográficos locais. Contudo, em escala mais ampla, a expressiva precipitação observada está associada à variabilidade climática global, especialmente à predominância do fenômeno La Niña, que intensificou a convecção e promoveu um regime pluviométrico mais intenso em 2013, conforme observado na Figura 3.

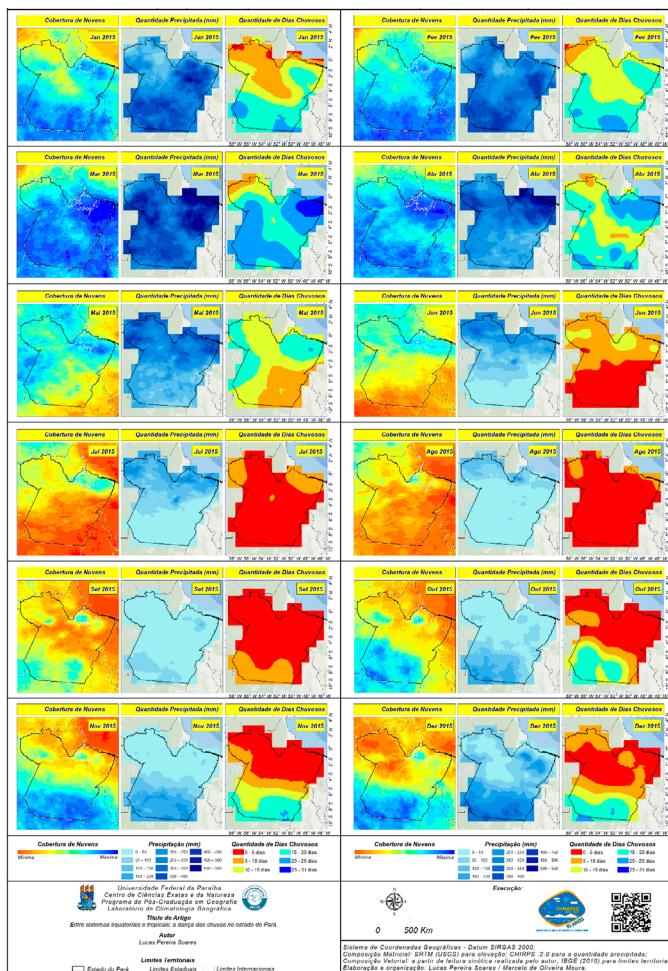
Figura 3 - Conjunto de mapas com variáveis climáticas para 2013
(ano de pluviosidade elevada)



Elaboração: Autor.

Em contraste, o ano de 2015 registrou precipitação inferior à média em uma extensa porção do estado, evidenciando a participação mais irregular dos sistemas atmosféricos na modulação temporal e espacial das chuvas. Comparado a 2013, observou-se diminuição da convecção, refletida na menor cobertura de nuvens e na redução do número de dias chuvosos. Essa distribuição pluviométrica reduzida, apresentada na Figura 4, esteve condicionada por efeitos hemisféricos mais amplos, no caso, o fenômeno El Niño.

Figura 4 - Conjunto de mapas com variáveis climáticas para 2015 (ano de pluviosidade reduzida)



Os mapas das Figuras 3 e 4 evidenciam um padrão climático marcado pela elevada variabilidade espacial da precipitação e pela acentuada sazonalidade, características dos climas equatoriais e tropicais úmidos da Amazônia Oriental (Strahler, 1978), que influenciam diretamente o estado do Pará.

Observa-se forte coerência entre a cobertura de nuvens e os volumes de precipitação, com domínio da convecção úmida em 2013, resultando em maiores totais pluviométricos, enquanto em 2015 há redução da nebulosidade e enfraquecimento da convecção, refletindo-se na diminuição das chuvas. A alternância entre meses de maior e menor nebulosidade remete diretamente à migração sazonal da ZCIT e à modulação da ZCAS, além das flutuações dos fluxos de umidade provenientes de sistemas locais e subsinóticos.

Devido à sua ampla extensão latitudinal e posição estratégica entre o Atlântico Equatorial e o interior da Amazônia, o estado do Pará apresenta contrastes marcantes entre o norte úmido, sob forte influência de sistemas atmosféricos equatoriais, como a ZCIT, e o sul, mais sujeito à penetração de sistemas tropicais, como a ZCAS. As Figuras 3 e 4 ilustram uma organização sazonal clara, composta por fases distintas associadas à atuação dos sistemas atmosféricos equatoriais e tropicais no estado do Pará.

Com base nisso, ressalta-se, no âmbito dos sistemas equatoriais, a seguinte organização:

- A fase pré-chuvosa, que se inicia em janeiro;
- A fase chuvosa, caracterizada entre os meses de fevereiro e maio;
- A fase pós-chuvosa, que marca o período entre junho e agosto;
- A fase de transição, que ocorre entre setembro e dezembro.

E no contexto dos sistemas tropicais, tem-se:

- A fase pré-chuvosa, que se inicia em setembro;
- A fase chuvosa, caracterizada entre os meses de outubro e março;
- A fase pós-chuvosa, que marca o período entre abril e maio;
- A fase de transição, a qual ocorre entre junho e agosto.

Com base nessa organização e em articulação com o critério dinâmico, apresenta-se a seguir, a partir das Figuras 3 e 4, e conforme a síntese climática dos tipos de tempo elaborada por Soares (2023) para o estado do Pará, uma análise da atuação e articulação dos sistemas atmosféricos em conformidade com a organização sazonal proposta para as fases estabelecidas.

As fases dinâmicas dos sistemas equatoriais

Fase pré-chuvosa dos sistemas equatoriais

A fase pré-chuvosa dos sistemas equatoriais compreende o mês de janeiro. Ocorre sem a participação da ZCIT e é marcada pela atuação de sistemas subsinóticos, especialmente as Linhas de Instabilidade (LI).

Nesta, considerando os “ano-padrão”, destacam-se extensas áreas do nordeste paraense com totais mensais superiores a 400 mm, associadas a uma intensa cobertura de nuvens e à atuação predominante das Linhas de Instabilidade (LI). Essa configuração assegura a ocorrência de chuva em mais da metade dos dias do mês, evidenciando a persistência da convecção úmida. No entanto, nas porções mais interiores, observa-se menor efetividade das LI devido à influência da continentalidade e à ausência da ZCIT sobre o território paraense neste período.

Fase chuvosa dos sistemas equatoriais

A fase chuvosa dos sistemas equatoriais vai de fevereiro a maio, sendo caracterizada pela presença habitual da ZCIT sobre o norte e norte-sudeste do estado do Pará.

Nesta fase, a atuação da ZCIT para o ano 2013 é reforçada pela intensa convergência dos ventos alísios dos hemisférios norte e sul sobre o Atlântico Equatorial, fenômeno descrito como “pseudotensão do vento” por Xavier (2001), e pelas condições favoráveis do “equador térmico”, relacionado as Temperaturas de Superfície do Mar (TSM) no Atlântico Tropical Sul, fator determinante para o transporte de umidade em direção ao continente (Lucena; Servain; Gomes Filho, 2008).

Em março e abril de 2013, a ZCIT alcança posições mais meridionais, favorecendo forte convecção e altos volumes de chuva, principalmente no norte e nordeste do Pará. A partir de maio, inicia-se seu movimento de retorno ao Hemisfério Norte, inaugurando em junho, quando se retira totalmente do Pará, uma fase pós-chuvosa com redução gradual da pluviosidade.

Em contrapartida, no ano de 2015, a fase chuvosa é marcada por um enfraquecimento significativo da participação dos mecanismos dinâmicos observados em 2013. A ZCIT permaneceu mais ao norte de sua posição climatológica, e a convergência dos ventos alísios mostrou-se reduzida, atenuando o efeito da “pseudotensão do vento” e, consequentemente, a sustentação da convecção tropical. As TSM ligeiramente abaixo da média no Atlântico Tropical Sul limitaram o deslocamento meridional do equador térmico, comprometendo o aporte de umidade para o interior da Amazônia oriental.

Assim, enquanto 2013 foi caracterizado por chuvas mais consistentes e bem distribuídas nas porções setentrionais do estado, sob influência direta dos sistemas equatoriais, 2015 apresentou pluviosidade reduzida, associada à diminuição da cobertura de nuvens e à menor frequência de dias chuvosos, com os eventos mais expressivos concentrando-se principalmente no nordeste paraense.

Fase pós-chuvosa dos sistemas equatoriais

A fase pós-chuvosa dos sistemas equatoriais vai de junho a agosto. É um período sem a influência da ZCIT no estado do Pará, dominado por sistemas subsinóticos, como as LI.

Tanto no ano de 2013, quanto em 2015, essa fase é marcada pela diminuição progressiva da convecção profunda e pela redução tanto da precipitação quanto dos dias chuvosos, reflexo do afastamento da ZCIT, que no ano de 2015 ocorreu ainda em abril. Nesse período, as chuvas passam a ter caráter mais local, associadas à atuação de LI, sobretudo no

nordeste e, ocasionalmente, no norte paraense, e a depender da intensidade convectiva e do avanço territorial destes sistemas subsinóticos.

Essa retração dos sistemas equatoriais resulta em uma expressiva diminuição da convecção profunda sobre o território paraense, algo que, no ano de 2015, se manifesta de forma ainda mais acentuada. Conforme apresentado no mapeamento desenvolvido, observa-se uma redução significativa na cobertura de nuvens, associada à predominância de condições atmosféricas mais secas, interrompidas apenas pela ocorrência ocasional e esporádica de Linhas de Instabilidade (LI) remanescentes, sobretudo no nordeste do estado, entre os meses de junho e julho.

Fase de transição dos sistemas equatoriais

A fase de transição dos sistemas equatoriais ocorre entre os meses de setembro e dezembro, sendo marcada pela atuação dos ventos alísios, caracterizados como massa de ar Equatorial atlântica. Esses ventos promovem uma redução gradual da convecção e da precipitação, à medida que as condições favoráveis próximas ao litoral são substituídas em avanço ao interior paraense pelo efeito continental.

De forma esporádica, chuvas ocasionais ainda são evidenciadas nessa fase de transição e concentram-se no nordeste paraense, sobretudo no ano de 2013. Em 2015, entretanto, as precipitações tornaram-se ainda mais escassas, mesmo nessa porção do estado. Essa condição reflete, tanto em 2013, e especialmente para 2015, uma drástica redução no número de dias chuvosos, evidenciada pelo contraste térmico sazonal, que inibe a convecção e, consequentemente, reduz a cobertura de nuvens e a precipitação em toda a área sob influência dos sistemas equatoriais, em um período mais seco no estado, que antecede o novo ciclo chuvoso.

As fases dinâmicas dos sistemas tropicais

Fase pré-chuvosa dos sistemas tropicais

A fase pré-chuvosa dos sistemas tropicais ocorre no mês de setembro, período sem a presença da ZCAS, mas com aproximação de sistemas frontais atenuados, oriundos do sul, por meio de repercussões.

Mesmo caracterizado por um padrão de pluviosidade elevada, observam-se, nessa fase pré-chuvosa, baixos volumes de precipitação para os “anos-padrão”. Na porção sul, região de gênese territorial dos sistemas tropicais no território paraense, nota-se um discreto aumento tanto na cobertura de nuvens quanto no número de dias chuvosos. Essa condição está associada à aproximação de sistemas frontais atenuados, as chamadas repercussões de sistemas frontais, provenientes do sul do país, os quais favorecem a formação de instabilidades convectivas isoladas. A ZCAS ainda não se encontra configurada, mas já há o estabelecimento inicial do gradiente térmico necessário à sua posterior organização.

Para 2015, esta fase pré-chuvosa tem, ainda, escassez pluviométrica mais expressiva que observada no ano de 2013. Mesmo nas áreas meridionais, onde geralmente se antecipa um leve aumento das chuvas, os volumes permanecem bastante reduzidos. Nota-se apenas uma sutil elevação na cobertura de nuvens e no número de dias chuvosos, sobretudo no setor sul, sinalizando o início de uma transição atmosférica ainda incipiente.

Fase chuvosa dos sistemas tropicais

A fase chuvosa dos sistemas tropicais ocorre entre outubro e março, período com atuação recorrente da ZCAS, promovendo chuvas persistentes.

Como desdobramento desse comportamento atmosférico, observa-se, para os “anos-padrão”, o início da intensificação da ZCAS, estabelecendo o seu habitual corredor de umidade, que se estende da Amazônia meridional até o Atlântico Tropical. Um aumento gradual na cobertura de nu-

vens e na quantidade de dias chuvosos é observado em outubro, estando associado à dinâmica do sistema. Especialmente nas porções centro-sul e sudoeste do estado do Pará, tem-se o início da fase de maior umidade, que se estende de forma mais persistente em novembro e dezembro.

As condições dinâmicas de 2015 apresentam comportamento distinto, marcado pela atuação mais fraca e irregular ZCAS. Durante o trimestre outubro, novembro e dezembro, o sistema apresenta menor persistência e abrangência espacial, o que limita a formação do seu habitual corredor de umidade. Esse enfraquecimento resulta, ao longo desta primeira parte da fase chuvosa, em redução na cobertura de nuvens e na frequência de dias chuvosos, especialmente nas porções centro-sul e sudoeste do estado, se comparado ao ano 2013, marcado por pluviosidade elevada.

No trimestre janeiro, fevereiro e março, concebido como a segunda parte da fase chuvosa, o padrão pluviométrico atinge seu auge, com a consolidação da ZCAS e o reforço do fluxo de umidade oriundo da Amazônia. A precipitação é intensificada, seja no ano de 2013 ou em 2015, mantendo-se elevada em praticamente toda a porção sul, e principalmente, na faixa sudoeste, onde os acumulados mensais ultrapassam 400 mm.

Esse comportamento reflete o predomínio da ZCAS, que amplia de forma expressiva a cobertura de nuvens e estimula convecção profunda, reforçando a convergência de umidade associada ao sistema. Contudo, ainda em março observa-se um enfraquecimento gradual da ZCAS para os ambos os “anos-padrão” e, como consequência, uma redução das precipitações na porção sul, que se torna mais evidente em abril, marcando o início da fase pós-chuvosa.

Fase pós-chuvosa dos sistemas tropicais

A fase pós-chuvosa dos sistemas tropicais ocorre entre abril e maio. É um período com participação enfraquecida da ZCAS e marcada pela ação pontual da ZCIT, já em seu recuo gradual.

O mês de abril, conforme os “anos-padrão”, é caracterizado pela redução da intensidade dinâmica da ZCAS, que perde força e tende à desconfiguração. O sistema já não encontra condições atmosféricas favoráveis à sua manutenção, resultando em um regime de chuvas significativamente reduzido nos meses de abril e maio, especialmente nas porções sul e sudoeste do território paraense. Durante abril, sob condições de temperatura da superfície do mar (TSM) favoráveis, essas áreas ainda podem receber a influência de precipitações associadas à dinâmica da ZCIT. Entretanto, em maio, a banda de nebulosidade equatorial encontra-se em processo de migração para o Hemisfério Norte, passando a exercer pouca ou nenhuma influência sobre as chuvas nas áreas mais meridionais.

Fase de transição dos sistemas tropicais

A fase de transição dos sistemas tropicais ocorre entre junho e agosto. Esta é dotada pela participação dos Alísios (massa de ar Equatorial atlântica), influenciados pela continentalidade.

A fase de transição dos sistemas tropicais, conforme os “anos-padrão”, é marcada por redução generalizada da cobertura de nuvens e da precipitação, estabelecendo condições mais secas e estáveis. É associada à influência da continentalidade e à diminuição progressiva da convecção profunda, que inibe a formação de nuvens convectivas, resultando em baixos totais pluviométricos, menores que 100 mm/mês, e em menor número de dias chuvosos, inferior a 5 dias/mês.

A distância em relação ao oceano dificulta a penetração dos alísios, configurados como massa de ar Equatorial Atlântica, o que inibe a formação da convecção rasa observada nas áreas litorâneas e responsável por certa precipitação local. Dessa forma, no setor meridional do território paraense, a influência da continentalidade torna-se mais pronunciada, atuando como fator limitante da umidade e da convecção, tanto no ano de pluviosidade reduzida (2015) quanto naquele classificado por pluviosidade elevada (2013).

Conclusões

A análise integrada das fases sazonais e dos sistemas atmosféricos atuantes no estado do Pará evidencia a complexidade e a variabilidade do regime pluviométrico amazônico oriental. A alternância entre períodos de pluviosidade elevada e reduzida reflete a natureza dinâmica da interação entre a ZCIT, a ZCAS e os sistemas subsinóticos, como as LI.

A conjugação desses mecanismos determina o comportamento espacial e temporal das chuvas, modulada pela intensidade da convecção destes. A comparação entre 2013 e 2015 demonstra que variações sutis na posição e na intensidade desses sistemas são suficientes para alterar de forma significativa o padrão pluviométrico regional, impactando as atividades humanas dependentes da regularidade das chuvas.

De modo geral, a organização sazonal proposta, ao distinguir as fases equatoriais e tropicais, oferece um quadro explicativo consistente sobre a dinâmica climática do Pará. Nos períodos de predomínio equatorial, a atuação da ZCIT confere maior uniformidade e persistência às chuvas, enquanto, sob domínio tropical, a influência da ZCAS imprime maior variabilidade e irregularidade espacial. Essa articulação revela que a sazonalidade climática paraense resulta de um equilíbrio delicado entre sistemas de diferentes escalas e origens, cuja configuração em cada ano responde a condicionantes oceânico-atmosféricos mais amplos, como as anomalias de temperatura da superfície do mar.

Assim, compreender essa dinâmica torna-se fundamental para aprimorar diagnósticos climáticos regionais e subsidiar políticas de gestão ambiental e territorial voltadas à adaptação às variações do regime pluviométrico na Amazônia oriental.

Referências

- ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Portal Hidro-Web:** séries históricas. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/hidro-web/serieshistoricas>. Acesso em: 21 out. 2025.
- CHIRPS. Climate Hazards Center InfraRed Precipitation with Station data. **Data Sets.** Disponível em: <https://www.chc.ucsb.edu/data>. Acesso em: 21 out. 2025.
- COSTA, J. C. *et al.* Validação dos dados de precipitação estimados pelo CHIRPS para o Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, [S.l.], v. 24, jun. 2019. ISSN 2237-8642. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/re-vistaabclima/article/view/60237>. Acesso em: 21 out. 2025.
- ESRI. Environmental Systems Research Institute. **Cell Statistics.** 2009. Disponível em: <http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.1/index.html#/009z00000088000000>. Acesso em: 21 out. 2025.
- ESRI. Environmental Systems Research Institute. **How Cell Statistics works.** 2012. Disponível em: <http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.1/index.html#/009z00000088000000>. Acesso em: 21 out. 2025.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Área territorial brasileira.** Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/panorama/>. Acesso em: 21 out. 2025.
- INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Banco de Dados Meteorológicos do INMET.** Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br/>. Acesso em: 21 out. 2025.
- LUCENA, D. B.; SERVAIN, J.; GOMES FILHO, M. F. **Evolução do impacto de eventos climáticos extremos nos oceanos Pacífico e Atlântico sobre a estação chuvosa no Nordeste do Brasil.** 2008. [S.l.]: Institut de Recherche pour le Développement (IRD), 2008. Disponível em: https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers11-06/010050936.pdf. Acesso em: 21 out. 2025.
- MONTEIRO, C. A. F. **A dinâmica climática e as chuvas no estado de São Paulo:** Estudo geográfico sob a forma de atlas. São Paulo, USP/Instituto de Geografia, 1973.

MONTEIRO, C. A. F. **Análise rítmica em climatologia:** problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho. São Paulo, USP/ Instituto de Geografia, 1971 (Série Climatologia, 1).

PAREDES-TREJO, F. J.; BARBOSA, H. A.; LAKSHMI KUMAR, T. V. Validating CHIRPS-based satellite precipitation estimates in Northeast Brazil. **Journal of Arid Environments**, v. 139, p. 26–40, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0140195X>. Acesso em: 21 out. 2025.

PINKAYAN, S. **Conditional probabilities of occurrence of Wet and Dry Years Over a Large Continental Area.** Colorado: State University, Boulder-Co, 1966. (Hidrology papers, n. 12). Disponível em: https://mountainscholar.org/bitstream/handle/10217/61293/HydrologyPapers_n12.pdf?sequence=1. Acesso em: 21 out. 2025.

REBOITA, M. S. *et al.* Entendendo o Tempo e o Clima na América do Sul. **Terra e Didática**, v. 8, n. 1, p. 34-50, 2012. Disponível em: <https://www.ige.unicamp.br/terraedidatica/v8-1/pdf81/s3.pdf>. Acesso em: 21 out. 2025.

REBOITA, M. S. *et al.* Regimes de precipitação na América do Sul: uma revisão bibliográfica. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 25, n. 2, p. 185-204, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbmet/a/yhrG5QPXhBCK-ZXcGKgyzWvf/?lang=pt&format=pd>. Acesso em: 21 out. 2025.

SILVA, E. R. M. *et al.* Análise do Desempenho da Estimativa de Precipitação do Produto CHIRPS para Sub-Bacia do Rio Apeú, Castanhais-PA. **Revista Brasileira de Geografia Física**, [S.l.], v. 13, n. 3, p. 1094-1105, jun. 2020. ISSN 1984-2295. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/243392>. Acesso em: 21 out. 2025.

SOARES, L. P. **As chuvas no estado do Pará, Brasil:** classificação climática de abordagem geográfica. 2023. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/35018>. Acesso em: 21 out. 2025.

SOARES, L. P.; MOURA, M. O. Validação da malha de dados CHIRPS v2.0 para o estado do Pará. **Anais do XV ENANPEGE...** Campina Grande: Realize Editora, 2023. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/94034>. Acesso em: 4 jun. 2025.

STRAHLER, A. N.; STRAHLER, A. H. **Modern physical geography.** Nova York: John Wiley & Sons Inc., 1978.

XAVIER, T. M. B. S. **Tempo de Chuva.** ABC Editora, Fortaleza-Ceará, 2001, 478 p.



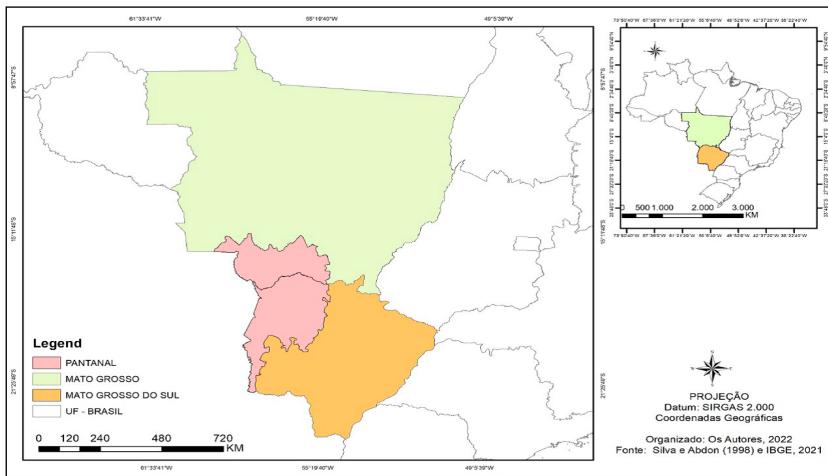
CLIMA E DIMENSÕES SOCIOAMBIENTAIS NO DOMÍNIO DA NATUREZA PANTANAL SUL-MATO-GROSSENSE

Vicentina Socorro da Anunciação

Palavras iniciais

O ecossistema pantaneiro, reconhecido globalmente como a maior área úmida tropical do planeta, abrange uma extensão de 150.355 km² em território brasileiro, distribuída entre duas unidades da federação. Esse domínio morfoclimático agrega 16 unidades administrativas (municípios): sete localizadas no estado de Mato Grosso, o que corresponde a 35,36% da área total do bioma, e nove situadas em Mato Grosso do Sul, representando 64,64% da zona pantaneira (Figura 1).

Figura 1 - Localização do domínio morfoclimático Pantanal nos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul



Fonte: Silva e Abdon (1998).

Elaboração: Os autores (2022).

Uma variabilidade de ciclos e contrastes permeia o Pantanal sul-mato-grossense. Esta região caracteriza-se por unidades fisiográficas distintas, compostas por planaltos, depressões e planícies, além de uma complexa rede de drenagem alimentada por diversos rios e tributários. Somado ao quadro natural, destacam-se áreas especializadas em cadeias produtivas do agronegócio, com foco na pecuária extensiva, no turismo ecológico, na agricultura e na mineração.

As dimensões socioespaciais e ambientais que moldam a planície revelam a dinâmica cíclica que rege as práticas culturais e econômicas da sociedade local. Portanto, à transitoriedade da paisagem pantaneira, estão intrínsecas a dinâmica climática e a resposta geomorfológica do sistema fluvial ao fluxo hídrico da drenagem, indissociáveis das formas de uso e ocupação do espaço.

As intercorrências diretamente relacionadas ao geossistema pantaneiro abrangem aspectos socioespaciais, climáticos e hidrodinâmicos, cuja influência se estende desde o aporte de águas nos aquíferos até a manutenção de todas as formas de vida. Somam-se a esse cenário as ações voltadas à gestão ambiental dos recursos hídricos e à segurança

hídrica, bem como ao manejo de hidrovias e à geração de energia, processos que exigem transparência nos atos de outorga de direito de uso da água.

Ademais, cabe destacar a importância da aquicultura sob a ótica do equilíbrio geoecológico e do balanço energético natural. Em contrapartida, o licenciamento para a instalação de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) em áreas de cabeceira — situadas na porção leste de Mato Grosso do Sul — impõe riscos severos ao volume hídrico que sustenta o Pulso de Inundação natural (Wantzen *et al.*, 2024).

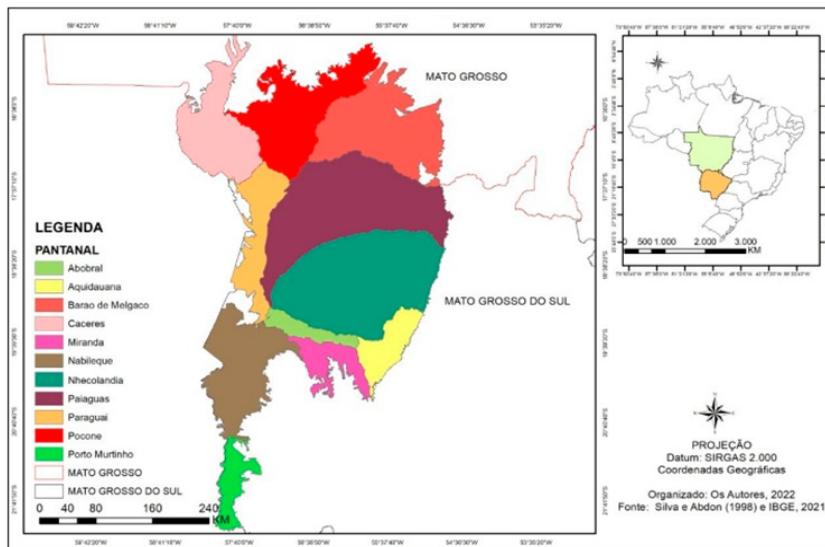
Dado que as dimensões social, ambiental e econômica se entrelaçam em um equilíbrio instável sob diversas forças de pressão, tornam-se imperativas a atenção constante e a ação urgente voltadas às singularidades desse bioma e à sua conservação.

Territórios e dimensões socioambientais no Pantanal sul-mato-grossense

Ab'Sáber (1988) conceituou o Pantanal como uma “complexa planície de coalescência detritico-aluvial, integrada por ecossistemas do domínio dos cerrados, ecossistemas do Chaco, além de componentes do Nordeste seco e da região periamazônica”.

O autor destaca ainda que: “Foi o extraordinário esforço tensional relacionado ao soerguimento em bloco da plataforma brasileira, entre o Cretáceo e o Plioceno, que deslanchou a intervenção da tectônica quebrantável para os setores expostos de escudos à margem das grandes bacias sedimentares paleozóicas” (Ab'Sáber, 1988).

Silva e Abdon (1998) referem-se à delimitação do Pantanal Brasileiro e suas sub-regiões como a maior planície de inundação contínua do planeta, com uma área de mais de 138 mil km² no Brasil, dividida em 11 sub-regiões: Cáceres, Poconé, Barão de Melgaço, Paiaguás, Paraguai, Nhecolândia, Abobral, Aquidauana, Miranda, Nabileque e Porto Murtinho (Figura 2).

Figura 2 - Subdivisões do Pantanal

Fonte: Silva e Abdon (1998).
Elaboração: Os autores (2022).

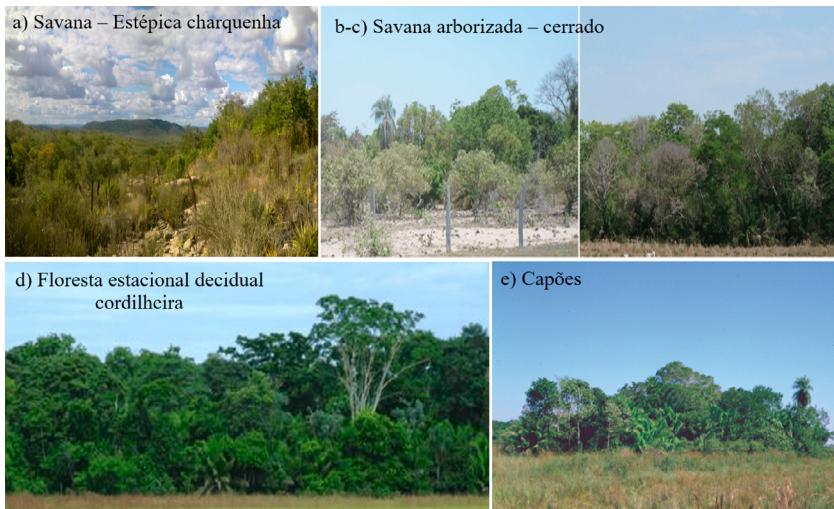
Conforme enfatizado por Brasil e Alvarenga (1989), o bioma Pantanal pode ser considerado uma região afetada por processos morfoestruturais relacionados à movimentação de compensação isostática, repercutindo-se em abatimentos em áreas adjacentes, consequentes ao soerguimento da cordilheira dos Andes. No Terciário Superior, a esculturação do relevo foi elaborada por processos erosivos atuantes, que rebaixaram as superfícies circundantes, provocando o recuo das escarpas, a dissecação das encostas e a erosão de terraços, fornecendo, assim, sedimentos à região do Pantanal.

Os aspectos geológicos do Pantanal são ressaltados por Assine (2003) como os de uma bacia sedimentar tectonicamente ativa, caracterizada por uma dinâmica sedimentar que produz mudanças constantes na paisagem. Muitas feições morfológicas existentes são formas relictas de uma evolução paleogeográfica, condicionadas por mudanças climáticas e tectônicas que vêm ocorrendo desde o final do Pleistoceno.

A diversificada vegetação do Pantanal é salientada por Pott (1988), que destaca que são mosaicos de diferentes formações vegetacionais or-

denados pelos gradientes topográficos. Neste contexto, destacam-se a mata, o cerradão e o cerrado em cordilheiras (cordões arenosos); o campo com gramíneas, o campo com arbustos e o campo cerrado em cotas intermediárias; e as plantas aquáticas e palustres nas partes mais baixas e nos corpos d'água (Figura 3).

Figura 3 - Fragmentos da vegetação pantaneira



Fonte: Trabalho de campo (2023).

Os mesmos autores relatam que o relevo do Pantanal apresenta pequenos desníveis que, em interação com a distribuição da vegetação, resultam em três unidades fitogeomorfológicas principais: a ‘cordilheira’, ‘o campo largo’ e a forma deprimida do terreno.

Para Santos (2001), a maior parte do Pantanal é formada por solos hidromórficos (92%), refletindo uma drenagem deficiente e com tendência a inundações periódicas e prolongadas. Estes solos são compostos por materiais arenosos e suas condições de fertilidade natural podem ser consideradas de média a baixa.

O regime hídrico do Pantanal é destacado por Nunes da Cunha (2004) como um resultado do posicionamento geomorfológico. As características hidrológicas fazem com que o Pantanal exerça uma função

de regulador do regime hídrico, ao atuar como ‘esponja’, provocando o retardamento do escoamento da água. O sistema fluvial e a planície de inundação possibilitam a manutenção da complexidade paisagística e de sua biodiversidade.

O Pantanal sul-mato-grossense, em função da tropicalidade, possui duas estações climáticas bem definidas (o inverno e o verão), caracterizadas pelo regime pluviométrico. Dada a sua localização geográfica, os efeitos da continentalidade e a atuação das massas de ar, o regime das chuvas e os condicionantes térmicos apresentam situações muito particulares.

A configuração das características climáticas no Pantanal é destacada por Sant’Anna Neto (1989), que aponta a presença de períodos sazonais definidos pelo inverno seco e verão chuvoso, além da atuação das massas de ar Equatorial Continental (EC), Tropical Continental (TC), Tropical Atlântica (TA) e Polar Atlântica (PA).

Associado a isso, é enfatizado também que o sistema tropical continental, originário da célula de alta pressão do Atlântico Sul, penetra na região através da costa oriental do Brasil e, em função das condições de relevo do Planalto Brasileiro, acaba perdendo boa parte de sua umidade devido a uma certa uniformidade topográfica. Isso favorece o aparecimento de dias claros e de pouca nebulosidade no Pantanal, acentuando a amplitude térmica diária e fazendo com que, neste período, as madrugadas e as manhãs sejam um tanto frias. É neste momento, mais notadamente em julho, que as ondas de frio invadem o Pantanal, provocando, não raras vezes, o fenômeno da ‘friagem’, que resulta no resfriamento noturno.

Assim, durante o verão (de outubro a março), é a massa Equatorial Continental (EC), originária da região noroeste da Amazônia, que atua no Pantanal, trazendo fortes chuvas (em geral de convecção) e baixas pressões atmosféricas. Já a massa de ar Tropical Atlântica (TA) predomina na região de abril a setembro, período conhecido como “inverno”. Essa massa de ar, proveniente da célula de alta pressão do Atlântico Sul,

penetra pela costa oriental do Brasil e, devido à morfologia do Planalto Brasileiro, perde grande parte de sua umidade. Isso resulta em uma redução das precipitações na área.

Contudo, ações desordenadas, predatórias e irregulares vêm ocorrendo no Pantanal nas últimas décadas, o que tem causado diversos problemas ambientais. Dessa forma, a vida humana, a fauna, a flora, o solo e os rios têm sido muito afetados por estas intervenções.

Pesquisa desenvolvida pela Embrapa Pantanal sobre os impactos ambientais e socioeconômicos no Pantanal (Pott, 1988) destaca que, nas últimas três décadas, o Pantanal vem sofrendo agressões, praticadas não somente na planície, mas principalmente nos planaltos adjacentes. Essas agressões são responsáveis por profundas transformações regionais. A pesquisa salienta que algumas dessas transformações vêm sendo avaliadas pela instituição, como a contaminação de peixes e jacarés por mercúrio e o diagnóstico dos principais pesticidas.

Atualmente, os impactos ambientais e socioeconômicos no Pantanal são muito evidentes, sendo decorrentes da ineficácia de um planejamento ambiental que garanta a sustentabilidade dos recursos naturais desse importante bioma.

Além disso, acrescenta-se que a expansão desordenada e rápida da agropecuária, com a utilização de pesadas cargas de agroquímicos, a exploração de diamantes e de ouro nos planaltos, com uso intensivo de mercúrio, bem como a exploração de manganês, ferro, calcário dolomítico e calcítico, fosfato e mármores, também impactam o ecossistema.

Alterações no processo de uso e ocupação estão sedimentadas no Pantanal, somadas ao maior investimento de capitais, que visam produtividade e renda e incorporam a modalidade de negócio ‘fazenda-empresa’. Observa-se, também, a introdução de diversos tipos e modalidades da atividade turística, juntamente com uma composição de baixa produção agrícola familiar. A área é marcada, ainda, pela crescente produção de arroz irrigado, soja, milho, cana-de-açúcar e silvicultura.

Agravos socioambientais têm potencializado a ocorrência de: incêndios florestais e queimadas; pesca predatória; caça ilegal; incorporação de hidrovias; abertura de vias; intensificação da dragagem; e gênese de empreendimentos hidrelétricos. Além disso, há ocorrência da introdução de espécies exóticas, visível poluição hídrica, ações exacerbadas de desmatamento.

Converge, também, para o Pantanal na contemporaneidade, a pauta climática. Ela configura-se como uma temática socioambiental complexa e de extrema relevância, sendo imperativa na promoção de reflexão e ação relacionadas à tomada de decisão nas pautas ambientais do geossistema. A pauta climática é um elemento crucial na sensibilização social a respeito da importância do cuidado para com sua conservação.

Dessa forma, destaca-se que as características físicas e ambientais do domínio morfoclimático, inerentes à inserção na Bacia do Alto Paraguai (BAP), o configuram como um ambiente permeado por dinâmica intermitente, solos arenosos, campos inundáveis e ambientes aquáticos.

Este ecossistema vulnerável, associado à territorialização das forças produtivas socioespaciais e ambientais, tem levado à ruptura social com a dinâmica natural, desvelando fatores que contribuem para o desencadeamento e o potencial da emergência climática.

Assim, a paisagem do Pantanal, como geocomplexo integrado, é portadora de fluxos de radiação, sedimento e fluxo hídrico. Ainda que os sistemas socioeconômicos constituam um geossistema antroponatural à parte, os sistemas interagem em um todo sistêmico.

Pulsos climáticos com grandes ou parcos volumes de precipitação, conforme Alho e Silva (2012) e Marengo, Oliveira e Alves (2016), tornam-se problemas para os assentamentos humanos e a vida silvestre do Pantanal (causando severidade e/ou drásticidade).

Esses pulsos estão intimamente relacionados às teleconexões Atmosfera-Terra-Oceano (An, 2009). Anomalias detectadas nas temperaturas de superfície do Oceano Pacífico Tropical, nos períodos interanuais (Saha *et al.*, 2022; Wang *et al.*, 2019), exercem forte influência na sazo-

nalidade do Pantanal (Garcia; Pedraza, 2008; Novais; Farias, 2021; Silva; Carpenedo, 2021).

Assim, a emergência climática tem apresentado repercuções significativas, manifestadas nos componentes do balanço hídrico, em especial no déficit hídrico e na evapotranspiração do Pantanal, uma vez que são controlados pela disponibilidade de energia, pela demanda atmosférica e pelo suprimento de água do solo às plantas. Tomasella (2023) enfatiza o aumento significativo da demanda atmosférica por água, o que tem levado muitas áreas no país, incluindo o Pantanal, a uma condição de maior secura.

Inconstâncias nos índices de umidade e precipitação ao longo das décadas no bioma Pantanal vêm sendo registradas e observadas por vários pesquisadores. Os indicadores revelam que a sazonalidade típica da região, com chuvas concentradas entre outubro e março, ainda persiste, porém já apresenta alterações importantes, como intercorrências no aumento ou na redução dos volumes, nos índices de umidade e de evapotranspiração. Sant'Anna Neto (2021) enfatiza que o clima, embora seja um fenômeno natural resultante de processos físicos e químicos, também é moldado por interações sociais, econômicas e políticas.

Nesse sentido, alvitra-se que as transformações no uso e na ocupação das terras em larga escala no bioma Pantanal têm convergido em uma emergência climática, com fortes repercuções nos índices de precipitação e de umidade relativa, afetando a evapotranspiração e o balanço hídrico, e potencializando as ameaças associadas.

Sabe-se que a atmosfera é o produto da interação entre as variáveis do clima e as intervenções socioeconômicas e que a lógica da reprodução capitalista, composta por interesses diversos, difusos e ardilosos, gera, assim, territórios segregados e fragmentados. Isso a torna muitíssimo distante no espaço e no tempo de produzir um sistema que respeite, adapte e priorize as condições ambientais e naturais do Pantanal.

A partir de tais contradições, emergem os impactos que atingem de maneira desigual os grupos sociais que ocupam o espaço de forma tam-

bém desigual, realçando visivelmente as desigualdades sociais e a crise climática aguda.

Portanto, o clima, neste contexto, não é a causa, mas sim a consequência do processo vilipendiador instaurado. Considerando a precariedade do equilíbrio entre o ecossistema pantaneiro e o sistema climático, quanto maior a intensificação do desequilíbrio entre estes sistemas, maior será a vulnerabilidade instaurada.

Assim, acredita-se que as lideranças políticas, a iniciativa privada, os movimentos sociais, o setor público e o terceiro setor necessitam sincronizar o debate em torno do tema e buscar alternativas que dialoguem com o clima, face aos problemas gerados como ameaças à vida.

Além disso, cabe ressaltar que os estratos sociais mais vulneráveis à crise climática são aqueles que menos contribuem para sua alteração; entretanto, o pagamento dos danos ambientais e sociais onera a todos.

Torna-se incisivo repensar a precificação atribuída pelo capital à vida no Pantanal pelo viés da justiça social e da justiça climática e avançar no conhecimento científico do clima, das alterações e das mudanças, sobretudo na escala regional e local.

Considerações finais

O processo de produção do espaço no Pantanal sul-mato-grossense, intensificado, sobretudo, a partir de 1990, tem sido executado em ritmo e intensidade elevados, desencadeando a vulnerabilidade socioespacial e ambiental. Contudo, as práticas sociais de uso e ocupação sedimentadas perpassam pelo entendimento de que o poder de preservar, conservar, recuperar e degradar está repartido em diferentes proporções entre todos os agentes sociais. Neste caso, torna-se fundamental o consenso social sobre a gênese, as causas e os efeitos de curto, médio e longo prazo, e que isso não possui fronteiras geopolíticas.

Ao longo dos últimos 40 anos, a região tem passado por profundas mudanças associadas à reestruturação do capitalismo global. Ela tor-

nou-se um espaço especializado na cadeia produtiva do agronegócio, submetendo-se às exigências do mercado internacional. Esse processo de modernização produtiva tem contribuído para o aumento da vulnerabilidade socioespacial e ambiental da região.

É importante levar em consideração o contexto de agravamento da problemática ambiental na região nos últimos 10 anos, período em que as políticas de cunho sustentável, que já apresentavam parcisos avanços, foram profundamente vilipendiadas. Essa situação potencializou a materialização da intensidade dos riscos híbridos na área, com repercussões crônicas e agudas, sobretudo no regime da chuva.

As transformações materializadas no espaço têm gerado inundações mais prolongadas e secas mais intensas, bem como todos os riscos associados, com consequências diretas para a agricultura, a pecuária, o turismo e a organização socioespacial. Isso reflete os efeitos na ocupação do solo e das pressões socioeconômicas sobre o território. Diante disso, torna-se essencial adotar abordagens interdisciplinares e estratégias de longo prazo para mitigar esses impactos.

A estratégia de ação, a educação climática em meios formal e informal, torna-se um elemento preponderante no enfrentamento da magnitude dos riscos híbridos presentes na pauta ambiental do Pantanal no momento contemporâneo.

A Ciência Cidadã, ao promover a popularização da informação e do conhecimento, potencializa a redução da suscetibilidade, da vulnerabilidade e do perigo a que estão expostos diferentes estratos sociais. Isso se constitui em um viés para minimizar a intensidade da materialização de ocorrências funestas que interagem de forma sistêmica com uma variedade de aspectos socioambientais e singularidades escalares no espaço e no tempo.

Este estudo permite inferir que não basta apenas uma indignação passiva ou emocional diante dos fatos, nem tampouco apresentar um discurso pronto e acabado, uma receita que pode ser defunta para o debate, frente à disparidade de poder, de informação e de prestígio entre todos os atores sociais envolvidos no processo.

Nesse sentido, deve-se priorizar uma alternativa que ultrapasse a sensibilidade política, mas que esteja contida na humildade de ouvir, na grandeza humana de ruminar o discurso preparado, de equiparar-se aos saberes locais e de organizar-se em torno das necessidades destes. É a partir daí que se devem elaborar as diretrizes de ações necessárias e concretas.

Todos os atores sociais, ao compartilharem vivências, momentos e experiências singulares, desencadeiam aprendizagem significativa, possibilitando unir teoria, prática, conhecimentos prévios, memória afetiva e participação ativa no processo de construção de conhecimento.

Ao elaborar novas hipóteses a partir do tema refletido, os participantes se inserem no centro do processo de ensino e aprendizagem, ultrapassando o nível da informação para alcançar o intelecto.

Assim, deve-se pensar a pauta ambiental climática em escala local não como uma sucessão de eventos isolados ou inevitáveis, mas como problemas de ordem social que instigam as pesquisas, a produção de novos conhecimentos e a construção de soluções.

Referências

- AB'SÁBER, A. N. O Pantanal Mato-Grossense e a teoria dos refúgios. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 50, 1988.
- ALHO, C. J. R.; SILVA, J. S. V. Effects of Severe Floods and Droughts on Wildlife of the Pantanal Wetland (Brazil): A Review. **Journal Animals**, n. 2, 2012. DOI: doi:10.3390/ani2040591.
- AN, S. A review of interdecadal changes in the nonlinearity of the El Niño-Southern Oscillation. **Journal Theoretical and Applied Climatology**, v. 97, p. 29-40, Springer, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00704-008-0071-z>.
- ASSINE, M. L. **Sedimentação na Bacia do Pantanal Mato-grossense Centro-Oeste do Brasil**. Tese de Livre Docência, Rio Claro UNESP, 2003.

BRASIL, A. E.; ALVARENGA, S. M. Relevo. In: **Geografia do Brasil – Região Centro Oeste**, volume 1. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Diretoria de Geociências. Rio de Janeiro, p. 53-69, 1989.

DA SILVA, J. S. V.; DE MOURA ABDON, M. Delimitação do Pantanal brasileiro e suas sub-regiões. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 33, n. 13, p. 1703-1711, 1998.

GARCÍA, N. O.; PEDRAZA, R. A. Daily Rainfall Variability over Northeastern Argentina in the La Plata River Basin. **Trends and Directions in Climate Research**: Ann. N.Y. Acad. Sci. 1146, New York, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1196/annals.1446.011>.

MARENGO, J. A.; OLIVEIRA, G. S.; ALVES, L. M. **Climate Change Scenarios in the Pantanal**. BERGIER, I.; ASSINE, M. L. (edt.). Dynamics of the Pantanal Wetland in South America. Springer, 2016.

NOVAES, G. T.; FARIA, S. E. M. **Caracterização climática do cerrado**. NASCIMENTO, D. T. F. et al. (org.). Climatologia do Cerrado [recurso eletrônico]: variabilidades, suscetibilidades e mudanças climáticas no contexto do Cerrado brasileiro, Goiânia, C&A Alfa Comunicação, 2021.

NUNES DA CUNHA, C.; JUNK, W. J. Year-to-year changes in water level drive the of *Vochysia divergens* in Pantanal glassland. **Applied Vegetation Science**, v. 7, p. 103-110, 2004.

POTT, A. **Pastagens no Pantanal**. Corumbá: EMBRAPA-CPAP, 1988. 58p. (EMBRAPA-CPAP. Documentos, 7).

SAHA, J.; PRICE, C. G.; PLOTNIK, T.; GUHA, A. Impact of the El Niño–Southern Oscillation on upper-tropospheric water vapor. **Atmospheric Research**, v. 280, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2022.106422>.

SANTOS, S. A. **Caracterização dos recursos forrageiros nativos da subregião da Nhecolândia, Pantanal, Mato-Grosso do Sul, Brasil**. Universidade Estadual Paulista, 2001. 190 p. (Tese).

SANT'ANNA NETO, J. L. Algumas considerações sobre a dinâmica climática da porção sudeste do Pantanal Mato-grossense. **Boletim Paulista de Geografia**, n. 67, p. 75-88, 1989.

SANT'ANNA NETO, J. L. **Clima, Sociedade e Território**. Editora. Paco Editorial, Volume 88. São Paulo, 2021.

SILVA, C. B.; CARPENEDO, C. B. **Teleconexões no Cerrado brasileiro**. NASCIMENTO, D. T. F. *et al.* (org.). Climatologia do Cerrado [recurso eletrônico]: variabilidades, suscetibilidades e mudanças climáticas no contexto do Cerrado brasileiro, Goiânia, C&A Alfa Comunicação, 2021.

TOMASELLA, J. et al. Elaboração dos mapas de índice de aridez e precipitação total acumulada para o Brasil. Nota técnica do Cemaden e INPE. nov. 2023.

WANG, B. *et al.* Historical change of El Niño properties sheds light on-future changes of extreme El Niño. **PNAS**, v. 116, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.191113011>

WANTZEN, K. M. *et al.* The end of an entire biome? World's largest wetland, the Pantanal, is menaced by the Hidrovia project which is uncertain to sustainably support large-scale navigation. **Journal Science of The Total Environment**, v. 908, 2024, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.167751>.

Os autores



Marcelo de Oliveira Moura

No batente das salas / nas aulas de Geografia desde o ano de 2003. Cearense de parto, e de partida, e paraibano de fixação e de coração! Amo a literatura literária dessas duas terras. Pego e peco pela boca: dizem que o melhor prato da Paraíba, o rubacão, é da minha panela. Eu me engavetei desde cedo na Geografia Física/Climatologia Geográfica, mas ando (des)folheando Livros Didáticos para desengavetar outros modos de olhar a nossa ciência. Mestre e Doutor em Geografia pela Universidade Federal do Ceará e professor do Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal da Paraíba. Também colaboro com o Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Geografia em Rede Nacional (PROFGEO) da Universidade Federal de Campina Grande. Tenho interesse em estudos climáticos e práticas de Ensino em Climatologia.

E-mail: marcelomoura@ccen.ufpb.br



Maressa Oliveira Lopes Araújo

Paraibana com orgulho, nascida e criada em João Pessoa, mas com raízes sertanejas de mulheres fortes, arretadas e empoderadas. Desde menina, apaixonada pela natureza e incomodada pelas injustiças sociais existentes no mundo. Achei na Geografia o meio para compreender as diferentes configu-

rações da paisagem. Bacharela (2020), Mestra (2022) e Doutoranda (2023-atual) em Geografia pela Universidade Federal da Paraíba, apaixonei-me pelos estudos da Climatologia no início da graduação e, desde então, tenho desenvolvido meus trabalhos nessa subárea que me permite analisar a relação do clima com o social e com o espaço geográfico, e as contradições inerentes a eles. Sou integrante do Laboratório de Climatologia Geográfica (CLIMAGEO/UFPB) desde o ano de 2017 e também integro o Grupo de Estudo e Pesquisa em Geografia Física e Dinâmicas Socioambientais (GEOFISA).

E-mail: maressalopes49@gmail.com



Natieli Tenório da Silva

Paraibana nascida na terra do Maior São João do Mundo, Campina Grande (PB). Criada na capital de todos os paraibanos, João Pessoa (PB). Residente na terra das falésias, no litoral sul, em Conde (PB). Professora de Geografia da Educação Básica, na capital da lagosta, Pitimbu (PB). Mulher negra forjada pela educação pública, do Ensino Básico ao Ensino Superior. Toda a minha trajetória acadêmica tem se dado na Universidade Federal da Paraíba (UFPB), no curso de Geografia, onde obtive a habilitação como bacharela, em 2014; licenciada, em 2016; mestra, em 2018; atualmente cursando o doutorado junto ao Programa de Pós-graduação em Geografia (PPGG/UFPB). Integrante do Laboratório de Climatologia Geográfica (CLIMAGEO/UFPB), antes mesmo de sua fundação.

E-mail: natielitenorio@hotmail.com



Gabriel de Paiva Cavalcante

Desde cedo, encontrei na Geografia não apenas um campo de estudo, mas um jeito de ver o mundo. Paraibano de nascimento, percorri um caminho que me levou da graduação ao doutorado pela Universidade Federal da Paraíba, onde atualmente sou doutorando em Geografia. Membro do Laboratório de Climatologia Geográfica (CLIMAGEO/UFPB), dedico-me aos estudos sobre Climatologia Regional, Bioclimatologia

Humana, Clima Urbano, Riscos e Desastres Socioambientais. Entre as ferramentas geográficas, busco compreender a relação entre o ambiente e o humano, unindo ciência e sensibilidade também no *blog Geografia da Paraíba*. Atualmente, sou geógrafo na Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Sustentabilidade da Paraíba (SEMAS/PB), onde a pesquisa se encontra com a prática e a Geografia ganha vida nas políticas públicas e nas paisagens.

E-mail: cavalcantegp.geo@gmail.com



Lucas Pereira Soares

Geógrafo por formação e por vocação, sou doutor em Geografia pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Entre mapas, nuvens e horizontes, dedico-me a compreender os ritmos da Terra e as dinâmicas que moldam o clima e a paisagem. Atuo como professor do Curso de Geografia no IFPA – Campus Abaetetuba, onde coordeno o Laboratório de Geoprocessamento e Estudos Climáticos (LAGECLIM). Nesse espaço, ciência e paisagem se entrelaçam, revelando os traços sutis do clima e suas influências sobre a Amazônia. Integro, também, o Laboratório de Climatologia Geográfica (CLIMAGEO/UFPB), colaborando em pesquisas que unem técnica e sensibilidade na leitura da atmosfera como parte viva da Geografia.

E-mail: lucas.soares@ifpa.edu.br



Antônia Carlos da Silva

Sou a professora Antônia Carlos da Silva, sou “Terral”, “Fotografia 3x4”, “Presságio” e me agrada “Ninar o Cariri”. Sinto e afirmo que “A vida é bela, apesar de tudo”. Nesse tudo, tenho, em minha trajetória profissional, a Educação Geográfica como ponto de partida e de chegada, e tenho, em meu processo de humanização, a música e a poesia como pilares.

Nesses percursos, me encontro e me perco todos os dias no eterno movimento do ensinar-aprender-ensinar. Tenho me reconhecido nas realizações que me possibilitaram, em 2025, obter o título de Doutora em

Geografia pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal da Paraíba; em 2000, concluir o Mestrado em Geografia pela Universidade Estadual do Ceará; e, em 1993, ser licenciada em Geografia pela Universidade Federal do Ceará. Tenho me dedicado a projetos de ensino, pesquisa e extensão orientados para a Climatologia Geográfica, Formação de Professores e Currículo.

E-mail: antonia.carlos@urca.br



Joyce Ferreira Gomes

Cearense, nascida em Acopiara, levo no peito o calor do meu lugar de origem. Professora de Geografia do Ensino Médio Profissionalizante em minha cidade, sou filha da Universidade Regional do Cariri (URCA, 2015-2020), onde meus primeiros passos geográficos se entrelaçaram com a paixão pelo Cariri Cearense. Mestra em Geografia pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE, 2023), atualmente sou acolhida pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB) em meu doutoramento em Geografia. Tenho interesse nas temáticas sobre Climatologia Geográfica, Clima Urbano, Geografia Instrumental e Ensino de Geografia.

E-mail: joyce.mestrado.geografia@gmail.com



Juliana Maria Oliveira Silva

Como diz o compositor cearense Ednardo, em sua música Terral, “*Eu tenho a mão que aperreia, Eu tenho o sol e areia, Sou da América, sul da América, South America, Eu sou a nata do lixo, eu sou do luxo da aldeia, Eu sou do Ceará*”. Nascida e criada em Fortaleza, no bairro Pici, sede do meu time do coração, o Leão do Pici, desde 2011 morando nas terras

do Padim Ciço e na cidade cantada por Luiz Gonzaga na famosa canção “Eu vou pro Crato”. Gosto de tudo que é regional, desde a literatura de Graciliano Ramos até a saborosa culinária nordestina; amo Belchior, mas também a Beatlemania habita em mim. Não vivo sem café. Encantei-me desde cedo na Geografia Física. Mestre e Doutora em Geografia pela Universidade Federal do Ceará e professora do Programa de Mes-

trado Profissional em Ensino de Geografia em Rede Nacional (PROF-GEO) da Universidade Regional do Cariri. Tenho interesse em estudos climáticos, do local ao regional, geotecnologias, e bacias hidrográficas. Sou bolsista de produtividade de pesquisa e interiorização da FUNCAP. E-mail: juliana.oliveira@urca.br



Lilly Barbosa de Lucena

Paraibana, nascida em João Pessoa. Professora de Geografia na rede pública municipal de Cabedelo, cidade que me acolheu e me encantou, mas antes aprendi muito lecionando no ensino médio e na EJA. Sou formada pela Universidade Federal da Paraíba e atualmente retorno para fazer o mestrado em Geografia, onde tenho desconstruído e reconstruído saberes, sempre na perspectiva de fazer o melhor. Na graduação, meu olhar já se inclinava para a educação, e a minha pesquisa se debruçou em analisar as Mudanças Climáticas nos livros didáticos de Geografia. Hoje, já no Mestrado, e atuando como professora, inclino-me novamente para pesquisar, dialogar e intervir no ambiente escolar através da pesquisa-ação.

E-mail: lillyblucena@gmail.com



Pablo Wesley Alves de Oliveira

Recifense e Pernambucano de coração. Filho da Universidade de Pernambuco, na qual iniciei os estudos geográficos. Apadrinhado com o título de Mestre em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal da Paraíba e acolhido pela Faculdade Venda Nova do Imigrante (FAVENI) com a Pós-Graduação na área de Neuropsicopedagogia, Educação Especial e Inclusiva. Atuo na área de atendimento educacional especializado no Estado de Pernambuco. Possuo interesse por pesquisas nas áreas de Geografia Física e Educação Especial e Inclusiva.

E-mail: pablowesleyalves@gmail.com



Sergio Murilo Santos de Araújo

Pernambucano nascido em Recife, oriundo de uma família de trabalhadores da cana-de-açúcar e mãe solo, empregada doméstica. Desde menino, curioso por natureza, observava tudo ao redor. Em sala de aula de 1992 até 1999 no Ensino Básico em Recife, e desde 2002 no Ensino Superior na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Licenciado (1992) e Mestre (1996) em Geografia pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), e Doutor (2004) pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Professor e Pesquisador, atuo no Curso de Geografia e nos Programas de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão dos Recursos Naturais (Mestrado e Doutorado) e Mestrado Profissional em Ensino de Geografia em Rede Nacional (ProfGeo), da UFCG. Desde 2002 na Paraíba, amante da Geografia Física, do Semiárido brasileiro e do Ensino da Geografia.

E-mail: sergiomurilosa.ufcg@gmail.com



Sueleide Castro Fernandes

Paraibana, nascida na cidade de Patos, levo comigo o orgulho e a ternura das minhas raízes, que me sustentam e inspiram cada passo da caminhada. Sou professora de Geografia na Modalidade da Educação de Jovens e Adultos, ofício que me permite transformar histórias e, ao mesmo tempo, aprender com cada trajetória que entrelaça à minha vida. Minha formação acadêmica teve início no Centro Universitário de Patos (UNIFIP), com a graduação em Geografia. Sou Mestre em Ciências da Educação (FATEC, 2021) e sigo agora como doutoranda em Geografia pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB), aprofundando o olhar sobre o mundo e suas paisagens, onde ciência e sensibilidade se encontram. Minhas inquietações e afetos acadêmicos orbitam em torno da Climatologia, da Educação de Jovens e Adultos, dos Livros Didáticos, do Etarismo e dos Estudos Culturais.

E-mail: sueleidecastro16@gmail.com



Vicentina Socorro da Anunciação

Eu me fiz e sempre me faço Professora! Sou Mestra e Doutora em Geografia pela Universidade Estadual Paulista Campus de Presidente Prudente e professora do Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Também sou professora Titular pela Universidade Federal da Paraíba. Tenho interesse na área de Ensino da Geografia; Educação do Campo; Geociências, com ênfase em Climatologia Geográfica; Geografia da saúde. Venho atuando nas temáticas relacionadas com educação climática, saúde e ambiente, excepcionalismo climáticos, perícia e licenciamento ambiental.

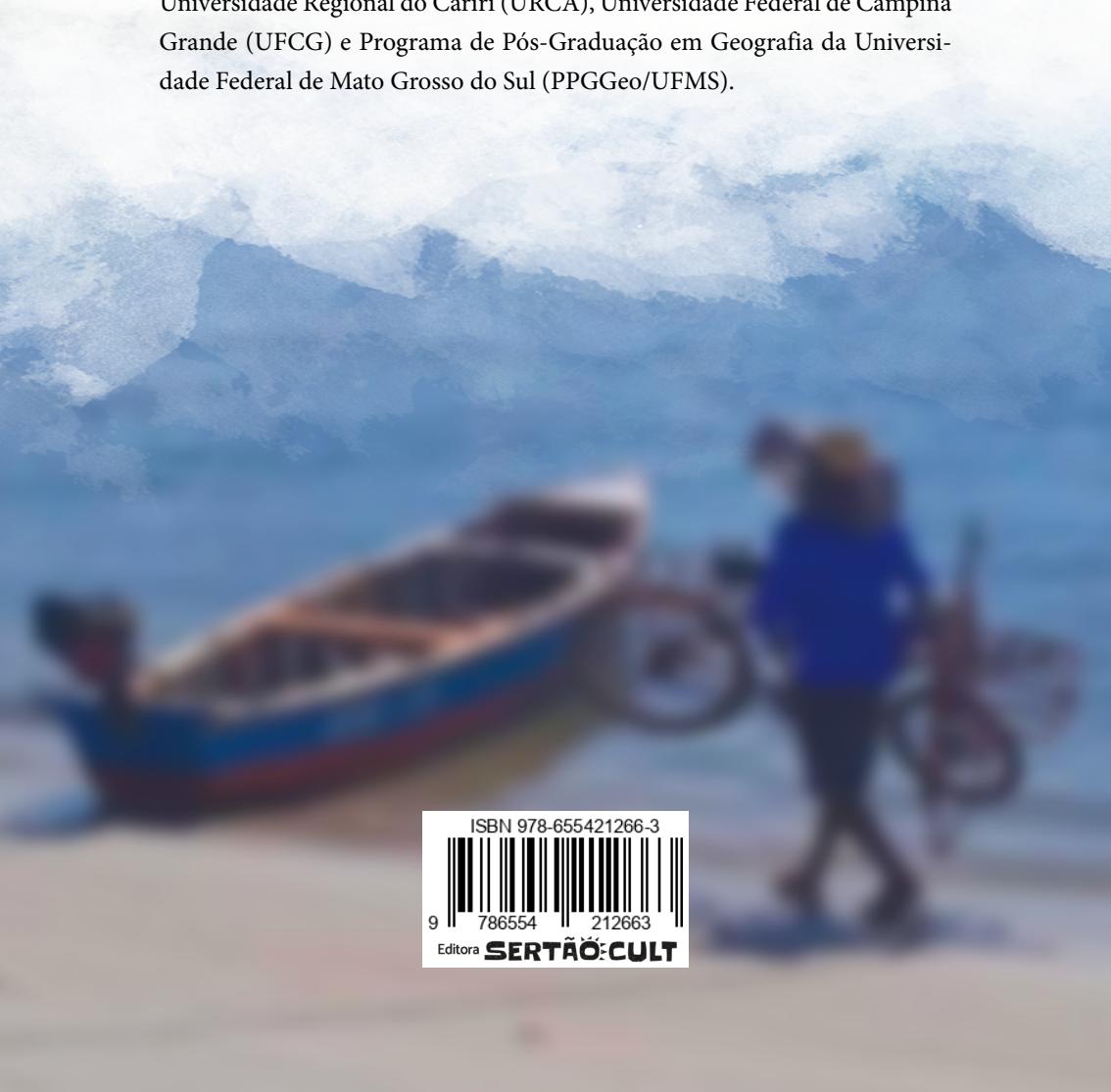
E-mail: vicentina.anunciacao@academico.ufpb.br



Este livro foi composto em fonte Minion Pro, impresso no formato 15 x 22 cm em offset 75 g/m², com 184 páginas e em e-book formato pdf.
Janeiro de 2026.

No ano de 2025, celebramos os 10 anos do Laboratório de Climatologia Geográfica (CLIMAGEO) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Assim, como uma forma simbólica de registrar esse marco, organizamos a presente coletânea para compartilhar com a sociedade nossa alegria de existir como um grupo que faz pesquisa e extensão universitária em uma universidade pública.

Na coletânea, os destaques são para as pesquisas recentes realizadas pelos integrantes do laboratório, egressos e ingressos do Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGG/UFPB), além de capítulos de docentes colaboradores do CLIMAGEO. Esses docentes são vinculados às seguintes instituições: Universidade Regional do Cariri (URCA), Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) e Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (PPGGeo/UFMS).

A faint, blurry background image of a person in a small boat on the water, with mountains visible in the distance.

ISBN 978-655421266-3



9 786554 212663

Editora SERTÃO CULT