

eUador

Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia da
Universidade Federal do Piauí

V. 14, N. 1 (2025)



PPGGEO
Programa de Pós-Graduação em Geografia
Mestrado e Doutorado
em Geografia - UFPI



Revista Equador. Universidade Federal do Piauí, Teresina, v.14, n.1, 2025.

EDITORA

Bartira Araújo da Silva Viana (UFPI)

CONSELHO CIENTÍFICO

Sergio Claudino Loureiro Nunes, Professor Auxiliar com nomeação por tempo indeterminado do Instituto de Geografia e Ordenamento do Território da Universidade de Lisboa (IGOT-UL), Lisboa, Portugal.
Fabio de Oliveira Sanches, Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF, MG, Brasil.
Jorge Martins Filho, Universidade Estadual do Piauí - UESPI
Universidade Estadual do Maranhão - UEMA, Brasil.
Giovanni Farias Seabra, Universidade Federal da Paraíba, PB, Brasil.
Carlos Alexandre Leão Bordalo, Faculdade de Geografia e Cartografia; Programa de Pós Graduação em Geografia Universidade Federal do Pará, PA, Brasil.
Celia Alves Souza, Departamento de Geografia Universidade do Estado de Mato Grosso, MT, Brasil.
Charlei Aparecido da Silva, Universidade Federal da Grande Dourados, Mato
Messias Messias Modesto Passos, UNESP - Rio Claro - SP.
Lana Cavalcante, Universidade Federal de Goiás, GO, Brasil.
Maria Maria Del Carmem Huertas Calvente, Universidade Estadual de Londrina, PR, Brasil.
Façanha Antonio Cardoso Façanha, Universidade Federal do Piauí, PI, Brasil.
Jom Seeman, Universidade Regional do Cariri, CE, Brasil.
Ana Paula Paula Turetta, Embrapa Solos, Brasil.
André Luiz Lopes Faria, Universidade Federal de Viçosa, CE, Brasil.
César Silva Chagas, Embrapa Solos
Edson Vicente Silva, Universidade Federal do Ceará, CE, Brasil.
Eugênio Pereira Carvalho Carvalho, Brasil.
Flávio Rodrigues Nascimento, Universidade Federal Fluminense, RJ, Brasil.
Francisco Gomes Ribeiro, Universidade Estadual do Piauí; Instituto Federal do Piauí, PI, Brasil.
Gustavo Souza Valladares, Universidade Federal do Piauí, PI, Brasil.
José Antônio Pacheco Almeida, Universidade Federal de Sergipe, SE, Brasil.
José Gerardo Beserra Oliveira, Universidade Federal do Ceará, CE, Brasil.
Lucivânio Jatobá, Universidade Federal de Pernambuco, PE, Brasil
Maria luzineide Gomes, Universidade Estadual do Piauí, PI, Brasil.
Marta Linhares Sales, Universidade Federal do Ceará, CE, Brasil.
Rosemeri Melo e Souza, Universidade Federal de Sergipe, SE, Brasil.
Maria Tereza Alencar, Universidade Estadual do Piauí, PI, Brasil.

CONSELHO EDITORIAL

Célia Alves Souza, Departamento de Geografia Universidade do Estado de Mato Grosso, MT, Brasil.
Carlos Alexandre Leão Bordalo, Faculdade de Geografia e Cartografia; Programa de Pós Graduação em Geografia Universidade Federal do Pará, PA, Brasil.
Sergio Claudino Loureiro Nunes, Professor Auxiliar com nomeação por tempo indeterminado do Instituto de Geografia e Ordenamento do Território da Universidade de Lisboa (IGOT-UL), Lisboa, Portugal.
Máira Celeiro Chaple, Professor Dra. Sc. La Habana - Cuba
Geógrafa, pesquisadora do Instituto de Geografia Tropical de La Habana, Cuba.
Lúcio Cunha, Departamento de Geografia da Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, Portugal.
Jörn Seemann, Ball State University Assistant Professor Department of Geography Cooper Life Science Building 425 Muncie, IN 47306.
Fabio de Oliveira Sanches, Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF, MG, Brasil.
Ana Paula Paula Turetta, Embrapa Solos, Brasil.
Charlei Aparecido da Silva, Universidade Federal da Grande Dourados, MS, Brasil.
Lana Cavalcante, Universidade Federal de Goiás, Goiás, Brasil.

G344

Revista Equador [recurso eletrônico]./. Universidade Federal do Piauí. – vol. 14, n. 1 (2025). – Teresina, PI: Universidade Federal do Piauí, 2025-. 460p.

Semestral.

Domínio: <<https://periodicos.ufpi.br/index.php/revistaequador>>.
ISSN: 2317-3491

1. Geografia Física. 2. Geografia Humana. 3. Ensino de Geografia. I. Universidade Federal do Piauí.

CDD 910

EDITORIAL

Geografias, Territórios e Sustentabilidades em Perspectiva

A edição de 2025 da Revista Equador, vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Piauí (PPGGEO/UFPI), reafirma seu compromisso com a produção e a difusão de um conhecimento geográfico crítico, plural e socialmente engajado, voltado à compreensão das múltiplas dinâmicas que conformam o espaço geográfico contemporâneo. Reunindo 21 artigos, este volume evidencia a vitalidade da pesquisa geográfica no Brasil, marcada pela diversidade temática, pelo rigor metodológico e pela articulação entre abordagens teóricas clássicas e perspectivas analíticas inovadoras.

Os trabalhos publicados dialogam com diferentes escalas, do local ao global, e com distintos campos da Geografia e áreas afins, abordando questões ambientais, urbanas, territoriais, educacionais, políticas e socioeconômicas. Nesse sentido, a edição estrutura-se a partir de três grandes eixos temáticos, que organizam e articulam os debates apresentados: (1) Educação, ensino e práticas pedagógicas em Geografia; (2) Natureza, meio ambiente e sustentabilidade; (3) Produção do espaço, territorialidades e dinâmicas socioeconômicas.

1. Educação, ensino e práticas pedagógicas em Geografia: os artigos que integram este eixo ressaltam a centralidade da Geografia na formação de sujeitos críticos, conscientes das desigualdades socioespaciais e dos desafios ambientais contemporâneos. O trabalho *“A Educação Ambiental nos cursos de licenciatura em Rolim de Moura – RO”* analisa a inserção da temática ambiental na formação inicial de professores, apontando lacunas curriculares e a necessidade de maior transversalidade entre teoria e prática pedagógica. Em *“A situação geográfica no ensino do clima de Teresina-PI”*, propõem-se metodologias de ensino que valorizam a realidade local e a experiência cotidiana dos estudantes como estratégia para o ensino dos fenômenos climáticos. Complementarmente, o artigo *“Vozes da favela: cotidianos aprendentes, práticas socioculturais, currículos e emancipação”* amplia o debate ao destacar os saberes produzidos nas periferias urbanas como fundamentos para currículos mais inclusivos e emancipatórios. Ancorado em referenciais freireanos, o estudo reafirma a favela como território de aprendizagem e produção de conhecimento, tensionando perspectivas hegemônicas do currículo escolar.

2. Natureza, meio ambiente e sustentabilidade: este eixo concentra o maior número de contribuições da edição e reflete a relevância crescente das discussões sobre natureza, mudanças climáticas, conservação ambiental e sustentabilidade. Estudos como *“A Serra de Portalegre sob a ótica da geodiversidade”* e *“Geodiversidade e atividades socioeconômicas no Piauí”* evidenciam o potencial do geoturismo como estratégia de valorização do patrimônio natural e de promoção do desenvolvimento sustentável. Na mesma perspectiva, *“Patrimônio hidrológico e suas potencialidades: o caso de Piripiri-PI”* analisa a água como elemento estruturante da identidade territorial e recurso didático para a educação ambiental.

Destaca-se, nesse conjunto, o artigo *“Estimativa do estoque de carbono em solos do Pantanal”*, que analisa áreas submetidas a diferentes usos do solo no município de Cáceres, Mato Grosso. A pesquisa evidencia que os maiores teores e estoques de carbono concentram-se nas camadas superficiais do solo, sobretudo em áreas de pastagem e reserva florestal, quando comparadas aos sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF). Os resultados demonstram como as práticas de uso e manejo do solo influenciam diretamente a capacidade de estocagem de carbono,

contribuindo para o debate sobre mitigação das mudanças climáticas e sustentabilidade dos sistemas produtivos.

Outros estudos, como *“Diversidade florística de área verde urbana”*, *“Mapeamento da biomassa nos manguezais do Delta do Parnaíba”* e *“Utilização de imagens PlanetScope”*, reforçam o papel das geotecnologias e do sensoriamento remoto na análise ambiental e na quantificação da vegetação e do carbono. O artigo *“Implantação de energias renováveis e suas externalidades sob a ótica da sustentabilidade energética”* problematiza a expansão dos parques solares, destacando contradições socioambientais e defendendo uma abordagem integrada da sustentabilidade. Já *“Variabilidades temporais de chuva e temperatura em Bom Jesus-PI”* contribui para a compreensão das tendências climáticas regionais e para o debate sobre adaptação e resiliência.

3. Produção do espaço, territorialidades e dinâmicas socioeconômicas: o terceiro eixo reúne análises voltadas à produção do espaço urbano, às territorialidades e às dinâmicas socioeconômicas e políticas. Em *“Análise temporal do crescimento da mancha urbana de Teresina (2002–2022)”*, o uso de dados do projeto MapBiomas permite compreender a expansão periférica da capital piauiense e os desafios impostos ao planejamento urbano sustentável. *“Produção do espaço e a dinâmica de comércio e serviços em Timon-MA”* examina a consolidação de novas centralidades urbanas, enquanto *“Circulação e meios de transportes como elementos para a formação territorial do Piauí”* resgata, em perspectiva histórica, o papel dos sistemas de transporte na organização do território estadual.

Inserem-se ainda, nesse eixo, duas contribuições de grande relevância social e política. O artigo *“Geografia Eleitoral e Geografia do Voto no Piauí”* analisa a produção acadêmica sobre a temática no estado, evidenciando uma expressiva lacuna de estudos no campo da Geografia, quando comparada a áreas como Ciência Política e Ciências Sociais. O trabalho aponta a necessidade de ampliar as investigações sobre os contextos espaciais do voto e os processos eleitorais, de modo a compreender as dinâmicas políticas em diferentes escalas — municipal, estadual e nacional.

Por sua vez, o artigo *“Formação territorial e territorialidade em Vila Velha do Cassiporé (AP)”* analisa as características socioterritoriais de uma comunidade remanescente de quilombo situada em área de elevada complexidade ambiental e institucional, no entorno do Parque Nacional do Cabo Orange. Os resultados evidenciam a ausência de políticas públicas e de assistência governamental, o que tem provocado abandono socioterritorial, intensificação dos fluxos migratórios e precarização das condições de vida da população local, revelando as contradições da gestão territorial em áreas protegidas.

Completam este eixo trabalhos como *“Domínios da natureza e os tensores antrópicos na paisagem urbana de Aracaju-SE”*, que discute os impactos da urbanização sobre os sistemas ambientais, *“Mapeamento das áreas de risco para transmissão de arboviroses no Território dos Cocais”*, que evidencia a importância do SIG na saúde pública, e *“O enigma da geoestratégia estadunidense à luz da guerra na Ucrânia”*, que articula geopolítica, economia global e reorganização territorial em um contexto de fragmentação internacional.

Ao reunir esses 21 artigos, a Revista Equador reafirma seu papel como espaço de diálogo interdisciplinar e de produção de conhecimento comprometido com a compreensão crítica das realidades socioespaciais. Mais do que apresentar resultados de pesquisa, esta edição convida à reflexão sobre as geografias do presente e sobre os caminhos possíveis para a construção de um futuro ambientalmente sustentável, socialmente justo e territorialmente inclusivo, princípios que orientam a missão acadêmica da Universidade Federal do Piauí e da comunidade científica brasileira.

Boa leitura!!

A EDUCAÇÃO AMBIENTAL NOS CURSOS DE LICENCIATURA EM ROLIM DE MOURA – RO

Kellyson Silva de **SOUZA**

Doutorando em Ensino de Ciências – PPGEI/UFMS

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

E-mail: kellyson.souza@hotmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8310-9380>

Patrícia Helena Mirandola **GARCIA**

Doutora em Geografia pela UFRJ, Docente do Programa de Pós-Graduação em Ensino

de Ciências – PPGEI/UFMS

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

E-mail: patricia.garcia@ufms.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7337-798X>

*Recebido
Agosto de 2024*

*Aceito
Janeiro de 2025*

*Publicado
Dezembro de 2025*

Resumo: A Educação Ambiental é essencial em todos os níveis educacionais, especialmente no ensino superior e na formação de professores, para conscientizar sobre o equilíbrio entre sociedade e natureza. Este estudo investiga os cursos de formação de professores em Rolim de Moura - RO, analisando suas grades curriculares. O objetivo é examinar como a Educação Ambiental é tratada nas instituições de ensino superior e integrada nos cursos com base nas diretrizes de Tristão (2004) e Dias (2003). A pesquisa abrangeu sete instituições e 7 cursos, resultando em 45 análises curriculares, realizada por meio da análise de conteúdo de Bardin (2011) e Minayo (2010). Os resultados mostram diversas abordagens, com destaque para Biologia e Geografia, que oferecem mais disciplinas sobre o tema. Destaca-se a necessidade de uma abordagem mais integrada da Educação Ambiental nos cursos de Licenciatura para preparar os futuros professores diante dos desafios ambientais contemporâneos e promover uma consciência ambiental mais ampla e engajada nas comunidades educativas.

Palavras-chave: Educação ambiental; ensino superior; formação profissional; licenciatura.

THE ENVIRONMENTAL EDUCATION IN TEACHING COURSES IN ROLIM DE MOURA – RO

Abstract: Environmental Education is essential at all educational levels, especially in higher education and teacher training, to raise awareness about the balance between society and nature. This study investigates teacher training courses in Rolim de Moura - RO, analyzing their curricula. The aim is to examine how Environmental Education is addressed in higher education institutions and integrated into courses based on the guidelines of Tristão (2004) and Dias (2003). The research covered seven institutions and seven courses, resulting in 45 curriculum analyses conducted through content analysis by Bardin (2011) and Minayo (2010). The results show various approaches, with emphasis on Biology and Geography, which offer more courses on the subject. The need for a more integrated approach to Environmental Education in teacher training programs is highlighted to better prepare future teachers to face contemporary environmental challenges and promote broader and more engaged environmental awareness in educational communities.

Keywords: Environmental education; higher education; professional training; teaching degree

LA EDUCACIÓN AMBIENTAL EN LOS CURSOS DE ENSEÑANZA EN ROLIM DE MOURA – RO

Resumen: La Educación Ambiental es esencial en todos los niveles educativos, especialmente en la educación superior y en la formación de profesores, para concienciar sobre el equilibrio entre sociedad y naturaleza. Este estudio investiga los cursos de formación de profesores en Rolim de Moura - RO, analizando sus planes de estudio. El objetivo es examinar cómo se aborda la Educación Ambiental en las instituciones de educación superior y se integra en los cursos, basándose en las directrices de Tristão (2004) y Dias (2003). La investigación abarcó siete instituciones y siete cursos, resultando en 45 análisis curriculares realizados mediante el análisis de contenido de Bardin (2011) y Minayo (2010). Los resultados muestran diversas estrategias, destacándose Biología y Geografía, que ofrecen más asignaturas sobre el tema. Se subraya la necesidad de un enfoque más integrado de la Educación Ambiental en los cursos de formación docente para preparar mejor a los futuros profesores frente a los desafíos ambientales contemporáneos y promover una conciencia ambiental más amplia y comprometida en las comunidades educativas.

Palabras clave: Educación ambiental; educación superior; formación profesional; carrera de docencia.

INTRODUÇÃO

Os cursos de licenciatura são porta de entrada para a formação de professores, e é nesse momento que deve ocorrer a introdução da Educação Ambiental (EA) na formação desses profissionais que irão atuar na educação básica. Em diversas instituições de ensino superior em Rondônia, como em Rolim de Moura, essa formação não apenas oferece conhecimentos pedagógicos, mas também enfatiza a necessidade de uma abordagem que integre o conhecimento sobre o meio ambiente e a conscientização social. A presença da EA nos

currículos desses cursos é fundamental para preparar futuros educadores como agentes de transformação ambiental e social nas escolas.

No Brasil, a importância da EA nas Instituições de Ensino Superior (IES) foi reconhecida oficialmente com a promulgação da Lei 9.795/1999, que estabeleceu a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA). Desde então, a discussão sobre a inserção da EA nos currículos educacionais tem sido uma questão relevante, refletindo a necessidade de preparar profissionais capacitados para enfrentar os desafios ambientais contemporâneos.

No entanto, apesar das diretrizes estabelecidas, existem desafios relacionados à implementação efetiva da EA nos cursos de licenciatura. Estudos anteriores, como os de Sorrentino *et al.* (2005), Tristão (2007) e outros, destacam lacunas na formação dos professores, incluindo a falta de abordagens mais holísticas e a ausência de discussões sobre EA durante a formação inicial e continuada.

Neste contexto, é fundamental investigar como a EA está sendo abordada nos cursos de Licenciatura em diversas áreas nas instituições de ensino superior em Rolim de Moura, Rondônia. Este artigo tem como objetivo analisar as abordagens em EA, caracterizar os cursos de Licenciatura, compreender a relação entre a proposta de EA nos currículos das instituições e a formação de professores.

Portanto, essa pesquisa se baseia na seguinte problemática: como a Educação Ambiental está sendo incorporada nos currículos dos cursos de Licenciatura em instituições de ensino superior em Rolim de Moura, Rondônia, e de que forma essa inserção contribui para a formação de professores capacitados a promover a conscientização ambiental na educação básica? Para responder a essa questão, as seguintes questões norteadoras foram estabelecidas: qual é a abordagem atual da Educação Ambiental nos currículos dos cursos de Licenciatura em instituições de ensino superior em Rolim de Moura? Quais são os principais temas e disciplinas relacionados à Educação Ambiental presentes nos currículos desses cursos?

Assim, a presente pesquisa visa contribuir para a compreensão do cenário da EA no ensino superior, especialmente no contexto da formação de professores nessa região da Amazônia Sul-Occidental. Através da análise dos currículos, e de discussões teóricas sobre EA, pretende-se fornecer elementos relevantes para o aprimoramento das abordagens e práticas educacionais voltadas para a conscientização ambiental.

METODOLOGIA DA PESQUISA

Para o desenvolvimento desta pesquisa, foi adotada uma abordagem qualitativa exploratória, utilizando a Análise de Conteúdo como método principal para a investigação dos currículos dos cursos de Licenciatura oferecidos em Rolim de Moura, Rondônia. A pesquisa documental foi realizada em sete instituições de ensino superior que oferecem cursos de licenciatura na cidade, conforme sugerido por Sorrentino *et al.* (2005) e Tristão (2007). A Análise de Conteúdo é uma técnica amplamente utilizada na pesquisa qualitativa, permitindo a interpretação e a compreensão de informações contidas em documentos e textos, conforme descrito por Bardin (2011) e Minayo (2010).

No Quadro 1 abaixo, encontra-se uma breve caracterização das instituições cuja matriz curricular foi analisada neste estudo.

Quadro 1 - Descrição das instituições de ensino superior analisadas

IES	Modalidade de ensino	Classificação
Universidade Estácio de Sá - UNESA	EaD e presencial	Particular
Centro Universitário Leonardo da Vinci - UNIASSELVI	EaD e semi-presencial	Particular
Centro Universitário de Maringá - UNICESUMAR	EaD	Particular
Universidade Cruzeiro do Sul - UNICSUL	EaD	Particular
Centro Universitário Fael - UNIFAEL	EaD	Particular
Universidade Federal de Rondônia - UNIR	Presencial	Pública
Universidade Norte do Paraná - UNOPAR	EaD	Particular

Fonte: Os autores (2024).

Etapas do Processo Metodológico

Seleção das Instituições e Cursos: A pesquisa foi realizada em sete instituições de ensino superior que oferecem cursos de Licenciatura na cidade. A seleção foi feita com base em informações disponíveis no sistema e-MEC do Ministério da Educação, que lista as instituições autorizadas a oferecer esses cursos.

Coleta de Dados Documentais: A coleta de dados consistiu na análise das matrizes curriculares, ementas e Propostas Pedagógicas Curriculares (PPC) das instituições selecionadas. Essa etapa foi fundamental para garantir que os dados coletados sejam relevantes e representativos do tema em questão (Bardin, 2011).

Identificação de Disciplinas Relacionadas à Educação Ambiental: Utilizando palavras-chave como "Educação Ambiental", "Sustentabilidade" e "Ecologia", foram identificadas as disciplinas que abordam a temática ambiental nas matrizes curriculares. Essa estratégia é alinhada com as diretrizes da Análise de Conteúdo, que preconizam a categorização de informações para facilitar a interpretação (Minayo, 2010).

Análise dos Dados: Os dados coletados foram organizados em uma planilha do Excel, permitindo uma visualização clara das disciplinas relacionadas à Educação Ambiental nos cursos analisados. A Análise de Conteúdo foi aplicada para interpretar os dados, buscando identificar padrões e lacunas nas abordagens sobre Educação Ambiental nas diferentes instituições.

Interpretação dos Resultados: A interpretação dos dados foi realizada à luz da literatura existente sobre Educação Ambiental, considerando as contribuições de autores como Tristão (2004) e Dias (2003). Essa análise permitiu discutir como a Educação Ambiental está integrada nos currículos e quais são as implicações para a formação docente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Educação Ambiental, segundo a concepção e definição de Tristão (2004), representa a oportunidade de reconectar a natureza e a cultura, a sociedade e a natureza, o sujeito e o objeto, sendo essa ligação um processo em evolução contínua. Nessa mesma perspectiva, para Dias (2003) a educação ambiental destaca a importância de um processo contínuo de aprendizagem que visa à formação de cidadãos críticos, conscientes e atuantes na construção de um futuro mais sustentável.

A Educação Ambiental desempenha importante função na formação de professores no Brasil, sendo respaldada por legislações que legitimam sua importância. A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), Lei nº 9.394/96, destaca a necessidade de incluir a Educação Ambiental nos currículos escolares, evidenciando a relevância desse tema na formação de professores. Além disso, a Política Nacional de Educação Ambiental, instituída pela Lei nº 9.795/99, reforça a obrigatoriedade da Educação Ambiental em todos os níveis de ensino.

O segundo artigo da Lei 9.795, de 27 de abril de 1999, declara que a educação ambiental é um componente essencial no sistema educacional nacional (Brasil, 1999), e deve ser incorporada de maneira formal e informal em todos os estágios e tipos de educação, para que

os aprendizes possam adquirir “valores, conhecimentos, habilidades”, capacitando-se a preservar o meio ambiente e, conseqüentemente, assegurar a qualidade de vida e a sustentabilidade. Esta legislação estipula que a Educação Ambiental deve ser conduzida de forma "integrada, contínua e permanente" em todas as esferas e modalidades do ensino formal, conforme estabelecido no artigo 10.

Art. 10. A educação ambiental será desenvolvida como uma prática educativa, integrada, contínua e permanente em todos os níveis e modalidades do ensino formal. §1º. A educação ambiental não deve ser implantada como disciplina específica no currículo de ensino.

§2º. Nos cursos de pós-graduação, extensão e nas áreas voltadas ao aspecto metodológico da educação ambiental, quando se fizer necessário, é facultada a criação de disciplina específica.

§3º. Nos cursos de formação e especialização técnico-profissional, em todos os níveis, deve ser incorporado conteúdo que trate da ética ambiental das atividades profissionais a serem desenvolvidas.

§ 4º Será assegurada a inserção de temas relacionados às mudanças do clima, à proteção da biodiversidade, aos riscos e emergências socioambientais e a outros aspectos referentes à questão ambiental nos projetos institucionais e pedagógicos da educação básica e da educação superior, conforme diretrizes estabelecidas pelo Conselho Nacional de Educação, no uso de suas atribuições legais (Brasil, 1999)¹.

A formação de professores em Educação Ambiental é necessária para prepará-los para abordar questões ambientais de forma interdisciplinar, promovendo a conscientização e ações sustentáveis. Como destacado nas Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental (2002), “A formação de professores é fundamental para a efetivação da educação ambiental na escola”. Portanto, capacitar os educadores para integrar a Educação Ambiental em suas práticas pedagógicas é essencial para formar cidadãos conscientes e engajados com a preservação do meio ambiente.

A Resolução CNE/CP nº 2/2015, que estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial em Nível Superior (cursos de licenciatura), reforça a importância da Educação Ambiental na formação de professores, indicando a necessidade de abordagem transversal desse tema nos currículos. Dessa forma, a Educação Ambiental não deve ser vista como um conteúdo isolado, mas sim como uma temática que permeia todas as disciplinas, contribuindo para a construção de uma sociedade mais sustentável. Alinhado às diretrizes do Programa Nacional de Educação Ambiental (ProNEA), que propõe a inclusão de disciplinas

¹ A fonte consultada não é paginada.

que contribuam para a formação de conceitos ambientais ao longo da formação dos futuros professores, permeando todo o currículo do curso por meio de abordagens interdisciplinares (Brasil, 2014).

Dessa forma, considerando a importância e a necessidade de abordar a EA no ensino superior, nessa pesquisa, foi realizado o levantamento de como essa temática é abordada nos cursos de licenciatura ofertados em Rolim de Moura – RO. O levantamento foi feito analisando as matrizes curriculares de sete IES, ao todo foram exploradas 45 matrizes curriculares. No quadro abaixo é possível identificar os cursos e as IES analisadas respectivamente.

Quadro 2 - Relação de cursos oferecidos pelas IES e a presença de EA no currículo

Curso	UNESA	UNIASSELVI	UNICESUMAR	UNICSUL	UNIFAEI	UNIR	UNOPAR
Artes visuais	X	X	-	-	X	N/O	X
Ciências Biológicas	X	X	X	X	X	X	-
Educação física	-	-	X	-	X	N/O	-
Geografia	X	X	X	X	X	-	-
História	-	-	X	-	X	X	-
Letras/ Inglês	-	-	X	-	X	N/O	-
Letras/ Português	X	X	X	X	X	N/O	-
Matemática	-	X	X	X	X	N/O	-
Sociologia/Ciências Sociais	-	-	-	-	X	N/O	X

*X: Apresentou disciplina ou atividades relacionadas a EA; * -: não apresentou; *N/O: Não Oferece o curso na IES. Fonte: Os autores (2024).

O Quadro 2 apresenta uma análise da presença da Educação Ambiental (EA) nos currículos dos cursos de Licenciatura oferecidos pelas instituições de ensino superior em Rolim de Moura - RO. A partir dos dados coletados, é possível observar uma distribuição desigual da EA entre os diferentes cursos, o que levanta questões importantes sobre a formação docente e a preparação dos futuros educadores para lidar com os desafios ambientais contemporâneos.

A partir dos resultados exibidos no quadro, é possível identificar quais cursos e de qual instituição oferece alguma disciplina ou atividade relacionada a Educação Ambiental. Dias (2004) já defendia que é imprescindível inserir a dimensão ambiental nas universidades, pois muitos cursos de Ensino Superior no Brasil ainda não incluem a dimensão ambiental em seus currículos, o que pode resultar em formação desatualizada para lidar com os desafios socioambientais atuais, deixando os graduados despreparados para questões globais.

Os dados obtidos na pesquisa indicam que a presença da Educação Ambiental nos cursos de Licenciatura em Rolim de Moura é desigual, com maior incidência nas áreas de Biologia e Geografia. Essa situação é consistente com os achados de Silva, Bastos e Pinho (2021), que também observaram uma ênfase maior na EA em cursos relacionados às ciências naturais. Esses autores argumentam que a formação de professores deve incluir uma abordagem interdisciplinar, integrando conhecimentos ambientais com questões sociais e econômicas, para preparar educadores capazes de lidar com os desafios contemporâneos.

A legislação brasileira, como a Lei nº 9.795/1999, estabelece diretrizes claras sobre a necessidade da Educação Ambiental em todos os níveis de ensino. No entanto, conforme observado por Tristão (2007), muitas instituições ainda tratam a EA como um conteúdo isolado, o que limita sua efetividade na formação docente. Isso se alinha com as observações feitas por Sorrentino *et al.* (2005), que identificaram lacunas significativas na formação inicial dos professores em relação à EA.

Adicionalmente, ao comparar os resultados da pesquisa com o estudo de Silva *et al.* (2021), nota-se que ambos os trabalhos apontam para a necessidade urgente de uma abordagem mais integrada da Educação Ambiental nos currículos. Os autores sugerem que as instituições devem promover não apenas conteúdos teóricos, mas também experiências práticas que possibilitem aos futuros educadores desenvolverem competências para atuar como agentes transformadores nas suas comunidades.

A análise dos dados sugere que a implementação da EA nos cursos de Licenciatura deve ser vista como um processo contínuo e dinâmico. A Resolução CNE/CP nº 2/2015 reforça essa ideia ao indicar que a EA deve ser tratada como uma temática transversal nos currículos. Portanto, é essencial que as instituições adotem práticas pedagógicas que promovam uma formação crítica e reflexiva sobre questões ambientais.

Na pesquisa de Silva; Bastos; Pinho (2021) analisaram o currículo de cursos de licenciatura da Universidade Estadual da Bahia, e apontam que a responsabilidade principal de educar e formar multiplicadores de opinião, especialmente em cursos de licenciatura, recai sobre as universidades. É fundamental que pedagogos, matemáticos, biólogos (que são os cursos analisados na pesquisa deles) e outros cursos incluam de forma mais significativa a Educação Ambiental em suas formações, não apenas abordando aspectos físicos ou biológicos, mas também considerando fatores socioeconômicos, éticos, econômicos e políticos para uma educação abrangente e atualizada para a sociedade como um todo.

Com base nas análises das matrizes curriculares, destaca-se que o curso de Artes Visuais, voltado à formação de profissionais para o ensino de Arte na educação básica. Em quatro das sete Instituições de Ensino Superior examinadas, foram identificadas disciplinas relacionadas à educação ambiental dentro desse programa. Especificamente, a UNESA, UNIASSELVI, UNIFAEL e UNOPAR apresentaram disciplinas ou atividades pertinentes à Educação Ambiental em seu currículo. Essa integração de temas ambientais em um curso da área de Linguagens é importante para a formação de profissionais capacitados para trabalhar de forma interdisciplinar essa temática.

Na pesquisa realizada por Geraldo e Iared (2023), foi destacado que as artes visuais desempenham um papel significativo na promoção da conscientização ambiental. As autoras identificaram três elementos-chave que surgiram nesse contexto: a representação visual em várias camadas, a capacidade de sensibilização e a exploração dos complexos ecossistemas além do mundo humano. Esses componentes evidenciam como as artes visuais têm contribuído para a educação ambiental, ao sensibilizar as pessoas para suas interações com o ambiente e promover uma compreensão mais profunda das interconexões presentes nesse espaço compartilhado de vida. Ao capacitar os educadores com conhecimentos e habilidades relacionados às artes visuais, é possível enriquecer a abordagem educacional, permitindo a integração de elementos visuais e criativos nos processos de sensibilização ambiental.

Com relação ao curso de Ciências Biológicas, seis das setes IES analisadas oferecem disciplina relacionada a EA em sua grade curricular. Apenas a UNOPAR não oferece disciplina sobre a temática ambiental. Após analisar os resultados das matrizes curriculares dos cursos de Ciências Biológicas nas instituições UNESA, UNIASSELVI, UNICESUMAR, UNICSUL, UNIFAEL e UNIR, é possível observar uma variedade de abordagens em relação à Educação Ambiental. Cada instituição apresenta disciplinas distintas relacionadas a essa temática, refletindo diferentes enfoques e ênfases no currículo. No quadro abaixo está a relação das disciplinas oferecidas nas IES para o curso.

A presença de disciplinas relacionadas à Educação Ambiental na maioria das instituições de ensino superior (IES) que oferecem o curso de Ciências Biológicas é um aspecto positivo que reflete a preocupação com a formação de profissionais conscientes e engajados com questões ambientais. No entanto, a ausência de uma disciplina específica sobre a temática na UNOPAR levanta questões sobre a abrangência e a qualidade da formação oferecida por essa instituição nesse campo.

Quadro 3 - Demonstrativo de disciplinas oferecidas pelas IES pesquisadas no curso de Ciências Biológicas

Curso	UNESA	UNIASSELVI	UNICESUMAR	UNICSUL	UNIFAEL	UNIR
Ciências biológicas	Bases da educação ambiental	Educação ambiental	Ecologia e educação ambiental	Educação ambiental	Ecologia geral	Agricultura camponesa e sustentabilidade
	Política, economia e prática em educação ambiental	Ecologia e biodiversidade	Estudo contemporâneo e transversal: autonomia intelectual, relação de consumo e sustentabilidade	Ecologia geral e urbana	Educação ambiental	Ecologia
	Ecologia, manejo e conservação da vida silvestre	Estudo contemporâneo e transversal: autonomia intelectual, relação de consumo e sustentabilidade	-	Gestão ambiental e responsabilidade social	Ecologia de populações e comunidades	Os agrotóxicos e o meio ambiente
	-	-	-	-	Desenvolvimento sustentável e direitos humanos	

Fonte: Os autores (2024).

Ao analisar as matrizes curriculares das IES pesquisadas, é possível observar uma variedade de abordagens em relação à Educação Ambiental. Cada instituição apresenta disciplinas distintas relacionadas a essa temática, refletindo diferentes enfoques e ênfases no currículo. Essa diversidade pode ser vista como uma vantagem, pois permite que os alunos sejam expostos a diferentes perspectivas e abordagens dentro do campo da Educação Ambiental.

No entanto, é importante destacar que essa diversidade também pode resultar em inconsistências na formação dos alunos, especialmente se não houver uma estrutura curricular clara e coerente para orientar a inclusão dessas disciplinas. Além disso, a falta de uma disciplina sobre Educação Ambiental em algumas instituições pode indicar uma lacuna na formação dos futuros profissionais de Ciências Biológicas, que podem não estar adequadamente preparados para lidar com os desafios ambientais contemporâneos.

É importante garantir que as disciplinas relacionadas à Educação Ambiental ofereçam uma formação sólida e abrangente, preparando os alunos para compreender e enfrentar os problemas ambientais de forma crítica e proativa.

A possível falta de interdisciplinaridade, especialmente considerando que seis das sete instituições de ensino superior (IES) oferecem o ensino de forma remota, é um aspecto que

merece atenção na discussão sobre as disciplinas relacionadas à Educação Ambiental nos cursos de Ciências Biológicas. O ensino remoto pode representar um desafio para a integração entre diferentes disciplinas e áreas do conhecimento, que muitas vezes é facilitada pelo ambiente presencial de aprendizagem.

A interdisciplinaridade é fundamental para uma formação abrangente e holística dos estudantes, especialmente em cursos como Ciências Biológicas, que abordam questões complexas e multifacetadas relacionadas ao meio ambiente. Disciplinas como Educação Ambiental requerem uma abordagem interdisciplinar, que integre conceitos e metodologias de diversas áreas, como Biologia, Ecologia, Ciências Sociais e Educação. Nesse viés, Lopes; Neves (2014) defendem que a interseção entre Educação Ambiental e Educação a Distância tem se fortalecido, fornecendo inovações nos sistemas educacionais.

Em um estudo realizado por Junior; Moreira (2019) em uma Instituição de Ensino Superior Pública no Paraná, foi constatado que, após examinar os 15 cursos de licenciatura oferecidos pela universidade, 14 deles incluíam disciplinas específicas ou pedagógicas que poderiam abordar direta ou indiretamente a EA. Os resultados da pesquisa revelaram uma presença significativa de disciplinas relacionadas à EA nos cursos de Ciências Biológicas e Geografia, o que sugere uma transferência indireta da responsabilidade pela abordagem desse tema para essas duas áreas específicas.

Em uma pesquisa realizada por Araújo; França (2013), foi analisado o papel da Educação Ambiental na preparação de estudantes de licenciatura em Ciências Biológicas, revelando a predominância das visões da EA como educação ambiental e como educação para a sustentabilidade. No entanto, também foi identificada a interpretação da EA como um campo da biologia, o que implica em limitá-la aos princípios dessa disciplina e distanciá-la do âmbito educacional.

Portanto, essa limitação pode influenciar na forma com o que a EA é ensinada nas escolas, e isso pode ser o motivo ao qual a temática ambiental é frequentemente considerada área apenas das Ciências da Natureza. Nesse sentido, Guimarães e Inforsato (2012), apontam que o professor de Biologia ainda carece de uma capacitação mais crítica em relação à Educação Ambiental, e é necessária que essa preparação seja abordada de maneira mais aprofundada tanto no ambiente universitário quanto nos cursos de licenciatura em Ciências Biológicas. Isso é essencial para que os profissionais formados estejam aptos a desempenhar um papel efetivo na educação cidadã voltada para uma sociedade mais sustentável.

No curso de Educação Física, apenas duas IES oferecem disciplina sobre EA, sendo a UNICESUMAR com a disciplina de Estudo contemporâneo e transversal: autonomia intelectual, relação de consumo e sustentabilidade. E a UNIFAEL com a disciplina de Desenvolvimento sustentável e direitos humanos. A inclusão de disciplinas sobre sustentabilidade, direitos humanos e autonomia intelectual em algumas IES demonstra um passo positivo nessa direção, ressaltando a importância de integrar esses temas de forma transversal em todos os currículos de Educação Física.

A ausência de disciplinas relacionadas à Educação Ambiental em cinco Instituições de Ensino Superior que oferecem o curso de Educação Física evidencia uma lacuna significativa na formação desses profissionais. A interseção entre Educação Física e Educação Ambiental não apenas enriquece a formação acadêmica, mas também prepara os profissionais para atuarem de forma mais consciente e responsável em relação ao meio ambiente. Além do mais, essa ausência vai contra o que determina a legislação vigente sobre a inserção de EA nos cursos de ensino superior.

O curso de Geografia assim como o de Biologia se destaca com relação a quantidade e diversidade as disciplinas sobre a EA que são oferecidas quando em comparação com outros cursos. Cinco das setes IES analisadas relacionam a temática ambiental na formação desse curso. As disciplinas são:

- UNESA: Educação Ambiental; Biogeografia e biologia da conservação.
- UNIASSELVI: Educação Ambiental; Recursos Naturais, Meio Ambiente e Desenvolvimento; e Estudo Contemporâneo e Transversal: Autonomia Intelectual, Relação de Consumo e Sustentabilidade.
- UNICESUMAR: Estudo Contemporâneo e Transversal: Autonomia Intelectual, Relação de Consumo e Sustentabilidade.
- UNICSUL: Gestão Ambiental e Responsabilidade Social; Avaliação de Impacto Ambiental; e Fundamentos da Relação Sociedade Natureza.
- UNIFAEL: Desenvolvimento Sustentável e Direitos Humanos; e Planejamento Urbano, Rural e Ambiental.

Em sua pesquisa, de Oliveira, Santana Cavalcante e Teles (2020) examinaram o papel da Educação Ambiental (EA) como disciplina no Centro de Formação de Professores da Universidade Federal de Campina Grande (CFP/UFCG), analisando oito dos nove Projetos Pedagógicos de Cursos (PPC) das Licenciaturas oferecidas lá, incluindo Ciências Biológicas, Física, Geografia, História, Língua Inglesa, Língua Portuguesa, Matemática, Pedagogia e

Química (PPC não disponibilizado). Entre esses cursos, a EA foi obrigatória apenas no curso de Geografia e opcional no de Ciências Biológicas. Os cursos das áreas de Ciências Humanas (História, Língua Portuguesa, Língua Inglesa e Pedagogia) e Exatas (Física e Matemática) da CFP/UFCG não incluíram a EA como disciplina obrigatória ou optativa em seus currículos.

Para investigar a inclusão da Educação Ambiental (EA) na formação inicial de professores na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM/RS), Botton *et al.* (2010) analisaram a presença da EA nos currículos de 15 cursos de licenciatura, incluindo Ciências Biológicas, Física, Química, Matemática, História, Geografia, Letras/Espanhol, Letras/Inglês, Letras/Português, Pedagogia/Educação Infantil, Pedagogia/Séries Iniciais, Educação Especial, Educação Física, Música e Artes Visuais, por meio da avaliação dos Projetos Político-Pedagógicos (PPP) correspondentes. Ciências Biológicas e Geografia foram os únicos cursos a destacar a dimensão ambiental no perfil do licenciado, oferecendo a Disciplina Complementar de Graduação em Educação Ambiental, e enfatizando a importância da consciência socioambiental na prática docente.

O curso de História, tem em sua grade curricular disciplinas sobre EA apenas nas IES, UNICESUMAR, UNIFAEL e UNIR. Sendo elas: Estudo Contemporâneo E Transversal: Autonomia Intelectual, Relação De Consumo E Sustentabilidade; Desenvolvimento Sustentável e Direitos Humanos; e História Ambiental, respectivamente. Essa fragilidade e carência de abordagens sobre a EA refletem na prática docente.

Nesse sentido, o curso de História pode contribuir significativamente com o ensino de Educação Ambiental ao superar a visão tradicionalmente fragmentada entre disciplinas, como a História e as Ciências Naturais. De acordo com Rodrigues e Machado (2023), a interdisciplinaridade entre História e Educação Ambiental pode enriquecer a compreensão dos desafios ambientais, ao reconhecer que estes são frutos da inter-relação entre diferentes configurações sociais e ecossistemas biofísicos. A História Ambiental, por exemplo, pode oferecer uma perspectiva temporal e contextualizada sobre as transformações ambientais, permitindo aos estudantes compreenderem as raízes históricas das questões ambientais contemporâneas. Além disso, ao integrar a Educação Ambiental no ensino de História, os estudantes são incentivados a refletir criticamente sobre as relações entre sociedade, cultura e meio ambiente, promovendo uma consciência histórica e ambiental mais ampla e informada.

Nas análises realizadas, foi identificado que o curso de Letras/Inglês aborda questões de Educação Ambiental em apenas duas Instituições de Ensino Superior (IES): na UNICESUMAR, por meio da disciplina de Estudo Contemporâneo e Transversal, que aborda

temas como Autonomia Intelectual, Relação de Consumo e Sustentabilidade; e na UNIFAEL, onde a temática é abordada na disciplina de Desenvolvimento Sustentável e Direitos Humanos.

Na pesquisa conduzida por Gomes e Figueiredo (2023), cujo propósito era identificar e examinar a abordagem dos professores da Educação Profissional do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília (IFB) em relação ao tema do meio ambiente e sustentabilidade, não foi observada a inclusão de atividades ou disciplinas relacionadas à Educação Ambiental no curso de Letras/Inglês. Essa constatação contraria as diretrizes da legislação nacional e representa um obstáculo ao desenvolvimento de práticas interdisciplinares futuras, comprometendo a preparação desses profissionais para atuarem no contexto da Educação Básica.

No curso de Letras Português, a presença de disciplinas sobre a EA foi mais expressiva. Estando presente em cinco das sete IES analisadas, conforme a lista abaixo:

- UNESA: Educação Ambiental;
- UNIASSELVI: Estudo Contemporâneo e Transversal: Autonomia Intelectual, Relação de Consumo e Sustentabilidade;
- UNICESUMAR: Estudo Contemporâneo E Transversal: Autonomia Intelectual, Relação De Consumo E Sustentabilidade;
- UNICSUL: Gestão Ambiental E Responsabilidade Social;
- UNIFAEL: Desenvolvimento sustentável e direitos humanos.

Cabe destacar, que essas disciplinas são disciplinas comuns para praticamente todos os cursos de licenciatura dessas instituições analisadas, o que pode refletir uma superficialidade sobre essa abordagem, e ainda podendo estar presente na matriz curricular apenas para cumprir uma exigência da Legislação Nacional no que concerne a obrigatoriedade da EA na educação superior. Diferentemente do que acontece com os cursos de Ciências Biológicas e de Geografia, que além dessas disciplinas comuns, apresentaram disciplinas específicas sobre a temática.

Embora haja a presença de disciplinas específicas em algumas Instituições de Ensino Superior (IES), a análise revela que a abordagem pode ser limitada e não aprofundada o suficiente para promover uma compreensão significativa e transformadora da Educação Ambiental. A superficialidade na abordagem da EA nessas licenciaturas pode resultar em uma visão fragmentada e simplista das questões ambientais e de sustentabilidade, não preparando adequadamente os futuros professores para lidar com a complexidade dos desafios ambientais

contemporâneos. A inclusão de disciplinas genéricas ou a falta de conexão com a prática pedagógica real pode reduzir a eficácia do ensino da Educação Ambiental e limitar o impacto que os futuros educadores podem ter na promoção de uma consciência ambiental mais profunda e engajada em suas comunidades educativas.

Ainda sobre os resultados da pesquisa de Gomes e Figueiredo (2023), os autores não encontraram nenhuma evidência de disciplinas ou atividades sobre a EA no curso de Letras/Português. Já nos estudos de Rosa-Silva; e Silva (2022), que investigaram quantos e quais cursos abordavam a EA em uma IES do governo do Paraná, encontraram duas disciplinas que abrem margem para a temática ambiental ser abordada no curso. As disciplinas são sobre Debates e seminários em temas contemporâneos e sobre metodologia de ensino, onde no ementário identificaram a possibilidade de o professor conduzir a disciplina abordando a legislação e práticas de ensino sobre a EA.

Em quatro das sete Instituições de Ensino Superior (IES) que oferecem o curso de Licenciatura em Matemática, as disciplinas relacionadas à Educação Ambiental estão presentes na matriz curricular. No entanto, essas disciplinas são as mesmas mencionadas em outros cursos, com exceção de Ciências Biológicas e Geografia. As IES que incluem essas disciplinas são a UNIASSELVI, UNICESUMAR, UNICSUL e UNIFAEL. Que é o mesmo que acontece com o curso de Sociologia/Ciências Sociais, onde as instituições de ensino UNIFAEL e UNOPAR oferecem disciplinas padronizadas para esse curso.

De acordo com Souza *et al.* (2011), ao questionar os alunos das licenciaturas da Universidade Federal Fluminense (UFF) sobre quais profissionais poderiam atuar como educadores ambientais na escola, diversas sugestões foram feitas. Apenas 27% dos alunos consideraram que todos os profissionais poderiam desempenhar esse papel, independentemente de sua formação inicial. Os professores de Biologia e, em seguida, os de Geografia foram os mais indicados para essa função, com 24% e 22% das sugestões, respectivamente, o que era esperado devido à associação da Educação Ambiental com ecologia e do meio ambiente com a natureza. Outras profissões mencionadas, como pedagogos, professores de Química, Física, Educação Física, Matemática, Português e História, receberam menos de 10% cada. Entre elas, a sugestão de professores de Química como educadores ambientais foi a mais frequente, com 9% das respostas. Isso evidencia a tendência dos alunos em associar a EA principalmente com biólogos e geógrafos, refletindo a confusão entre meio ambiente e natureza, e entre EA e ecologia.

As Instituições de Ensino Superior (IES) têm ampliado a relevância de seu papel na formação cidadã de suas comunidades através da integração e expansão da Educação Ambiental (EA). As Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental (DCNEA) orientam a implementação da Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA) nas IES (Brasil, 2012). Tanto os cursos de licenciatura quanto os programas de pós-graduação, voltados para a formação de docentes no Ensino Superior, devem incorporar a EA de maneira interdisciplinar e integrada (Brasil, 2012, Art. 19, § 1º).

A inclusão da EA nos currículos, em todos os níveis de ensino, pode se dar de diversas formas: através da abordagem transversal de temas relacionados ao meio ambiente e à sustentabilidade socioambiental; como parte integrante de disciplinas já existentes no currículo; ou por meio da combinação dessas abordagens. Outras formas de integração da EA são permitidas, levando em consideração as particularidades de cada curso, seja no Ensino Superior, seja na Educação Profissional Técnica do Ensino Médio (BRASIL, 2012, Art. 16).

No entanto, a inserção da EA nas licenciaturas ainda é um tema complexo e controverso. De um lado, defende-se a abordagem interdisciplinar, que integraria a temática ambiental em diferentes disciplinas do currículo, promovendo uma visão holística e contextualizada. Do outro lado, argumenta-se a favor da criação de uma disciplina específica de EA, que proporcionaria um aprofundamento teórico e prático fundamental para a formação de professores críticos e atuantes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa sobre a Educação Ambiental (EA) nos cursos de Licenciatura em Rolim de Moura - RO revela um panorama que combina avanços e desafios. A presença da EA em todos os cursos demonstra a importância atribuída à temática pelas Instituições de Ensino Superior (IES). No entanto, a superficialidade da abordagem em alguns cursos e a falta de interdisciplinaridade representam desafios significativos.

Para fortalecer a EA na formação de professores, é fundamental promover uma abordagem mais crítica e sistêmica das questões ambientais. As IES devem investir na formação continuada de seus docentes em EA e fomentar a participação da comunidade na construção de currículos mais engajados com a sustentabilidade. Essa colaboração pode enriquecer o processo educativo, tornando-o mais relevante e eficaz.

Embora a pesquisa contribua para a compreensão do cenário da EA na região, é importante reconhecer suas limitações. Sugere-se que pesquisas futuras investiguem a prática docente em EA e sua relação com a formação inicial dos professores, para entender como essa formação influencia a atividade docente.

A análise dos dados indica que, apesar dos avanços na inclusão de disciplinas relacionadas à EA nos currículos, ainda há um longo caminho a percorrer. A formação docente deve ir além dos conteúdos teóricos, incorporando experiências práticas que permitam aos futuros educadores desenvolver competências para atuar como agentes transformadores em suas comunidades.

Autores como Teixeira e Torales (2014), destacam que a educação ambiental deve ser vista como um processo educativo integral, que ultrapassa as barreiras disciplinares e promove uma consciência crítica sobre as interações entre sociedade e natureza. Portanto, recomenda-se que as instituições de ensino superior em Rolim de Moura adotem uma abordagem mais holística e integrada da EA em seus currículos.

É essencial que as políticas públicas continuem a apoiar iniciativas que promovam a formação contínua em Educação Ambiental para professores já atuantes. Isso garantirá que os educadores estejam sempre atualizados sobre as melhores práticas e abordagens para enfrentar os desafios ambientais atuais e futuros.

Sem a inclusão de disciplinas de EA, os futuros professores não recebem a formação necessária para compreender as complexidades das questões ambientais. Isso pode resultar em um conhecimento superficial sobre temas críticos, como sustentabilidade, conservação e cidadania ambiental, tornando-os incapazes de transmitir essas informações de maneira eficaz aos alunos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Obertal da Silva *et al.* Educação ambiental e a prática educativa: estudo em uma escola estadual de Divisa Alegre – MG. **Revista Metáfora Ambiental**, Feira de Santana, v. 1, n. 13, p. 1-19, dez. 2012. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4153031.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2024.

ARAÚJO, Monica Lopes Folena; FRANÇA, Tereza Luiza de. Concepções de educação ambiental de professores de biologia em formação nas universidades públicas federais do Recife. **Educar em Revista**, [S. l.], v. 1, n. 50, p. 237–252, dez. 2013.

BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2011.

BOTON, Jaiane de Moraes *et al.* O meio ambiente como conformação curricular na formação docente. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 12, n. 3, p. 41-50,

set./dez. 2010. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/epec/a/x5DFvYKkZVG9R48rmJxB6sb/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 1 abr. 2024.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. **Parecer CNE/CP 009, de 08 de maio de 2001**. Dispõe sobre as Diretrizes para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, cursos de licenciatura, de graduação plena. Diário Oficial da União: Seção 1, Brasília, DF, p. 31, 18 abr. 2002.

BRASIL. **Conselho Nacional de Educação**. Resolução nº 2, de 15 de junho de 2012. Estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental. Brasília, 2012. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&id=17810&Itemid=866. Acesso em: 2 abr. 2024.

BRASIL. Lei nº 9394, de 20 de dezembro de 1996. **Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional - LDB**. Brasília, DF, 1996.

BRASIL. Lei nº.9795/99. **Política Nacional de Educação Ambiental**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 27 abr. 1999. Disponível em: www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9795.htm. Acesso em: 30 mar. 2024

BRASIL. **Programa Nacional de Educação Ambiental**. Ministério do Meio Ambiente e Ministério da Educação. 4. ed. Brasília: MMA e MEC, 2014. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/publicacoes/educacao-ambiental/category/98-pronea>. Acesso em: 1 abr. 2024.

DIAS, Genebaldo Freire. **Educação ambiental: princípios e práticas**. São Paulo: Gaia, 2003.

GERALDO, Sonia Mara Samsel; IARED, Valeria Ghiloti. Artes visuais e educação ambiental: uma experiência de formação docente em Campo Magro/PR. **Revista Diálogo Educacional**, [S. l.], v. 23, n. 77, p. 899–912, 2023.

GUIMARÃES, Simone Sendin Moreira; INFORSATO, Edson do Carmo. A percepção do professor de Biologia e a sua formação: a Educação ambiental em questão. **Ciência & Educação (Bauru)**, [S. l.], v. 18, n. 3, p. 737–754, 2012.

HENNRICH JUNIOR, Elio Jacob; MOREIRA, Ana Lúcia Olivo Rosa. A educação ambiental nas licenciaturas: uma análise curricular em uma Instituição de Ensino Superior Pública do Paraná. **Ambiente & Educação: Revista de Educação Ambiental**, [S. l.], v. 24, n. 2, p. 437–456, 2019.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. **Pesquisa Social: Teoria, Método e Criatividade**. São Paulo: Editora Vozes, 2010.

OLIVEIRA, Flávio Lourenço de; CAVALCANTE, Livia Poliana Santana; TELES, Maiane Lima. Ambientalização curricular: análise crítica dos projetos pedagógicos em diferentes cursos de formação de professores. **Ambiente & Educação**, Rio Grande, v. 25, n. 2, p. 745-771, 2020. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental Programa de Pós-Graduação em Educação Ambiental – FURG**, [S. l.], v. 39, n. 2, p. 106-125, mai./ago. 2022. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/ambeduc/article/view/8655/7756>. Acesso em: 1 de abr. 2024

REIGOTA, Marcos. **O que é educação ambiental**. São Paulo: Brasiliense, 2004.

RODRIGUES, Cíntia Régia; MACHADO, Letícia Stiehler. Educação ambiental e ensino de História: limites e possibilidades. **REMEA - Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, [S. l.], v. 40, n. 2, p. 250–270, 18 ago. 2023.

ROSA-SILVA, Patrícia de Oliveira; SILVA, Giovana Neves. Educação ambiental no ensino de uma universidade pública do estado do Paraná: reflexões a partir da abordagem quantitativa. 2022. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental Programa de Pós-Graduação em Educação Ambiental – FURG**, [S. l.], v. 39, n. 2, p. 106-125, mai./ago. 2022. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/remea/article/view/13925>. Acesso em: 1 de abr. 2024.

SILVA, Alexsandro Ferreira de Souza; BASTOS, Adson dos Santos; PINHO, Maria José Souza. Perfeito, olhar a metodologia e discussões! Educação ambiental e sustentabilidade nos cursos de licenciatura da Universidade do Estado da Bahia - Campus VII. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, [S. l.], v. 16, n. 3, p. 362–376, jun. 2021.

SORRENTINO, Marcos. Educação ambiental como política pública. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 2, p. 285-299, maio/ago. 2005.

SOUZA, Vanessa Marcondes; KELECOM, Alphonse.; ARAUJO, Joel de. A Educação ambiental: conceitos e abordagens pelos alunos de licenciatura da Universidade Federal Fluminense. **Revista Uniara**, [S. l.], v. 14, n. 1, p. 52-67, jul. 2011. Disponível em: <https://www.revistarebram.com/index.php/revistauniara/article/view/95/72> . Acesso em: 1 abr. 2024.

TEIXEIRA, Cristina; TORALES, Marília Andrade. A questão ambiental e a formação de professores para a educação básica: um olhar sobre as licenciaturas. **Educar em Revista**, [S. l.], Curitiba, n. 3, p. 109-126, 2014. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/educar/article/view/38111> . Acesso em: 28 mar. 2024

TRISTÃO, Martha. **A educação ambiental na formação de professores**: redes de saberes. São Paulo: Annablume, 2004.

A SERRA DE PORTALEGRE SOB A ÓTICA DA GEODIVERSIDADE: POTENCIAL PARA O GEOTURISMO

Luana Micheli de **ALMEIDA**
Mestre em Geografia pela Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN)
E-mail: luanamicheli49@gmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4613-0970>

Jacimária Fonseca de **MEDEIROS**
Professora Dra. da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN) e do Programa de
Pós-Graduação em Geografia
E-mail: jacimariamedeiros@uern.br
Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4394-1663>

Silvana Praxedes de Paiva **GURGEL**
Professora Dra. da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN) e do Programa de
Pós-Graduação em Geografia
E-mail: silvanapraxedes@uern.br
Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5521-6851>

*Recebido
Junho de 2024*

*Aceito
Agosto de 2025*

*Publicado
Dezembro de 2025*

Resumo: O estudo da Geodiversidade é recente e se refere aos elementos abióticos da paisagem. Algumas modalidades de turismo, como o Geoturismo, turismo de natureza e turismo de aventura, têm a Geodiversidade como seu atrativo, caracterizadas pela descrição dos monumentos naturais, dentre eles os aspectos geomorfológicos e geológicos. Assim, o Geoturismo refere-se à utilização dos Geossítios e geomorfossítios para fins educativos por meio de serviços de turismo sustentável. Sobre a Geodiversidade no Rio Grande do Norte, há uma rica diversidade entre os picos e as serras, do sertão ao litoral, entre esses geomonumentos a serra de Portalegre, que possui aspectos físicos exuberantes, fazendo parte do Polo Rota do Frio Norte riograndense e desenvolve o turismo como uma das suas atividades econômicas por meio da exploração desta Geodiversidade. Nessa perspectiva, este trabalho tem como objetivo caracterizar a Geodiversidade da serra de Portalegre/RN com foco no Geoturismo. A metodologia utilizada é a inventariação e quantificação, com o aplicativo do GEOSSIT da CPRM (2017), ótima alternativa para ser utilizado na quantificação dos locais, e o trabalho de campo, com o intuito de observar a variedade de elementos abióticos presentes nos locais com atrativo turístico. O inventário do patrimônio de Portalegre resultou em quatro Geossítios

considerados com relevância nacional, a saber: a Cachoeira do Pinga, a Ponta da Serra, Terminal Turístico da Fonte da Bica e As Torres em relação ao valor Científico acima de 200, além de dez Sítios da Geodiversidade, que contam uma história geológica até os dias atuais, incluindo materiais e processos das dinâmicas interna e externa. Desse modo, para despertar o interesse de turistas e comunitários, é imprescindível promover esses atrativos naturais. Logo, espera-se que esse trabalho contribua com impactos positivos à comunidade científica com ampliação dos conhecimentos sobre a Geodiversidade.

Palavras-chave: Geodiversidade; Geoturismo; Geoconservação; Geossítios, Serra de Portalegre.

THE PORTALEGRE MOUNTAIN RANGE FROM THE PERSPECTIVE OF GEODIVERSITY: POTENTIAL FOR GEOTOURISM

Abstract: The study of Geodiversity is recent and refers to the abiotic elements of the landscape. Some forms of tourism, such as geotourism, nature tourism and adventure tourism, have geodiversity as their attraction, characterized by the description of natural monuments, including geomorphological and geological aspects. Geotourism thus refers to the use of geosites and geomorphosites for educational purposes through sustainable tourism services. Geodiversity in Rio Grande do Norte has a rich diversity of peaks and mountain ranges, from the hinterland to the coast. Among these geomonuments is the Portalegre mountain range, which has exuberant physical aspects and is part of the Rota do Frio Pole in northern Rio Grande do Norte, which develops tourism as one of its economic activities through the exploitation of this geodiversity. With this in mind, this study aims to characterize the Geodiversity of the Portalegre/RN mountain range, with a focus on Geotourism. The methodology used was inventory and quantification using the GEOSSIT application from CPRM (2017), for which field research was carried out in order to observe the variety of abiotic elements present in places with tourist attractions. We realized that the GEOSSIT platform is an excellent alternative for quantifying sites. The inventory of Portalegre's heritage resulted in four Geosites considered to be of national importance, Cachoeira do Pinga, Ponta da Serra, Fonte da Bica Tourist Terminal and As Torres in relation to the Scientific value above 200, and ten Geodiversity Sites that tell a geological story up to the present day, including materials and processes of internal and external dynamics. It is therefore essential to promote these natural attractions in order to arouse the interest of tourists and the community. It is hoped that this work will have a positive impact on the scientific community by expanding knowledge of geodiversity.

Keywords: Geodiversity; Geotourism; Geoconservation; Geosites, Serra de Portalegre.

LA SIERRA DE PORTALEGRE DESDE LA PERSPECTIVA DE LA GEODIVERSIDAD: POTENCIAL PARA EL GEOTURISMO

Resumen: El estudio de la geodiversidad es reciente y se refiere a los elementos abióticos del paisaje. Algunas formas de turismo, como el geoturismo, el turismo de naturaleza y el turismo de aventura, tienen como atractivo la geodiversidad, caracterizada por la descripción de monumentos naturales, incluyendo aspectos geomorfológicos y geológicos. Así, el geoturismo se refiere al uso de geositos y geomorfositos con fines educativos a través de servicios de turismo sostenible. La geodiversidad en Rio Grande do Norte presenta una rica diversidad de picos y sierras, desde el interior hasta la costa. Entre estos geomonumentos se encuentra la sierra de Portalegre, que presenta aspectos físicos exuberantes y forma parte del Polo de Rota do Frio, en el norte de Rio Grande do Norte, que desarrolla el turismo como una de sus

atividades econômicas a través de la explotación de esta geodiversidad. Teniendo esto en cuenta, este estudio tiene como objetivo caracterizar la geodiversidad de la sierra de Portalegre/RN, con un enfoque en el geoturismo. La metodología utilizada fue el inventario y cuantificación con la aplicación GEOSSIT del CPRM (2017), para lo cual se realizó una investigación de campo con el fin de observar la variedad de elementos abióticos presentes en lugares con atractivos turísticos. Nos dimos cuenta de que la plataforma GEOSSIT es una excelente alternativa para cuantificar lugares. El inventario del patrimonio de Portalegre dio como resultado cuatro Geositios considerados de importancia nacional, la Cascada de Pinga, el Ponta da Serra, Terminal Turística Fonte da Bica y As Torres con un Valor Científico superior a 200, y diez Sitios de Geodiversidad que cuentan una historia geológica hasta nuestros días, incluyendo materiales y procesos de dinámica interna y externa. Para despertar el interés de los turistas y de la comunidad, es fundamental promover estos atractivos naturales. Se espera que este trabajo tenga un impacto positivo en la comunidad científica al ampliar el conocimiento de la geodiversidad.

Palabras clave: Geodiversidad; Geoturismo; Geoconservación; Geositios, Serra de Portalegre.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, um termo vem ganhando bastante destaque no meio acadêmico — principalmente por geólogos e geógrafos: Geodiversidade, este utilizado para descrever e dar valor aos elementos do meio abiótico e suas relações com a sociedade. Esse termo surgiu na Conferência de Malvern no Reino Unido, em 1993, sendo aplicado inicialmente de modo a contrapor o conceito de Biodiversidade, por considerar apenas os elementos bióticos do meio, enquanto a Geodiversidade admite os elementos abióticos (Freitas *et al.*, 2018). Entretanto, o conceito de Geodiversidade é diversificado, permitindo diferentes abordagens para a sua compreensão.

O ser humano se preocupou em estudar os elementos abióticos pelo seu papel fundamental nas atividades que realizava, englobando o estudo da Geodiversidade, para a proteção dos diversos elementos naturais e em diferentes paisagens, pois a desconsideração desse conhecimento pode causar inúmeros impactos ambientais, haja vista as atividades econômicas que os utilizam. Com isso, o conhecimento da Geodiversidade pode ser considerado uma ferramenta importante para a sua conservação ou Geoconservação, bem como para a difusão das geociências.

Sendo assim, torna-se necessária a utilização de vários instrumentos, a exemplo daqueles que viabilizem a inventariação e posterior classificação de sua importância por meio dos estudos da Geodiversidade local, reduzindo, assim, diversas ameaças, a saber: poluição das águas, desmatamento, acidentes por processos erosivos, como deslizamentos de terra,

uso/ocupação desordenada, uso de trilhas sem a devida mensuração de capacidade de carga, construções, dentre outras atividades ou fatores de impacto negativo.

A Geodiversidade e a biodiversidade apresentam relações de grande importância, pois esta variedade de elementos é a base para o desenvolvimento das espécies, entendimento que leva a sociedade a perceber a importância de proteção dos aspectos abióticos e bióticos (Meira; Morais, 2016). Assim, podemos dizer que a Geodiversidade é “[...] o “palco” no qual todas as outras formas de vida são os “atores” (Nascimento; Ruchkys; Mantesso-Neto, 2008, p. 10).

No estado do Rio Grande do Norte, percebe-se uma grande variedade de elementos que se enquadram nessa perspectiva, com destaque para as cidades que apresentam uma notoriedade turística e uma geomorfologia local, sendo possível conceder atratividade turística aos lugares, como a presença de serras. Daí a importância de trabalhos que caracterizem a Geodiversidade local, relacionando à Geoconservação desses elementos, tanto para o desenvolvimento socioeconômico quanto para a utilização de forma sustentável dos elementos físicos dos locais que utilizam o turismo como atividade.

Partindo desse pressuposto, destaca-se que a serra de Portalegre, situada no Oeste potiguar (Figura 1), apresenta feições geomorfológicas de extrema relevância ao entendimento da história evolutiva da Terra. Segundo Maia *et al* (2016, p. 282), “os maciços de Portalegre e Martins, os remanescentes sedimentares que ocorrem sobre o topo têm sido considerados importantes testemunhos da história cenozóica do Nordeste brasileiro, dada sua posição topográfica ser comumente atribuída a episódios de soerguimento Pós-Cretáceo”.

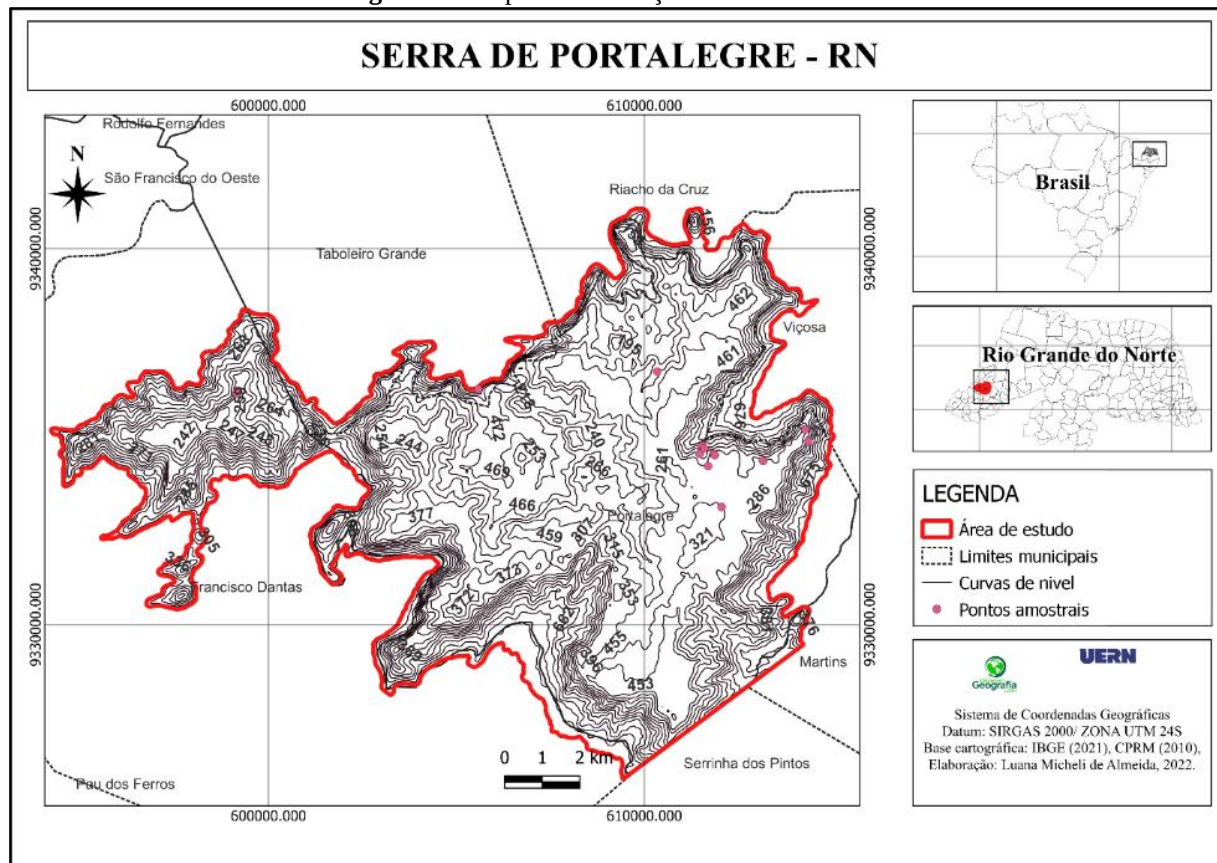
Nesse sentido, os maciços se apresentam como refúgio para biodiversidade, pelos seus componentes diferenciados e ambientes distintos em relação às áreas de aplainamento (Maia *et al.*, 2016). Esses maciços estruturais, encontrados em partes do território do Semiárido nordestino, foram formados no período Pré-cambriano e se configuram como vestígios do processo erosivo e das oscilações climáticas (Pereira Neto; Silva, 2012).

O município de Portalegre está presente no polo serrano, núcleo turístico, por sua diversidade natural, sendo a Geodiversidade local um dos atrativos turísticos, pois apresenta fontes de água natural, cachoeira, mirantes e trilhas que impulsionam o turismo local (Cipriano, 2018). Assim, percebe-se que o município apresenta um potencial geoturístico.

Nascimento, Silva e Bezerra (2018) definem o Geoturismo como aquele desenvolvido a partir da apropriação dos fatores naturais e culturais de uma localidade. O cenário permite que as pessoas tenham um interesse de conhecê-lo para apreciação da paisagem por meio dos roteiros turísticos, ao passo em que há uma necessidade da conservação dessas áreas, devendo

a apropriação e a conservação caminhar juntas na realização dessas atividades (Jorge; Guerra, 2016; Nascimento; Mansur; Moreira, 2015).

Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo



Fonte: IBGE (2021); CPRM (2010). Elaboração: Luana M. de Almeida (2022).

Além dos fatores abióticos, o município se destaca, também, pelos atrativos culturais e históricos de formação da cidade, que desenvolveu a memória e a identificação das comunidades. A lenda da índia Cantofa e sua neta Jandaíra é um acontecimento histórico, em um dos locais de atrativo turístico, presente até hoje na memória da comunidade. Fugindo, a Cantofa foi assassinada, e sua neta presenciou todo acontecimento, conseguindo escapar (Cipriano, 2018).

A Geodiversidade presente na serra de Portalegre é bem diversificada, necessitando de identificação e levantamento capazes de mensurar os seus valores, de modo a preservar os aspectos locais. Dessa forma, este trabalho pretende contribuir com os estudos da Geodiversidade da região, configurando-se como fonte de pesquisas futuras em diversas dimensões e retratando o potencial turístico, pelo viés da educação, para o desenvolvimento sustentável.

A partir disso, surgem os seguintes questionamentos: quais as características da Geodiversidade local? como o Geoturismo está presente na serra de Portalegre? O que se faz necessário para a Geoconservação local?

A partir de tais questionamentos, o presente trabalho tem como recorte geográfico o município de Portalegre, por seus relevantes aspectos físicos e áreas de interesse turístico, *locus* em que as características geológico-geomorfológicas se sobressaem. O objetivo consiste em avaliar a Geodiversidade da serra de Portalegre/RN, com fins de subsidiar o desenvolvimento do Geoturismo.

Assim, a Geodiversidade é a base que auxilia as relações e a distribuição de espécies, as quais, por meio do turismo, pode ser condição para o desenvolvimento e crescimento econômico no município, o que leva a reflexão sobre a necessidade da manutenção do equilíbrio entre os elementos naturais e as atividades turísticas que são implementadas nessas áreas.

REFERENCIAL TEÓRICO

O termo Geodiversidade surgiu na literatura na década de 40, utilizado inicialmente por um geógrafo, Frederico Alberto Daus, para apresentar aspectos naturais, socioculturais e toda diversidade geográfica presente na paisagem (Meira; Moraes, 2016).

O conceito de Geodiversidade, ainda que bem recente, já apresenta uma diversidade na abordagem para a sua compreensão. Para Sharples (2002), “[...] a geodiversidade proporciona a variedade de ambientes e pressões ambientais que influenciam diretamente a biodiversidade” (Sharples, 2002, p. 2, tradução própria)¹. O autor enfatiza que a Geodiversidade influencia a necessidade de conservação dos fatores abióticos para a própria sustentação da biodiversidade.

Por conseguinte, Nascimento, Mansur e Moreira (2015, p. 2) notam a Geodiversidade como os “[...] aspectos inanimados do Planeta Terra, não apenas ligados ao passado geológico como os minerais, as rochas e os fósseis, mas os processos naturais, que ocorrem atualmente”. Assim, devem ser considerados os elementos abióticos que compõem a paisagem, como as formas de relevo, solo e água. Ademais, é imprescindível apresentar a relação entre Geodiversidade e biodiversidade, de modo a criar meios de sustentabilidade de ambos os aspectos.

¹ No original: o trecho em inglês “[...] *as geodiversity provides the variety of environments and environmental pressures which directly influence biodiversity*”.

Sobre os conceitos da Geodiversidade, podemos destacar a do Serviço Geológico do Brasil (CPRM, 2010, p. 12): “[...] Geodiversidade abrange a porção abiótica do geossistema (o qual é constituído pelo tripé que envolve a análise integrada de fatores abióticos, bióticos e antrópicos)”. Nessa perspectiva, estão inclusas as ações do homem na Geodiversidade, sendo este condicionante para as atividades humanas.

Diante disso, Gray (2004, p. 31, tradução própria) define a Geodiversidade como “O alcance natural (diversidade) de características geológicas (rochas, minerais, fósseis) geomorfológicas (formas de relevo, processos) e do solo. Inclui seus agenciamentos, relacionamentos, propriedades, interpretações e sistemas”². A Geodiversidade corresponde aos aspectos abióticos existentes na terra: rochas, relevo, solo e as relações, estes de grande importância às atividades realizadas pelo homem.

Gray (2019) apresenta uma relação entre Geodiversidade e serviços ecossistêmicos, de modo que os elementos naturais, topografia, materiais geológicos e processos físicos são um estoque e deles a sociedade retira benefícios. Esses bens e serviços relacionados aos elementos abióticos estão regulando, apoiando e provisionando os processos atuantes, à medida que estão interrelacionados aos serviços de conhecimento e cultura, fornecendo evidências que ajudam a entender a evolução da terra.

Outro autor que aponta uma conceituação para Geodiversidade é Brilha (2005), que, além de compreender os elementos abióticos, simultaneamente, considera as relações e os processos atuantes neles. Assim, a Geodiversidade determina a vida em sociedade. Ainda nessa perspectiva, o autor destaca que a Geodiversidade apresenta valores importantes, justificando os elementos necessários para que ocorra uma Geoconservação, visto que a Geodiversidade precisa ser protegida, a conhecer: valor intrínseco, cultural, estético, econômico, funcional, científico e educacional.

Assim, a Geodiversidade passou a receber um destaque ao longo dos últimos anos, dada a necessidade de conservação dos seus elementos abióticos, base para o desenvolvimento da biodiversidade. Esse reconhecimento também está ligado à característica irrecuperável, pós-deterioração da geodiversidade, pois, ao contrário dos elementos bióticos, que podem ser

² No original: o trecho em inglês “*The natural range (diversity) of geological (rocks, minerals, fossils) geomorphological (landform, processes) and soil features. It includes their assemblages, relationships, properties, interpretations and systems*”.

recuperados, reforçamos a necessidade de proteção e redução das ameaças à Geodiversidade depois de sofrer alguma deterioração (Medeiros; Alves, 2020).

Esses estudos compõem os Geossítios, sítios que compreendem a diversidade de elementos da Geodiversidade, como afloramentos de rochas, formas de relevo, solos e outros. Podemos definir os Geossítios como:

[...] ocorrência de um ou mais elementos da geodiversidade (aflorantes quer por resultado da ação de processos naturais, quer devido à intervenção do homem), bem delimitado geograficamente e que apresenta valor singular do ponto de vista científico, educativo, cultural, turístico ou outro (Brilha, 2005, p. 52).

Os locais com atrativo turístico apresentam uma diversidade de elementos que compõem a Geodiversidade, surgindo o Geoturismo como atividade importante para a conservação desses elementos. Sobre isso, Moura-Fé, Nascimento e Soares (2017, p. 3055) postulam que:

O geoturismo pode ser entendido como a atividade turística com conotação geocientífica, que propõe a visita organizada e orientada a locais que testemunham uma fase do passado ou da história de origem e evolução do planeta, que se notabilizam como uma herança coletiva e que devem ser preservados para as gerações futuras (Moura-fé; Nascimento; Soares, 2017, p. 3055).

O Geoturismo surge como um turismo alternativo, de modo que o ser humano possa utilizar os elementos abióticos para o desenvolvimento econômico, ao mesmo tempo em que pode ocorrer uma proteção (Jorge; Guerra, 2016). Ainda nessa discussão, Moreira (2014) dá destaque aos elementos geológicos e geomorfológicos, explicando que: “[...] o Geoturismo é tratado como uma segmentação turística sustentável, realizada por pessoas que têm o interesse em conhecer mais os aspectos geológicos e geomorfológicos de um determinado local, sendo essa a sua principal motivação na viagem” (Moreira, 2014, p. 29).

Moura-Fé (2015) entende que um dos objetivos do Geoturismo é a conservação da Geodiversidade com base em um turismo sob a ótica de recreação, lazer e aprendizagem. Esses aspectos ajudam aos turistas e à população local a apreciar a paisagem e contribuir para o desenvolvimento daquele local. Por outro lado, Hose (2011) afirma que a principal finalidade do Geoturismo é conservar os Geossítios e geomorfossítios por meio de serviços de turismo sustentável. Daí perceber o quão é importante o uso do Geoturismo pela população local e pelos turistas.

Por tais pressupostos, surge um conceito fundamental: a Geoconservação tem seu propósito a partir da conservação dos fatores naturais, como os processos geológicos,

geomorfológicos e solos, dando valores à Geodiversidade (Jorge e Guerra, 2016; Nascimento, Mansur e Moreira, 2015; Sharples, 2002).

A Geoconservação tem o cuidado de conservar a diversidade natural, dentre as quais podemos citar os aspectos geológico e geomorfológico, assim como minimizar os impactos causados pelos humanos. Assim, Lima (2008, p.06) discute

[...] a geoconservação tem por objetivo promover, suportar e coordenar esforços em prol do uso sustentável da geodiversidade, além de salvaguardar o patrimônio geológico [...] a geoconservação só será eficaz por meio de um apropriado planejamento, baseado no pressuposto do desenvolvimento sustentável (Lima, 2008, p. 6).

Para Degrandi e Figueiró (2012), a Geoconservação refere-se à conservação do patrimônio natural abiótico a partir da Educação Ambiental, permitindo ao conhecimento auxiliar e sensibilizar as pessoas a uma utilização de forma sustentável desses elementos.

Brilha (2005) discute que a conservação de um Geossítio se dará a partir da combinação do valor adquirido e das ameaças que este combate, sendo eficazes as estratégias de implementação da Geoconservação. Diante disso, o Geossítio refere-se ao lugar delimitado em que um ou mais elementos da Geodiversidade estão presentes e evidenciam valores singulares.

MATERIAL E MÉTODOS

Procedimentos metodológicos

Este trabalho trata-se de uma pesquisa do tipo descritiva, com abordagem quali e quantitativa da Geodiversidade do município de Portalegre. Utiliza-se o método indutivo, com a observação dos fatos de forma empírica, gerando significado a partir dos dados obtidos em campo.

Para alcançar os objetivos propostos, obedeceu-se às seguintes etapas: i) levantamento bibliográfico; ii) produção de material cartográfico; iii) inventariação; e iv) quantificação, com a visita de campo para as observações, descrições e registros fotográficos.

A primeira etapa dessa pesquisa desenvolve-se a partir de levantamento bibliográfico, para construção de um embasamento teórico dos temas, assuntos e conteúdos relacionados à Geodiversidade e Geoturismo, tendo como suporte as seguintes referências: Brilha (2005 2016), Gray (2004, 2019), Freitas *et al.* (2018), Hose (2011) Meira, Morais (2016), Maia *et al.* (2016), Moura-Fé (2-15), Nascimento, Silva e Bezerra (2018), dentre outros.

Na segunda etapa, procedeu-se à produção de materiais, seguida da visita de campo, com inventariação e quantificação e caracterização geológica e geomorfológica nos locais escolhidos, com base em dados secundários de órgãos públicos, como o Serviço Geológico do Brasil (CPRM). Ainda nessa perspectiva, buscou-se agregar informações históricas para a formação da cidade, buscando entender como a Geodiversidade foi sendo utilizada e modificada ao longo do tempo através do levantamento de elementos históricos e culturais.

Produção de material cartográfico

Posteriormente, procedeu-se à elaboração de material cartográfico referente à delimitação da área de estudo. Nesse sentido, utilizando-se das folhas 05_39_ e 06_39_, optou-se pela adoção do critério de inclusão, que foi a curva de nível de 330m. Para a separação das Serras de Portalegre e Martins, utilizou-se como critério os limites políticos administrativos. Na figura 2, é possível ver o resultado da delimitação da área de estudo.

Ainda nessa perspectiva, os mapas das unidades geológicas e geomorfológicas foram elaborados a partir do shapefile da Geodiversidade do Rio Grande do Norte, disponibilizado pela CPRM, em escala 1:500.000. Ademais, foi utilizado o SRTM TOPODATA para o relevo sombreado, com base na curva de nível escolhida.

Inventariação e quantificação

Para realização desta atividade, foi necessária a observação *in loco* dos elementos da Geodiversidade, para agregar informações e descrever as potencialidades da área. Os locais de interesse foram escolhidos de acordo com a potencialidade geomorfológica e turística local.

Para tanto, iniciou-se com a inventariação e a identificação dos locais a partir das seguintes informações: localização geográfica, caracterização geológica e geomorfológica dos Geossítios selecionados, acessibilidade, proteção legal, fragilidades e vulnerabilidades, recursos estes que justificam a escolha do Geossítios e medidas de conservação junto ao uso, ocupação e limitações (Brilha, 2016).

A partir disso, foi realizada a inventariação e quantificação pelo Sistema de Cadastro e Quantificação de Geossítios e Sítios da Geodiversidade (GEOSSIT), disponibilizado pela CPRM (2017) e estruturado originalmente segundo as metodologias de Brilha (2005) e Garcua-Cortés e Urquí (2009). A quantificação ocorreu com base nos valores científicos, risco de degradação, potencial de uso educativo e turístico e prioridade de proteção, salientando que

cada item tem um valor que varia de 0 a 4, e cada critério apresenta um valor final. Após isso, serão somados e apresentada a classificação do sítio e pontuação para cada item: valor científico, valor educativo, valor turístico e risco de degradação. Os locais foram avaliados segundo o valor científico com os seguintes fatores (Quadro 1):

Quadro 1 – Relevância do Geossítio

Categoria	Relevância
Sítio de Geodiversidade	< 200
Geossítio de Relevância Nacional	≥ 200
Geossítio de Relevância Internacional	≥ 300

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Para encontrar o resultado do valor científico, foi realizada uma adaptação com a retirada do critério local-tipo e, para o critério “Diversidade geológica e geomorfológico”, acrescentado à sua porcentagem, dando ênfase aos aspectos geomorfológicos. A fórmula utilizada foi a seguinte: $VD = 0,30A1 + 0,05A2 + 0,15A3 + 0,25A4 + 0,15A5 + 0,20A6$

Com relação aos valores educativo e turístico, os locais que têm valor igual ou maior que 200 são denominados Sítios da Geodiversidade de interesse nacional, ao passo que, quando o valor é menor que 200, são denominados como Sítios da Geodiversidade de importância regional ou local (CPRM, 2017). Também são avaliados, segundo o Risco de Degradação, definidos em valor baixo, médio e alto, obedecendo ao seguinte parâmetro: Valor baixo <200, valor médio entre 200 e 300 e valor alto entre 310 e 400 (CPRM, 2017).

Para todos os critérios, o valor varia de 0, 1, 2 e 4 (todos os critérios que têm o valor 0 têm valor final zero), e cada valor final varia dependendo do critério que vai aumentando o dobro do anterior. Por fim, foi feita a organização de todos os dados para discussão e caracterização dos Geossítios, além de apresentar formas de Geoconservação aliadas ao Geoturismo, sendo possível, pois, conservar a Geodiversidade para permitir o Geoturismo. No final dessas atividades, será possível observar o potencial que cada local apresenta para o seu exercício.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A geodiversidade no município de Portalegre está ligada a diversos aspectos, dentre eles geológicos e geomorfológicos, que ganham destaque frente aos outros elementos do conjunto

de diversidade natural abiótica. Na sequência, vê-se esses aspectos inerentes a cada Geossítio ou sítio da Geodiversidade pesquisado.

O aplicativo GEOSSIT, através das suas classificações e com os parâmetros já apresentados anteriormente, proporcionou o reconhecimento de Sítios de Geodiversidade e Geossítios com 3, inclusive, de relevância Nacional. A partir dessa metodologia, definiu-se a relevância dos locais na serra, no que diz respeito aos níveis Internacional, Nacional ou Regional/Local (Quadro 2).

Quadro 2 - Geossítios e Sítios da Geodiversidade e sua relevância

Geossítios e Sítios da Geodiversidade	Relevância	Categoria
Cachoeira do Pinga	Nacional	Geossítio
As Torres	Nacional	Geossítio
Vale das Rochas	Regional/Local	Sítio da Geodiversidade

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Dessa forma, os Geossítios e Sítios da Geodiversidade podem ser observados na Figura 8, estes, associados às suas Unidades Litoestratigráficas e Geomorfológicas, estampam a riqueza presente na Serra de Portalegre. Os Geossítios, com relevância Nacional, apresentaram valor científico acima de 200 pontos. Os Sítios da Geodiversidade com relevância Regional/Local, no que diz ao valor científico, educativo e turístico, apresentaram valores abaixo de 200 pontos. A quantificação dos sítios com interesse geológico e geomorfológico na área de estudo compreendeu 13 locais, conforme Quadro 3. Esse resultado se deu pelas inúmeras características do relevo, que vão de serras a geoformas, de modo que as rochas presentes em cada local influenciam na formação desses aspectos.

Quadro 3 - Geodiversidade na Serra de Portalegre

ITENS OBSERVADOS		PARÂMETROS	POTENCIAIS LOCAIS DA GEODIVERSIDADE		
			L1 – As Torres L2 – Cachoeira do Pinga L3 – Vale das Rochas		
VALORES DA GEODIVERSIDADE	CIENTÍFICO		L2	L2	L3
		Representatividade	2	2	2
		Conhecimento científico	1	2	0

		Integridade	4	2	4
		Diversidade geológica e geomorfológica	1	2	1
		Raridade	4	4	2
		Limitações ao uso	2	4	2
		TOTAL (soma dos pesos)	230	250	195
	EDUCATIVO	Vulnerabilidade	2	2	3
		Acesso rodoviário	0	4	2
		Característica do acesso ao sítio	2	4	2
		Segurança	0	3	2
		Logística	0	0	0
		Densidade populacional	1	1	1
		Relação com outros valores	2	1	1
		Beleza cênica	0	2	0
		Singularidade	2	2	1
		Condições de observação	4	4	4
		Potencial didático	1	1	1
		Diversidade geológica	2	3	2
		TOTAL (soma dos pesos)	145	230	175
	TURÍSTICO	Vulnerabilidade	2	2	3
		Acesso rodoviário	0	4	2
		Característica do acesso ao sítio	2	4	2
		Segurança	0	3	2
		Logística	0	0	0
		Densidade populacional	1	1	1
		Relação com outros valores	2	1	1
		Beleza cênica	0	2	0
		Singularidade	2	2	1
		Condições de observação	4	4	4

		Potencial para divulgação	3	4	4
		Nível econômico	1	1	1
		Zonas recreativas próximas	0	0	0
		TOTAL (soma dos pesos)	140	235	165
RISCO DE DEGRADAÇÃO		Deterioração elem. geológico	3	3	2
		Proximidade a áreas degradadas	0	4	1
		Proteção legal	4	3	3
		Acessibilidade	0	4	2
		Densidade populacional	1	1	1
		TOTAL (soma dos pesos)	215	295	190
DESIGNAÇÃO FINAL (RELEVÂNCIA)					
SG – Sítio da Geodiversidade GN – Geossítio de Relevância Nacional GI – Geossítio de Relevância Internacional			GN	GN	SG

Fonte: Organizado pela autora (2023).

Geossítio as Torres

Localizado a leste de Portalegre, cerca de 3 km do centro (Viana; Nascimento, 2009), a trilha para chegar nesse local se torna um pouco difícil (média distância), pela diversidade de aspectos abióticos, mata fechada, declividades altas e acesso apenas à pé.

No que se refere à geologia, o local é representado pela Formação Serra dos Martins, constituído por arenitos médios e crosta laterítica construídos ao longo do tempo geológico pelo processo de erosão diferencial, devido às enxurradas ocorridas há vários anos e cravadas as pequenas partes na rocha, enquanto se petrificava (Dantas Ferreira, 2008; Medeiros, 2016). O Geossítio apresenta, nas unidades geomorfológicas, as Chapadas e platôs, com altitude de 612m, tipicamente sedimentar, despontando sobre a Formação Serra dos Martins e apresentando vertente íngreme com topos planos (Queiroz, 2021).

Durante a trilha, foi possível encontrar outros locais que acabam sendo reconhecidos por seus aspectos peculiares, devido à nomenclatura popular, a exemplo da Pedra Vermelha,

que é uma rocha sedimentar (arenito), denominação dada pela presença de ferro na sua composição.

Essa aparência de torres medievais (Figura 2) está relacionada à sua formação, ocasionada pela presença de arenitos da Formação Serra dos Martins, com a erosão diferencial e o intemperismo dado pelos agentes, como o vento, o sol e a água, ao longo do tempo geológico (Viana, Nascimento, 2009).

Figura 2 – Fotografia mostrando visão de cima e de drone da parte frontal das torres



Fonte: Isaias (2021).

Essas formações rochosas passaram por alguns períodos geológicos (2 ou 3, considerando a origem no Paleógeno), sendo possível perceber pela estratificação presente na rocha (Figura 3), que ajuda a relacionar no tempo e no espaço. Assim, as pequenas pedras encravadas na rocha são decorrentes de enxurradas que aconteceram há milhões de anos enquanto a rocha se petrificava.

Figura 3 - Fotografia mostrando os estratos na rocha, vista na parte debaixo das Torres



Fonte: Isaias (2023).

Ainda neste local, foram encontradas pequenas cavidades do tipo alvéolos (Figura), caracterizadas como cavidades menores e que ocorrem comumente sobre o substrato rochoso granítico, mas que, em alguns casos, pode ocorrer em rochas areníticas, estando sua origem ligada a locais de menor resistência e aos processos físicos e químicos resultantes do intemperismo e da erosão diferencial, acontecidos nesse local (Waldher *et al.*, 2020).

Figura 4 - Fotografia mostrando os alvéolos na parte debaixo das Torres



Fonte: A autora (2023).

Com uma altitude de 612m, neste local, pode ser praticado o Geoturismo, por apresentar características geológicas e geomorfológicas peculiares, associadas a torres ou ao empilhamento de rochas, assim como aos alvéolos, cuja formação está atrelada ao processo de erosão diferencial em rochas pouco resistentes, como é o caso do arenito. A ausência de estudos na área relacionados a isto reforça a necessidade de Geoconservação e o seu potencial educativo/interpretativo. As atividades geoturísticas na área se dão pela contemplação da paisagem e do nascer do sol. As paisagens das serras (Martins) e a Depressão Sertaneja podem ser contempladas com as cidades Riacho da Cruz, Viçosa e Taboleiro Grande.

Após a realização da quantificação no GEOSSIT, obteve-se como resultado um Geossítio de Relevância Nacional, por ter destaque nos valores relacionados aos interesses turísticos locais, mostrando os aspectos geológicos e geomorfológicos da formação das torres. Ao final, somou-se as pontuações de cada item: Valor científico de 230, Valor educativo de 160, Valor turístico de 145 e Risco de degradação de 215 (risco médio).

A análise do conhecimento científico das Torres foi similar ao Geossítio Terminal Turístico da Fonte Bica nos seguintes itens: representatividade, diversidade geológica e geomorfológica e raridade. Os aspectos que apresentaram menor pontuação foram conhecimento científico (1 ponto), pois o local apresenta resumo publicados juntos com a descrição de outros

locais, e o item limitações ao uso (2 pontos), pois o Geossítio necessita ultrapassar barreiras físicas para ser visitado.

Nessa análise do Geossítio, em relação ao Risco de Degradação, o item que obteve nota baixa foi proximidade a áreas/atividades com potencial para causar degradação. Na área das torres, há locais de prática de agricultura de sequeiro (onde ocorre o desmate para o preparo do terreno), atividades urbanas próximas (inclusive, chácara/granja) e lixo. Outro item com pontuação baixa foi acessibilidade, pois o local tem acesso bem restrito, só depois de ultrapassar e não é próximo a locais que possam causar degradação com construções antrópicos, agricultura e pecuária.

Na análise quantitativa do Geossítio, em relação ao Valor Educativo e Turístico, os itens que obtiveram nota máxima em comparação aos demais locais foram: Vulnerabilidade, Segurança, Logística, Beleza cênica e Proximidade a zonas recreativas, com acesso bem restrito, por isso pouca ação antrópica, além de não apresentar infraestrutura, restaurantes e alojamentos. Ademais, o local não é utilizado em campanhas turísticas e não apresenta atrações turísticas.

Geossítio Cachoeira do Pinga

Localizado na descida da serra de Portalegre em direção ao município de Viçosa (Viana; Nascimento, 2009), o Geossítio em questão se caracteriza como a única cachoeira perene do Rio Grande do Norte. Para chegar ao local, percorre-se uma trilha ao longo do curso do rio, com queda de água pura e cristalina que forma um reservatório natural (Figura 5).

A unidade litológica presente é a Formação Serra dos Martins, caracterizada por rochas sedimentares compostas por arenitos médios e arenitos argilosos presentes no Grupo Barreiras (Medeiros, 2016). As unidades geomorfológicas são as escarpas serranas (Medeiros, 2016), com cotas altimétricas variando entre 289 a 627 m de altitude, dispondo de um perfil de encosta de lavagem que apresenta os movimentos de massa, ocasionando o carreamento de fragmentos rochosos junto aos canais de drenagem que atuam em sentido vertical (Queiroz, 2021).

Figura 5 - Fotografia mostrando a descida da água na Cachoeira do Pinga



Fonte: A autora (2021).

As rochas associadas à formação do relevo, que permitem a formação da Cachoeira, possibilitam a prática do Geoturismo, pois é importante entender a formação da cachoeira como a compreensão da história evolutiva da Terra, que, através da erosão diferencial, provocou a elevação e o rebaixamento das rochas, formando os paredões rochosos pelos quais a água do rio corre. Logo, a conservação se dará a partir da combinação do valor adquirido pelo Geossítio e das ameaças que este combate, sendo eficazes as estratégias de implementação da Geoconservação.

Esse Geossítio não apresenta unidades de conservação, sendo de utilidade pública a visitação e a apreciação dos elementos presentes, também apresentando APP de morro. Essa área apresenta fragilidades inerentes às formas de relevo, que compreendem as Escarpas Serranas, local em que os elevados gradientes de suas vertentes e amplitudes topográficas expressivas apresentam sérias limitações frente à ocupação humana.

Após a realização da quantificação no GEOSIT, obteve-se uma Relevância Nacional pela característica da única cachoeira perene do Rio Grande do Norte, além dos aspectos geológicos e geomorfológicos importantes ao conhecimento científico, educativo e turístico, para apreciação dos aspectos inerentes ao lazer.

Sobre o valor científico, o local de interesse é um bom exemplo para ilustrar elementos ou processos relacionados à área temática em questão (quando aplicável), por apresentar a cachoeira em si, tal como os aspectos geológicos e geomorfológicos – o local de interesse possui 1 ou 2 tipos de diferentes de aspectos geológicos com relevância científica. Representando a raridade, o local de interesse é a única ocorrência deste tipo na área de estudo (categoria temática em questão, quando aplicável), não havendo limitações (necessidade de autorização, barreiras físicas etc.) para realizar amostragem ou trabalho de campo.

Esse Geossítio foi um dos avaliados com o maior valor científico, sobretudo, por existirem publicações em revistas nacionais sobre os elementos geológicos principais e a singularidade do Geossítio, com ocorrência de aspectos únicos e raros no estado com o único rio perene. A observação de todos os elementos geológicos é feita em boas condições, e a ocorrência de elementos geológicos ensinados no ensino superior, por exemplo, ocorrem de 3 ou 4 tipos de elementos da geodiversidade relacionados à cachoeira, à geologia e à geomorfologia. Ademais, a ocorrência de elementos geológicos são evidentes e perceptíveis para todos os tipos de público.

Outro aspecto bem evidente na quantificação foi o risco de degradação, já que, no local, realizaram-se várias construções bem próximas aos aspectos abióticos, para melhor observação. É evidente que o local de interesse tem problemas de preservação, e os principais elementos geológicos e geomorfológicos estão alterados ou modificados.

Ao potencial de uso educativo e turístico relacionado à vulnerabilidade, há possibilidades de deterioração de elementos geológicos secundários, por atividade antrópica, o que é evidente pelas pontes. O local de interesse não tem limitações para ser utilizado por estudantes e turistas, com localização a menos de 500m de uma estrada asfaltada de veículos, havendo, ainda, associação a outros valores, a exemplo do ecológico relacionado à observação da fauna e da flora, o que é bem característico da mata atlântica.

Sítio de Geodiversidade Vales das Rochas

O acesso ao sítio ocorre por meio do Sítio Santo Antônio, cerca de 4,5km de distância do centro da cidade de Portalegre. Com poucas limitações, pela facilidade de visitação, embora seja privado, o local tem um interesse geológico, por apresentar rochas e formas de vários tamanhos (Figura 6).

O local tem como unidades geomorfológicas as Chapadas e os Platôs, apresentando alta declividade e morfologia acidentada, estando em cotas altimétricas bem elevadas de 559 m de altitude, relevo tipicamente sedimentar, despontando sobre a Formação Serra dos Martins, e vertente íngreme com topos planos (Queiroz, 2021). Ademais, encontra-se na Formação Serra dos Martins como unidade litológica, caracterizada por rochas sedimentares compostas por arenitos médios e arenitos argilosos presentes no Grupo Barreiras (Medeiros, 2016).

Figura 6 - Fotografia mostrando vista de cima de uma rocha



Fonte: A autora (2022).

Ao longo do caminho, encontram-se notáveis Geoformas, a Pedra da Serpente, esculpida em rocha arenítica (Figura 7). Vejamos:

Figura 7 - Fotografia mostrando a pedra com formato de serpente



Fonte: A autora (2022).

Outra Geoforma bem peculiar encontrada foi a pedra da caveira, também esculpida em uma rocha arenítica (Figura 8). Vejamos:

Figura 8 - Fotografia mostrando a pedra com o formato de um crânio

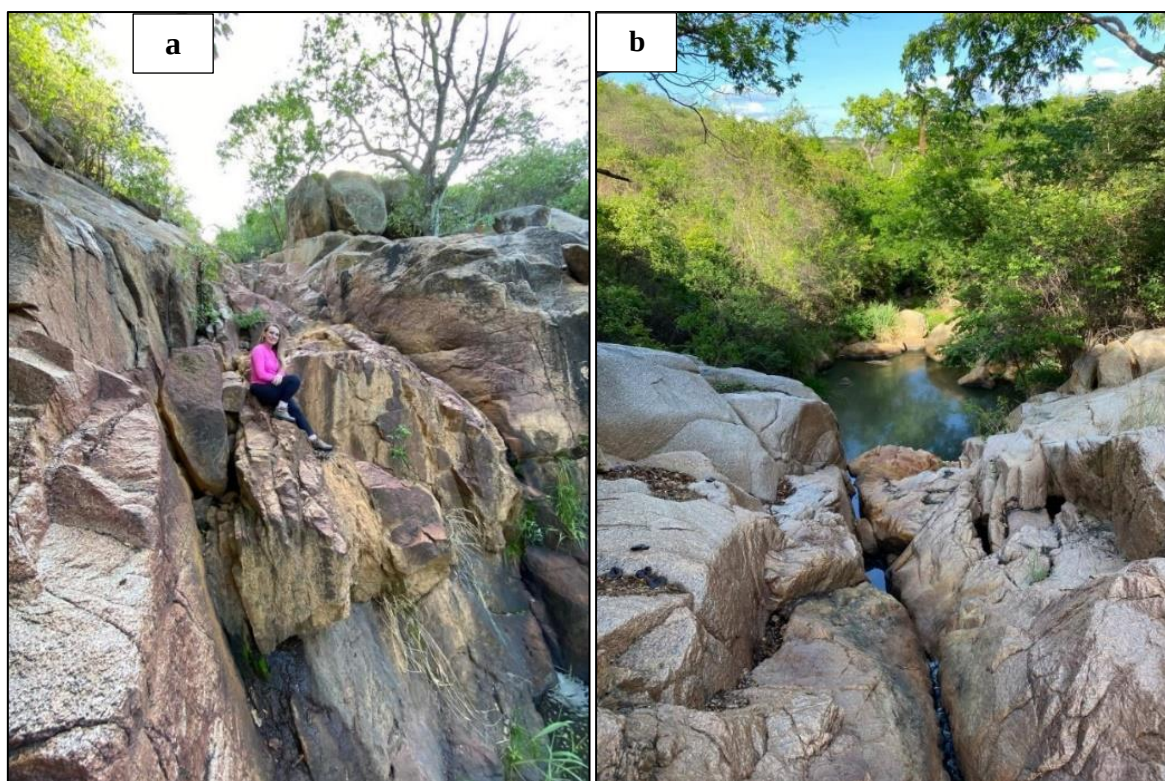


Fonte: A autora (2022).

Percebe-se que as rochas associadas à formação do relevo existentes na área favorecem a formação da Cachoeira (Figura 9), podendo ser utilizada para fins do entendimento e da compreensão da história evolutiva da Terra.

Esse sítio não apresenta unidades de conservação, é encontrado em terreno privado, necessitando de autorização para visita e apreciação dos seus elementos. A área do entorno ao sítio está caracterizada por aspectos de vegetação fechada, o que dificulta a visualização de algumas rochas, bem como de práticas da agricultura familiar e pecuária. Não existe, ainda, atividades turísticas, sendo de apreciação local pela comunidade e por pesquisadores.

Figura 9 - Fotografia mostrando a cachoeira, na: a) parte inferior b) parte superior



Fonte: A autora (2022).

Outra Geoforma encontrada próximo à Cachoeira foi a Pedra do Coração. Nisto, vale destacar que todas as Geoformas encontradas no local passaram por longos processos geomorfológicos até chegar à atual configuração, dotadas de grande beleza cênica (Figura 10).

Futuramente, o local pode ser utilizado como apelo turístico, dada a sua importância para a prática do Geoturismo e observação das rochas, formas de relevo, especificamente da cachoeira. Esse sítio encontra-se preservado, por não apresentar degradação das rochas por atividade antrópica, logo, a Geoconservação está sendo praticada no local.

Dessa forma, precisa-se compreender os aspectos inerentes à dinâmica do local, para organizar-se no espaço e manter uma qualidade ambiental, bem como diminuir o tamanho de alguns galhos das árvores, para a melhor visualização dos aspectos geológicos, pois, assim, não é preciso a retirada total da flora, preservando esses aspectos.

Figura 10 - Fotografia mostrando a pedra com o formato de coração



Fonte: A autora (2022).

Após a realização da quantificação no GEOSIT, obteve-se como resultado um Geossítio de Relevância Regional/Local, por ter interesses turísticos locais e pouca divulgação. Ao final, somou-se as pontuações de cada item: Valor científico de 195, Valor educativo de 180, Valor turístico de 125 e Risco de degradação de 250 (risco médio).

Na análise quantitativa de sítio, em relação ao valor científico, existem, na área de estudo, 2-3 exemplos de locais semelhantes, como a Pedra do Lagarto/Navio e a Cachoeira do Talhado, assim como 1 tipo de aspecto geológico com relevância científica, especificamente da Serra dos Martins.

Na análise do sítio em relação ao Risco de Degradação, os itens que obtiveram a nota baixa foram a densidade populacional e a acessibilidade, pois o local tem acesso por estrada de

barro e bem próximo a locais que possam causar degradação com a prática da agricultura e da pecuária, embora, nesse local, a conservação ainda esteja longe de ser presente.

Na análise do potencial uso educativo, esse sítio pode ser utilizado como exemplo para a divulgação do estudo dos elementos geológicos presentes, não apresentando segurança, logística, beleza cênica e proximidade a zonas recreativas, o que dificultou a valoração educativa e turística.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das análises realizadas, é possível concluir que a serra de Portalegre apresenta uma Geodiversidade com aspectos físicos diferenciados das áreas ao seu entorno e de relevante importância das atividades que envolvem o Geoturismo. Os locais apresentados são conhecidos, por parte dos moradores do local, mas existe o desconhecimento de alguns lugares. Desse modo, para despertar o interesse de turistas e comunitários, é imprescindível promover esses atrativos naturais.

A plataforma GEOSSIT se torna uma ótima alternativa para uso na quantificação dos locais. O inventário do patrimônio de Portalegre resultou em três Geossítios e dez Sítios da Geodiversidade, ambos contam uma história geológica até os dias atuais, incluindo materiais e processos das dinâmicas interna e externa.

Assim, além da importância científica, alguns locais têm grande potencial para o uso educativo, sendo bons exemplos dos eventos e processos naturais e culturais que ocorreram no município. Dessa maneira, conteúdos interpretativos foram apresentados para reforçar o potencial dos locais ao Geoturismo

Com efeito, os dados obtidos e produzidos nesta pesquisa dão o suporte ao estabelecimento de iniciativas de divulgação, valorização e conservação ambiental. Sendo assim, esses aspectos valiosos à Geoconservação são uma possibilidade de aproximar o conhecimento produzido na academia com a sociedade, de modo que se sensibilize e amplie sua visão de mundo.

Nesse cenário, as práticas de Geoturismo devem ser planejadas pela entidade de governo local, e a educação ambiental tida como instrumento para a disseminação do conhecimento à população local e aos turistas sobre o Geopatrimônio voltadas à preservação desses Geossítios.

Dessa forma, deve-se considerar a capacidade natural de suporte dos lugares, buscando a compreensão da melhor forma de atuação do planejamento, com alternativas capazes de

complementar o planejamento tradicional em relação ao meio ambiente do Complexo Turístico da Bica, ao passo que traz à tona a preocupação com a qualidade ambiental e, consequentemente, com a qualidade dos turistas que vão naquela localidade. Ademais, há áreas que ainda não foram descobertas e, por questões de logísticas, não foram possíveis aqui, mas poderão, posteriormente, serem discutidas pelos futuros pesquisadores.

Portanto, para que o turismo tenha um desenvolvimento sustentável, é preciso aliada às atividades do poder político à contínua monitorização dos impactos gerados a partir da utilização dos locais, podendo, assim, maximizar os benefícios que o turismo traz à sociedade.

REFERÊNCIAS

BRILHA, J. B. R. Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: a review. **Geoheritage**, [S. l.], v. 8, n. 2, p. 119-134, jun. 2016.

BRILHA, J. **Patrimônio geológico e geoconservação**: a conservação da natureza na sua vertente geológica. Braga: Palimage Editores, 2005.

CIPRIANO, M. J. S. **O turismo no município serrano de Portalegre/RN**: análise da argumentação em anúncios publicitários, documentos oficiais e entrevistas. 2018. Dissertação (Mestrado em Letras). Universidade do Estado do Rio Grande do Norte: Pau dos Ferros, 2018.

CPRM – COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. **GEOSSIT** – Cadastro de Sítios Geológicos. [S. l.: S. n.], 2022. Disponível em: <https://www.cprm.gov.br/geossit/>. Acesso em: 5 maio 2022.

DANTAS, M. E.; ARMESTO, R. C. G.; ADAMY, A. Origem das paisagens. In: DANTAS, M. E.; ARMESTO, R. C. G.; ADAMY, A. (org.). **Geodiversidade do estado do Rio Grande do Norte**. Rio de Janeiro: CPRM, 2010. p. 79-92.

DANTAS, M. E.; FERREIRA, R. V. Relevô. In: DANTAS, M. E.; FERREIRA, R. V. (org.). **Geodiversidade do Brasil**: conhecer o passado para entender o presente e prever o futuro. Rio de Janeiro: CPRM, 2008, p. 34-56.

DEGRANDI, S. M.; FIGUEIRÓ, A. S. Patrimônio natural e Geoconservação: a geodiversidade do município gaúcho de Caçapava do Sul. **Revista Brasileira de Ecoturismo**, São Paulo, v. 5, n. 2, p. 173-196, 2012. Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/ecoturismo/article/view/6042/3901>. Acesso em: 5 maio 2022.

FREITAS, L. C. B. *et al.* Geodiversidade conceitos, aplicações e estado da arte no Brasil: uma aplicação ao geopark araripe. **Estudos Geológicos**, Recife, v. 28, n. 1, p. 86-103, 2018.

GRAY, M. *Geodiversity, geoheritage and geoconservation for society*. **International Journal of Geoheritage and Parks**, Londres, v. 7, n. 4, p. 226-236, 2019. Disponível: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2577444119300565>. Acesso: 11 jul. 2022.

GRAY, M. **Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature**. Londres: John Wiley & Sons Ltda, 2004.

GRAY, M. **Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature**: 2. ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2004.

HOSE, A.; Marković, T. B.; Komac, S.; Zorn, B. M. *Geotourism – a short introduction*. **Acta geographica**, Eslovena, v. 51, n. 2, p. 339-342, 2011. Disponível: <https://ojs.zrc-sazu.si/ags/article/view/1315/1079>. Acesso: 11 jul. 2020.

JORGE, M. C. O.; GUERRA, A. J. T. Geodiversidade, Geoturismo e Geoconservação: Conceitos, Teorias e Métodos. **Espaço Aberto**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 1, p. 151-174, 2016. Disponível em: <https://revistas.ufrj.br/index.php/EspacoAberto/article/view/5241>. Acesso em: 7 maio 2022.

LIMA, F. F. **Proposta metodológica para a inventariação do patrimônio geológico brasileiro**. 2008. Dissertação (Mestrado em Patrimônio Geológico e Geoconservação) - Escola de Ciências). Universidade do Minho: Portugal, 2008.

MAIA, R. P. *et al.* Geomorfologia dos maciços de Portalegre e Martins – NE do Brasil: inversão do relevo em análise. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo. v. 17, n. 2, p. 273-285, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/305080258_Geomorfologia_dos_macicos_de_Portalegre_e_Martins_-_NE_do_Brasil_inversao_do_relevo_em_analise. Acesso em: 7 maio 2022.

MEDEIROS, J. F. de. **Da análise sistêmica à Serra de Martins**: contribuição teórico-metodológica aos brejos de altitude. 2016. Tese (Doutorado em Geografia) - Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes. Universidade Federal do Rio Grande do Norte: Natal, 2016.

MEDEIROS, W. D. de A.; ALVES, J. J. F. Geodiversidade e potencial geoturístico da paisagem cárstica do semiárido do Rio Grande do Norte (NE do Brasil). In: CLAUDINO-SALES, V. de. (org.). **Geodiversidade do semiárido**. Sobral: Sertão Cult, 2020. P. 105-128.

MEIRA, S. A.; MORAIS, J. O. de. Os conceitos de geodiversidade, patrimônio geológico e geoconservação: abordagens sobre o papel da geografia no estudo da temática. **Boletim geográfico**, Maringá, v. 34, n. 3, p. 129-147, 2016. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/BolGeogr/article/view/29481/pdf>. Acesso em: 7 maio 2022.

MOREIRA, J. C. **Geoturismo e interpretação ambiental**. 1. ed. rev. Atual. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2014. Disponível em: <https://static.scielo.org/scielobooks/v4ddr/pdf/moreira-9788577982134.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2022.

MOURA-FÉ, M. M. Geoturismo: uma proposta de turismo sustentável e conservacionista para a região nordeste do Brasil. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 27, n. 1, p. 53-66, 2015. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/sociedadennatureza/article/view/27870>. Acesso em: 15 jul. 2022.

MOURA-FÉ, M. M.; NASCIMENTO, R. L.; SOARES, L. N. Geoeducação: princípios teóricos e bases legais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA, 17., 2017, Campinas-SP. **Anais [...]**. p. 3054-3065. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/320629246_Geoeducacao_principios_teoricos_e_bases_legais. Acesso em: 15 jul. 2022.

NASCIMENTO, M. A. L.; MANSUR, K. L.; MOREIRA, J. C. Bases conceituais para entender geodiversidade, patrimônio geológico, geoconservação e geoturismo. **Revista Equador**, UFPI, Teresina, v. 4, n. 3, p. 48-69, 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/280925520_bases_conceituais_para_entender_geodiversidade_patrimonio_geologico_geoconservacao_e_geoturismo. Acesso em: 15 jul. 2022.

NASCIMENTO, M. A. L.; RUCHKYS, U.; MANTESSO-NETO, V. **Geodiversidade, geoconservação e geoturismo**: trinômio importante para a proteção do patrimônio geológico. São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 2008.

NASCIMENTO, M. A. L.; SILVA, M. L. N.; BEZERRA, G. B. Presença da geodiversidade em itinerário geoturístico no centro histórico de Natal/RN (NE Brasil). **Terra Plural**, Ponta Grossa, v. 12, n. 2, p. 238-253, 2018. Disponível em: <https://revistas.uepg.br/index.php/tp/article/view/12056>. Acesso em: 16 jul. 2022.

Pereira NETO, M. C. P.; SILVA, N. M. da. Relevos residuais (maciços, inselbergues e cristas) como refúgios da biodiversidade no Seridó Potiguar. **Revista Geonorte**, Manaus, v. 1, n. 4, p. 262-273, 2012. Disponível em: www.periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/1824. Acesso em: 11 jul. 2020.

QUEIROZ, S. L. **Compartimentação geoambiental de ambientes semiáridos**: o complexo serrano Martins-Portalegre-RN. 2021. Dissertação (Mestrado em Geografia). Faculdade de Ciências Econômicas. Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Mossoró, 2021, p. 113.

SHARPLES, C. **Concepts and Principles of Geoconservation**. *Tasmanian Parks & Wildlife Service*, 2002. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/266021113_Concepts_and_principles_of_geoconservation. Acesso em: 11 jul. 2020.

TREVISAN, D. P.; MOSCHINI, L. E.; GUERRERO, J. V. R. Dinâmica Temporal do Uso e Cobertura da Terra no Município de Brotas-SP entre os Anos de 1988 e 2016. **Journal of Social, Technological and Environmental Science**, Fronteiras, v. 6, n. 4, Edição Especial, p. 204-219, 2017. Disponível em: <https://revistas.unievangelica.edu.br/index.php/fronteiras/article/view/1929>. Acesso em: 17 jul. 2022.

VIANA, F. C. NASCIMENTO, M. A. L. do. O turismo de natureza como atrativo turístico do município de Portalegre, Rio Grande do Norte. SBE, **Revista: Pesquisas em Turismo e Paisagens Cársticas**, Campinas, v. 2, n. 1, p. 79-96, 2009. Disponível em: https://www.cavernas.org.br/wp-content/uploads/2021/07/ptpc_v2_n1_079-096.pdf. Acesso em: 11 jul. 2020.

WANDHER, F. R; MAIA, Rúbson Pinheiro; NASCIMENTO, Marcos Antônio Leite do; AULER, Augusto Sarreiro. O registro histórico de cavidades do tipo tafone em terrenos graníticos no Nordeste do Brasil. **Revista de Geografia e Meio Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 1-32, 2020. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/humboldt/article/view/38719>. Acesso em: 18 jul. 2022.

A SITUAÇÃO GEOGRÁFICA NO ENSINO DO CLIMA DE TERESINA-PI: PROPOSTAS PARA A EDUCAÇÃO BÁSICA

Alda Cristina de Ananias **ARAÚJO**
Doutoranda pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia, na UFRRJ
Teresina, Piauí, Brasil
E-mail: aldacristinaanancias@gmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2170-8038>

Carlos Sait Pereira de **ANDRADE**
Professor. Dr. do Departamento de Geografia da UFPI
Teresina, Piauí, Brasil
E-mail: carlossait@ufpi.edu.br
Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3084-3984>

Mugiany Oliveira Brito **PORTELA**
Professora. Dra. do Departamento de Geografia da UFPI
Teresina, Piauí, Brasil
E-mail: mugiany@yahoo.com.br
Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5645-2303>

*Recebido
Junho de 2024*

*Aceito
Agosto de 2025*

*Publicado
Dezembro de 2025*

Resumo: A aplicação da situação geográfica referente a determinada realidade local, pode servir como uma atividade inicial atrativa para vários temas, incluindo aqueles relacionados aos climas da Terra. Isso permite ao aluno perceber que os temas climáticos estão diretamente ligados ao seu dia a dia, com base nisso, o objetivo do trabalho é desenvolver uma estratégia educacional para instruir sobre os conteúdos climáticos, oferecendo sugestões práticas ao professor de geografia do ensino fundamental do 6º ano. A proposta consiste em ajudar o docente, conforme os princípios do raciocínio geográfico, mediante pergunta-problema e representações espaciais, centrando-se em uma situação geográfica específica relacionada ao clima de Teresina. Essa situação geográfica pode estar associada, por exemplo, aos eventos do B-R-Ó BRÓ (expressão desenvolvida pelos piauienses para o período das temperaturas mais elevadas no estado, corresponde aos meses de setembro a dezembro), tais como as chuvas

intensas de verão, alagamentos e as queimadas presentes no período de estiagem todos se constituem como conteúdos trabalhados no âmbito da situação climática. Para as representações geográficas, concernentes as situações geográficas do clima de Teresina, tem-se como sugestões o uso de fotografias, notícias jornalísticas, charges humorísticas, climogramas, dentre outros. Para a realização do trabalho, utilizou-se de pesquisa bibliográfica, documental e exemplos de representações espaciais disponíveis em sites diversos que se propõem a trabalhar com os conteúdos mencionados. Sugere-se que as práticas pedagógicas podem proporcionar aos professores a oportunidade de conhecer seus alunos e abordar os conteúdos de forma melhor conectada com a realidade deles.

Palavras-chave: Ensino de Geografia; situação geográfica; raciocínio geográfico.

THE GEOGRAPHICAL SITUATION IN TEACHING THE CLIMATE OF TERESINA-PI: PROPOSALS FOR BASIC EDUCATION

Abstract: The application of the geographical situation related to a specific local reality can serve as an attractive initial activity for various topics, including those related to Earth's climates. This allows the student to perceive that climate-related topics are directly connected to their daily lives. Based on this, the objective of this work is to develop an educational strategy to teach climate-related content, offering practical suggestions to 6th-grade geography teachers in elementary education. The proposal aims to assist teachers, in line with the principles of geographical reasoning, through problem-based questions and spatial representations, focusing on a specific geographical situation related to the climate of Teresina. This geographical situation could be associated, for example, with the events of the B-R-Ó BRÓ (an expression created by the people of Piauí to describe the period of highest temperatures in the state, from September to December), such as intense summer rains, floods, and fires during the dry season, all of which are content areas explored in the context of the climatic situation. Suggested geographical representations for these climate-related situations in Teresina include the use of photographs, news articles, humorous cartoons, climate graphs, among others. The work was developed through bibliographical and documentary research, as well as examples of spatial representations available on various websites that address the aforementioned topics. It is suggested that pedagogical practices can provide teachers with the opportunity to better understand their students and approach the content in a way that is more connected to their reality.

Keywords: Geography Teaching; geographical situation; geographical reasoning.

LA SITUACIÓN GEOGRÁFICA EN LA ENSEÑANZA DEL CLIMA DE TERESINA- PI: PROPUESTAS PARA LA EDUCACIÓN BÁSICA

Resumen: La aplicación de la situación geográfica referente a una realidad local determinada puede servir como una actividad inicial atractiva para varios temas, incluyendo aquellos relacionados con los climas de la Tierra. Esto permite al alumno darse cuenta de que los temas climáticos están directamente vinculados a su vida diaria. Con base en esto, el objetivo de este trabajo es desarrollar una estrategia educativa para instruir sobre los contenidos climáticos, ofreciendo sugerencias prácticas para los profesores de geografía de 6º grado en la educación primaria. La propuesta consiste en ayudar al docente, de acuerdo con los principios del razonamiento geográfico, mediante preguntas problemáticas y representaciones espaciales, centrándose en una situación geográfica específica relacionada con el clima de Teresina. Esta situación geográfica puede estar asociada, por ejemplo, con los eventos del B-R-Ó BRÓ (expresión desarrollada por los piauienses para el período de temperaturas más altas en el

estado, que corresponde a los meses de septiembre a diciembre), tales como las lluvias intensas de verano, las inundaciones y los incendios presentes en el período de sequía, todos ellos constituyen contenidos tratados en el marco de la situación climática. Para las representaciones geográficas, concernientes a las situaciones geográficas del clima de Teresina, se sugieren el uso de fotografías, noticias periodísticas, viñetas humorísticas, climogramas, entre otros. Para la realización del trabajo, se utilizó la investigación bibliográfica, documental y ejemplos de representaciones espaciales disponibles en diversos sitios que se proponen trabajar con los contenidos mencionados. Se sugiere que las prácticas pedagógicas pueden proporcionar a los profesores la oportunidad de conocer mejor a sus alumnos y abordar los contenidos de manera más conectada con su realidad.

Palabras clave: Enseñanza de la Geografía; situación geográfica; razonamiento geográfico.

INTRODUÇÃO

Este artigo foi desenvolvido a partir de reflexões subjetivas e baseadas em experiências pessoais sobre os desafios de adaptar os conteúdos aprendidos na universidade à realidade escolar. Muitas das reflexões giram em torno do papel do professor como mediador do conhecimento. Na universidade, os conteúdos são focados no desenvolvimento acadêmico do futuro professor, mas na sala de aula ele se vê diante da necessidade de tornar o conhecimento acessível e interessante para jovens que, muitas vezes, não têm a mesma motivação ou base teórica que ele teve durante sua formação. Isso pode levar à sensação de que o conhecimento adquirido na universidade precisa ser constantemente transformado e redimensionado para atender às realidades e necessidades dos alunos.

Por exemplo, ao estudar climatologia na universidade, o aluno de licenciatura pode se deparar com conceitos e análises complexas de modelos climáticos, uso de softwares e interpretação de grandes bancos de dados, que são conhecimentos avançados. Entretanto, quando esse mesmo professor chega à sala de aula no ensino básico, ele precisa simplificar drasticamente o conteúdo, considerando a realidade de alunos que, muitas vezes, têm pouca familiaridade com conceitos científicos.

Desse modo, após algumas leituras e discussões durante a disciplina “Tópicos especiais” do mestrado de Geografia - UFPI constatou-se que essa realidade é mais comum do que se imagina, mesmo com professores experientes. Assim, pensou-se em ideias que pudessem ser aplicadas para dirimir desafios. Em princípio, cabe ressaltar que não temos a pretensão de elaborar modelos, mas sim, sugestões que devem ser adaptadas às mais distintas realidades.

A proposta circunda o conhecimento sobre a situação geográfica, em sintonia com pergunta-problema, mais o uso de representações espaciais como fotografias, climogramas e

mapas, no ensino de geografia. Também, a proposta permite ao professor avaliar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o conteúdo abordado. Essas perguntas podem fornecer aos docentes percepções sobre a compreensão inicial dos estudantes em relação a determinados fenômenos geográficos.

As perguntas-problema estão inseridas no contexto metodológico abordado pela ABP (Aprendizagem Baseada em Problemas), que, segundo Barrows (1986), é uma metodologia ativa que utiliza as perguntas-problema como ponto de partida para o aprendizado e a integração de novos conhecimentos. Nesse método, o aluno ocupa a posição central no processo, enquanto os professores atuam como facilitadores. Os problemas propostos estimulam a aprendizagem e favorecem o desenvolvimento das habilidades de resolução de questões reais.

A aplicação da situação geográfica referente a determinada realidade local, pode servir como uma atividade inicial atrativa para vários temas, incluindo aqueles relacionados aos climas da Terra. Isso permite ao aluno perceber que o conteúdo está diretamente ligado ao seu dia a dia, proporcionando uma compreensão dos desafios climáticos específicos da sua cidade.

Teresina, assim como outras cidades, enfrenta desafios climáticos únicos, conhecer esses contextos significa entender muitos acontecimentos que envolvem os fenômenos naturais, haja vista que os tipos de solos e vegetações, para citar exemplos, estão diretamente ligados aos fatores climáticos. Além disso, as sugestões práticas acerca da aplicação da situação geográfica para mobilizar o raciocínio geográfico dos alunos, coloca o cotidiano de Teresina mais evidente, mas também, pode inspirar professores de outros municípios a pensarem em como podem adequar as propostas em sala de aula.

Nesse âmbito, o objetivo do trabalho é desenvolver uma estratégia educacional útil para impulsionar o processo de ensino e aprendizagem acerca dos fenômenos climáticos, oferecendo sugestões práticas ao professor de geografia do ensino fundamental do 6º ano. A proposta consiste em orientar o docente sobre como estimular o raciocínio geográfico dos alunos mediante perguntas-problema e representações espaciais, centrando-se em uma situação geográfica específica relacionada ao clima de Teresina.

Essa situação geográfica pode estar associada, por exemplo, aos eventos do B-R-Ó BRÓ (expressão desenvolvida pelos piauienses para o período das temperaturas mais elevadas no estado, corresponde aos meses de setembro a dezembro), as chuvas intensas de verão, alagamentos e as queimadas presentes no período de estiagem. Conforme as informações de temperatura divulgadas pelo INMET referentes a 2023, a temperatura máxima mais elevada registrada no dia 25 de setembro (após o início da primavera) atingiu 40,2 °C. É importante

destacar que, ao longo de todo o mês de setembro, as temperaturas máximas permaneceram acima da média que é de 36,9°.

METODOLOGIA

A obtenção de fundamentos teórico-metodológicos foi efetuada por meio da consulta bibliográfica, na qual segundo Prodanov e Freitas (2013), é desenvolvida com base em material previamente publicado, composto principalmente por livros, revistas, publicações em periódicos, artigos científicos, jornais, boletins, monografias, dissertações, teses e fontes da internet, tem o propósito de proporcionar ao pesquisador um contato direto com toda a produção escrita já existente sobre o tema da pesquisa. Nessa fase, priorizou-se a busca por reflexões teóricas relacionadas tanto aos pressupostos do raciocínio geográfico como das situações geográficas no âmbito do ensino de Geografia Escolar, atrelado a clima.

Na pesquisa documental, o foco foi direcionado para o currículo de Geografia do município de Teresina (Teresina, 2018), para a busca de informações sobre as habilidades e competências relacionadas ao ensino de clima do 6º ano do ensino fundamental. A análise detalhada desse documento permitiu a identificação precisa das diretrizes educacionais estabelecidas para os alunos em relação ao entendimento do clima local. Após a identificação dessas habilidades, o próximo passo foi estabelecer uma conexão direta entre essas competências e as situações geográficas específicas do clima da capital do estado do Piauí.

Por fim, foram realizadas buscas na internet para coletar sugestões de representações espaciais, como fotografias, climogramas, mapas e charges. A fotografia do alagamento e queimadas foram retiradas de notícias jornalísticas no site G1 Piauí. A charge foi encontrada através de buscas no Google usando palavras chaves sobre o tema, como por exemplo “Charge cômica sobre altas temperaturas em Teresina”. Os climogramas foram retirados no site Climate-data e o mapa no site “O estado do Piauí”.

De modo geral, as buscas podem ser realizadas por meio do Google, utilizando termos relacionados ao fenômeno de interesse. Dessa forma, torna-se mais fácil para o professor e alunos encontrar informações e representações dos fenômenos geográficos, sem a necessidade de se aprofundar em sites mais especializados.

As representações espaciais servem como meios para visualizar informações relacionadas ao espaço. Elas representam o mundo, suas informações e arranjos, refletindo desejos, ideias e significados, também intermediam as intenções dos criadores do espaço e dos agentes envolvidos, assim como daqueles que as concebem (Castellar, 2019).

A pergunta-problema poderá ser estimulada pelo professor desde a primeira aula referente ao conteúdo programático de clima. A ideia é levantar os questionamentos de forma expositiva e dialogada com os alunos, de modo que desperte a curiosidade deles sobre o tema. Assim, ao utilizar essas representações em conjunto com pergunta-problema, o objetivo é criar um ambiente de aprendizado dinâmico. Outra ideia seria organizar a turma em grupos, designando a cada um uma situação geográfica particular. Dessa forma, os alunos poderiam explorar diferentes discussões coletivas para encontrar respostas à questão proposta, fazendo uso de pesquisas na internet, por exemplo.

A análise e os critérios de interpretação das respostas dos alunos em relação às perguntas podem variar dependendo dos objetivos específicos da aula. No entanto, alguns critérios gerais que podem ser úteis na avaliação das respostas, como, por exemplo, a relevância da resposta, profundidade sobre o tema, aplicação de uma situação ao mundo real, variedade de perspectiva, dentre outros.

REFERENCIAL TEÓRICO

A situação geográfica na mobilização do raciocínio geográfico de estudantes

Inspirada nas ideias de M. Santos, a geógrafa Maria Laura Silveira (1999), ao sugerir a situação geográfica como metodologia, defende que essa abordagem possibilita reunir as ações ao longo do tempo, de forma a revelar as condições materiais e organizacionais que permitem entender os conteúdos do espaço geográfico em determinado momento. Isso envolve um conjunto de variáveis disponíveis ao geógrafo, cuja tarefa é selecioná-las e organizá-las em uma estrutura que faça sentido.

A situação geográfica se refere a um conjunto de eventos em um determinado local, território, paisagem ou região, caracterizando-se pela singularidade de conjuntos e efeitos resultantes do espaço socialmente construído. Essa é uma manifestação temporária que pode se tornar duradoura, representando um movimento de totalização na constituição de condições socioespaciais em uma área específica. Portanto, a situação geográfica aborda o todo como objeto de análise, pressupondo que o pensamento geográfico não deva ser limitado a uma segmentação como parte, mas sim como um fio contínuo que conecta processos (Castellar, 2020).

Na obra “A natureza do Espaço” de Santos (1996), o movimento de totalização, conceito bastante utilizado pelo autor, evidencia que a situação geográfica não é apenas uma soma de

partes, mas uma interconexão complexa de elementos que, quando considerados em conjunto, oferecem uma compreensão mais profunda e completa do espaço em questão. Assim, o pensamento geográfico não deve estar restrito a uma análise fragmentada, mas deve ser entendido como um fio de união contínuo a processos, sugerindo a necessidade de uma relação integrada e dinâmica na compreensão de fenômenos geográficos.

Carlos (1996, p. 13) comenta que “o caminho da construção do pensamento geográfico se encontra na possibilidade de elaboração de um pensamento crítico que permita pensar o seu papel no desenvolvimento do mundo moderno, a partir do momento em que não se reduziria deliberadamente a um conjunto de temas”, logo, deve-se despontar as possibilidades de pensar o homem em sua dimensão humana e social.

Dessa forma, a análise da situação geográfica emerge da identificação das características essenciais de um local em sua interação com outros espaços. Ao explorar os elementos de estudo da Geografia, o foco recai na posição relativa desses elementos no espaço e no tempo, demandando a compreensão das particularidades de um local (tais como localização, extensão, conectividade, entre outras), as quais resultam das relações estabelecidas com outros lugares.

A situação geográfica estabelece uma conexão imediata com a realidade dos alunos. Também, facilita a geração de estímulos, o exercício do raciocínio, a formulação de hipóteses e o desenvolvimento de ideias, possibilitando assim a aproximação aos conhecimentos científicos (Castellar, 2020).

Nessa perspectiva, a apreensão da situação geográfica, constitui-se como um meio para a análise dos elementos de estudo pelos alunos. O professor realiza uma função essencial ao motivar os estudantes a praticar o pensamento espacial, contribuindo para o desenvolvimento do raciocínio geográfico. Esse tipo de pensamento não se limita à Geografia, mas também abrange outras áreas do conhecimento, promovendo um avanço intelectual mais amplo. O que viabiliza os enfrentamentos dos desafios relacionados às mudanças de escala, orientação e direção de objetos na superfície terrestre, além de compreender efeitos, relações hierárquicas, padrões e dispersão (Brasil, 2017).

O raciocínio geográfico refere-se à habilidade de estabelecer conexões espaço-temporais entre fenômenos e processos em diversas escalas geográficas. Sua origem remonta ao processo de sistematização da disciplina geográfica no final do século XIX, influenciado pelas obras de Kant, Humboldt, Ritter, Ratzel e La Blache. Esse conceito tem suas raízes na necessidade das primeiras sociedades humanas, especialmente nômades e seminômades, de se organizar e se orientar espacialmente. Elas desenvolveram estratégias espaciais essenciais para

a sobrevivência em um contexto em que proteção e alimentos eram escassos. Portanto, interpretar e moldar o espaço conforme os interesses e estratégias de sobrevivência do grupo era essencial (Giroto, 2015).

Já a introdução do conceito de raciocínio geográfico foi posta por Yves Lacoste em 1976 e representou um marco na Geografia acadêmica. Sua obra, “Geografia serve, em primeiro lugar, para fazer a guerra”, provocou reflexões profundas sobre o papel da Geografia, transcendendo as abordagens convencionais. Ao destacar a dimensão do raciocínio geográfico, Lacoste sugeriu uma visão mais crítica da disciplina.

O enfoque referente ao raciocínio geográfico, tem reverberado também na Geografia Escolar, despertando o interesse de pesquisadores que buscam compreender como ele pode ser integrado ao processo de ensino-aprendizagem. Isso reflete uma mudança de paradigma na forma como a disciplina é percebida, influenciando a pesquisa e a prática educacional no campo da Geografia.

O raciocínio geográfico, uma maneira de exercitar o pensamento espacial, aplica determinados princípios para compreender aspectos fundamentais da realidade: a localização e a distribuição dos fatos e fenômenos na superfície terrestre, o ordenamento territorial, as conexões existentes entre componentes físico-naturais e as ações antrópicas (Brasil, 2017, p.359).

Na Geografia Escolar, o desenvolvimento do raciocínio geográfico pelos estudantes requer uma ação docente que reconheça a realidade dos alunos como ponto de partida e destino no planejamento e na implementação das práticas educativas. Nesse sentido, o planejamento educacional não deve seguir uma única direção, mas sim diversos caminhos que convergem para objetivos semelhantes, permitindo, ao mesmo tempo, que o aluno assuma um papel ativo em sua própria aprendizagem. A partir dessa construção pessoal, surge a possibilidade de alcançar uma aprendizagem na qual os alunos conseguem atribuir significado ao que constroem, integrando seus conhecimentos prévios com as indagações oriundas da realidade e mediadas pela intervenção do professor (Giroto, 2015).

Dessa maneira, para formar o raciocínio geográfico, é essencial que o professor proporcione aos alunos situações de aprendizado que os habilitem a desenvolver a habilidade de localizar, orientar-se, descrever, relacionar e interpretar fenômenos em diversas escalas geográficas. O processo nessas habilidades cumpre função importante na construção do raciocínio geográfico e nos auxilia a identificar as contribuições que a disciplina de Geografia pode oferecer aos alunos para compreender a sua realidade (Giroto, 2015).

Castellar (2020), coloca que a mobilização do raciocínio geográfico ocorre por meio de procedimentos que empregam ações, as quais, a partir de questionamentos, estimulam atitudes para direcionar a atenção a um elemento representativo. Isso implica iniciar com a observação, localização e identificação, para posteriormente realizar atividades como descrição, análise, comparação e, em seguida, elaborar um conjunto de informações espaciais que permita a classificação, estabelecimento de analogias, formulação de hipóteses, generalização e criação de possibilidades. Essa atitude caracteriza uma prática pedagógica que introduz uma nova dimensão ao processo investigativo.

Em um conjunto de atividades pedagógicas realizadas pelos professores, os questionamentos não são simples detalhes, mas sim a elaboração de um percurso destinado a alcançar um resultado desejado no processo de ensino-aprendizagem. Esse percurso deve incorporar a articulação de termos num contexto específico abordado em uma situação geográfica (Castellar, 2020). No Quadro 1, destaca-se a descrição dos princípios do raciocínio geográfico dispostos na Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

Quadro 1 - Descrição dos Princípios do Raciocínio Geográfico

Princípio	Descrição
Analogia	Um fenômeno geográfico sempre é comparável a outros. A identificação das semelhanças entre fenômenos geográficos é o início da compreensão da unidade terrestre.
Conexão	Um fenômeno geográfico nunca acontece isoladamente, mas sempre em interação com outros fenômenos próximos ou distantes.
Diferenciação	É a variação dos fenômenos de interesse da geografia pela superfície terrestre (por exemplo, o clima), resultando na diferença entre áreas.
Distribuição	Exprime como os objetos se repartem pelo espaço.
Extensão	Espaço finito e contínuo delimitado pela ocorrência do fenômeno geográfico.
Localização	Posição particular de um objeto na superfície terrestre. A localização pode ser absoluta (definida por um sistema de coordenadas geográficas) ou relativa (expressa por meio de relações espaciais topológicas ou por interações espaciais).
Ordem	Ordem ou arranjo espacial é o princípio geográfico de maior complexidade. Refere-se ao modo de estruturação do espaço de acordo com as regras da própria sociedade que o produziu.

Fonte: Brasil (2017).

Assim, a situação geográfica serve como a base para o raciocínio geográfico, fornecendo o contexto espacial necessário para a análise, interpretação e compreensão do espaço

geográfico. Essa relação estreita entre a situação geográfica e o raciocínio geográfico contribui para um ensino de Geografia mais relevante.

As situações geográficas do clima de Teresina

A compreensão da situação geográfica do clima de Teresina pode oferecer aos professores de outras localidades diversas oportunidades de aprimorar o ensino de Geografia e fomentar uma visão mais ampla do mundo. Além disso, possibilita que os educadores utilizem a situação climática de Teresina como referência ao compará-la com o clima de outras regiões, promovendo discussões sobre as influências geográficas nas condições climáticas e estimulando uma análise comparativa. Essa perspectiva desafia os alunos a desenvolverem habilidades analíticas, críticas e de resolução de problemas, preparando-os para enfrentar questões complexas acerca do clima.

Diante das leituras relacionadas ao raciocínio geográfico, convencemo-nos que para os alunos raciocinarem sobre a situação geográfica do clima de Teresina eles precisam lidar com os princípios da localização, distribuição e extensão ao considerar os fatores como a latitude, relevo, altitude, vegetação, corpos d'água e cidades. Na climatologia de um lugar, associação à escala espacial climática (macro, mesmo, local, topoclima e microclimática) também se faz pertinente para análises mais completas.

Sobre isso, Mendonça e Oliveira (2007) comentam que o macroclima compreende extensas áreas da Terra, englobando zonas como a tórrida, tropical, temperada, frígida e polar. Isso inclui os climas dos oceanos, continentes e outros. O mesoclima refere-se a regiões naturais nos continentes, como grandes florestas, desertos ou pradarias. O clima local e o topoclima fazem parte do mesoclima, sendo o primeiro relacionado a grandes cidades, litorais, áreas agrícolas e florestas, enquanto o segundo é influenciado pelo relevo, ambos inseridos no clima regional. O microclima abrange áreas ainda menores, sendo determinado por fatores como obstáculos à circulação do ar, uso do solo, o clima de uma rua, às margens de um lago, entre outros.

A analogia, diferenciação, ordem e as conexões são outros princípios que também devem ser considerados ao ministrar os conteúdos de clima. Ao aplicar esses princípios, investigam-se as causas subjacentes por trás das características climáticas específicas de uma localidade, como interconexões com sistemas climáticos, como, por exemplo, o El Niño/La

Niña, que ao mesmo, conecta-se com as condições do Oceano Pacífico e padrões climáticos globais, demonstrando a influência à distância.

Também, os padrões de circulação atmosférica global, como a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCANs), as Zonas de Convergência do Atlântico Sul (ZACAS) que ocorrem em áreas onde os ventos convergem, originando instabilidades atmosféricas e frequentes chuvas, cinturões de vento alísio, correntes oceânicas, climas costeiros e mudanças climáticas globais, este último envolve considerar como as atividades humanas em um local podem produzir impactos na escala global.

No âmbito da cidade de Teresina, embora com suas características únicas, é importante apresentá-la como integrante de fatores climáticos, como a radiação solar, a qual é a principal fonte de energia para todos os climas. A latitude, que é um fator determinante para os climas, também tem uma influência marcante nas características climáticas de Teresina, devido à sua posição latitudinal, de aproximadamente 5° ao sul. Além disso, a altitude é um fator relevante na formação dos climas, influenciando a pressão, os ventos e a temperatura ambiente (Andrade, 2016).

Teresina é caracterizada por um clima tropical-equatorial de savana, conforme a classificação de Köppen (AW/aw'). Esse clima é marcado por ser quente, com duas estações bem definidas: uma seca, entre junho e novembro (destacando-se setembro, outubro, novembro e dezembro, conhecidos localmente como o período do "B-R-O BRÓ" quando as temperaturas são mais altas), e uma chuvosa, que se inicia em dezembro a maio. A dinâmica atmosférica regional, mas intensa, notadamente no trimestre janeiro-fevereiro-março, está fortemente relacionada à atuação espacial e temporal da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) (Nunes; Ribeiro 2023).

Também, nos meses conhecidos como "B-R-O-BRÓ", as elevadas temperaturas registradas no Piauí, especialmente em Teresina, juntamente com a baixa umidade relativa do ar, têm o potencial de causar maior desconforto térmico nas pessoas e aumentar o risco de ocorrência de queimadas (Albuquerque; Carneiro, 2019).

Durante os meses secos, a vegetação muitas vezes fica mais seca e suscetível à ignição. Essa condição é agravada em áreas onde a umidade relativa do ar é baixa, tornando o ambiente propício para a propagação rápida do fogo. Os incêndios podem ter várias origens, incluindo atividades humanas, como queimadas agrícolas não controladas. Os impactos das queimadas no período seco são vastos, levando à perda de biodiversidade, degradação do solo e comprometimento da qualidade do ar. Além disso, a fumaça resultante das queimadas pode

afetar a saúde humana, especialmente em áreas urbanas, onde as residências também são atingidas indiretamente por cinzas e fuligens provenientes dos incêndios.

Sobre o índice de precipitação, Teresina apresenta uma média de chuvas de 1.365,3 mm, com temperaturas que variam de 22 °C a 38 °C (Piauí Cepro, 2010). Durante a estação do verão, a ocorrência de chuvas se faz de forma mais intensa. O fenômeno climático das chuvas de verão, comum em diversas regiões tropicais e subtropicais, trazem consigo uma cadência peculiar que marca a estação mais quente do ano. Durante o verão, as condições atmosféricas em Teresina, propiciam o desenvolvimento de chuvas intensas e, por vezes, torrenciais. O calor típico desta estação provoca a ascensão de massas de ar úmido, formando nuvens carregadas.

As chuvas torrenciais de verão, se presentes em locais com pouca infraestrutura, como o caso de Teresina, podem desencadear a problemática dos alagamentos. Nunes, Silva e Aquino (2018) comentam que cerca de 52 áreas no município de Teresina são monitoradas, e quando ocorre chuva intensa em conjunto com um sistema de drenagem urbana deficiente, ocorrem alagamentos nessas áreas. Ainda, explicam que os alagamentos resultam de diversos fatores, como o uso do solo, ocupação, cobertura vegetal, inclinação do terreno, impermeabilização, intensidade das chuvas, descarte inadequado de resíduos, má qualidade ambiental urbana e falta de infraestrutura de drenagem, entre outros. Quanto às consequências, destacam-se danos às características do terreno, transporte de resíduos para rios e lagoas, contaminação ambiental e ameaças à saúde pública.

Em relação aos fatores naturais, destaca-se a vegetação como um fator importante no controle da umidade do ar, na irradiação solar e nas temperaturas próximas à superfície em Teresina. Esse aspecto é ecologicamente importante e contribui para o conforto ambiental na cidade, especialmente considerando suas temperaturas elevadas naturais (Andrade, 2016). Ademais, a troca de vegetação pelo concreto das edificações tem impactos negativos nos espaços urbanos, resultando em desconforto térmico.

Completa Lima, Portela e Guerra (2023), que ao tentar aliviar o calor, é possível observar em residências da população teresinense, parques e praças a presença de árvores de porte médio a alto. Entretanto, a vegetação associada à mata dos cocais e à área de transição (cerrado e caatinga) está se tornando cada vez mais escassa. Isso contribui para a formação de microclimas quentes, destacando que em áreas onde a vegetação é mais densa (ou sombreada), as temperaturas são mais amenas em comparação com locais dominados por estruturas de concreto.

Outros aspectos locais importantes, destacam-se os elementos naturais como rios e lagoas, que efetiva conforto ambiental e térmico devido à sua influência na umidade atmosférica, um fator essencial para o conforto em qualquer área (Andrade, 2016). Teresina é atravessada por dois rios, o Poti e o Parnaíba, os quais exercem influência na qualidade térmica dos bairros adjacentes a eles.

A topografia também é um fator climático local importante, influenciando diretamente os padrões de temperatura do ar e resultando na formação de microclimas (Andrade, 2016). Completa o autor que, em uma localidade como Teresina, onde as elevações raramente excedem 130 metros acima do nível do mar e o terreno é relativamente plano, é fundamental considerar essas características ao planejar práticas construtivas. Isso se deve ao fato de que Teresina está situada em uma região de baixa latitude, no interior do continente, e suas altitudes modestas naturalmente a tornam propensa ao desenvolvimento de temperaturas elevadas (Andrade, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A situação geográfica do clima em Teresina-PI: propostas para o ensino de Geografia, no 6º do EF.

Destaca-se que a pesquisa não tem a intenção de apresentar soluções prontas para o ensino ou destacar falhas no sistema educacional vigente. As sugestões apresentadas, buscam provocação, reflexão e uma abertura para explorar maneiras mais efetivas e adaptadas de ensinar, considerando a realidade específica de Teresina.

Com base nisso, no Quadro 2, destacam-se algumas situações geográficas presentes em Teresina e suas relações com o princípio básico do raciocínio geográfico mais pertinente para os conteúdos de clima. Esses princípios geográficos fornecem uma estrutura conceitual para o ensino de clima, permitindo que os estudantes compreendam não apenas os aspectos climatológicos, mas também as relações espaciais e geográficas que moldam os padrões climáticos da cidade de Teresina.

Quadro 2 - Situações Geográficas de Teresina e suas relações com os princípios do raciocínio Geográfico mais pertinentes nos conteúdos de clima

Situações Geográficas Relacionadas ao Clima de Teresina	Princípios Básicos do Raciocínio Geográfico aplicados as situações climáticas de Teresina
---	---

Teresina com altas temperaturas (B-R-O BRÓ)	Localização, extensão e distribuição: proximidade com a Linha do Equador/Mesoclima/Microclima/Topoclimática. Podemos dizer, que esse último influencia na distribuição das chuvas de Teresina, já que a topografia de outros estados do Nordeste acaba barrando a entrada de massas de ar úmidas vindas do mar, como, exemplo, podemos citar as bordas do Planalto da Borborema, que podem impactar na distribuição das chuvas. Essas elevações podem, de um lado, favorecer a condensação de umidade, resultando em precipitação, e do outro lado do relevo, trazer secas. Com relação ao microclima, Teresina apresenta condições locais que interferem nas altas temperaturas, como, por exemplo, poucas áreas verdes (menos evapotranspiração), muito asfalto (retenção da radiação solar), muitos prédios reduzindo os corredores de vento. No entanto, por estar localizada entre dois rios, algumas localidades próximas a estes corpos de água podem ter interferências climáticas mais diretas, apresentando maior umidade do ar e melhor sensação térmica. Analogia e diferenciação: O princípio geográfico da analogia e diferenciação, quando aplicado às altas temperaturas, envolve a busca por situações semelhantes em diferentes regiões ou contextos, bem como a análise comparativa dessas condições. Teresina, localizada em uma faixa de transição dos domínios morfoclimáticos do cerrado, da caatinga e amazônico e está sujeita à variabilidade climática natural. A falta de chuvas pode ser intensificada por períodos prolongados de pouca precipitação. Anomalias climáticas, como o El Niño, podem influenciar as condições de seca em Teresina. Durante o El Niño, as temperaturas elevadas do Oceano Pacífico podem impactar os padrões de chuva na região. Também, as mudanças climáticas globais podem ter impactos na frequência e intensidade de eventos extremos, incluindo pouca umidade na cidade de Teresina. Também pode-se aplicar a analogia ao comparar áreas urbanas e rurais em diferentes regiões para entender como a urbanização contribui para as altas temperaturas, especialmente no contexto de ilhas de calor urbanas. Ordem e conexão: Baixas latitudes, baixas altitudes e continentalidade, baixa umidade do ar, massas de ar quentes e secas.
Chuvas torrenciais de verão e alagamentos em Teresina	Localização, extensão e distribuição: áreas urbanizadas de topografia plana/ Escala local/Global Em áreas planas, a água da chuva pode se acumular rapidamente, resultando em alagamentos. Isso é particularmente problemático se a infraestrutura urbana não estiver preparada para lidar com volumes intensos de água em curtos períodos. Teresina faz parte do domínio morfoclimático das caatingas. O domínio morfoclimático das caatingas está associado a um clima semiárido, caracterizado por longos períodos de estiagem e uma estação chuvosa concentrada. Analogia e diferenciação: No verão, Teresina geralmente experimenta uma estação chuvosa mais intensa. A mudança sazonal resulta em um aumento nas precipitações. Além disso, as chuvas geralmente ocorrem intensamente em um curto período, contribuindo para os alagamentos. Anomalias climáticas, como a La Niña, podem influenciar as condições de chuvas em Teresina. Isso pode resultar em um período mais chuvoso do que o normal, com possíveis impactos nas condições de alagamentos. A questão da infraestrutura urbana deficiente de Teresina também interfere nessa problemática. Uma infraestrutura urbana eficaz, incluindo sistemas de drenagem, canais pluviais, reservatórios e planejamento adequado, exerceriam um papel fundamental na redução desses riscos. Assim, esses princípios poderiam ser aplicados ao comparar e analisar áreas geográficas que compartilham características climáticas semelhantes, como índices pluviométricos, comparar áreas urbanas e rurais em diferentes regiões para entender como a urbanização e o desenvolvimento urbano afetam os padrões de drenagem, contribuindo para alagamentos em áreas urbanas; comparar regiões com características topográficas semelhantes para entender como o relevo influencia o escoamento das águas pluviais. Isso inclui a análise de áreas com características de planícies, montanhas e vales. Ordem e conexão: massas de ar quentes e úmidas (ZCIT), sazonalidade (no verão as chuvas tendem a ocorrer de forma mais intensa e em abundância),

	temperaturas e pressão baixa do ar atmosférico e alta umidade do ar, problemas referentes a infraestrutura e ao sistema de drenagem deficiente.
Queimadas	Localização, extensão e distribuição: escala local. A ocorrência de queimadas de Teresina, é local por se concentrar nas áreas mais afastadas da malha urbana, ou seja, nas áreas rurais devido às práticas tradicionais manejo do solo para áreas agricultáveis; devido ao clima quente e seco onde Teresina está situada, é comum o desenvolvimento de queimadas na área. Analogia e diferenciação: Períodos de estiagem e baixa umidade do ar aumentam a propensão às queimadas, já que a vegetação se torna seca. Em Teresina, que está localizada em uma região com características semiáridas, há momentos de seca que favorecem a propagação do fogo. Como efeito, tende-se problemas respiratórios, mudanças climáticas locais, poluição do ar, dentre outros. Assim, esses princípios poderiam ser aplicados, por exemplo, ao analisar dados climáticos, incluindo temperatura, umidade relativa do ar e índices de seca, para comparar regiões propensas a queimadas. Isso ajudaria a identificar padrões e correlações climáticas; aplicar a analogia ao comparar práticas agrícolas e de manejo do solo em diferentes regiões para entender como atividades humanas contribuem para o risco de incêndios, como o uso de queimadas para limpeza de áreas agrícolas. Ordem e conexão: baixa umidade do ar, alta pressão do ar atmosférico, altas temperaturas, sazonalidade (na primavera as queimadas tendem a aumentar), práticas tradicionais de manejo do solo e eliminação de resíduos sólido urbano atrelada as queimadas.

Fonte: Autores (2023).

Esse quadro ajudaria a orientar proposta para ser aplicada no 6º ano do Ensino Fundamental ao envolver os alunos na análise de situações geográficas do clima de Teresina, estimulando o raciocínio geográfico. Os estudantes podem identificar padrões climáticos e características geográficas que influenciam o clima da sua cidade. Ao comparar Teresina com outras cidades, os alunos poderão entender semelhanças e diferenças nos fenômenos geográficos e climáticos, ampliando sua percepção sobre o impacto desses fenômenos.

Além disso, ao discutir as causas e consequências das altas temperaturas, alagamentos e queimadas, os estudantes vão perceber como esses eventos afetam a vida cotidiana da população. Para tornar o aprendizado mais significativo, os alunos também podem ser desafiados a sugerir soluções para problemas como alagamentos e queimadas, considerando a infraestrutura urbana e as práticas agrícolas, promovendo uma reflexão crítica sobre possíveis melhoria.

No Quadro 3, destacam-se as habilidades retiradas do currículo de Teresina, do 6º ano, ligadas aos conteúdos climáticos, exploradas por meio de pergunta-problema, visando desenvolver o raciocínio geográfico dos alunos em detrimento às situações geográficas específicas presentes em Teresina.

A proposta é dividir a turma em grupos, atribuindo a cada um uma situação geográfica específica. O professor orientaria os alunos a formularem hipóteses sobre o fenômeno em questão e a responderem a perguntas-problema, realizando investigações para validar ou refutar

suas suposições. Além disso, sugere-se que os grupos desenvolvam possíveis soluções ou medidas de intervenção relacionadas ao fenômeno estudado.

Por exemplo, ao estudar o fenômeno das altas temperaturas em Teresina, o professor poderia dividir a turma em grupos e atribuir a cada um uma situação geográfica relacionada, como a influência da proximidade com a linha do Equador, o efeito do microclima urbano ou a falta de áreas verdes. Os alunos, então, levantariam hipóteses sobre como esses fatores contribuem para o aumento das temperaturas na cidade. Em seguida, responderiam a perguntas-problema, como: “Como a urbanização de Teresina afeta a temperatura local?” ou “Quais áreas da cidade sofrem mais com o calor intenso?”.

Quadro 3 - Representação das habilidades para o 6º ano ligadas aos temas climáticos, exploradas por meio de pergunta-problema, visando desenvolver o raciocínio geográfico dos alunos em detrimento às situações geográficas específicas encontradas em Teresina

Currículo de Teresina (6º ano): habilidades do campo do Clima	Situação Geográfica do clima de Teresina	Possíveis pergunta-problema que podem mobilizar o raciocínio geográfico
(EF06GE04) Descrever os movimentos do planeta e sua relação com a circulação geral da atmosfera, o tempo atmosférico e os padrões climáticos.	Chuvvas de verão Altas temperaturas ZCIT Baixa umidade do ar	- Qual a razão das chuvas ocorrerem no verão e não no inverno em Teresina? - Que fatores podem desencadear as elevadas temperaturas em Teresina? - Em qual momento do ano, Teresina encontra-se com baixa umidade do ar? Por que isso ocorre? - Como a ZCIT influencia no clima de Teresina? - Em que estação do ano a ZCIT atua em Teresina? Como ela reflete no clima?
(EF06GE15) Analisar a constituição dos climas em diferentes escalas geográficas, compreendendo a articulação entre elementos e fatores e a interação entre essas escalas (do microclima ao global, passando pelas escalas intermediárias).	Aquecimento Global El Nino La Nina	- As altas temperaturas em Teresina podem estar ligadas as mudanças climáticas globais? - Como as anomalias climáticas El Nino e La Nina refletem no clima de Teresina?
(EF06GE25) Analisar as implicações para a dinâmica climática em decorrência das práticas humanas (ilha de calor, chuva	Queimadas Alagamentos Seca Ilhas de calor	- Porque as queimadas tendem a aumentar nos meses de setembro, outubro, novembro e dezembro em Teresina? - Na sua casa, durante esse período, há presença de cinzas e fuligens provenientes dessas práticas? - Será se as queimadas tem relação com alguma estação do ano - Que fatores podem desencadear os alagamentos em Teresina? - Os alagamentos, tem alguma relação com o clima?

ácida, inversão térmica, etc.) (EF06GE26) Conhecer as implicações das práticas humanas na dinâmica climática em Teresina (inundações, ilhas de calor, etc.).	Desmatamento	• Por que a enchente e os alagamentos ocorrem em um bairro e outro não? Tem alguma relação com o relevo? Solo? • Como a paisagem de Teresina fica durante o período seco? Em qual estação do ano ocorre? • Que atividades humanas próximas a você podem influenciar negativamente no clima da sua cidade? • Pode-se dizer que em Teresina há ilhas de calor? Em que locais é mais propenso a ocorrer? • Para você, Teresina ainda reflete o título de “cidade verde”? • Como a vegetação impacta nas condições climáticas locais de Teresina?
---	---------------------	--

Fonte: Autores (2023).

Para investigar essas questões, os alunos poderiam consultar sites jornalísticos, artigos científicos e dados históricos, formulando conclusões baseadas nas evidências. Por fim, cada grupo sugeriria medidas de intervenção, como aumentar áreas verdes, para mitigar os efeitos do calor e melhorar a qualidade de vida na cidade.

Sugere-se aos docentes de geografia do ensino básico que além das pergunta-problema, possam usar representações de situações geográficas do clima de Teresina, por exemplo, com o uso de fotografias, charges, mapas, climogramas, dentre outros. A habilidade de visualização inerente à representação espacial permite a identificação de conceitos relacionados ao espaço geográfico, contribuindo para a formação de um quadro analítico em relação a uma situação geográfica (Castellar, 2019). Ainda, conforme a autora:

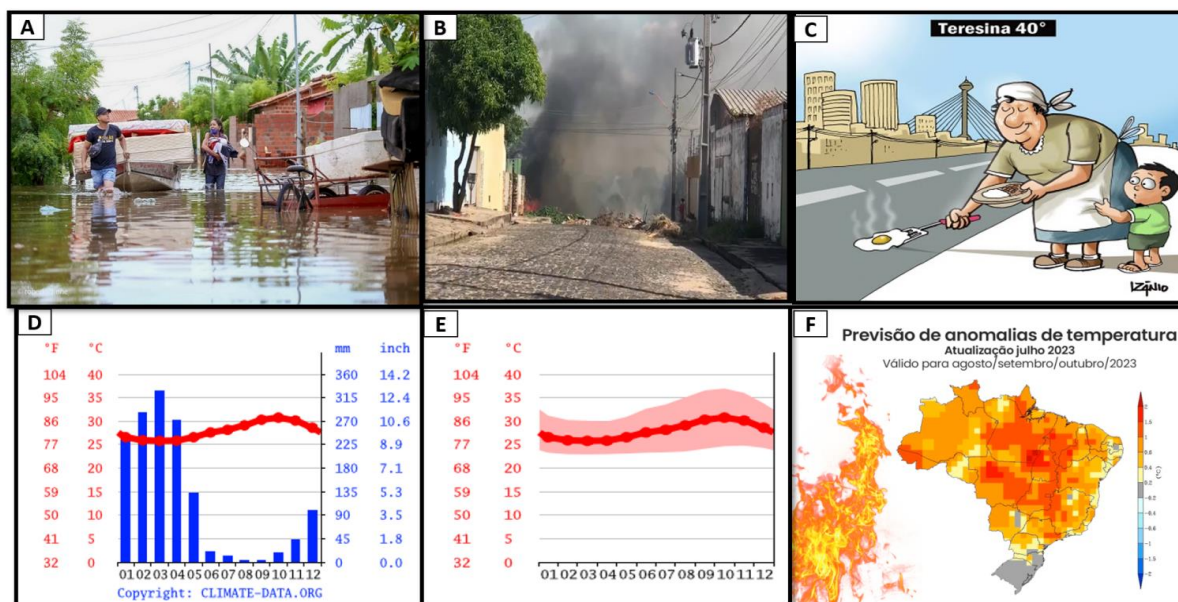
Entender com auxílio da concretude trazida por cartas, mapas, fotografias, vídeos, gravuras, excertos, etc., elementos que possibilitam a construção de inferências, proposições e argumentações, são condições *sine qua non* para o raciocínio geográfico. Esse é o papel das representações, o de nos dizer as minúcias e fornecer indícios de base argumentativa sobre os conteúdos socioespaciais, a partir dos conjuntos de dados e o tipo de informação que se apresenta (Castellar, 2019, p. 14).

O mosaico de figuras a seguir (Figura 1) traz um conjunto de exemplos de representações espaciais que podem ser propícias serem usadas em sala de aula para induzir e familiarizar os alunos acerca do conteúdo de clima. A proposta é incorporar essas representações no início da aula, antes de abordar os conteúdos programáticos específicos, com o intuito de despertar o interesse dos alunos, proporcionar uma compreensão visual dos conceitos e criar uma base para a exploração mais aprofundada durante a aula.

Uma outra ideia seria pedir que os alunos elaborem e apresentem um projeto sobre o fenômeno em questão. As representações espaciais, como mapas, climogramas, charges e recortes jornalísticos, podem ser usadas tanto pelo professor no início da atividade para estimular o debate, quanto pelos alunos ao final, para ilustrar o fenômeno de forma mais clara para a turma. Além desses recursos, os alunos têm a possibilidade de criar maquetes, paródias musicais, encenações teatrais, histórias em quadrinhos, entre outras formas criativas, para comunicar e evidenciar o conteúdo de maneira visual e dinâmica.

Esses exemplos de representações espaciais podem tornar o aprendizado dos alunos mais estimulante, preparando-os para a assimilação mais efetiva dos conteúdos de clima que serão apresentados posteriormente.

Figura 1 - Mosaico de ilustrações representando algumas situações geográficas do clima de Teresina: A) Alagamentos nas áreas urbanas de Teresina; B) Queimadas nas áreas urbanas de Teresina; C) Ilustração cômica representando as altas temperaturas nas áreas asfaltadas de Teresina; D) Climograma representando os meses chuvosos de Teresina; E) Climograma representando as temperaturas de Teresina; F) Mapa mostrando a previsão de anomalias de temperatura em Teresina para o ano de 2023.



Fonte: A) Disponível em: <https://labdicasjornalismo.com/noticia/10106/fortes-chuvas-deixam-mais-500-familias-desabrigadas-e-causam-mortes-em-teresina>; B) Disponível em: <https://g1.globo.com/pi/piaui/noticia/2021/08/28/incendio-em-matagal-faz-moradores-deixarem-casas-na-zona-leste-de-teresina.ghml>; C e D) Disponível em: <http://williansabe.blogspot.com/2012/08/qual-e-temperatura-necessaria-para.html>; E) Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/piaui/teresina-3935/>; F) Disponível em: <https://oestadodopiaui.com/wp-content/uploads/2023/08/info1-768x539.png>;

A representação na Figura 1A ilustra um evento climático frequentemente observado na cidade de Teresina, os alagamentos nas áreas urbanas do município. Conforme previamente discutido no Quadro 2, os alagamentos em Teresina não apenas estão associados aos desafios

da infraestrutura urbana, mas também podem ser influenciados pelos fenômenos climáticos característicos dessa região.

Assim, o professor pode utilizar a imagem da Figura 1A, que mostra os alagamentos em Teresina, para iniciar uma discussão sobre o clima urbano e seus impactos. Ele pode começar destacando como os alagamentos estão relacionados a eventos climáticos intensos, como chuvas fortes, e à impermeabilização do solo nas áreas urbanas. A partir disso, o docente pode orientar debates sobre os efeitos do clima urbano, como a falta de drenagem adequada, excesso de lixo nas ruas, a urbanização desordenada e a redução de áreas verdes, que agravam esses problemas.

A Figura 1B apresenta outra situação geográfica que pode ser explorada pelos professores de geografia em sala de aula. As queimadas urbanas representam um fenômeno bastante recorrente na cidade de Teresina, principalmente durante os períodos mais secos do ano, caracterizados por baixos índices de chuvas, como agosto, setembro e outubro.

Durante esses meses, torna-se evidente a presença de resíduos (fuligem e cinzas) provenientes da queima de áreas vegetadas para a limpeza de terrenos e espaços destinados à agricultura, além da prática da queima de lixo urbano. Essas cinzas adentram boa parte das moradias causando transtornos. Diante dessa realidade, os professores podem estimular diversas questões entre os alunos relacionadas a esse problema, sempre incentivando a reflexão sobre sua conexão com as condições climáticas e as atividades antrópicas.

O professor pode utilizar a imagem da Figura B, como ponto de partida para discussões sobre o clima urbano, especialmente no contexto dos períodos secos e suas consequências. Ele pode abordar como o clima quente e seco da cidade, particularmente nos meses de setembro a dezembro, favorece a ocorrência de queimadas e como esses eventos impactam o ambiente urbano, a qualidade do ar e a saúde da população. Esse fenômeno pode ser discutido em conjunto com fatores como a baixa umidade, o uso inadequado do solo e a expansão urbana desordenada, que contribuem para o aumento das queimadas.

A Figura 1C, de maneira humorística ilustra uma das principais peculiaridades de Teresina, o qual são as elevadas temperaturas. A ideia por trás dessa figura é que, em dias extremamente quentes, o calor do asfalto é tão intenso que seria possível “fritar um ovo” simplesmente colocando-o lá. Essa situação, embora fictícia, é uma maneira lúdica e exagerada de expressar a intensidade das altas temperaturas.

O professor pode usar essa representação para chamar a atenção dos alunos sobre as características climáticas de Teresina. A partir dessa imagem, o docente pode instigar debates

sobre os fatores que contribuem para essas temperaturas extremas, como a ausência de ventos, baixa altitude, baixa latitude e baixa umidade relativa do ar. Pode-se discutir também como a urbanização, o uso de materiais que retêm calor (asfalto e concreto) e a falta de vegetação urbana contribuem para a amplificação das temperaturas, agravando o desconforto térmico na cidade.

A Figura 1D e 1E mostra os climogramas representando os meses chuvosos e as altas temperaturas de Teresina. Com essa figura, o professor pode estar pedindo para os alunos analisarem os meses com maior pluviosidade e os com menos pluviosidade, relacionando com a estação do ano. Assim, espera-se que os discentes comentem que durante a estação do verão, é quando ocorrem mais chuvas em Teresina. O aquecimento da superfície terrestre contribui para a ascensão do ar quente, criando condições favoráveis para a formação de nuvens e, conseqüentemente, para a ocorrência de chuvas.

Além disso, durante o verão, a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), uma banda de nuvens que circula a região equatorial, se desloca para o sul. Quando essa zona se aproxima da região nordeste do Brasil, ocorre a convergência de massas de ar úmidas, favorecendo a formação de nuvens e a ocorrência de chuvas. Outro fator, é a proximidade do Oceano Atlântico que também exerce influência na umidade nas áreas continentais. A umidade vinda dos oceanos, pode ser transportada para o interior, contribuindo para a formação de nuvens e precipitação.

Normalmente, durante o verão, espera-se que a sensação térmica seja elevada em muitas regiões, devido ao aumento da radiação solar. No entanto, em Teresina, essa expectativa é contradita, e a sensação térmica durante o verão tendem a ser mais amena. Isso ocorre devido à incidência de chuvas nessa estação. Quando chove, a água evapora, retirando calor do ambiente.

Além disso, a umidade resultante contribui para a sensação térmica mais agradável, tornando o tempo menos quente em comparação com outras áreas que experimentam verões mais secos. Porém, durante a estação da primavera no hemisfério sul, as temperaturas em Teresina tendem a subir, esse período é chamado pela população de “B-R-O-BRÓ”, que ocorre durante os meses de, setemBRO, outuBRO, novemBRO e dezemBRO.

Por fim, a (Figura 1F), evidencia a presença de anomalias de temperatura durante o ano de 2023, trazendo ondas de calor intensas em todo o Brasil. Anomalias de temperatura referem-se a desvios em relação às condições normais ou médias esperadas para determinado período. A presença dessas anomalias de temperatura, especialmente as ondas de calor intensas, pode

estar relacionada a diversos fatores, como mudanças climáticas, influência de fenômenos climáticos específicos, entre outros.

O professor pode utilizar essa imagem para introduzir o conceito de anomalias climáticas, explicando que elas representam desvios em relação à média histórica de temperatura, e como isso reflete os impactos das mudanças climáticas globais e locais. A partir dessa representação, o docente pode incentivar reflexões sobre como as ondas de calor afetam os centros urbanos de maneira mais intensa, agravando problemas como ilhas de calor. O professor pode explorar questões relacionadas ao aumento das temperaturas urbanas, o consumo energético, a qualidade de vida da população e os impactos na saúde, como o aumento de problemas respiratórios e cardiovasculares causados pelo calor excessivo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta deste trabalho apresentou recomendações destinadas aos professores de Geografia do 6º ano do ensino fundamental, contudo, podem ser adequadas a diferentes séries da educação básica, dependendo das situações geográficas presentes no cotidiano dos alunos, ao visarem estimular o raciocínio geográfico. Isso inclui a utilização de pergunta-problema e exemplos de representações geográficas da cidade do aluno. Esse enfoque é sugerido como uma prática a ser usada especialmente no início de novos conteúdos, focando, neste caso específico, nos conteúdos climáticos.

Ao contextualizar o aprendizado geográfico nas experiências locais dos alunos, a proposta visa tornar o ensino de geografia mais interessante e relevante, centrado no aluno. Dessa forma, não apenas fornece informações, mas também estimula a reflexão e o pensamento crítico, contribuindo para um aprendizado mais interessante e aplicável no cotidiano dos estudantes.

Ademais, incorporar a situação geográfica oriunda da realidade do aluno se revela como uma estratégia bastante efetiva para os professores de geografia ao apresentarem um determinado conteúdo. É importante salientar que a aplicação da situação geográfica, empregando pergunta-problema e representações geográficas, não se limita ao início de novos conteúdos, mas é uma prática que pode e deve ser integrada ao longo de todo o processo de ensino.

Juntamente, essas práticas proporcionam ao professor a oportunidade de conhecer seus alunos e abordar os conteúdos de forma conectada com a realidade do discente. Por meio das pergunta-problema os alunos são estimulados a acessar e compartilhar seu conhecimento prévio

sobre o assunto, estabelecendo não apenas uma base para o novo conteúdo, mas também permitindo ao professor compreender as concepções iniciais dos alunos. Essa atitude não só estabelece um embasamento para o aprendizado subsequente, mas também capacita o professor a realizar uma avaliação diagnóstica, identificando lacunas no entendimento dos alunos e áreas que requerem maior ênfase.

Posteriormente, pretende-se implementar as recomendações apresentadas em uma instituição de ensino do município de Teresina, registrando tanto a execução prática quanto os resultados em um trabalho subsequente. Com isso, será possível avaliar a eficácia das práticas sugeridas, que podem informar ajustes e melhorias futuras nas estratégias de ensino. A implantação das sugestões apresentadas neste trabalho pode oferecer uma base palpável para validar as propostas, elevando a credibilidade das sugestões e fornecendo uma base sólida para que outros profissionais da educação ponderem sobre a adoção dessas práticas no ensino de geografia.

REFERÊNCIAS

- ALINE, R. Alagamentos nas áreas urbanas de Teresina. In: **Labdicas Jornalismo**, 2022. Disponível em: <https://labdicasjornalismo.com/noticia/10106/fortes-chuvas-deixam-mais-500-familias-desabrigadas-e-causam-mortes-em-teresina>. Acesso em: 1 dez. 2023.
- ANDRADE, C. S. Teresina e clima: indissociabilidades no estudo da cidade. **Revista Equador**, UFPI, Teresina, v. 5, n. 3, p. 398-420, 2016. Disponível em: <http://revistas.ufpi.br/index.php/equador/article/view/5056>. Acesso em: 22 jan. 2024.
- BARROWS, H. S. A Taxonomy of Problem-Based Learning methods. **Medical Education**, [S. l.], v. 20, n. 1, p. 481-486, 1986.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2017. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC_EnsinoMedio_embaix. Acesso em: 27 nov. 2023.
- CARLOS, A. F. A. **O lugar no/do mundo**. São Paulo: Hucitec, 1996.
- CARNEIRO, K. F. S.; ALBUQUERQUE, E. L. S. Análise multitemporal dos focos de queimadas em Teresina, estado do Piauí. **Revista de Geociências do Nordeste**, [S. l.], v. 5, n. 2, p. 31-40, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/revistadoregne/article/view/18388>. Acesso em: 23 de jan. 2024.
- CASTELLAR, S. M. V. Raciocínio geográfico e a Teoria do Reconhecimento na formação do professor de Geografia. **Revista Signos Geográficos**, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 20-20, 2019. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/signos/article/view/59197/33478>. Acesso em: 26 nov. 2023.
- CASTELLAR, S. M. V.; DE PAULA, I. R. O papel do pensamento espacial na construção do raciocínio geográfico. **Revista Brasileira de Educação em Geografia**, [S. l.], v. 10, n. 19, p.

294-322, 2020. Disponível em: <https://revistaedugeo.com.br/revistaedugeo/article/view/922>. Acesso em: 23 nov. 2023.

GIROTTTO, E. D. Ensino de Geografia e raciocínio geográfico: as contribuições de Pistrak para a superação da dicotomia curricular. **Revista Brasileira de Educação em Geografia**, [S. l.], v. 5, n. 9, p. 71-86, 2015. Disponível em: <https://www.revistaedugeo.com.br/revistaedugeo/article/view/144/149>. Acesso em: 26 dez. 2023.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. **Balanço de setembro de 2023 em Teresina (PI), 2023.** Disponível em: https://portal.inmet.gov.br/uploads/notastecnicas/Balan%C3%A7o-de-Teresina-setembro_2023_rvsvd.pdf. Acesso em: 23 jan. 2024.

LIMA, I. M. M. F.; PORTELA, M. O. B.; GUERRA, A. J. T. **Ensino da cidade de Teresina: meio ambiente e paisagens.** Sobral CE: Sertão Cult, 2023. Disponível em: <https://editorasertaocult.wordpress.com/10-35260-54210515-2023/>. Acessado em: 23 jan. 2024.

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

NUNES, H. K. B.; RIBEIRO, J. F. O(s) clima(s) de Teresina (Piauí) e possibilidades de interpretação em sala de aula. In: LIMA, I. M. M. F.; PORTELA, M. O. B.; GUERRA, A. J. T. (org.). **Ensino da cidade de Teresina: meio ambiente e paisagens.** Sobral: Sertão Cult, 2023. Disponível em: <https://editorasertaocult.wordpress.com/10-35260-54210515-2023/>. Acesso em: 23 jan. 2024. p. 39-56.

NUNES, H. K. de; SILVA, J. F. S.; AQUINO, C. M. S. Inundação e alagamento no município de Teresina, Piauí: análise nos setores censitários às margens do Rio Poti. In: OLIVEIRA, E. L. A.; ROBAINA, L. E. S.; RECKZIEGEL, B. W. (org.). **Metodologia utilizada para o mapeamento de áreas de risco geomorfológico: bacia hidrográfica do arroio Cadena.** Santa Maria: [S. n.], 2018. p. 1941-1962.

PIAUÍ. Fundação CEPRO. **Diagnóstico Socioeconômico do município de Teresina**, 2010. Disponível em: http://www.cepro.pi.gov.br/download/201106/CEPRO21_5015e846a9.pdf. Acesso em 22 jan. 2024.

Previsão das anomalias de Temperatura para o ano de 2023 em Teresina. In: **Consórcio Codex: I CARE**, 2023 Disponível em: <https://oestadodopiaui.com/wp-content/uploads/2023/08/info1-768x539.png>. Acessado em: 1 dez. 2023.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico.** 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

ROMERO, M. Incêndio em matagal faz moradores deixarem casas na Zona Leste de Teresina, **G1.Globo.com/PI**, 2021. Disponível em: <https://g1.globo.com/pi/piau/2021/08/28/incendio-em-matagal-faz-moradores-deixarem-casas-na-zona-leste-de-teresina.ghtml>. Acessado em: 1 dez. 2023.

SANTOS, M. **A Natureza do Espaço: Técnica e Tempo, Razão e Emoção.** 4. ed. São Paulo: USP, 1996.

SILVEIRA, M. L. Uma situação geográfica: do método à metodologia. **Revista Território**, [S. l.], v. 4, n. 6, p. 21-28, 1999.

TERESINA. Secretaria Municipal de Educação e Cultura. **Diretrizes Curriculares**. Teresina: PMT, 2008.

WILLIAN, D. W. Qual a temperatura Necessária para assar um ovo na rua?, **Williansabe.blogspot.com**, 2012. Disponível em: <http://williansabe.blogspot.com/2012/08/qual-e-temperatura-necessaria-para.html>. Acesso em: 1 dez. 2023.

ANÁLISE TEMPORAL DO CRESCIMENTO DA MANCHA URBANA DE TERESINA-PI ENTRE 2002 E 2022

Sérgio Idelano **DANTAS**

Arquiteto e Urbanista

Mestrando do programa de Mestrado Profissional em Análise e Planejamento Espacial –

MAPEPROF, IFPI

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI

E-mail: sergioidelano.arq@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0009-0007-3811-6366>

Valdira de Caldas Brito **VIEIRA**

Pós-doutorado em Sensoriamento Remoto

Docente do Programa de Mestrado Profissional em Análise e Planejamento Espacial –

MAPEPROF - IFPI

E-mail: valdirabrito@ifpi.edu.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1067-0628>

Recebido

Julho de 2024

Aceito

Fevereiro de 2025

Publicado

Dezembro de 2025

Resumo: Nas últimas duas décadas, Teresina, localizada no estado do Piauí, passou por transformações urbanas significativas, impulsionadas por dinâmicas sociais e econômicas. O aumento da população e o crescimento econômico demandaram um planejamento urbano eficaz para assegurar a qualidade de vida da população. A expansão da mancha urbana, resultante desse desenvolvimento, apresentou diversos desafios socioambientais. Nesse contexto, o sensoriamento remoto emergiu como uma ferramenta essencial para a análise e a compreensão da evolução urbana. Essa tecnologia proporciona dados geoespaciais que permitem uma visão abrangente do ambiente urbano, possibilitando a formulação de estratégias para um desenvolvimento sustentável. Neste artigo, a análise temporal da expansão da mancha urbana de Teresina parte da utilização de imagens de satélite adquiridas da coleção 8 do projeto MapBiomass, referentes aos anos de 2002, 2012 e 2022. Processaram-se as imagens no *software* QGIS, incluíram-se a reclassificação das imagens, a reprojeção do sistema de referência para coordenadas UTM Sirgas 2000 e as análises estatísticas. Os resultados mostraram que ao longo

do período, houve um crescimento acentuado nas zonas periféricas, resultando em uma área total de 156,27 km², em 2022. Esse crescimento, frequentemente, não acompanhou a infraestrutura existente, sendo comum esta chegar após a ocupação da área. As informações apresentadas neste estudo poderão servir como base para esclarecer as transformações que ocorreram na cidade, assim como ajudar a orientar o planejamento futuro de Teresina, destacando a importância de estratégias eficazes para o desenvolvimento sustentável da cidade.

Palavras-chave: Sensoriamento remoto; desenvolvimento; mancha urbana; expansão. crescimento populacional.

TEMPORAL ANALYSIS OF THE URBAN GROWTH OF TERESINA-PI, BETWEEN 2002 AND 2022

Abstract: In the last two decades, Teresina, located in the state of Piauí, has undergone significant urban transformations driven by social and economic dynamics. The increase in population and economic growth have demanded effective urban planning to ensure the population's quality of life. The expansion of the urban sprawl, resulting from this development, has presented a number of socio-environmental challenges. Remote sensing has emerged as an essential tool for analyzing and understanding urban evolution. This technology provides geospatial data that enables a comprehensive view of the urban environment, making it possible to formulate strategies for sustainable development. In this article, a temporal analysis of the expansion of Teresina's urban sprawl was carried out using satellite images acquired from the MapBiomas project's Collection 8, for the years 2002, 2012 and 2022. The images were processed using QGIS software and included image reclassification, reprojection of the reference system to UTM Sirgas 2000 coordinates and statistical analysis. The results showed that over the period there was marked growth in the peripheral zones, resulting in a total area of 156.27 km² in 2022. This growth has often not kept pace with the existing infrastructure, with infrastructure often arriving after the area has been occupied. The information presented in this study can serve as a basis for clarifying the transformations that have taken place in the city, as well as helping to guide Teresina's future planning, highlighting the importance of effective strategies for the city's sustainable development.

Keywords: remote sensing; development; urban sprawl; expansion; population growth.

ANÁLISIS TEMPORAL DEL CRECIMIENTO DE LA MANCHA URBANA DE TERESINA-PI, ENTRE 2002 Y 2022

Resumen: En las últimas dos décadas, Teresina, ubicada en el estado de Piauí, ha experimentado transformaciones urbanas significativas impulsadas por dinámicas sociales y económicas. El aumento de la población y el crecimiento económico demandaron una planificación urbana eficaz para asegurar la calidad de vida de la población. La expansión de la mancha urbana, resultante de este desarrollo, presentó diversos desafíos socioambientales. La teledetección emergió como una herramienta esencial para el análisis y la comprensión de la evolución urbana. Esta tecnología proporciona datos geoespaciales que permiten una visión integral del entorno urbano, posibilitando la formulación de estrategias para un desarrollo sostenible. En este artículo, se realizó un análisis temporal de la expansión de la mancha urbana de Teresina utilizando imágenes de satélite adquiridas de la colección 8 del proyecto MapBiomas, en los años 2002, 2012 y 2022. Las imágenes fueron procesadas en el software QGIS e incluyeron la reclasificación de las imágenes, la reproyección del sistema de referencia a coordenadas UTM Sirgas 2000 y análisis estadísticos. Los resultados mostraron que a lo largo del período hubo un crecimiento acentuado en las zonas periféricas, resultando en una superficie

total de 156,27 km² em 2022. Este crescimento frequentemente no esteve acompanhado por la infraestrutura existente, siendo común que la infraestrutura llegara después de la ocupación del área. Las informaciones presentadas en este estudio pueden servir de base para esclarecer las transformaciones ocurridas en la ciudad, así como ayudar a orientar la planificación futura de Teresina, destacando la importancia de estrategias eficaces para el desarrollo sostenible de la ciudad.

Palabras clave: teledetección; desarrollo; mancha urbana; expansión; crecimiento poblacional.

INTRODUÇÃO

A cidade de Teresina, capital do estado do Piauí, apresentou, nas últimas duas décadas, uma considerável transformação urbana. Essa evolução é um reflexo das dinâmicas sociais, econômicas e ambientais que moldaram a região e redefiniram seu panorama urbano. Com uma população em constante crescimento e uma economia em desenvolvimento, o planejamento e o monitoramento urbano tornaram-se necessários para garantir o crescimento sustentável e a qualidade de vida dos cidadãos teresinenses.

Oliveira e Pereira (2016) destacam que o rápido crescimento urbano resulta, muitas vezes, em um processo de urbanização que não é acompanhado pela infraestrutura adequada para acomodar a população. Isso pode levar, em muitos casos, à criação fragmentada de novas áreas residenciais e comerciais, resultando na formação de espaços urbanos sem infraestrutura.

O desenvolvimento socioeconômico de um cidade ou município está frequentemente ligado ao crescimento da malha urbana. À medida que a infraestrutura urbana se expande, oferece mais oportunidades para negócios, melhora o acesso a serviços e propicia um ambiente propício para o crescimento econômico e social. No entanto, é crucial que esse crescimento seja bem planejado para garantir a sustentabilidade e a qualidade de vida dos habitantes. A propósito, o art. 225 da Constituição Federal, 1988 assim dispõe:

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (Brasil, 1988, p. 131).

Dessa forma, referido dispositivo legal garante a todos o direito a um ambiente ecologicamente equilibrado, assegurando-o como um bem de uso comum da população e essencial à promoção da qualidade de vida, tanto para as gerações atuais quanto futuras, ficando a obrigação do poder público e da população sobre a execução e a manutenção desse ambiente equilibrado (Brasil, 1988).

No sentido de atender a essa demanda do crescimento urbano, aliado a uma gestão ambiental, os municípios buscam meios e diretrizes legislativas tensionando uma organização em consonância com o crescimento da malha urbana. Assim, o Plano Diretor de Ordenamento Territorial (PDOT) é a legislação atual vigente que dispõe acerca das diretrizes de ordenamento e de ocupação do solo da cidade de Teresina.

O PDOT de Teresina representa um marco regulatório importante, pois estabelece diretrizes para o desenvolvimento urbano, de forma a garantir a sustentabilidade e a qualidade de vida de seus habitantes. Por meio desse instrumento, busca-se uma ocupação do solo mais ordenada, considerando-se aspectos como a preservação ambiental, a eficiência na utilização dos recursos naturais e a redução dos efeitos negativos decorrentes da expansão desordenada da cidade.

Art. 1º Esta Lei Complementar institui o Plano Diretor de Teresina, denominado “Plano Diretor de Ordenamento Territorial - PDOT”, tendo como objetivo geral orientar a Política de Desenvolvimento Territorial do Município, sendo instrumento básico da política de desenvolvimento e ordenamento territorial, definindo as diretrizes para os planos setoriais, os instrumentos e normas urbanísticas para sua implantação e para a gestão territorial (Lei Complementar 5.481, 2019, p. 1).

Observa-se que Teresina, como cidade em constante expansão, tem uma forte tendência de ocupar seus limites urbanos gradativamente. Esse crescimento ocorre tanto por meio de programas sociais quanto por invasões e por ocupações irregulares. No entanto, é importante ressaltar que a ocupação dessas áreas está sujeita aos critérios de mapeamento pela Lei 5.481/2019 – Plano de Ordenamento Territorial de Teresina (Vieira; Vieira, 2022).

Blanco (2018) define as ocupações irregulares como um fenômeno em crescimento contínuo, alimentado pela expansão populacional e pela crescente demanda por habitação resultante desse aumento demográfico. Essas ocupações surgem em variados locais e envolvem diferentes segmentos sociais, frequentemente em desacordo com as normas e legislações de planejamento urbano.

Diante dessa situação, o sensoriamento remoto surge como uma ferramenta para auxiliar a análise e a compreensão da evolução da malha urbana de Teresina. Esses recursos tecnológicos fornecem valiosos parâmetros para a obtenção de dados geoespaciais, permitindo uma visão abrangente e detalhada do ambiente urbano, o que auxilia na compreensão dos padrões de crescimento urbano e na definição de estratégias eficazes para o desenvolvimento sustentável das cidades (Thaise, 2023).

De acordo com Rosa (2003), o sensoriamento remoto pode ser conceituado como o

processo de aquisição de informações de um objeto ou de um alvo sem a necessidade de contato físico direto com ele. Esse método de obtenção de dados baseia-se na captura de radiação eletromagnética, que pode ser gerada tanto por fontes naturais, como a energia solar e a radiação terrestre, quanto por fontes artificiais como, por exemplo, o radar.

As geotecnologias abrangem diversas ferramentas, como o Sistema de Informação Geográfica (SIG), a cartografia digital, o processamento digital de imagens e o sensoriamento remoto. Não obstante, é essencial enfatizar que o sensoriamento remoto desempenha um papel fundamental na entrega de dados de uma área específica. Ademais, vale ressaltar a importância do conhecimento prévio da área a ser pesquisada e da realização de visitas a campo para obter uma análise mais precisa (Leite, 2011).

Para este artigo, adotou-se o período de 2002 a 2022. Essa análise temporal proporciona uma visão ampla das transformações na paisagem urbana, evidenciando informações relevantes sobre o uso do solo, o crescimento demográfico, as áreas verdes, a infraestrutura e muitos outros aspectos que impactam diretamente a vida dos habitantes da capital do estado do Piauí.

A importância dessa análise temporal da expansão da malha urbana de Teresina não se aplicou apenas ao entendimento do passado: ela é essencial para orientar o planejamento futuro de Teresina. Tendo em vista que a cidade continua a crescer e a se desenvolver, as decisões relacionadas ao zoneamento, à expansão da infraestrutura, à preservação ambiental e ao uso eficiente dos recursos públicos dependem de um entendimento sólido e atualizado da dinâmica urbana de uma cidade.

Caracterizado por uma contínua transformação, o ambiente urbano reflete a influência da urbanização que, por sua vez, promove alterações significativas no meio ambiente natural. Em um contexto de urbanidade segregada, fragmentada e permeada por desigualdades, a gestão eficaz do território eleva-se como elemento fundamental para assegurar a conquista dos direitos à cidade. Nesse sentido, considera-se urgente a implementação de estratégias de ocupação urbana menos impactantes e mais equitativas, visando a um desenvolvimento sustentável e inclusivo (Vieira; Lopes; Façanha, 2019).

Isso posto, este artigo buscou analisar e quantificar o aumento da malha urbana na cidade de Teresina, utilizando imagens de satélite LANDSAT, obtidas em 2002, 2012 e 2022. Outrossim, buscou-se analisar as influências das ocupações no meio ambiente, ao longo dos anos, na malha urbana do município.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização e caracterização da área de estudo

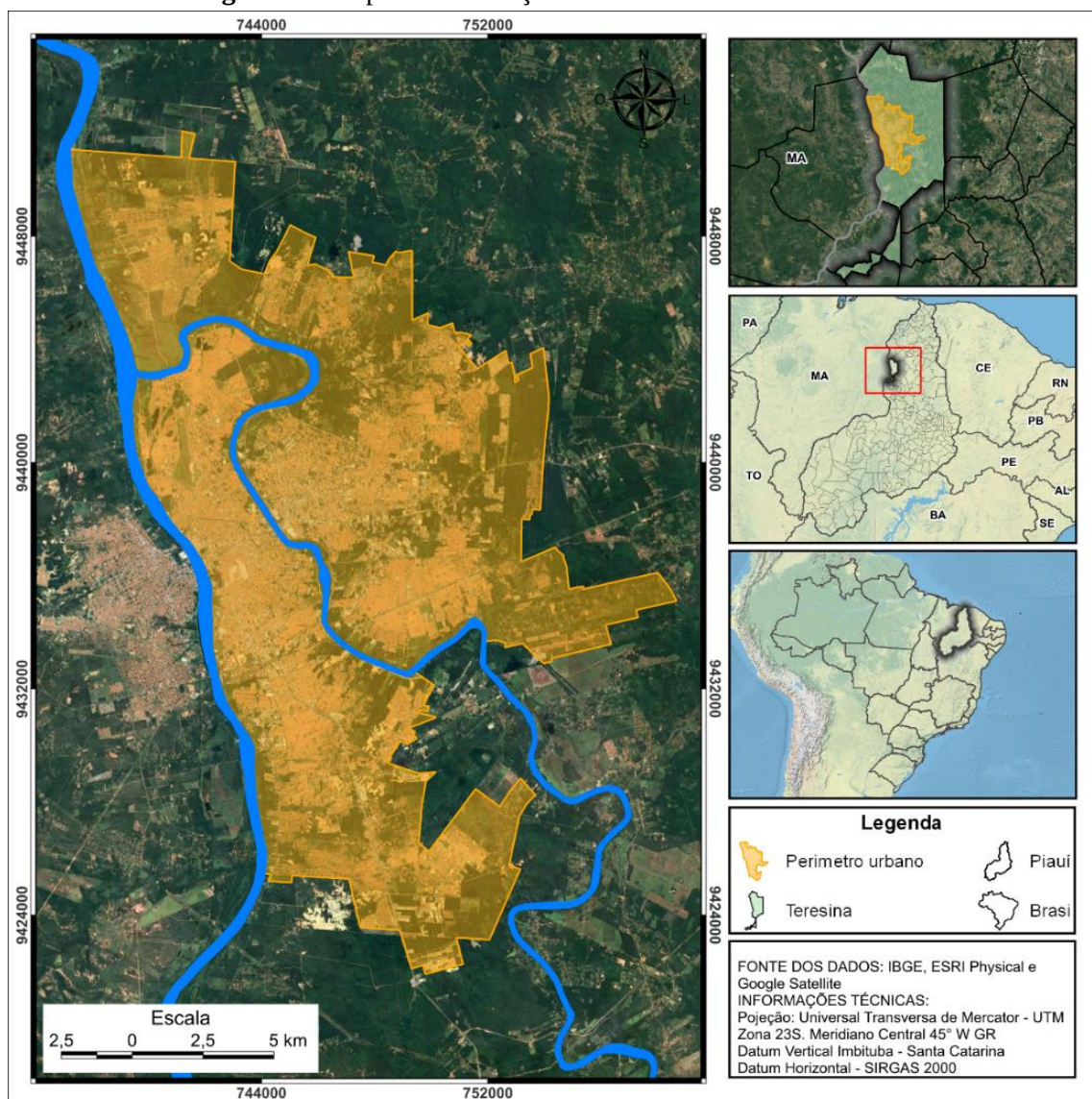
A capital do estado do Piauí, Teresina, surgiu em um contexto histórico complexo. Originalmente, a capital da província era a cidade de Oeiras, fundada em 1718. No entanto, a localização de Oeiras no interior do estado apresentava dificuldades logísticas e econômicas, pois estava afastada dos principais rios navegáveis, que eram as principais vias de transporte da época.

Durante esse processo, a região da Vila do Poti destacou-se devido à sua proximidade com os rios Parnaíba e Poti, e à sua posição estratégica entre outros núcleos urbanos da região. Contudo, as condições adversas, como inundações e insalubridade, levaram à decisão de mudar a capital para uma área mais plana e elevada, próxima à Vila do Poti, em 1852. Essa transferência, consolidada como a cidade de Teresina, atendeu à necessidade de melhorar as condições de vida e a administração da província do Piauí (Gandara, 2011).

O município de Teresina (Figura 1) compreende uma área de, aproximadamente, 1.392 km², sendo 284 km² de área urbana, e 1.108km², de área rural, e conta com uma população de 866.300 habitantes (IBGE, 2022). Em 2000, estimava-se que o município possuía 715.360 habitantes (Façanha, 2003), e o censo do IBGE em 2010 registrou uma população de 814.230 habitantes (IBGE, 2010). Apresenta como municípios limites: ao norte, União/José de Freitas; ao sul, Palmeirais, Monsenhor Gil, Nazária, Demerval Lobão e Curralinhos; a leste, Altos, Lagoa do Piauí, Pau d'arco do Piauí; e a oeste, Timon-MA (Semplan, 2018).

A sede municipal tem as coordenadas geográficas de 05°05'21" de latitude sul e 42°48'07" de longitude oeste, e dista 05° da linha do Equador (IBGE, 2023). O município destaca-se como uma das capitais brasileiras com as mais altas temperaturas médias anuais, cujo clima predominante é o tropical e subúmido, caracterizado por temperaturas elevadas ao longo de todo o ano. As temperaturas variam entre 22,0°C e 40,0°C, com picos mais intensos registrados entre os meses de setembro a dezembro. A distribuição pluviométrica em Teresina é bastante irregular, concentrando-se, principalmente, entre os meses de dezembro e maio (Andrade, 2016).

Figura 1 – Mapa de localização de Teresina / Perímetro urbano



Fonte: IBGE; ESRI Physical; Google satélite. Elaborada pelo autor (2023).

De acordo com Andrade (2016), a vegetação de Teresina é caracterizada por uma predominância morfoclimática de transição entre os biomas Cerrado, Caatinga e Amazônico. O supracitado autor destaca que o município é repleto de ilhas de paisagens, conferindo feições particulares à vegetação local. Sem embargo, observa-se que essas características têm sido substituídas pelas construções urbanas e pela arborização dos espaços livres na cidade, modificando a paisagem natural.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Trata-se de um estudo de caráter retrospectivo, descritivo, com abordagem quantitativa e recorte temporal determinado. O método quantitativo/descritivo é amplamente

utilizado na condução de pesquisas e representa a intenção de garantir a precisão dos resultados, evitar distorções de análise e interpretação, possibilitando, por conseguinte, uma margem mais acurada de segurança quanto às inferências (Richardson, 1999).

A análise temporal da expansão da mancha urbana de Teresina foi realizada utilizando imagens de satélite da coleção 8 do Projeto de Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil (MapBiomas), referentes aos anos de 2002, 2012 e 2022, adquiridas por meio de *Toolkits* disponibilizados pela plataforma GEE do MapBiomas.

O projeto Mapbiomas surgiu em 2015, mediante um termo de cooperação técnica com o *Google Earth Engine*, ampliando a capacidade de processamento e de automatização das informações. Nessa perspectiva, envolve a criação de mosaicos Landsat, classificação das imagens, aplicação de filtros para melhorar a qualidade dos dados, e integração das classificações para identificar mudanças no uso da terra ao longo do tempo. Filtros espaciais nas transições permitem uma análise detalhada das mudanças, considerando a conectividade espacial (Mapbiomas, 2023).

As imagens foram processadas no *software* QGIS 3.28.13, e incluíram a reclassificação das imagens, estabelecendo-se duas classes-alvo: mancha urbana e vegetação, com demais alvos agrupados na classe *outros* e a reprojeção do sistema de referência para coordenadas UTM Sirgas 2000. Ao término do processo, foi possível obter dados estatísticos de áreas por meio do *plugin Landscape statistics*. A elaboração dos mapas também foi realizada no *software* QGIS 3.28.13.

Os dados de delimitação do município em estudo, do estado do Piauí e do Brasil, foram adquiridos de IBGE (2022), utilizando arquivos em extensão “shp”.

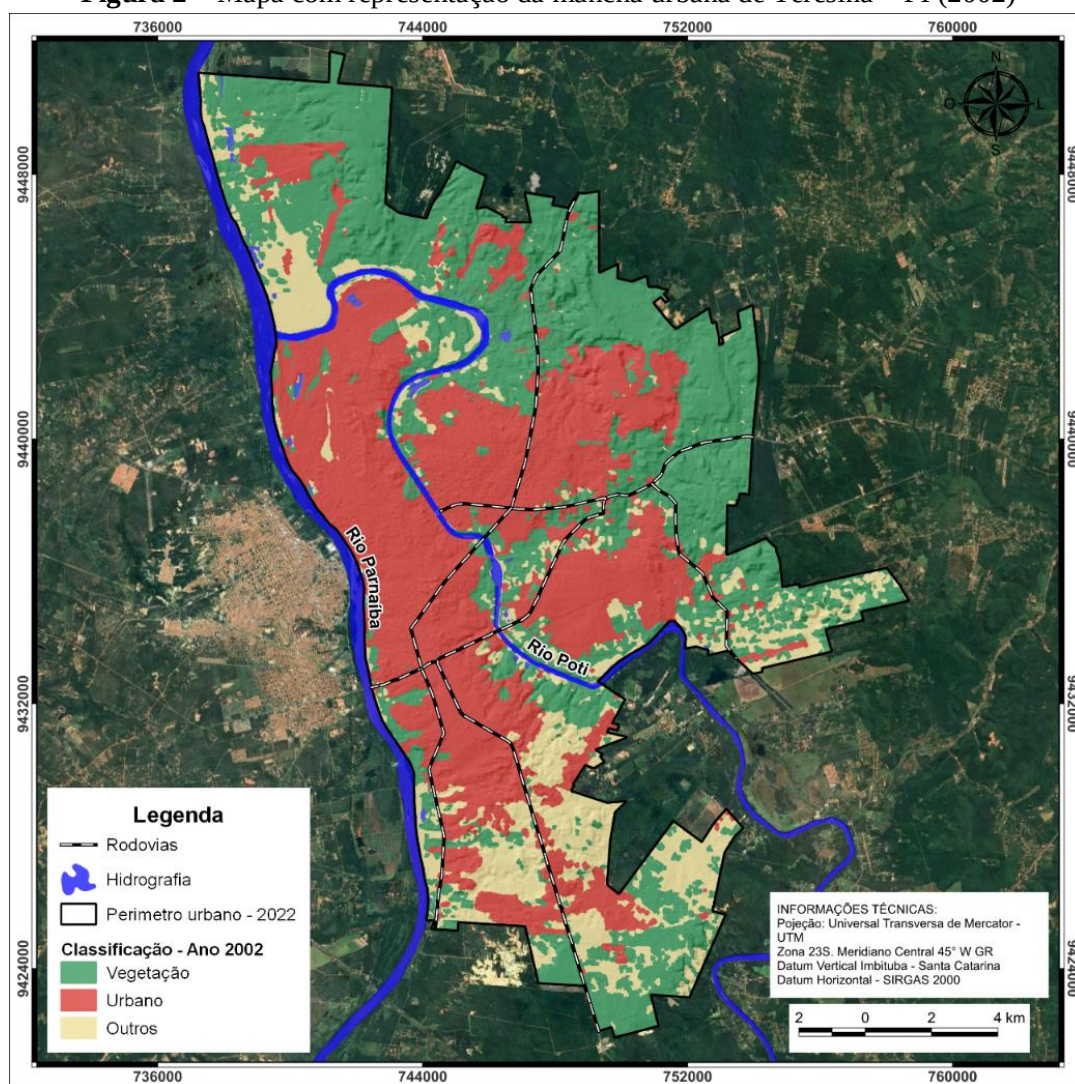
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao longo do tempo, a configuração urbana de Teresina passou por uma reestruturação importante, devido à expansão das áreas de ocupação nos espaços urbanos anteriormente desocupados, denominados *vazios urbanos*. Em termos gerais, a dinâmica de crescimento da cidade durante o período de 2002 a 2022 resultou em um aumento na mancha urbana, atingindo uma extensão de 46,09 km², em relação ao ano inicial considerado nesta análise.

A Figura 2 apresenta a evolução da mancha urbana no perímetro urbano da cidade de Teresina, que alcançou 110,17 km² em 2002. Já naquela década, a cidade consolidou sua importância como centro prestador de serviços e de comércio na região. Rodrigues e Façanha

(2016), apontam que os setores de comércio e serviços permaneceram como pilares da economia local, acompanhando e impulsionando o próprio processo de expansão urbana. A formação de novas favelas, vilas e bairros contribuiu diretamente para a criação e o fortalecimento de núcleos de comércio e prestação de serviços em diferentes áreas da cidade.

Figura 2 – Mapa com representação da mancha urbana de Teresina – PI (2002)



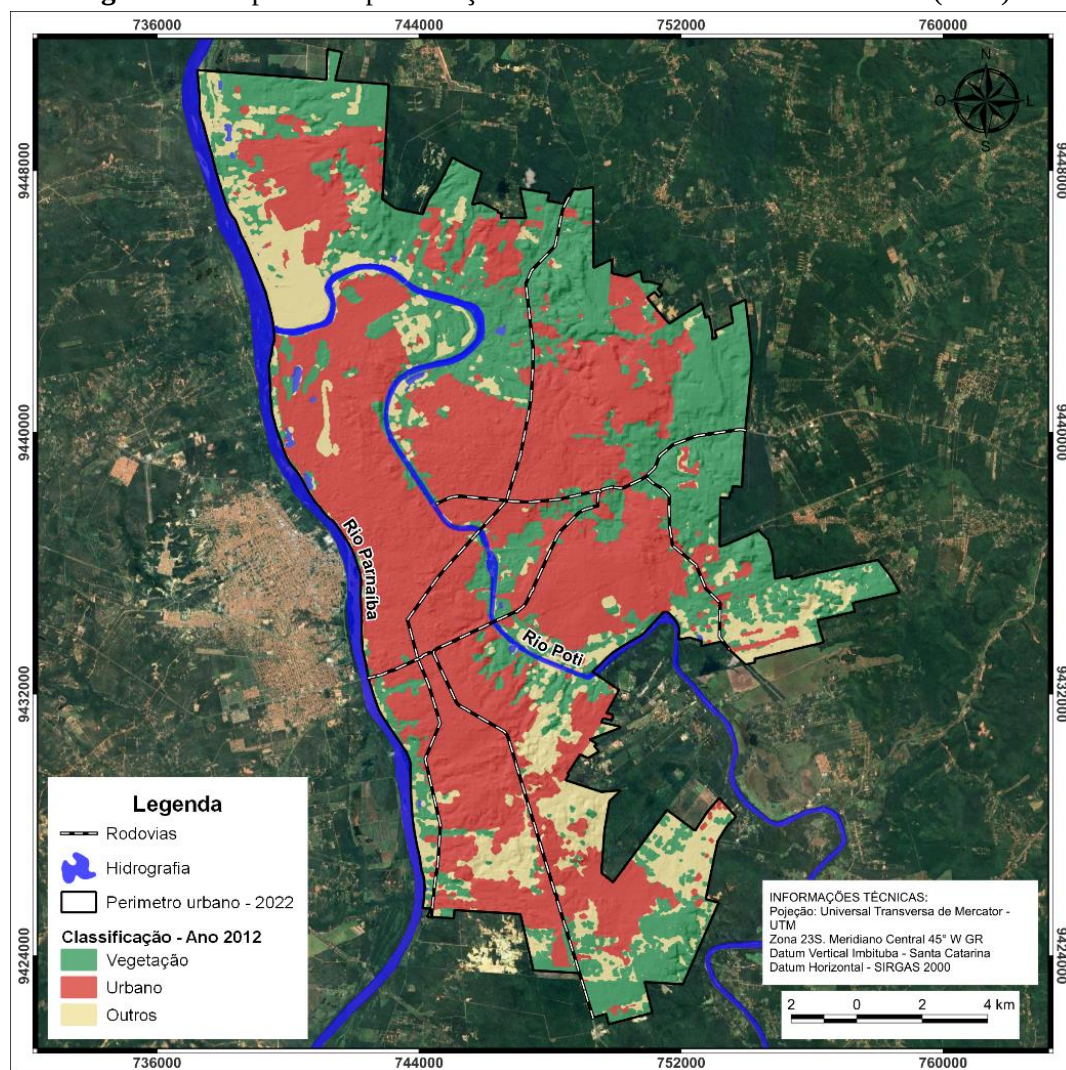
Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Em 2012, a mancha urbana da cidade obteve uma expansão significativa, aumentando em 26,44 km², em comparação com o ano de 2002, obtendo uma extensão total de 136,62 km². A configuração do tecido urbano do município é evidenciada na Figura 3. Durante essa década, Teresina destacou-se como um polo de serviços na área de saúde, com concentração especialmente pronunciada na região centro-sul da capital. Essa área é marcada por um elevado adensamento e pela consolidação de serviços relacionados ao setor de saúde, bem como outros serviços a ele relacionados (Rodrigues; Façanha, 2016).

Na região norte, um crescimento importante foi registrado, impulsionado pelos programas habitacionais implementados. Essa localidade recebeu a instalação de diversos conjuntos habitacionais, sobrelevando-se, à época, o maior conjunto habitacional de interesse social, denominado conjunto Jacinta Andrade, conforme destacam Lima *et al.* (2021).

A criação desse conjunto apresentou um desenvolvimento de expressivos empreendimentos imobiliários na região, evidenciando um impacto significativo no desenvolvimento da cidade.

Figura 3 – Mapa com representação da mancha urbana de Teresina – PI (2012)



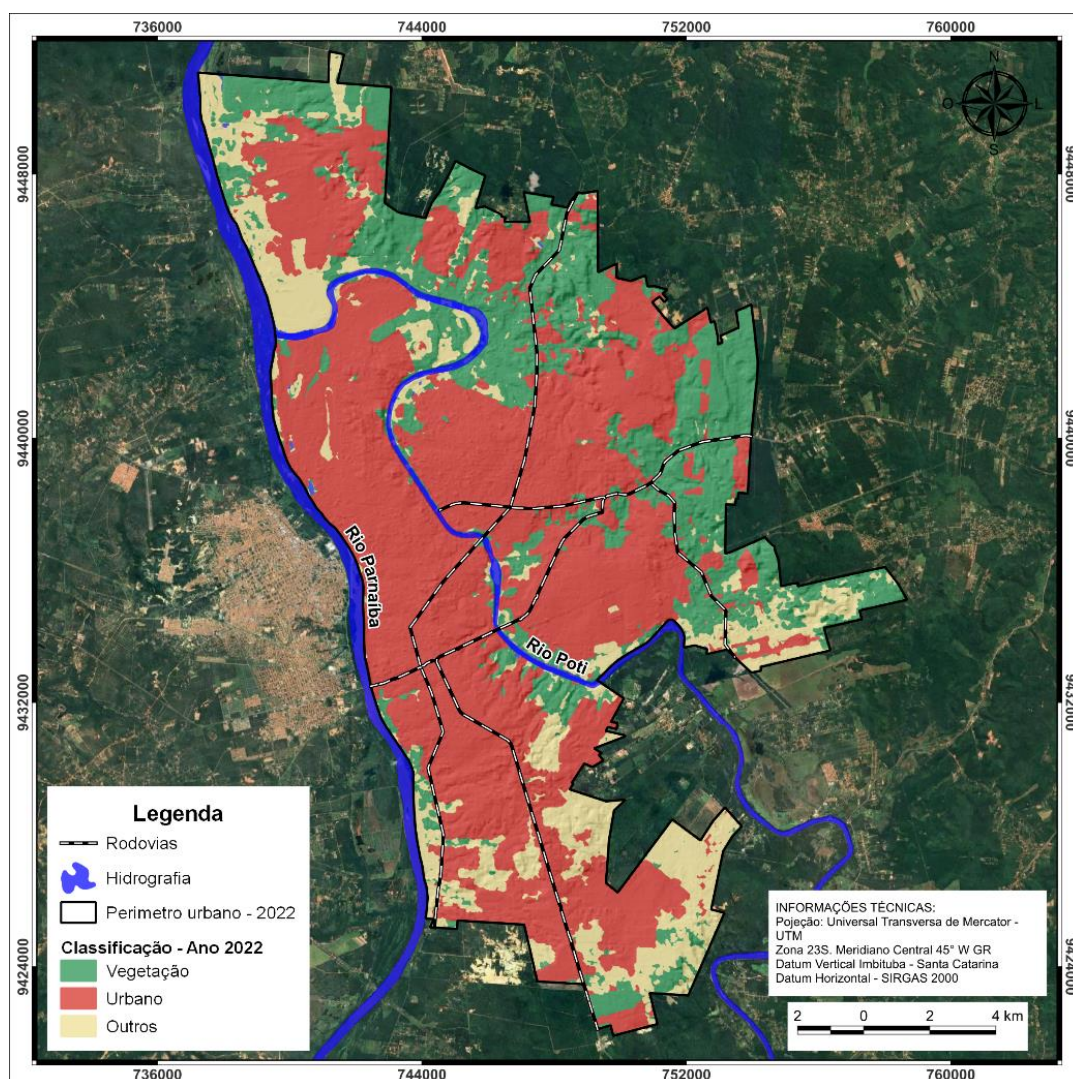
Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Em 2022, consoante a Figura 4, a expansão urbana atingiu um acréscimo de 19,64 km² em relação a 2012, alcançando uma extensão total de 156,266 km². Nesse contexto, é possível compreender que o crescimento da área urbana está vinculado aos elementos estruturais consolidados pela cidade nas décadas anteriores.

Na última década em análise, a expansão pode ter sido influenciada pelo aumento da especulação imobiliária, especialmente nas zonas sul, sudeste e leste, onde novos empreendimentos foram significativos. A zona norte, por sua vez, já apresentava considerável adensamento, com áreas e espaços urbanos tanto em propriedades privadas quanto públicas.

A inauguração da Ponte Leonel Brizola (Ponte do Mocambinho) em 2011 desempenhou um papel importante no estímulo ao crescimento e à mobilidade na região, conectando efetivamente as zonas norte e leste. Atualmente, a área abriga diversos projetos habitacionais que abrangem diversas vertentes.

Figura 4 – Mapa com representação da mancha urbana de Teresina – PI (2022)



Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

No cenário atual, em 2022, Teresina confrontava desafios comuns a muitas cidades, sendo marcada por um crescimento predominantemente desordenado, em grande parte devido às ocupações irregulares. Como exemplo, elencam-se duas situações emblemáticas de ocupação

em Teresina, na zona norte, no bairro Parque Brasil.

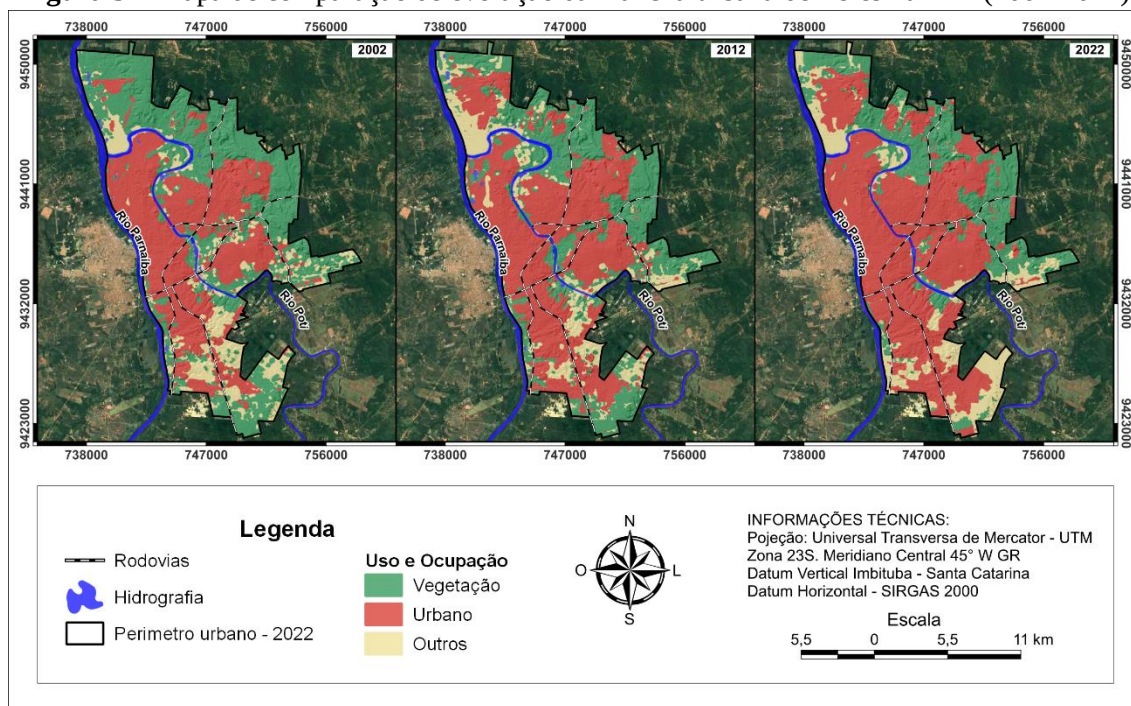
Segundo Martins *et al.* (2020), a ocupação irregular Lindalma Soares, estabelecida em 2019, exemplifica de maneira clara os desafios relacionados a questões ambientais e à carência de infraestrutura, uma vez que a área é propensa a alagamentos devido à existência de canais de drenagens naturais que se apresentam em toda a sua extensão, resumindo o uso do terreno à pastagem.

Já na zona sudeste, o Residencial Pedro Balzi, construído pela prefeitura em 2011, iniciou sua ocupação em 2009. Aliás, Freitas *et al.*, (2020) referem que nessa área, foram identificadas duas significativas ameaças naturais: primeiro, a propensão a inundações, devido à presença de canais de drenagem naturais; segundo, o risco de deslizamento de terra, resultante das características topográficas do local, em virtude da exploração mineral.

Apesar dos esforços dos programas habitacionais para mitigar o *déficit* habitacional, a carência de infraestrutura compromete toda a tentativa de organização, incluindo a implementação efetiva de planos diretores e leis de uso e de ocupação do solo.

Na Figura 5, observa-se a evolução da mancha urbana de Teresina. Dentre as três zonas analisadas, a norte destacou-se por apresentar o maior crescimento, evidenciado pela mancha vermelha no mapa, de 2002 a 2022. A zona sul, por sua vez, demonstrou um crescimento mais espreado, enquanto a leste apresentou um crescimento mais adensado.

Figura 5 – Mapa de comparação de evolução da mancha urbana de Teresina – PI (2002-2022)



Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

De acordo com Passos e Pinheiro (2021), o crescimento desordenado da mancha urbana e suas implicações negativas causam pressões exercidas sobre o meio ambiente, afetando toda a infraestrutura da cidade. Os autores evidenciam que o aumento demográfico da cidade na área de estudo, associado às demandas econômicas, resultou em um aumento significativo do desmatamento, tanto em áreas protegidas quanto de ocupação. Esse processo levou a uma alteração no microclima da cidade, com consequências ambientais.

Em Teresina, esse crescimento urbano também resultou em desmatamento e na perda de vegetação, particularmente nas áreas mais consolidadas. Esse processo levou ao espraiamento da urbanização da cidade, conforme destacado por Lima *et al.* (2021).

Quando se analisa o crescimento das manchas urbanas na Figura 6, concebe-se a presença de grandes áreas de vazios urbanos. Por sinal, o perímetro urbano da cidade de Teresina foi atualizado conforme a Lei 5.757/2022, cujo art. 1º estabelece:

Esta Lei delimita o perímetro da zona urbana de Teresina, tendo em vista as expectativas de assentamento urbano, objetivando a ocupação adequada do solo urbano, o crescimento urbano racional, a otimização e economia dos serviços públicos de infraestrutura, as melhores condições de habitabilidade e conforto da população e a preservação do meio ambiente e dos bens culturais (LEI nº 5.757, 2022, p. 5).

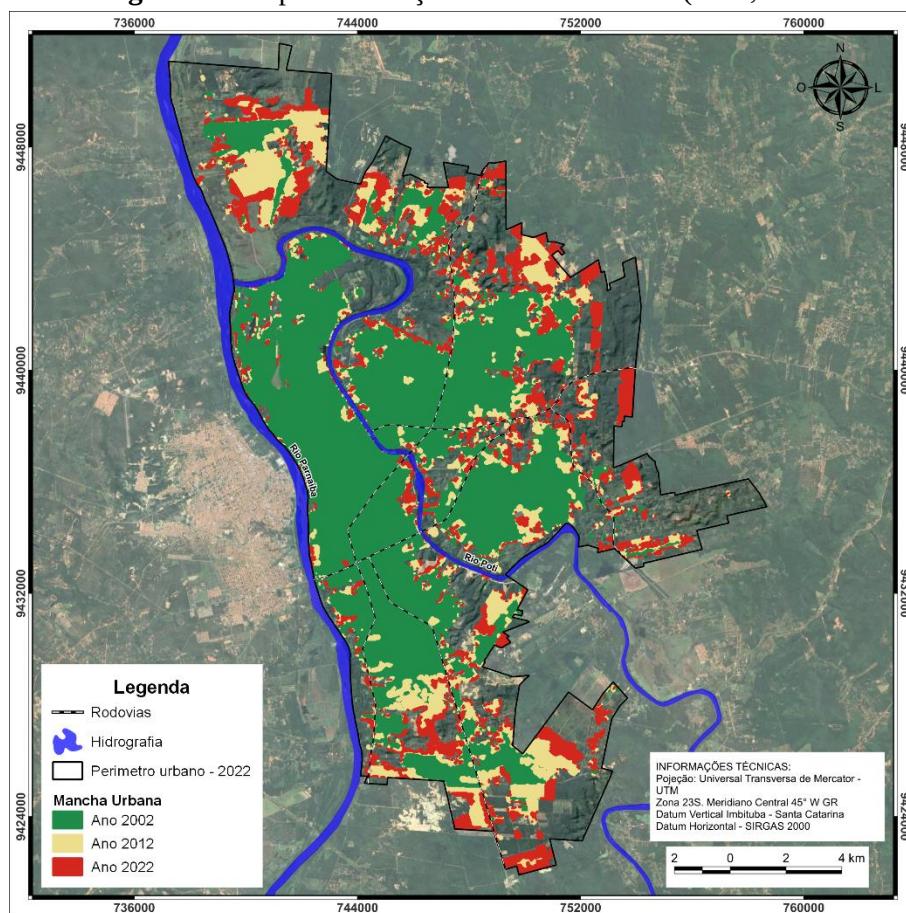
O município de Teresina possui a Lei nº 5.807/2022, que regulamenta o uso e a ocupação do solo. No entanto, observa-se que o crescimento urbano da cidade está se expandindo de forma desordenada, resultando no subaproveitamento da infraestrutura urbana existente, especialmente nas áreas periféricas da cidade (Passos; Pinheiro, 2021).

Salienta-se que a gestão pública deve adotar uma abordagem diferenciada em relação ao desenvolvimento urbano, o que indica a necessidade de realizar pesquisas detalhadas, bem como a implementação e a fiscalização rigorosa de políticas relacionadas ao uso adequado do solo, com especial atenção às áreas vulneráveis.

Conforme já evidenciado, a falta de acompanhamento na aplicação das leis e de fiscalização resulta em áreas ocupadas sem infraestrutura adequada. Exemplos disso incluem o bairro Parque Brasil, na zona Norte; a ocupação irregular Lindalma Soares; e o Residencial Pedro Balzi, na zona sudeste, previamente mencionados.

Na Figura 6, ao sobrepor as imagens, observa-se que, entre 2002 e 2012, a zona norte apresentou o maior crescimento, seguida pela zona sul. A zona leste, embora já fosse bastante adensada em 2002, exibiu crescimento significativo no período de 2012 a 2022, em comparação com as outras zonas.

Figura 6 – Mapa de evolução da mancha urbana (2002, 2012 e 2022)



Fonte: elaborada pelo autor (2023).

O adensamento em 2002 é mais evidente na área entre os rios Poty e Parnaíba, e estende-se para a zona leste, que durante aquele período, era o principal foco de expansão.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A elaboração dos mapas referentes à evolução da mancha urbana de Teresina, PI, abrangendo os anos de 2002 a 2022, possibilitou a análise da ocupação do solo urbano, revelando que ao longo do período, houve um crescimento acentuado nas zonas periféricas. Entre 2002 e 2012, a mancha urbana aumentou em 26,44 km², passando de 110,17 km², em 2002, para uma área total de 136,61 km², em 2012. No período de 2012 a 2022, o crescimento foi de 19,64 km², resultando em uma área total de 156,27 km², em 2022. Esse crescimento frequentemente não acompanhou a infraestrutura existente, sendo comum a infraestrutura chegar após a ocupação da área.

O crescimento dessas áreas é consequência do processo histórico de desenvolvimento do município, cuja expansão do tecido urbano coincide com expansões horizontais, refletindo

fluxos migratórios associados a oportunidades principalmente de moradia, criação de polos de serviços e especulação imobiliária, quando verificadas áreas de vazios urbanos entre áreas edificadas.

As condições ambientais da área urbana de Teresina demandam atenção, especialmente no que diz respeito à recuperação e conservação da qualidade ambiental. O crescimento urbano e populacional exerce maior pressão sobre o meio ambiente, podendo resultar em desafios para a manutenção de sua qualidade.

Nesse contexto, destaca-se a importância de uma atuação do poder público para gerir o crescimento da cidade de forma ordenada. A aplicação adequada das leis e a fiscalização contínua, sobretudo nas zonas periféricas, onde o crescimento é mais intenso, são essenciais para evitar problemas como ocupações irregulares em áreas ambientalmente vulneráveis.

As informações apresentadas neste estudo poderão servir como base para esclarecer as transformações que ocorreram na cidade, assim como ajudar a orientar o planejamento futuro de Teresina, destacando a importância de estratégias eficazes para o desenvolvimento sustentável da cidade.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, C. S. P. Teresina e clima: indissociabilidades no estudo da cidade. **Revista Equador**, Teresina, v. 5, n. 3, p. 398-420, 2016. Disponível em: <https://revistas.ufpi.br/index.php/equador/article/view/5056/3034>. Acesso em: 31 maio 2024.

BLANCO, K. C. **As peculiaridades das ocupações irregulares no Distrito Federal. Paranoá**, [S. l.], v. 11, n. 21, 2018. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/paranoa/article/view/24050>. Acesso em: 6 jan. 2025.

BRASIL. Constituição Federal de 1988. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm. Acesso em: 27 nov. 2023.

FAÇANHA, A. C. A evolução urbana de Teresina: passado, presente e. **Carta CEPRO**, [S. l.], v. 22, n. 1, p. 59-69, 2003. Disponível em: [Chromeextension://efaidnbmninnibpcapjpcglclefindmkaj/https://sipac.ufpi.br/sigaa/verProducao?idProducao=877156&key=9fcac448d38db120e1f951238806e74d](https://chromeextension://efaidnbmninnibpcapjpcglclefindmkaj/https://sipac.ufpi.br/sigaa/verProducao?idProducao=877156&key=9fcac448d38db120e1f951238806e74d). Acesso em: 5 jan. 2025.

FREITAS, M. P. R. *et al.* Ocupações em áreas de risco na cidade de Teresina-PI: O caso do residencial Pedro Balzi. **ABRHidro**, 2020. Disponível em: <https://anais.abrhidro.org.br/job.php?Job=7331>. Acesso em: 10 dez. 2023.

GANDARA, G. S. Teresina: a capital sonhada do Brasil Oitocentista. **Revista História**, São Paulo, v. 30, n. 1, p. 90-103, jun. 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-90742011000100005>. Acesso em: 2 jun. 2024.

HUPP, C.; FORTES, P. T. F. O. Geoprocessamento como ferramenta para análise da ocupação urbana e relação com áreas de preservação permanente na sede do município de Alegre (ES). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16., 2013, Foz do Iguaçu. **Anais eletrônicos [...]**. São José dos Campos: INPE, 2013. Disponível em: <http://marte2.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/marte2/2013/05.28.23.24.56/doc/thisInformationItemHomePage.html>. Acesso em: 31 maio 2024.

IBGE. Infografo, dados gerais do município, Piauí, Teresina, Infográficos: dados gerais do município. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pi/teresina/panorama>. Acesso em: 28 nov. 2023.

LEITE, M. E. **Geotecnologias aplicadas ao mapeamento do uso do solo urbano e da dinâmica de favela em cidade média: o caso de Montes Claros/MG**. 2011. 287 p. Tese (Doutorado em Ciências Humanas) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2011. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/15937>. Acesso em: 31 mai. 2024.

LIMA, S. M. S. A.; LOPES, W. G. R.; FAÇANHA, A. C. Alterações da cobertura do solo em Teresina, Piauí, Brasil. **Sociedade e Natureza**, [S. l.], v. 33, n.1, 2021.

MapBiomias. **Plataforma MapBiomias**. 2023. Disponível em: <https://mapbiomas.org/>. Acesso em: 08 dez. 2023.

MARTINS, L. M. *et al.* Ocupações urbanas em áreas de risco: o caso da vila Lindalma Soares em Teresina-PI. **ABRHHidro**, 2020. Disponível em: <https://anais.abrhhidro.org.br/job.php?Job=7334>. Acesso em: 13 dez. 2023.

OLIVEIRA, A. G. de; PEREIRA, T. C. de F. K. Elaboração da carta de vazios urbanos em São Sebastião do Paraíso (MG). **Ciência ET Praxis**, [S. l.], v. 9, n. 17, p. 53-58, 2017. Disponível em: <https://revista.uemg.br/index.php/praxys/article/view/2269>. Acesso em: 2 out. 2023.

PASSOS, J. S.; PINHEIRO, A. V. dos R. Sensoriamento remoto aplicado à análise da evolução da mancha urbana em Marabá-PA entre os anos de 1999 e 2019: implicações socioambientais. **Geografia em Atos (On-line)**, Presidente Prudente, v. 5, p. 1-17, 2021. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/geografiaematos/article/view/8095>. Acesso em: 31 maio 2024.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

RODRIGUES, L. C. B.; FAÇANHA, A. C. A DINÂMICA DO SETOR DE SAÚDE EM TERESINA-PI: considerações sobre a produção do espaço urbano. **InterEspaço: Revista de Geografia e Interdisciplinaridade**, [S. l.], v. 2, n. 5, p. 221–237, 26 Ago. 2016 Disponível em: <https://periodicoseletronicos.ufma.br/index.php/interespaco/article/view/5274>. Acesso em: 6 jan. 2025.

ROSA, R. **Introdução ao sensoriamento remoto**. 7. ed. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2009. 69 p.

SEMPPLAN. **Lei nº 5.757, de junho de 2022**. Dispõe sobre a delimitação do perímetro da zona urbana de Teresina e dá outras providências. Teresina, 2022. Disponível em: <http://200.23.153.37/acervodigital/norma/lei-5757-2022>. Acesso em: 30 maio, 2024.

SEMPPLAN. Prefeitura Municipal de Teresina. **Leitura Técnica** – SEMPLAN. 2018.

SUTIL, T. *et al.* Mapeamento dos vazios urbanos da cidade de Orleans, Santa Catarina. **Geosaberes**, Fortaleza, v. 13, p. 150-163, 2022. ISSN 2178-0463. DOI: <https://doi.org/10.26895/geosaberes.v13i0.1200>

TERESINA. **Lei nº 5.481, de 20 de dezembro de 2019**. Dispõe sobre o Plano Diretor de Teresina, denominado “Plano Diretor de Ordenamento Territorial - PDOT”, e dá outras providências. Disponível em: <https://semplan.teresina.pi.gov.br/wp-content/uploads/sites/39/2020/02/Lein%C2%BA-5.481-Comp.-de-20.12.2019-PDOT.pdf>. Acesso em: 27 nov. 2023.

VIEIRA, G. A. R.; LOPES, W. G. R.; FAÇANHA, A. C. A influência da produção habitacional popular no desenvolvimento sustentável das cidades: estudo em Teresina, Piauí. **Revista EA**, v. 18, n. 68, 2019. Disponível em: <https://www.revistaea.org/pf.php?idartigo=3715>. Acesso em: 2 jun. 2024.

VIEIRA, L. L.; VIEIRA, V. de C. B. Avaliação dos efeitos do novo plano de ordenamento territorial de Teresina/PI sobre seu potencial de ocupação e expansão urbana. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 11, n. 10, p. e54111032250, 2022. DOI 10.33448/rsd-v11i10.32250. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/32250>. Acesso em: 27 nov. 2023.

CIRCULAÇÃO E MEIOS DE TRANSPORTES COMO ELEMENTOS PARA A FORMAÇÃO TERRITORIAL DO PIAUÍ

Simone Rodrigues da **SILVA**
Doutoranda em Geografia. Universidade Federal do Ceará – UFC
E-mail: simone1989simone@gmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0669-4472>

*Recebido
Julho de 2023*

*Aceito
Fevereiro de 2025*

*Publicado
Dezembro de 2025*

Resumo: A formação territorial evidencia as formas de uso do território predominantes, o que inclui os processos de ocupação, exploração e a circulação no território. Assim, pensar a formação territorial exige também considerar as distintas formas de circular pelo território, as vias e os transportes utilizados em cada momento, que levaram à efetivação de sua ocupação e às explorações econômicas que marcam distintos períodos, já que a circulação estabelece condições para a realização dos mais diversos usos do território, inserindo-se também no campo das relações de poder que os configuram. Este artigo tem como objetivo geral analisar as mudanças ocorridas nos transportes ao longo da história no Piauí e suas repercussões nas transformações do território piauiense. Para tanto, visamos especificamente compreender o papel dos primeiros caminhos na formação do território piauiense; discutir as mudanças na circulação a partir do século XIX e suas repercussões territoriais, evidenciando o papel da navegação e dos projetos ferroviários; e apresentar o declínio do setor ferroviário e a ascensão do transporte rodoviário como o principal modal de transporte no estado a partir do século XX. A pesquisa foi realizada a partir de revisão de literatura e levantamento e análise de documentos, contemplando fontes históricas, relatórios e dados estatísticos. A partir das análises empreendidas, é possível inferir que as diferentes formas de circulação predominantes ao longo da história do Piauí foram centrais em seu processo de formação territorial.

Palavras-chave: Circulação; transportes; formação territorial; Piauí.

CIRCULATION AND MEANS OF TRANSPORT AS ELEMENTS FOR THE TERRITORIAL FORMATION OF PIAUÍ

Abstract: Territorial formation evidences the predominant forms of land use, which includes the processes of occupation, exploitation, and circulation in the territory. In this way, thinking about territorial formation also requires considering the different ways of moving around the territory, the roads and transport used at each moment, which led to the completion of their occupation and the economic exploitation which determined different periods, since circulation establishes conditions for the realization of the most diverse uses of the territory. Circulation also enters into the field of the power relations which configure such uses of the territory. The general aim of this article is to analyze the changes that have taken place in transport throughout history in Piauí and their repercussions on the transformation of Piauí's territory. Therefore, our specific objective is to understand the role of the first roads in the formation of the territory of Piauí; to address the changes in circulation since the 19th century and their territorial repercussions by highlighting the role of navigation projects and railway projects; and to present the decline of the railway sector and the rise of road transport as the main mode of transport in the aforementioned state since the 20th century. The research was carried out from a literature review and a compilation and analysis of documents, including historical sources, reports and statistical data. From the analysis, it is possible to infer that the different forms of circulation that prevailed throughout the history of Piauí were fundamental in the process of territorial formation.

Keywords: Circulation; transportation; territorial formation; Piauí.

CIRCULACIÓN Y MEDIOS DE TRANSPORTE COMO ELEMENTOS PARA LA FORMACIÓN TERRITORIAL DE PIAUÍ

Resumen: La formación territorial evidencia las formas predominantes del uso del territorio, lo que incluye los procesos de ocupación, explotación y la circulación en el territorio. De este modo, pensar en la formación territorial requiere también considerar las diferentes formas de circular por el territorio, las vías y los transportes utilizados en cada momento, que llevaron a materializar su ocupación y a las explotaciones económicas que marcan distintos períodos, pues la circulación establece condiciones para la realización de los más diversos usos del territorio, y se inserta también en el campo de las relaciones de poder que configuran dichos usos. El objetivo general de este artículo es analizar los cambios que se han producido en el transporte a lo largo de la historia en Piauí y sus repercusiones en la transformación del territorio piauiense. Por lo tanto, nuestro objetivo específico es comprender el papel de los primeros caminos en la formación del territorio de Piauí; abordar los cambios en la circulación a partir del siglo XIX y sus repercusiones territoriales, evidenciando el papel de los proyectos de navegación y de los proyectos ferroviarios; y presentar el declive del sector ferroviario y el auge del transporte por carretera como principal modo de transporte en el estado mencionado a partir del siglo XX. La investigación se llevó a cabo a partir de una revisión bibliográfica y una recopilación y análisis de documentos, incluyendo fuentes históricas, informes y datos estadísticos. A partir de los análisis, es posible inferir que las diferentes formas de circulación que predominaron a lo largo de la historia de Piauí fueron fundamentales en su proceso de formación territorial.

Palabras clave: Circulación; transportes; formación territorial; Piauí.

INTRODUÇÃO

Enquanto processo histórico e geográfico, a formação territorial carrega as marcas das relações sociais e de poder que apropriaram, dominaram e usaram o espaço em distintos tempos. Como afirma Moraes (2008, p. 54), trata-se de “um processo cumulativo que articula os resultados de formas de sociabilidade não necessariamente contínuas e sincrônicas”. Dessa maneira, a formação territorial revela as tramas dos usos sociais do espaço, do passado ao presente, expondo os processos e mesmo os “projetos que por diferentes vias se hegemonizaram na sociedade em foco” (Moraes, 2008, p. 46).

A formação territorial evidencia, portanto, as formas de uso do território predominantes, o que inclui os processos de ocupação, exploração e a circulação no território. Assim, pensar a formação territorial exige também considerar as distintas formas de circular pelo território, as vias e os transportes utilizados em cada momento, que levaram à efetivação de sua ocupação e às explorações econômicas que marcam distintos períodos, já que a circulação estabelece condições para a realização dos mais diversos usos do território, inserindo-se também no campo das relações de poder que os configuram.

No âmbito da formação territorial do Brasil temos um longo processo de dominação dos espaços, que se dá pela gradativa ampliação das possibilidades de ocupação e exploração efetiva do território (Moraes, 2000). Em distintos tempos e ritmos, pontos do território foram incorporados à malha de relações da colonização portuguesa, às posteriores dinâmicas da modernização do território e às formas de incorporação do Brasil na economia-mundo, com suas desigualdades regionais (Becker; Egler, 2010). Entretanto, compreender esse longo processo requer considerar que tais dinâmicas da formação territorial se deram por meio e a partir das possibilidades de circulação existentes.

Assim, pesquisar sobre a instalação de fazendas, freguesias, vilas e cidades nos sertões da colônia portuguesa na América requer considerar o papel desempenhado pelos caminhos nessa ocupação do território. Da mesma maneira, refletir sobre a modernização do território que se intensifica a partir do século XIX nos cobra incluir aí o papel do transporte ferroviário e sua capilaridade em áreas até então pouco ocupadas, conformando e redefinindo uma rede urbana a partir de então articulada pelas estradas de ferro. No mesmo sentido, pensar as formas de exploração do território na atualidade exige considerar as alterações propostas e produzidas para a circulação. Em síntese, a análise da formação territorial reivindica que se pesquise o importante papel da circulação nesse processo.

Nesse sentido é que pensamos a formação territorial do Piauí. O início da colonização do que se constituiria como território do Piauí se dá articulado à expansão da pecuária extensiva para o interior da colônia (Gandara, 2008). Sua ocupação por colonizadores tem origem na segunda metade do século XVII, a partir de quando se multiplicam fazendas, levando à criação de suas primeiras freguesias e vilas no século XVIII e mesmo à sua constituição enquanto Capitania (Mott, 1985; Faria, 2019). No século XIX, quando o extrativismo vegetal desponta como atividade econômica principal no Piauí, novas cidades passam a ter importância, deslocando o principal eixo de ocupação do Sul para o Norte, processo no qual tem grande importância a transferência da capital de Oeiras para Teresina, às margens do rio Parnaíba, em 1852. A partir do século XX intensifica-se a urbanização e o estado se abre como fronteira para o agronegócio e, mais recentemente, para a mineração.

Todas essas transformações estão associadas a mudanças na circulação, que viabilizaram tais dinâmicas e produziram verdadeiras reconfigurações no território, modificando a rede de cidades e suas influências ou importâncias locais e regionais. Tais mudanças, portanto, além de estarem vinculadas aos chamados “ciclos econômicos”, estão diretamente vinculadas às formas de circulação que se estabeleceram nos diferentes períodos, desde os caminhos do gado até a navegação fluvial, as ferrovias e, mais recentemente, as rodovias.

A circulação de pessoas e mercadorias no espaço se caracteriza pela capacidade de conectar, através das relações sociais, o homem com o seu meio. Com os progressos técnicos e científicos ocorridos nos últimos séculos impulsiona-se a superação de barreiras espaciais e temporais às ações humanas.

A necessidade de transpor as distâncias entre os distintos pontos do território possibilitou que fosse possível produzir meios para os deslocamentos. Observamos na história significativas transformações nos meios de transporte, ligadas principalmente às dinâmicas produtivas. Tais transformações modificaram ao longo do tempo as formas de se deslocar pelo espaço, engendrando uma dinâmica complexa entre os transportes e a organização e estruturação dos territórios (Gomes, 2013).

Os avanços técnicos no setor de transporte possibilitaram a difusão dos princípios básicos do mundo moderno, incitando a aceleração no deslocamento de mercadorias, viabilizando a expansão da industrialização e assim impulsionando a própria expansão do modo de produção vigente para diversas partes do mundo. O espaço se reproduz, assim, a partir de

uma interminável produção de novos objetos técnicos que o alteram material e imaterialmente (Santos, 2012).

Os acréscimos técnicos dão novos significados ao espaço, reconfigurando e produzindo sua materialidade. Dessa forma, os meios de transporte, como objetos técnicos, sofreram significativas transformações ao longo do tempo, possibilitando formas mais eficazes de comunicação entre os povos, mas também contribuindo com a descoberta e a exploração de novos territórios em diferentes épocas. É seguindo essa compreensão que visamos explicar as mudanças ocorridas nos transportes ao longo da história no Piauí e suas repercussões nas transformações do território piauiense.

O presente artigo tem como objetivo geral analisar as mudanças ocorridas nos transportes ao longo da história no Piauí e suas repercussões nas transformações do território piauiense. Para isso buscamos, com base em pesquisa bibliográfica e documental, apresentar o processo de ocupação e estruturação do território do Piauí e suas relações com os caminhos e estradas existentes nos séculos XVII e XVIII; evidenciar as repercussões territoriais da mudança da capital para Teresina e da navegação a vapor no rio Parnaíba a partir da segunda metade do século XIX; e apresentar as conexões entre a expansão do transporte rodoviário e as transformações experimentadas no território do Piauí ao longo do século XX.

Na pesquisa bibliográfica, buscou-se elementos sobre a formação territorial do Piauí, a economia piauiense e as formas predominantes de circulação, destacando-se obras como as de Abreu (1975), Alves (2006), Gandara (2008), Jucá Neto (2007) e Vieira (2010). Quanto a pesquisa documental, merecem destaque o Anuário Estatístico do Brasil, em suas várias edições, disponíveis no site do IBGE. Além disso, destaca-se ainda o levantamento realizado no Arquivo Público do Estado do Piauí, que permitiu o acesso e posterior análise de documentos como as Mensagens à Assembléia Legislativa.

A partir disso, estruturamos o presente artigo em três seções: a primeira, intitulada “Os primeiros caminhos e as bases da formação do território do Piauí”, onde se expõe a relação entre os primeiros caminhos e a estruturação da Capitania do Piauí, culminando na formação de suas vilas e cidades; a segunda, com o título “Os transportes a vapor e a mudança da capital”, onde se evidencia a participação das possibilidades de circulação advindas dos transportes a vapor no deslocamento do eixo dinâmica do território piauiense, que migra para as margens do rio Parnaíba; e por último, a seção intitulada “O declínio das ferrovias e a ascensão do rodoviarismo”, onde se apresenta as transformações na circulação que redefinem o território do Piauí a partir da segunda metade do século XX.

Os primeiros caminhos e as bases da formação do território do Piauí

A formação territorial do Piauí se constitui a partir de processos que produzem e transformam o espaço, alterando sua materialidade, construindo sua essência social, política e cultural. Trata-se de diversas transformações ao longo do tempo, frutos de relações de poder que redefinem o território, deixando cristalizações e rugosidades no espaço. Moraes (2000) apresenta a formação territorial como uma categoria que reúne elementos da “malha fina do desenrolar das conjunturas, permitindo identificar vontades e atitudes individualizadas, interesses específicos, enfim, movimentos singulares”, articulando processos econômicos, políticos e culturais. Nessa perspectiva, a formação territorial

[...] se constitui como processo cumulativo em que se articulam resultados das formas de sociabilidade a partir de um espaço circunscrito, apropriado, dominado, usado. Essa apropriação de espaços e sua dominação política respondem sempre à lógica societária em vigência. O território caracteriza-se desse modo como um produto social e histórico, contendo conflitos e contradições inerentes a cada modo de produção vigente em um tempo-espaço (Costa, 2015, p. 124-125).

Por sua natureza histórica, a formação territorial revela-nos, portanto, as formas de uso predominantes em determinadas porções do território, o que inclui os processos de ocupação, exploração e circulação no território. Assim, pensar a formação territorial do Piauí leva a refletir sobre as distintas maneiras de circular pelo território, sobre os transportes utilizados em cada momento de sua história na efetivação de sua ocupação e das explorações econômicas que marcam distintos períodos. Destacam-se, nesse sentido, os caminhos do gado, a navegação fluvial, as ferrovias e mais recentemente as rodovias.

O início da colonização e do povoamento do que se constituiria como território do Piauí se dá articulado a movimentos de penetração ligados à expansão da pecuária extensiva para o interior da colônia portuguesa na América (Gandara, 2008). O processo de penetração do povoamento no interior do Brasil ocorreu devido a dois fatores econômicos principais: a mineração e a dispersão das fazendas de gado. A pecuária, considerada uma atividade subsidiária aos engenhos de açúcar situados na zona costeira da atual região Nordeste, foi responsável pelo povoamento de muitas áreas interiores dessa região, tendo como intuito primordial o suprimento dos principais centros consumidores, as zonas mineradoras e as áreas de cultivo de açúcar (engenhos) (Prado Junior, 2008).

Forma-se assim duas correntes de penetração no Nordeste, uma partindo da Bahia para os “sertões de dentro”, responsável pela delimitação da área que atualmente corresponde aos

estados do Bahia, Ceará, Piauí e do Maranhão, e outra vinda de Pernambuco e atuando nos “sertões de fora”, área correspondente na atualidade aos estados de Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e parte do Piauí e do Ceará (Abreu, 1975; Diniz, 2013; Juca Neto, 2007).

No século XVII, devido à exigência de expansão da pecuária, se estabelecem incursões de devassamento na área que atualmente forma o território do Piauí, realizadas por sertanistas de contrato, encarregados de dominar e aprisionar os indígenas para vender e por sesmeiros criadores de gado (Marcondes; Falci, 2001; Mendes, 1995). De acordo com Nunes e Abreu (1995, p. 85):

Ao iniciar-se o processo de povoamento do Piauí, nos primórdios do século dezoito, o seu território já havia sido percorrido por curraleiros: militares, civis e religiosos que, penetrando no ‘sertão de dentro’, buscavam ‘conquistar’ os índios, os dois primeiros com o de utilizá-los como mão-de-obra escrava ou elemento guerreiro, enquanto os religiosos visavam a sua conversão à fé cristã. Interesses aparentemente conflitantes em relação ao indígena encobriam, entretanto, o motivo maior e subjacente a essa tarefa, que era o de limpar a área, deixando-a *desimpedida* e livre para instalarem currais de gado e receberem posteriormente o título sesmarial das terras conquistadas (Grifo do autor).

Tais concessões de sesmarias estavam diretamente ligadas à criação de gado e sua expansão por terras consideradas com boas condições para essa atividade, o que proporcionou uma disseminação das fazendas pelo território piauiense (Mendes, 1995).

Com a concessão de terras ligada principalmente ao prestígio social e poder político dos sujeitos da época, forma-se as bases dos latifúndios no Piauí. A partir das grandes extensões de terra disponibilizadas (mediante o devassamento colonizador) o cenário era considerado propício para a criação do gado solto pelos pastos, uma atividade que requeria pouca mão de obra e servia para ocupar novos territórios. Assim, através da pecuária extensiva, foi possível povoar, ocupar e dominar áreas muito extensas no “sertão de dentro”, empregando o mínimo possível de recursos financeiros em um reduzido espaço de tempo (Nunes; Abreu, 1995; Bonfim; Santos Júnior, 1995).

A pecuária extensiva foi então a atividade econômica responsável pela efetiva ocupação colonizadora, como também do povoamento, da organização política e social que constituiria a província do Piauí. Tal processo de ocupação se relaciona diretamente às possibilidades de circulação no território, que então eram estabelecidas a partir dos leitos dos rios e dos caminhos.

Os primeiros caminhos de circulação de pessoas e mercadorias são decorrentes de trilhas e veredas abertas pelos índios e pelos sertanistas, além dos caminhos utilizados para o transporte do gado para áreas consumidoras, assim como relata Capistrano de Abreu (1975, p. 66): “O

gado transporta o dono. E pululam fazendas e nascem estradas e povoamento quase contínuo [...]”.

Grande parte dos caminhos formados pela pecuária extensiva nas terras da Capitania do Piauí margeavam os rios Piauí, Canindé, Paraim e Gurguéia, chegando até o rio Parnaíba (Alves, 2003). Os caminhos se articulam, dessa forma, aos rios, conformando-se como parte daquilo que Prado Junior (2008, p. 236-237) denomina como as “grandes linhas de comunicação transcontinental do interior da colônia”. No quadro geral dessas comunicações, o Piauí adquire, segundo o autor, um papel de destaque:

O nó principal das vias interiores nordestinas se encontra no Piauí, nesta área central da capital [*sic* Capitania] onde está sua capital, Oeiras. Tal região se liga intimamente ao Maranhão, contigua como é da zona principal desta capitania que se estende ao longo do Itapicuru; e ao mesmo tempo, pelo Parnaíba, com o litoral piauiense. Em sentido oposto, partem dela três grandes linhas de comunicações que se dirigem respectivamente para leste, sudeste e sul, simples ou com variantes lançando cada qual ramais secundários. Todos três constituem roteiros do comércio de gado de que o Piauí é, em todo o Nordeste, a principal fonte de abastecimento (Prado Junior, 2008, p. 239).

Essas rotas de circulação eram utilizadas para o transporte do gado, mas também para o transporte de escravos. Nas terras do Piauí, esses caminhos permitiam o trânsito de pedestres e animais, tendo condições de circulação bem difíceis e rudimentares, marcadas por inundações nos períodos de cheias dos rios, consequência de margearem os principais leitos fluviais.

Com a multiplicação do número de fazendas na Capitania do Piauí, observa-se a formação de muitos povoados situados à beira dos rios. Mendes (1995) relata que mesmo com o aumento do povoamento e multiplicação das fazendas e, por consequência, dos povoados, havia muita dificuldade de locomoção e comunicação nas vias de circulação naquele período.

Grandes distâncias separavam uma fazenda de outra, ou uma povoação de outra, impedindo o intercâmbio social e cultural entre as populações. O contato com outras comunidades e pessoas ocorria raramente, nos festejos religiosos ou nas feiras de gado (Mendes, 1995, p. 63).

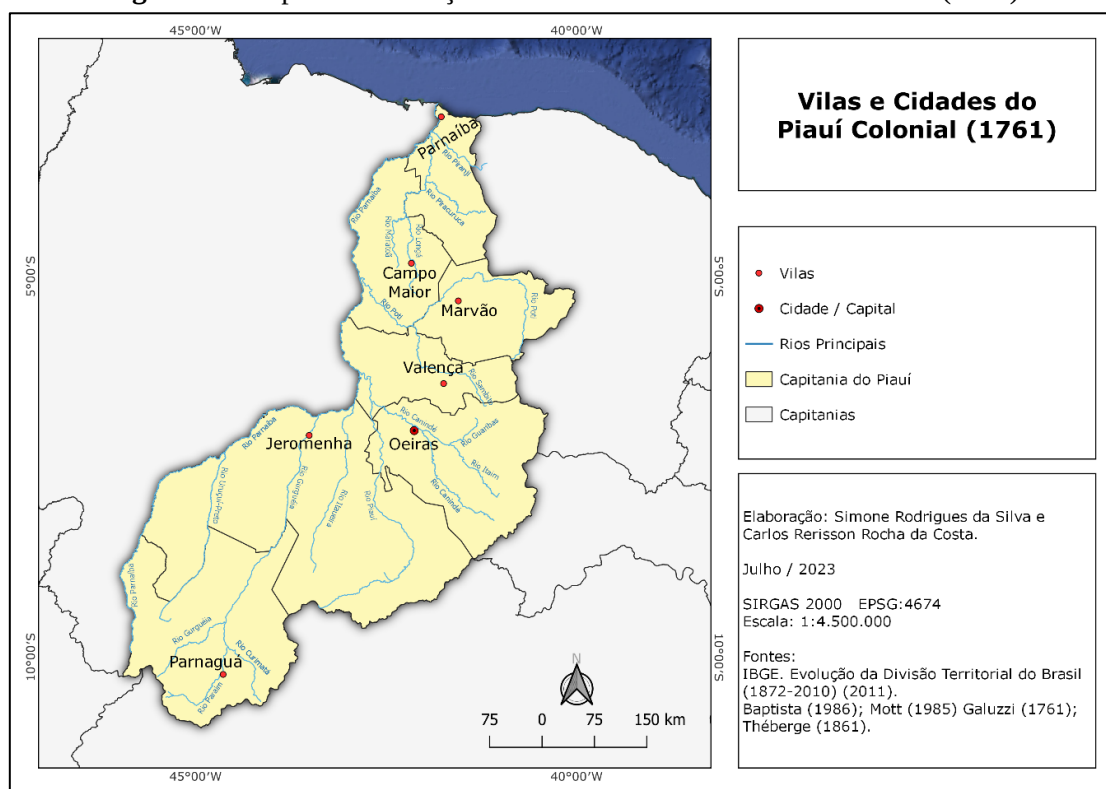
As aglomerações iam dando origem a povoados, com pequenas capelas e casas com mínimas condições. No final do século XVII,

[...] o Piauí possuía 129 fazendas, onde habitavam 438 indivíduos em 1762 havia 536 fazendas, com uma população total de 14.342 habitantes. Neste segundo período existiam apenas 8 freguesias: Oeiras (3.615 hab/169 fazendas); Valença (1.485 hab/52 fazendas); Marvão (1.059 hab/39 fazendas); Campo Maior (1.867 hab/86 fazendas); Parnaíba (2.368 hab); Jerumenha (697hab/51 fazendas); Parnaguá (902 hab/55 fazendas) e Piracuruca (2.349 hab/84 fazendas) (Bonfim; Santos Júnior, 1995, p. 45).

As primeiras vilas que se formaram na capitania do Piauí foram resultantes das fazendas de gado que se multiplicavam. A primeira área de povoamento se constitui em 1696, a freguesia de Nossa Senhora da Conceição de Cabrobó, que logo tem seu território dividido em duas porções, dando lugar à nova freguesia de Nossa Senhora da Vitória, que é elevada a vila na primeira metade do século XVIII, batizada Vila da Mocha, mais tarde transforma-se na sede do governo recebendo o novo nome de Oeiras (Brandão, 1995; Alves, 2003).

Após a criação da Capitania de São José do Piauí, em 1718 (instaurada quarenta anos depois, em 1758), são elevadas a vilas seis das freguesias então existentes: São João da Parnaíba (atualmente Parnaíba), Parnaguá, Jerumenha, Marvão (atualmente Castelo do Piauí), Valença (atualmente Valença do Piauí), Santo Antônio de Campo Maior (atualmente Campo Maior) e Oeiras (então Vila da Mocha) (Nunes; Abreu, 1995) (Figura 1).

Figura 1 – Mapa de localização das Vilas e Cidades do Piauí Colonial (1761)



Fonte: IBGE (2011).

A leitura de mapas históricos do século XVIII nos permite visualizar um conjunto de estradas e caminhos que conectavam as vilas, fazendas e currais aos mercados possíveis para o então produto principal da Capitania: o gado. De Oeiras, primeira cidade e capital do Piauí, dois caminhos partiam rumo ao rio São Francisco, e de lá a Salvador. O primeiro, chamado caminho antigo ou travessia velha, seguia o curso do rio Piauí, depois seguindo em direção ao São

Francisco na altura da confluência com o rio Verde. O segundo, chamado caminho novo ou travessia nova, também conhecido como Estrada Real do Gado, seguia o curso do rio Canindé, seguindo em direção a passagem de Juazeiro e, de lá, a Salvador (Spix; Martius, 2017; Furtado, 2019; Silva, 1997; Lopes, 2009).

O processo de povoamento do Piauí é tardio e prossegue devagar (Brandão, 1995). As populações das vilas eram formadas principalmente por militares, padres, escravos, vaqueiros, pequenos comerciantes e artesões (Nunes; Abreu, 1995, p. 94).

Conforme Santana (2001) nesse período, a economia piauiense é constituída pela criação do gado *vaccum* e *cavallar*, sendo as fazendas consideradas importantes tanto para a economia quanto na formação da estrutura política e social, emergindo a figura do coronel “como expressão humana de domínio” (Santana, 2001).

Mendes (1995), no entanto, ressalta que a pecuária, desde a implantação das primeiras fazendas, teve êxito apenas como instrumento de ocupação do território, pois como atividade produtiva constituía um sistema economicamente frágil e incapaz de desencadear outras atividades produtivas, gerando uma concentração de renda na mão de poucos. Paralelamente a essa atividade se desenvolve uma agricultura de subsistência, em que as famílias plantavam somente para o próprio consumo.

Mesmo com o avanço do povoamento, a baixa urbanização perdura com núcleos urbanos constituídos de pequenos povoados, com uma população dispersa pelo território piauiense e eminentemente rural (Alves, 2003). Ao final do século XVIII a conjuntura econômica da capitania do Piauí era de estagnação, o que viria se asseverar com o franco declínio da pecuária no início do século XIX (Nunes; Abreu, 1995; Mendes, 1995).

No que se refere às comunicações e aos meios de circulação, de acordo com Nunes (1974, p. 166) “perduravam no Piauí as mesmas trilhas que no período colonial ligavam entre si as fazendas, as mesmas veredas abertas pelos vaqueiros e boiadeiros na labuta cotidiana”, que se multiplicavam, mesmo com pouca contribuição do poder público para a sua manutenção e expansão. As comunicações entre as vilas e fazendas eram realizadas por caminhos rudimentares, com condições de difícil acesso. Como esclarecem Nunes e Abreu (1995, p. 97):

[...] as vias de ligação entre povoados, vilas e cidades não passavam de caminhos, mais largos ou mais estreitos, dependendo da intensidade de sua procura, dando passagem a mascates com suas tropas de burros. Tão precários eram estes caminhos que diversas fontes dão conta de que as correspondências e encomendas demoravam meses até chegar a seu destino. De qualquer modo, findo o século dezoito, já existia uma via de comunicação regular entre o norte e o sul da Província. Havia também uma via de comunicação entre o Pará e o

Maranhão. Os ‘caminhos vicinais’ ligavam fazendas, sítios e povoados no interior piauiense. Além da Agência Central dos Correios estabelecida em Oeiras, outras foram instaladas em Campo Maior, Marvão, Jerumenha e depois em Teresina.

As difíceis condições de circulação que se fazem presentes no dia-a-dia das vilas e povoados passam a compor discursos sobre as péssimas condições das estradas, com lamaçais, e as dificuldades de comunicação, com grandes distâncias que acabavam dificultando a expansão e a prosperidade econômica (Gandara, 2008). Esse descontentamento quanto aos meios de circulação aparece então como elemento discursivo para os processos que, nessa mesma época, levaram a uma mudança no eixo econômico do Sul para o Norte piauiense.

Os transportes a vapor e a mudança da capital

Ressalta Mendes (1995) que, da virada do século XVIII para o século XIX, as principais cidades fornecedoras de gado do Sul do Piauí (Oeiras, Jerumenha, Parnaguá e Valença), que representavam mais da metade da arrecadação do estado, passam a cair em sua participação, emergindo e ganhando representatividade os municípios do Norte (Campo Maior, Marvão, Piracuruca e Parnaíba), o que logo incide no movimento de mudança da capital de Oeiras para Vila Nova do Poti. Em relação a isso, Nunes e Abreu (1995) relatam as principais questões que propiciavam esse movimento de mudança da capital:

A Vila do Poti, situada na confluência do rio Poti com o Parnaíba [...] Era igualmente uma passagem entre o norte da Capitania e o restante do Brasil. A dificuldade de comunicação de Oeiras obrigava o escoamento das riquezas do Piauí somente pelo Maranhão, justamente através da passagem mais acessível à época, a Vila do Poti, que, por via fluvial, ficava relativamente próxima de Caxias [...] uma vez estabelecida a capital às margens do navegável rio Parnaíba, as comunicações seriam amplamente favorecidas e, assim, toda uma gama de ações administrativas seria facilitada (Nunes; Abreu, 1995, p. 95).

Esse deslocamento da importância do Sul para o Norte não se resume efetivamente só às questões econômicas, havendo também influência política nesse movimento de mudança da capital pelas elites do Norte, definindo uma nova reorganização das relações de poder que se instituíram no território piauiense naquele período (Nunes; Abreu, 1995). Gandara (2008, p. 117) enfatiza que o movimento pela mudança da capital,

Tratava-se de um movimento eminentemente político havendo grupos que pleiteavam o melhoramento das estradas e a implantação da navegação a vapor no rio Parnaíba e outros que defendiam a mudança da capital como meio para levar aquela Província à prosperidade.

A navegação no rio Parnaíba foi o principal argumento para justificar a mudança da capital, sendo apontada como um importante vetor de transformação para a província. Naquela época acreditavam que por meio da navegação fluvial se conseguiria transpor barreiras geográficas em busca da conquista de novos mercados e da expansão das fronteiras (Gandara, 2008). O rio Parnaíba era considerado com excelentes condições para a navegabilidade de embarcações a vapor, já que sua “[...] topografia facilitava os movimentos fluviais e terrestres” conferindo-lhe “excelentes potencialidades para se desenvolver e se afirmar tanto como centro urbano quanto entreposto comercial” (Gandara, 2008, p. 137).

Mendes (1995) considera que a navegação a vapor no rio Parnaíba teve a finalidade de induzir a perspectiva do progresso, servindo para estimular as atividades agrícolas e o comércio nas regiões que margeavam o rio. Acreditava-se que:

O ‘progresso’ chegaria pelo rio, vindo dos grandes centros. O rio Parnaíba funcionaria como matriz e força motriz distribuindo gentes para os confins, misturando os do sul com as do norte e empurrando-os para novas direções. Seriam as comunicações que se faziam possíveis (Gandara, 2008, p. 137-138).

Os novos tempos vislumbrados pela navegação a vapor no rio Parnaíba, a transferência da capital e a construção do porto de Amarração (atualmente Luís Correia), representava o moderno e trazia, na concepção dos grupos interessados, a dinamização das relações econômicas, como forma de transformar o Piauí num centro comercial regional. A nova capital, “[...] Teresina, então representaria a síntese das propostas políticas, econômica e sociocultural que promoveria o desenvolvimento do estado do Piauí” (Gandara, 2008, p. 130). As ações do governo de apoio a proposta de transferência da capital de Oeiras para Teresina, levava em consideração fortes interesses econômicos e o objetivo do desenvolvimento do transporte fluvial como elemento precursor de modificações nos problemas então vivenciados.

A mudança da capital de Oeiras para Teresina, às margens do rio Parnaíba, teve então a intenção de evidenciar o papel que o Centro-Norte passa a ter em relação à ocupação do território por núcleos urbanos, tendo um papel importante na história e na organização do espaço piauiense, reconfigurando o território e as relações de poder nele mantidas. Nesse processo o território piauiense experimenta transformações tanto em sua materialidade quanto em suas relações sociais. De acordo com Gandara (2008, p. 133),

O Piauí, no período de 1850 até meados do século XX, foi marcado por profundas transformações socioespaciais com sucessivos surgimentos/ressurgimentos de vilas/cidades ao longo do rio Parnaíba. Toda essa transformação se iniciou com a idéia de transferência da capital que

incluía objetivos claros e articulados aos projetos do governo imperial. Todos os investimentos a ela creditados estavam dirigidos como requisitos necessários à mudança da situação de ‘atraso’ econômico, político, social e cultural do estado perante a outras unidades da federação.

A navegação fluvial pelo rio Parnaíba, tanto de cargas como de pessoas, passa a ser vinculada às ideias de modernidade e progresso, considerada então um elemento crucial para que o Piauí viesse a “progredir” economicamente e socialmente, participando do comércio internacional com produtos derivados do extrativismo vegetal, principalmente. Seguindo o projeto de comunicação tão desejado de navegação no rio Parnaíba, barcos, lanhas e vapores passam a trafegar no rio regulamente, levando e trazendo mercadorias e pessoas (Nunes; Abreu, 1995). A nova capital e a navegação aqueceram então as atividades ligadas à pecuária, à agricultura e ao extrativismo.

A navegação fluvial do rio Parnaíba intensifica o surgimento de comunidades e vilas às margens do rio, proporcionando o intercâmbio de mercadorias e pessoas entre diversos lugares. Desde meados do século XIX, até por volta da metade do século XX, a economia piauiense buscou se organizar tendo como eixo principal o rio Parnaíba (Nunes; Abreu, 1995; Gandara, 2008).

A navegação fluvial passa a ser explorada por empresas locais e do Maranhão. Essas empresas ficaram responsáveis pelo transporte de diversos artigos do cotidiano das populações ribeirinhas, como também pelo transporte de passageiros, que levavam e traziam notícias para povoados distantes (Nunes; Abreu, 1995, p. 99). Como lembra Gandara (2008, p. 176),

[...] eram os passageiros quem traziam e levavam novidades para os povoados mais longínquos. Eram objetos e notícias, que despertavam a curiosidade de quem vivia ao longe na beira-rio Parnaíba e alteravam o cotidiano dessas pessoas, fazendo-as imaginar outras formas de vida. O ritmo da vida beira-rio Parnaíba era, então, marcada pelo ritmo das viagens dos vapores que durante o percurso marcavam uma convivência cotidiana com seus ritmos e rituais. Aqueles vapores tornaram-se lugares de encontro e se encheram de valores muito mais fortes que os da função para a qual foram adquiridos. Neles o viajante encontrava a festa, o jogo, a procura do absoluto, o diálogo com o outro e com o universo.

No final do século XIX se organiza a estrutura burocrática do Estado brasileiro, no contexto da proclamação da República. No Piauí se estabelece uma associação direta entre as elites e o poder público, através da política clientelista, com a distribuição de cargos entre aparentados e familiares dos políticos (Bonfin; Santos Júnior, 1995).

O extrativismo vegetal ganha maior expressão no Piauí no final do século XIX, com a exploração da cera da carnaúba, remetida ao mercado externo. No início do século XX ganha

importância também a exploração da maniçoba, da amêndoa do babaçu, da oiticica, do tucum, do coroa e da malva, formando novos produtos destinados à exportação (Bonfim; Santos Júnior, 1995; Mendes, 1995), tendo parte desses produtos escoamento pelo rio Parnaíba. Dessa forma,

O extrativismo vegetal é que reorientaria o sentido das atividades econômicas para o eixo do rio Parnaíba, à exceção da maniçoba, nativa no semi-árido piauiense e que percorreria os mesmos caminhos do gado. A carnaúba e o babaçu, por terem tido uma demanda externa forte e por estarem situados, em grande parte, próximos aos rios, mudaram a geografia econômica (piauiense numa época em que a produção da pecuária nordestina também já estava transferida para as regiões mais próximas dos centros consumidores (Mendes, 1995, p. 67).

O extrativismo vegetal teve importância para a economia do Piauí, quando a maior parte da exploração desses produtos vegetais eram exportados para países como a Alemanha e Estados Unidos, fazendo crescente a importância do transporte fluvial no rio Parnaíba (Nunes; Abreu, 1995). Anos mais tarde, já no início do século XX, esse cenário mudou com uma baixa nas exportações, quando o preço de grande parte desses produtos cai, causando uma retração nos centros produtores e, assim, afetando as economias locais (Santana, 2001).

Nesse contexto, passa-se a buscar o melhoramento das infraestruturas de transportes, com projetos para a navegação do rio Parnaíba e para a construção do Porto de Amarração, colocados pelo governo como a única forma de enfrentar os diversos problemas econômicos e sociais que se mantinham naquela época, já que as atividades econômicas eram realizadas com muitas dificuldades de transportes e os padrões sociais se conservavam muito similares aos do período imperial.

Com o declínio da navegação de cabotagem, se evidenciam vários projetos que visavam a construção de ferrovias pelo Brasil, implementando esse modal como viabilizador de um projeto de integração das diversas regiões do país, buscando explorar as potencialidades das áreas interiores (Vieira, 2010). A proposição de implantação dos primeiros projetos ferroviários no Brasil foi efetivada principalmente para o crescimento da atividade cafeeira no Sudeste e Sul do país (Silveira, 2003). No Nordeste tais projetos tinham como principal intuito o transporte da cana-de-açúcar, sendo considerados importantes instrumentos de penetração para os sertões do país, como forma de assegurar a efetivação do projeto de nação compreendido pelas elites do Brasil (Vieira, 2010). Nesse contexto, as ferrovias eram apresentadas também como um elemento ligado ao moderno e ao mundo urbano, permitindo trazer progresso e velocidade às atividades econômicas, além de novos padrões sociais e culturais.

No final do século XIX e nos primeiros anos do século XX já se observa no Piauí alguns traçados férreos (muitos em construção), embora ainda contasse com a navegação fluvial e os transportes feitos por estradas carroçáveis como as principais formas de transporte. Desde o período imperial, muitas áreas da atual região Nordeste, como o Piauí, já apresentavam reivindicações para a inserção de linhas férreas e a construção de porto marítimo, no intuito de subsidiar novas atividades econômicas e dinamizar as já existentes. A inserção de ferrovias era defendida pelos representantes públicos e pelas elites piauienses como possibilidade de aprofundar contatos para a superação das mazelas que o estado passava. Como exemplo de projeto cogitado e aprovado pelo governo imperial, pode-se mencionar “[...] a construção de uma ferrovia ligando Petrolina-PE ao rio Parnaíba em Amarante-PI” (Vieira, 2010, p. 39), logo deixado de lado por falta de financiamento. No Piauí,

[...] antes da implantação dos primeiros trechos ferroviários, muitos estudos e projetos foram produzidos e mantidos no esquecimento durante os anos finais do século XIX e iniciais do século XX, mas, por iniciativa do governo federal, acabou sendo efetivado alguns desses trechos, especialmente aqueles que interligavam Amarração às principais cidades da região norte do estado: Parnaíba (1920), Cocal (1923) e Piracuruca (1923) (Vieira, 2010, p. 48).

Apesar de muitos esforços para interligar o território do Piauí aos estados vizinhos por ferrovias, os primeiros projetos com a intenção de instituir os caminhos de ferro no Estado passam por constantes dificuldades, impossibilitando em grande parte deles o andamento dos serviços e até mesmo o abandono desses, ocasionados muitas vezes pela falta de recursos financeiros que viabilizasse a conclusão das obras. Desta forma, nos primeiros anos do século XX,

[...] o sistema de transporte do Piauí era constituído pela navegação do rio Parnaíba (que já apresentava dificuldades de navegabilidade), o porto de Amarração (artesanal constituído de poucos melhoramentos técnicos, pois não apresentava dique de proteção, quebra mar e cais), as ferrovias (os trilhos atingiam algumas cidades da região norte do Estado e pequenos trechos entre Paulista-PI [atual Paulistana-PI] e Petrolina-PE) e as estradas carroçáveis (Vieira, 2010, p. 55).

Foi ainda nos fins do século XIX, especificamente em 1871, que foram publicadas resoluções autorizando o contrato de construção de uma ferrovia ligando Parnaíba a Amarração, destinada ao transporte de passageiros e cargas (Vieira, 2010). Mais tarde, em 1916, é inaugurado o primeiro trecho ferroviário entre Portinho e Cacimbão, apresentando 24 km de extensão, além da primeira estação ferroviária em Parnaíba. Nesse mesmo ano se inicia a construção do trecho Amarração a Campo Maior. No ano de 1920 é iniciado o tráfego Portinho-

Parnaíba-Cacimão, sendo posteriormente desmembrada pelo governo, passando a constituir a Estação ferroviária Central do Piauí, ficando em tráfego até 1923, com linha até Piracuruca, posteriormente estendida até Piripiri (FRFB, 2000).

Mesmo com o interesse do governo estadual, não era possível alavancar sozinho os projetos ferroviários pretendidos, tendo em vista sua magnitude de financiamento, o que leva a cobrança de maior participação dos órgãos federais. Nesse período foram idealizados trechos ferroviários que interligassem as principais regiões produtoras do Estado aos mercados consumidores, como a cidade de São Luís (MA) a Teresina, Petrolina (PE) a Teresina e Crateús (CE) a Teresina, tendo o propósito de ligar tais traçados férreos a um porto (Amarração), para assim ser capaz de escoar sua própria produção deixando de utilizar as estruturas de outros estados, como o Maranhão e o Ceará (Vieira, 2010).

O projeto de interligação de Petrolina a Teresina foi considerado importante para o governo federal, segundo destaca Vieira (2010), sendo visto como uma das mais interessantes alternativas no que se refere a viabilizar uma melhor comunicação entre as regiões produtoras situadas no trajeto com o mercado consumidor do sul do país, o que possibilitaria o avanço da ferrovia em território piauiense. Os trabalhos na construção dessa linha chegaram a ser iniciados, tendo o traçado chegado a Paulistana, no sudeste do Piauí, no início do século XX, onde também foi construída uma estação ferroviária. Por falta de recursos a construção acabou interrompida, sendo decretada concessão incursa em caducidade pela demora em sua conclusão.

A construção da Estrada de Ferro que ligaria São Luís a Teresina teve início com um primeiro trecho aberto em 1895, que tinha como intuito ligar o município maranhense de Caxias ao porto de São José das Cajazeiras, localizado em povoado de mesmo nome, que viria posteriormente a ser elevado à vila, com o nome Flores (atual município de Timon). Esse primeiro trecho da ferrovia, de 78 km, fazia a ligação entre a área onde finalizava a navegação do rio Itapecuru, em Caxias, até o porto no atual município de Timon, no rio Parnaíba, o que evidencia o caráter complementar assumido pelas ferrovias nesse momento, quando ainda predominava o papel da navegação. Somente a partir de 1919 a estrada de ferro passa a se expandir em direção à São Luís, com a construção do trecho ligando Rosário a Caximbo (no atual município de Cantanhede-MA), que logo teve sua linha prolongada até Caxias, em 1920, sendo completada com o trecho Rosário-São Luís em 1921. Por fim, a estrada de ferro só se liga realmente à cidade de Teresina em 1938, quando é inaugurada a ponte ferroviária João Luiz Ferreira sobre o rio Parnaíba (Vieira, 2010).

O declínio das ferrovias e ascensão do rodoviarismo

Os traçados férreos construídos no estado do Piauí se localizavam principalmente na parte Norte do Estado, tendo como principal objetivo o encaminhamento da produção para o porto de Amarração. De 1950 em diante, seguindo a dinâmica nacional, com o advento da era do rodoviarismo no Brasil, no Piauí, além das construções de ferrovias, passa-se a configurar uma atenção maior para a implantação das rodovias, o que se faz mediante a construção e o melhoramento das estradas carroçáveis que já existiam. É nesse contexto que as ferrovias e a navegação fluvial passam a perder pouco a pouco as suas funções de principais meios de transporte no estado.

Nesse momento, se inicia por parte do governo estadual e federal uma política de incentivo a construção de rodovias, com a implementação de estudos para ligação entre as cidades de Teresina, Parnaíba, Floriano, Oeiras, Picos e Barras (Vieira, 2010). Pelas dificuldades de transporte vivenciadas no estado desde sua formação, as rodovias apareciam como o meio mais rápido para dinamizar e suprir as carências quanto a circulação.

Ainda em 1923, se inicia no Piauí um “movimento em prol da abertura de estradas carroçáveis”, com a abertura de caminhos carroçáveis, sem que se tivesse a preocupação “de realizar obra perfeita” (Piauhy, 1927, p. 41). Conforme o documento citado, a rede rodoviária então existente no Piauí alcançava 1.908 km, tendo sido construídos no ano de 1925 as estradas União – Miguel Alves (60 km), Barras – Boa Esperança (atual Esperantina) – Buriti dos Lopes (130 km), Porto Alegre (atual Luzilândia) – Boa Esperança (50 km), Alto Longá – Castelo (106 km), Valença – Natal (150 km), Regeneração – São Pedro (50 km), Oeiras – Picos (80 km) e Picos – Paulista (atual Paulistana) (160 km). Em 1926 a rede de estradas alcançava o total de 2.665,92 km (Piauhy, 1927), chegando a 2.741,92 km no ano seguinte (Piauhy, 1928).

Com a construção de estradas de rodagem pelo Piauí, o volume do transporte de cargas, mercadorias e pessoas nas ferrovias diminui. Entre os fatores que propiciaram a perda de importância das ferrovias podemos destacar que, além do forte incentivo de políticas públicas voltadas ao rodoviarismo, foi determinante a ação das empresas automobilísticas. No Piauí, Vieira (2010) destaca os papéis das mídias (principalmente os jornais) como um dos principais elos fomentadores do estilo de vida voltado aos benefícios do automóvel, em grande parte usados pelas empresas automobilísticas para anúncio de caminhões e automóveis.

No final da década de 1930 e início da década de 1940, observa nacionalmente um forte incentivo estatal para o desenvolvimento da industrialização por parte do governo federal, logo

eclodindo em 1950 a 1960 o rodoviarismo, resultando em um maior incentivo em construções de rodovias por todo o país, no Piauí observa-se uma significativa participação na construção e melhoramento das rodovias estaduais (Vieira, 2010).

Desta forma, um dos fatores que também ajudou a promover as construções rodoviárias no Piauí, foram as excessivas demoras nas construções ferroviárias e mesmo os problemas referentes ao estado de conservação do material rodante. Como ressalta Vieira (2010, p. 72),

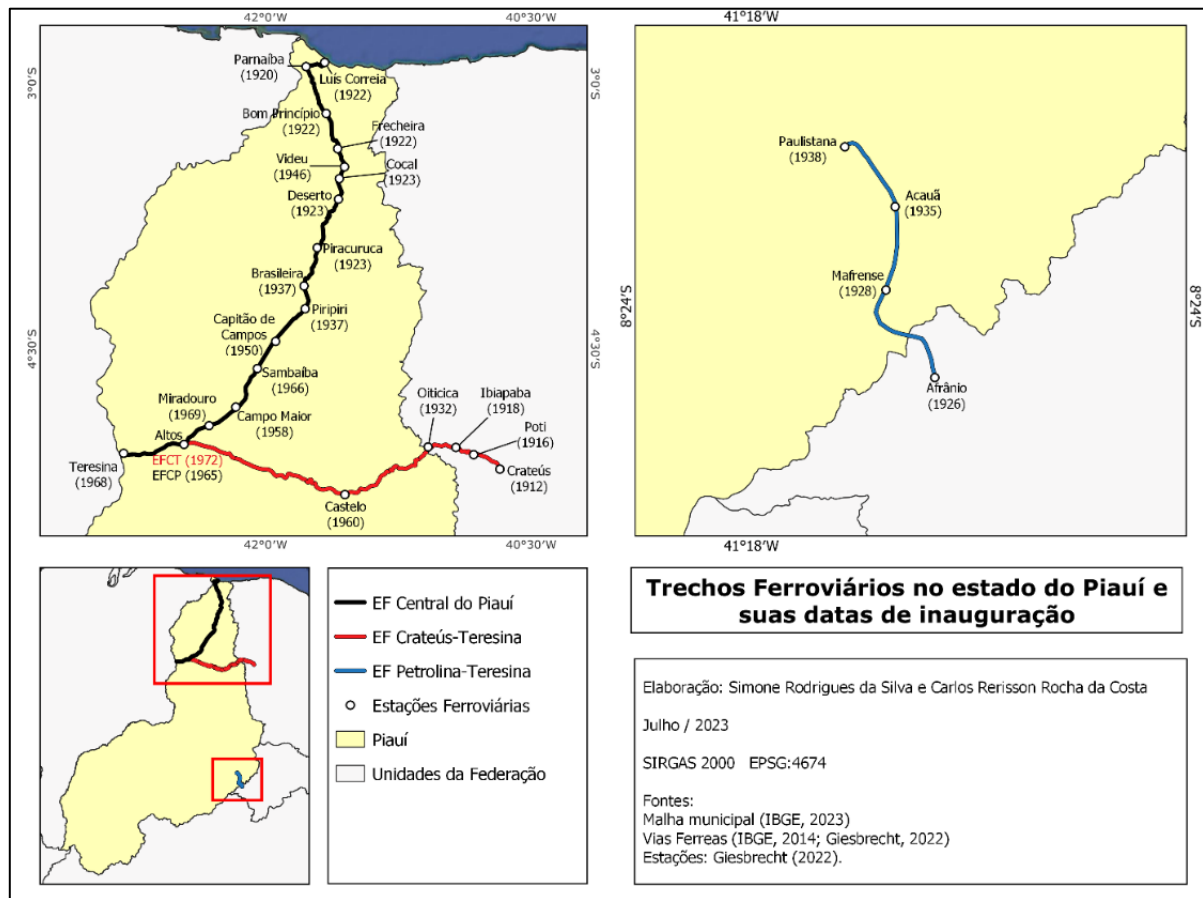
[...] nos quase 40 anos do início da implantação de trilhos ferroviários no Piauí, ainda não havia chegado a metade do traçado projetado, mostrando-se deficitária por possuir trens velhos, que desenvolvia pouca velocidade (30 km/h, aproximadamente), apresentava precária linha devido a falta de manutenção e, principalmente, ocorriam diversos problemas na conclusão do traçado (Vieira, 2010, p. 72).

Em meados do século XX os projetos ferroviários e do antigo porto de Amarração, então já tendo se emancipado como município de Luís Correia, são mantidos no esquecimento, evidenciando não só uma demora na efetivação dos projetos, mas mesmo uma falta de interesse e investimento para realização dos mesmos. Nesse período, o Piauí possuía três linhas ainda em construção, a Estrada de Ferro Central do Piauí (que ligava Parnaíba a Piripiri), a Estrada de Ferro São Luís-Teresina (ligava São Luís a Teresina) e alguns quilômetros construídos da Estrada de Ferro Petrolina-Teresina (tendo o intuito de ligar a cidade de Petrolina em Pernambuco a Teresina, cujos trilhos só chegaram à Paulistana, no Sul do estado do Piauí). A construção dessas estradas de ferro perdurou por décadas, com lento avanço em cada trecho e algumas paralizações (Figura 2)

Mesmo com a diminuição dos fluxos derivada da crise das exportações dos produtos do extrativismo vegetal no Piauí, as ferrovias Central do Piauí e São Luís-Teresina eram importantes meios de transporte de mercadorias, como o babaçu e, principalmente, a carnaúba, que mesmo nesse período conseguiu manter um vantajoso volume de produção (Mendes, 1995). Essas ferrovias operavam em regime deficitário, com material rodante obsoleto por falta de manutenção e investimento. Suas extensões eram consideradas pequenas, fruto, principalmente, das muitas paralisações nas obras dos traçados planejados.

Entre 1965 a 1969 são entregues os últimos trechos da Estação Ferroviária Central do Piauí, que ligam os municípios de Campo Maior, Altos e Teresina. Esses trechos foram suficientemente solicitados para o transporte de mercadorias e passageiros, perdendo o fluxo de transporte cada vez mais até chegar ao declínio.

Figura 2 – Mapa dos trechos ferroviários do Piauí e suas datas de inauguração



Fonte: IBGE (2023).

Nesse cenário as rodovias passam a ganhar cada vez mais força pela inserção de uma série de medidas ao seu favor nas políticas nacionais. No Piauí, devido a esse novo foco nas estradas de rodagem, ocorre uma reorganização comercial, em que cidades já conhecidas como centros econômicos do estado vão perdendo força e outras aparecendo e se evidenciando com mais ênfase, como é o caso de Picos. A capital do estado, entre 1920 e 1950, ganha cada vez mais destaque como município voltado eminentemente para o comércio, o que reforça gradativamente essa atividade no estado do Piauí (Nunes; Abreu, 1995). Como apresenta Vieira (2010, p. 74),

Com a implantação de rodovias no Piauí, ligando a capital Teresina a Fortaleza (CE) e as cidades de Jaicós, Picos, Oeiras e Floriano a Recife (PE) e Fortaleza (CE), ocasionou a reorientação do comércio piauiense do norte ao sul do Estado e contribuiu com a estagnação comercial de Parnaíba que passou a sofrer forte concorrência de outros estados.

Com a abertura dessas estradas de rodagem, foi possível ligar o estado ao Centro-Sul, ampliando o mercado consumidor para todo o Nordeste (Mendes, 1995). Em 1954 o estado já apresentava uma extensão de 485 quilômetros de estradas federais não pavimentadas. Tal dado,

num território de tamanha magnitude quanto o do Piauí, nos indica que mesmo com o aumento das construções de estradas no estado a situação dos meios de transporte ainda era marcada por uma expressiva dificuldade de comunicação entre o Norte e Sul do estado.

Ficam evidentes os muitos problemas nos transportes no estado do Piauí, que vão desde a falta de manutenção das principais estradas até a lenta construção; a falta de manutenção e reaparelhamento do material rodante e a falta de financiamento para as ferrovias, o que gerou lentidão na construção de linhas consideradas importantes para a economia do estado; chegando ainda às péssimas condições de navegabilidade do rio Parnaíba (Vieira, 2010). Grande parte dos recursos federais aplicados no setor de transportes (principalmente oriundos do DNOCS) foi destinada à construção de rodovias, que avançavam lentamente.

Apesar desses muitos problemas evidenciados nas infraestruturas de transporte, no final de 1956,

[...] a situação da rede rodoviária em tráfego no Estado era a seguinte: federais, correspondia a 1.110 km, sendo 1.095 com revestimento primário e 15 km pavimentados; estaduais, 438 km apenas com revestimento primário; municipais, com 8.007 km. A extensão total de rodovias no estado ‘era então de 9.555 km, correspondendo a 2,04% da rede rodoviária nacional. Os índices mais significativos exprimem-se em 38,0 km/1000 km² e 78,6 km/10 000 habitantes’. De acordo com esses dados, a rede de rodovias do Estado ainda era muito reduzida, comparada com a extensão total do território piauiense que era de 251.683 km² (Vieira, 2010, p. 73).

As rodovias já muito contribuíam para o escoamento da produção no Piauí. Mesmo que muitos trechos se encontrassem ainda em construção, já era possível perceber a reorientação econômica conduzida pelo traçado rodoviário (Vieira, 2010). Nesse ponto, não apenas as atividades comerciais e os transportes se transformavam no estado, mas também sua própria organização político-administrativa, como se pode constatar com a criação, entre 1950 e 1957, de 23 municípios no estado, passando a contar com o total de 71 municípios (Nunes; Abreu, 1995, p. 105).

Na década de 1960 a rede rodoviária já se caracteriza como o meio de circulação mais utilizado no Piauí para o transporte da produção aos mercados das regiões Nordeste, Sul e Sudeste do Brasil. Isso se reforçou ainda mais com a estagnação da navegação por vias fluviais com a lentidão estagnação de grande parte das linhas férreas construídas no estado. A concorrência das rodovias com esses modais foi avassaladora, passando o transporte rodoviário a ser o modal mais utilizado no estado.

Santana (2001, p. 118-119) destaca o papel da rede rodoviária que ia sendo instalada para as transformações na economia. “A estrada e o caminhão contribuíram para que se formasse uma lavoura de mercado, concentrada nas áreas próximas das rodovias [...]. O comércio se deslocou, pela mesma razão, acompanhando a rede rodoviária”. A partir disso, o rio Parnaíba se torna uma via secundária, afetando diretamente o comércio: “Empórios comerciais de relativa importância, formar-se-iam em outros centros, desaparecendo os antigos. Onde não chegou a estrada, o comércio continuou fraco ou nenhum”.

A partir dos anos 1960, no contexto do desenvolvimentismo que leva à criação da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste – SUDENE, ações estatais buscam inserir o Piauí nas dinâmicas que buscavam industrializar a região Nordeste, como parte do modelo de desenvolvimento então proposto. Entretanto, como ressalta Mendes (2003), devido às limitações da malha rodoviária e na oferta de energia elétrica, o estado não é atingido por esse propósito industrializador nos mesmos moldes que os demais estados do Nordeste.

O I Plano Diretor da SUDENE (1961-1963) apontou a necessidade de investimentos em infraestruturas, buscando “dotar o Nordeste de uma rede prioritária de estradas de rodagens e de ferro, a fim de unificar a região e integrar o seu mercado”, devendo os investimentos em novas estradas limitarem ao modal rodoviário (SUDENE, 1966, p. 34). Nesse sentido, propunha a constituição de uma Rede Rodoviária Prioritária Básica do Nordeste, composta por 23 rodovias, com extensão total de 19.071 km, dos quais 3.015 km estavam ainda por implantar, 3.302 km necessitando de melhorias e 2.711 km devendo ser pavimentados. No Piauí destacava-se as rodovias BR-8, BR-18, BR-22, BR-24, BR-51 e a BR-52 (que teriam suas nomenclaturas alteradas em 1964 para o padrão atual), todas com trechos a serem construídos, contanto com poucos quilômetros pavimentados (apenas 60 km em dezembro de 1959) (IBGE, 1960; SUDENE, 1966). Entretanto, Mendes (2003) relata que a maior parte dessas rodovias só chegou à implantação e/ou pavimentação nos anos 1970.

As rodovias modificaram substancialmente o território do Piauí, interligando várias partes do estado e mesmo fazendo conexão com outros estados e regiões do país, por meio da construção de rodovias federais, a partir da política adotada desde o plano de Metas, e da construção de rodovias estaduais, por incentivo do governo do estado, formando-se assim a rede viária do Piauí, passando já na década de 1970, associada às políticas de incentivo fiscal e financeiro, a ser apresentada como atrativo para a inserção de novas dinâmicas econômicas no estado. Em 1980, a malha rodoviária federal no Piauí alcança 3.443 km, sendo 1.073 pavimentados e 421 km em obras (IBGE, 1981).

A rede rodoviária do Piauí chegou à extensão de 51.541 km em tráfego em 1990, sendo 2.407 km de rodovias federais, 4.973 estaduais e 44.161 km de estradas municipais. A rede rodoviária pavimentada totalizava 3.536 km, dos quais, 1.982 km eram em rodovias federais (IBGE, 1991).

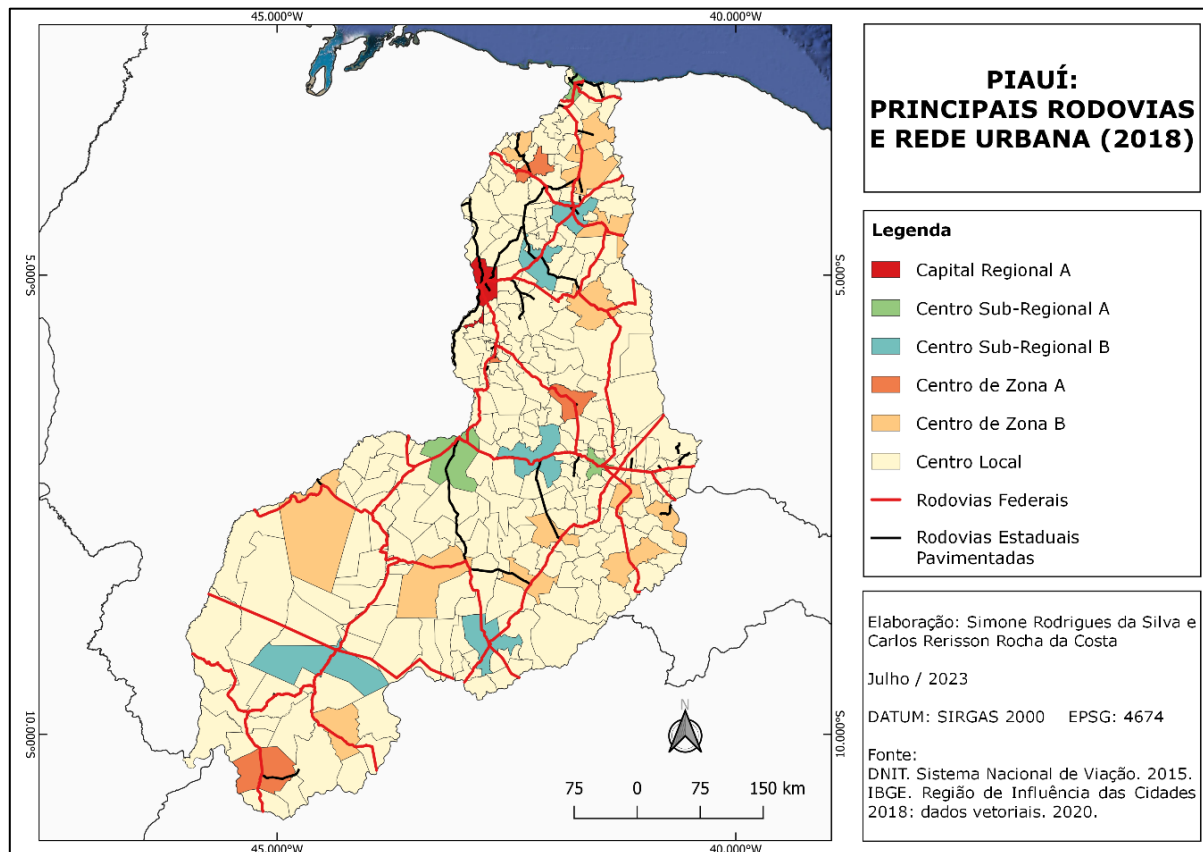
Nos anos 1990, são criados no Piauí 106 novos municípios, apesar de dois deles terem sido instalados somente já na primeira década do século XXI, totalizando os atuais 224 municípios. Parte dessas emancipações ocorridas nessa década se deram em distritos cortados por rodovias, que, no contexto das transformações políticas então em curso, tiveram na possibilidade de circulação e nas dinâmicas que parte dessas rodovias proporcionou, sobretudo comerciais.

Nesse contexto, Teresina se consolidou como centro sub-metropolitano. Floriano, Parnaíba e Picos se posicionam na rede urbana nacional como centros sub-regionais, enquanto Piripiri, Corrente, Campo Maior, São Raimundo Nonato, Água Branca, Esperantina, Luzilândia, Barras, Elesbão Veloso, Oeiras e Valença do Piauí, são colocados como cidades tendendo a centro local (IBGE, 2000).

O quadro atual revela a predominância do modal rodoviário, contando o Piauí com 7481,8 km de rodovias pavimentadas (4.814,0 km estaduais e 2615,2 km Federais), 50.075,2 km não pavimentadas e 4.531,2 km de rodovias que estão sendo planejadas. Quanto ao estado geral das estradas do Piauí, em 2005 49% eram consideradas entre ótimo, bom e regular, 51% entre ruim e péssimo. Passando esses números em 2015 para 70% entre ótimo, bom e regular e 30% ainda considerado ruim e péssimo (CNT, 2018). Essa malha rodoviária, ao se consolidar como principal forma de circular pelo território, reconfigurou a rede urbana e suas hierarquias, estando associada ao desenvolvimento das principais cidades do estado (Figura 3).

Já a navegação é praticamente inexpressiva, embora haja planos para operacionalização da Hidrovia do Parnaíba e o término da construção do Porto de Luís Correia que indiquem a constituição de investimentos nesse modal. Conforme dados da ANAC (2023), o estado hoje conta com 81 aeródromos (71 privados e 12 públicos, incluindo os aeroportos de Teresina, Parnaíba e), atendendo o transporte de passageiros e cargas, destacando-se a concentração de aeródromos nos municípios produtores de soja. Em relação às ferrovias, estão ainda em funcionamento os ramais administrados pela Transnordestina Logística, com um ramal saindo de São Luís (Portos da Ponta da Madeira e Itaqui) até Teresina, e outro saindo de Teresina e seguindo para o Ceará (Portos do Pecém e Mucuripe).

Figura 3 – Mapa das principais rodovias e rede urbana do Piauí conforme REGIC 2018



Fonte: IBGE (2020); DNIT (2015). Elaboração: Silva e Costa (2023).

Esse quadro indica ainda carências existentes no estado, o que se evidencia diante das necessidades de circulação impostas pelas principais dinâmicas produtivas em expansão no Piauí, o agronegócio e a mineração, eleitas como prioritárias pelo governo estadual, que cobram novas infraestruturas e melhorias nas já existentes, devendo-se buscar uma articulação intermodal que garanta maior fluidez e uma circulação mais rápida e eficiente pelo território.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As redes de transporte desempenham um papel fundamental ao viabilizar o deslocamento de pessoas e mercadorias entre diferentes partes do globo, resultando na superação de barreiras espaciais e na redução do tempo de deslocamento entre os lugares.

Os progressos técnicos no setor de transporte têm desempenhado um papel fundamental na disseminação dos princípios fundamentais do mundo moderno, resultando em um aumento significativo na velocidade dos deslocamentos. Esses avanços têm possibilitado a expansão da industrialização e impulsionado a disseminação do modo de produção dominante para várias partes do mundo. Como resultado, os territórios são constantemente reconfigurados através da

produção contínua de novos objetos técnicos, que alteram tanto sua dimensão material quanto imaterial.

Uma vez que a formação territorial se dá a partir dos usos sociais do espaço, e que as diferentes formas de circulação proporcionadas por distintos meios de transporte ao longo do tempo foram fundamentais para as formas de uso do território que se sucederam na história do Piauí, compreende-se que as formas de circulação são, portanto, elemento central para a compreensão de sua formação territorial.

Nas bases da formação territorial do Piauí estão o gado, os vaqueiros, sertanistas, mas também estão os caminhos, sem os quais nenhum desses teria conseguido consolidar a ocupação desta parte da América. As embarcações à vapor que serpentearam o rio Parnaíba a partir de meados do século XIX chamaram para às margens desse rio a vida econômica e política piauiense, reconfigurando as forças que esquadrinharam o Piauí na virada do século. Os caminhos de ferro, embora com menor expressão no estado, levaram um prenúncio de modernidade para cidades e lugarejos, cujas pontas dos trilhos iam remodelando suas organizações.

Já no século XX, as rodovias tomaram do rio Parnaíba o poder de atração das dinâmicas econômicas e políticas, fazendo remodelar as hierarquias urbanas no estado, despontando novas cidades, reposicionando outras no quadro político-econômico. No início do século XXI isso se materializa em novos arranjos territoriais, com pequenas cidades despontando ao ocuparem novos papéis na rede urbana regional e nacional, associadas às dinâmicas produtivas em curso ou àquelas vislumbradas nas folhas dos planos de desenvolvimento.

REFERÊNCIAS

ABREU, Capistrano de. **Caminhos antigos e povoamento de Brasil**. 4. ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira; Brasília: INL, 1975.

ALVES, Vicente Eudes Lemos. As bases históricas da formação territorial piauiense. **Geosul**. Santa Catarina, v. 18, n. 36, p. 55-76, 2003.

ANAC. Agência Nacional de Aviação Civil. **Aeródromos**. lista de aeródromos públicos e privados. 2023. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/aceso-a-informacao/dados-abertos/areas-de-atuacao/aerodromo>. Acesso em: 22 jul. 2023.

BECKER, Becker Koiffmann; EGLER, Cláudio Antonio Gonçalves. **Brasil: uma nova potência regional na economia-mundo**. 6. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

BONFIM, Washington Luís de Sousa; SANTOS JUNIOR, Raimundo Batista dos Santos. Formação Política. In: SANTANA, Raimundo Nonato Monteiro de .(org.). **Piauí: Formação, Desenvolvimento, Perspectivas**. Teresina: FUNDAPI, 1995. p. 13-40.

BRANDÃO, Wilson de Andrade. Formação Social. In: SANTANA, Raimundo Nonato Monteiro de .(org.). **Piauí: Formação, Desenvolvimento, Perspectivas**. Teresina: FUNDAPI, 1995. p. 41-54.

CNT. Confederação Nacional dos Transportes. **Anuário CNT do transporte: estatísticas consolidadas** 2018. Brasília: CNT, 2018. Disponível em: <http://anuariodotransporte.cnt.org.br/2018/Inicial>. Acesso em: 25 mar. 2023.

COSTA, Carlos Rerisson Rocha da. **O litoral do Maranhão, entre segredos e descobertas; A fronteira de expansão do turismo litorâneo na periferia do Brasil**. 2015. Tese (Doutorado em Geografia Humana) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

DINIZ, Nathália Maria Montenegro. **Um sertão entre tantos outros: fazendas de gado das Ribeiras do Norte**. 2013. Tese (Doutorado Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. São Paulo, 2013.

FARIA, Vital António Vilelas. **Geografia histórica do Piauí colonial: os processos de colonização e formação territorial até a constituição das primeiras vilas no século XVIII**. 2019. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Centro de Ciências Humanas e Letras, Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2019.

FUNDAÇÃO RAUL FURTADO BACELAR - FRFB. **Estrada de Ferro Central do Piauí: tudo começou com ele**. Piauí, 2000.

FURTADO, Maria Betânia Guerra Negreiros. **Os Jesuítas no sertão do Piauí: 50 anos entre fazendas e rebanhos (1711-1760)**. 2019. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2019.

GANDARA, Gercinair Silvério. **Rio Parnaíba... Cidades-Beira**. 2008. Tese (Doutorado em História) – Instituto de Humanas, Universidade de Brasília, Brasília-DF, 2008.

GOMES, Patricia Moraes. **Transporte e reprodução do espaço: o papel da estrada de ferro Central do Brasil na dinâmica do espaço urbano de Santos Dummont**. 2013. 202f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal de Juiz de Fora, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Anuário Estatístico do Brasil – 1960**. Ano XXI. Rio de Janeiro: IBGE, 1960.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Anuário Estatístico do Brasil – 1981**. v. 42. Rio de Janeiro: IBGE, 1981.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Anuário Estatístico do Brasil – 1981**. v. 51. Rio de Janeiro: IBGE, 1991.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Coordenação de Geografia. **Regiões de influência das cidades 1993**. Rio de Janeiro: IBGE, 2000.

JUCÁ NETO, Clóvis Ramiro. **A urbanização do Ceará setecentista: as vilas de Nossa Senhora da Expectação do Icó e de Santa Cruz do Aracati**. 2007. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2007.

LOPES, Rodrigo Freitas. **Nos currais do matadouro público: o abastecimento de carne verde em Salvador no século XIX**. 2009. Dissertação (Mestrado em História) – Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2009.

MARCONDES, Renato Leite; FALCI, Miridan Britto Knox. **Escravidão e reprodução no Piauí**: Oeiras e Teresina (1875). Texto para discussão – série economia. Disponível em: https://www.fearp.usp.br/images/pesquisa/Anexos/Publicacoes/Textos_discussao/REC/2001/wpe26.pdf. Acesso em: 8 dez. 2017.

MENDES, Felipe. **Economia e Desenvolvimento do Piauí**. Teresina: Fundação Monsenhor Chaves, 2003.

MENDES, Felipe. Formação Econômica. In: SANTANA, Raimundo Nonato Monteiro de (org.). **Piauí: Formação, Desenvolvimento, Perspectivas**. Teresina: FUNDAPI, 1995. p. 55-82.

MORAES, Antonio Carlos Robert. **Bases da formação territorial do Brasil: o território colonial brasileiro no “longo” século XVI**. São Paulo: Hucitec, 2000.

MORAES, Antonio Carlos Robert. **Território e História no Brasil**. 3. ed. São Paulo: Annablume, 2008.

MOTT, Luiz. **Piauí colonial: população, economia e sociedade**. Teresina: Projeto Petrônio Portela, 1985.

NUNES, Célis Portella; ABREU, Irlane Gonçalves de. Vilas e Cidades do Piauí. In: SANTANA, Raimundo Nonato Monteiro de (org.). **Piauí: Formação, Desenvolvimento, Perspectivas**. Teresina: FUNDAPI, 1995. p. 83-112.

NUNES, Odilon. **Pesquisas para a História do Piauí**. Vol. IV. Teresina: Imprensa Oficial do Estado do Piauí, 1974.

PIAUY. **Mensagem lida, a 1º de junho de 1927, perante a Assembléa Legislativa do Estado do Piauí, pelo governador Exm. Snr. Dr. Mathias Olympio de Mello**. Teresina: Imprensa Oficial, 1927.

PIAUY. **Mensagem lida, a 1º de junho de 1928, perante a Assembléa Legislativa do Estado do Piauí, pelo governador Exm. Snr. Dr. Mathias Olympio de Mello**. Teresina: Imprensa Oficial, 1928.

PRADO JÚNIOR, Caio. **Formação do Brasil contemporâneo: colônia**. São Paulo: Brasiliense, 2008.

SANTANA, Raimundo Nonato Monteiro de. **Evolução histórica da economia piauiense e outros estudos**. 2. ed. Teresina: Academia Piauiense de Letras / BNB, 2001.

SANTOS, Milton. **A natureza do espaço**. São Paulo: Edusp, 2012.

SILVA, Francisco Carlos Teixeira da. Pecuária e formação do mercado interno no Brasil-colônia. **Estudos Sociedade e Agricultura**, [S.l.], v. 5, n. 1, p. 119-156, abr.-set.,1997.

SILVEIRA, Márcio Rogério. **A importância geoeconômica das estradas e ferro no Brasil**. 2003. Tese (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Estadual Paulista, 2003.

SPIX, Johann Baptist von; MARTIUS, Carl Friedrich Philipp von. **Viagem pelo Brasil (1817-1820)**. Brasília: Senado Federal, 2017. v. 2.

SUDENE. Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. **I Plano Diretor de Desenvolvimento Econômico e Social do Nordeste**: 1961-1963. Recife: Divisão de Documentação SUDENE, 1966.

VIEIRA, Lêda Rodrigues. **Caminhos de ferro**: a ferrovia e a cidade de Parnaíba, 1916-1960. 247 f. Dissertação (Mestrado em História do Brasil) CCHL, Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2010.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP), pela bolsa de estudos que viabilizou o desenvolvimento da pesquisa da qual deriva a elaboração do presente artigo.

DIVERSIDADE FLORÍSTICA DE ÁREA VERDE URBANA: ANÁLISE QUALI-QUANTITATIVA DA ARBORIZAÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ, CAMPUS ALTAMIRA

Ana Paula Cerqueira **SANTOS**

Eng^a. Agrônoma, Mestre em Biodiversidade e Conservação
Universidade Federal do Pará

E-mail: ana.paula_.s@hotmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0009-0004-1321-7994>

Maurício Möller **PARRY**

Docente da Faculdade de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará

E-mail: mauricioparry@yahoo.com.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0516-0674>

*Recebido
Novembro de 2023*

*Aceito
Fevereiro de 2025*

*Publicado
Dezembro de 2025*

Resumo: O presente estudo objetivou avaliar quali-quantitativamente a arborização da Universidade Federal do Pará, campus de Altamira-PA, para conhecimento da composição das espécies e análise do manejo necessário para cada indivíduo, de acordo com o local de plantio. A pesquisa foi realizada no mês de agosto de 2023, procedendo-se a mensuração de todos os indivíduos com diâmetro à altura do peito (DAP) ≥ 5 cm e altura total da planta superior a 100 cm. Espécies ornamentais de hábito arbustivo fora dos parâmetros de DAP e altura adotados nesta pesquisa, procedeu-se apenas com a avaliação qualitativa por meio da identificação das espécies e quantificação do número de indivíduos. A vegetação arbórea estudada foi avaliada de acordo com os seguintes parâmetros: fitossanidade utilizando-se a escala de (ruim, moderada e boa), equilíbrio (ruim, moderada e boa), origem (nativa ou exótica) e conflitos (fiação de energia, postes, calçadas, meio-fio e placas de sinalização, com escala de sim ou não). Este estudo permitiu conhecer a composição da arborização, sendo inventariados 840 indivíduos de 87 espécies, pertencentes a 37 famílias botânicas e distribuídos em 57 gêneros, percebendo-se que apesar da variedade de plantas, nota-se uma maior predominância das espécies exóticas como a *Mangifera indica* L. (32) e *Cocos nucifera* L. (62), espécies de uma mesma família

Fabaceae (9) e de grande número de espécies frutíferas (28). Este estudo permitiu conhecer melhor a composição da arborização percebendo-se uma grande variedade de plantas existente no Campus, apesar da predominância de espécies exóticas, dispõem-se de área verde que ameniza os efeitos de altas temperaturas.

Palavras-chave: Amazônia oriental; composição florística; diversidade de espécies.

FLORISTIC DIVERSITY OF URBAN GREEN AREAS: QUALI-QUANTITATIVE ANALYSIS OF ARBORIZATION AT THE FEDERAL UNIVERSITY OF PARÁ, CAMPUS ALTAMIRA

Abstract: The present study aimed to qualitatively and quantitatively evaluate the afforestation of the Federal University of Pará, Altamira-PA campus, to understand the composition of the species and analyze the management required for each individual, according to the planting location. The research was carried out in August 2023, measuring all individuals with diameter at breast height (DBH) ≥ 5 cm and total plant height greater than 100 cm. Ornamental species with a shrubby habit outside the DBH and height parameters adopted in this research, only qualitative assessment was carried out through species identification and quantification of the number of individuals. The studied tree vegetation was evaluated according to the following parameters: plant health using the scale of (bad, moderate and good), balance (bad, moderate and good), origin (native or exotic) and conflicts (power wiring, poles, sidewalks, curbs and signposts, with a yes or no scale). This study allowed us to better understand the composition of the afforestation, with 840 individuals of 87 species being inventoried, belonging to 37 botanical families and distributed in 57 genera, realizing that despite the variety of plants, there is a greater predominance of exotic species such as *Mangifera indica* L. (32) and *Cocos nucifera* L. (62), species from the same Fabaceae family (9) and a large number of fruit species (28). This study allowed us to better understand the composition of the afforestation, realizing a wide variety of plants existing on the Campus, despite the predominance of exotic species, there is a green area that mitigates the effects of high temperatures.

Keywords: Eastern Amazon; floristic composition; species diversity.

DIVERSIDAD FLORÍSTICA DE ÁREAS VERDES URBANAS: ANÁLISIS CUAL-QUANTITATIVO DE LA ARBORIZACIÓN EN LA UNIVERSIDAD FEDERAL DE PARÁ, CAMPUS ALTAMIRA

Resumen: El presente estudio tuvo como objetivo evaluar cualitativa y cuantitativamente la forestación de la Universidad Federal de Pará, campus Altamira-PA, para comprender la composición de las especies y analizar el manejo necesario para cada individuo, según el lugar de plantación. La investigación se realizó en agosto de 2023, midiendo todos los individuos con diámetro a la altura del pecho (DAP) ≥ 5 cm y altura total de la planta mayor a 100 cm. Especies ornamentales de hábito arbustivo fuera del DAP y parámetros de altura adoptados en esta investigación, únicamente se realizó evaluación cualitativa mediante la identificación de especies y la cuantificación del número de individuos. Cualitativamente, la vegetación arbórea estudiada fue evaluada según los siguientes parámetros: sanidad vegetal utilizando la escala de (mala, moderada y buena), equilibrio (mala, moderada y buena), origen (nativo o exótico) y conflictos (cableado eléctrico, postes, aceras, bordillos y señales de señalización, con escala de sí o no). Este estudio permitió conocer mejor la composición de la forestación, siendo inventariados 840 individuos distribuidos en 86 especies, dándose cuenta que a pesar de la variedad de plantas, existe mayor predominio de especies exóticas como *Mangifera indica* L.

(32) y Cocos. nucifera L. (62), especies de la misma familia Fabaceae (9) y un gran número de especies frutales (28). Este estudio permitió conocer mejor la composición de la forestación, dándonos cuenta de la gran variedad de plantas existentes en el Campus, a pesar del predominio de especies exóticas, existe una zona verde que mitigarlos los efectos de las altas temperaturas.

Palabras clave: Amazonía oriental; composición florística; diversidad de especies.

INTRODUÇÃO

As árvores estão presentes no cotidiano das pessoas, sendo elas essenciais para a sociedade e o meio ambiente, trazendo beleza, conforto térmico e prestando serviços ambientais. Ao conjunto de vegetação arbórea presente nos centros urbanos, denomina-se arborização urbana, podendo ser natural ou implantada pela população local em espaços públicos ou privados como em praças, parques, canteiros centrais de vias públicas, universidades, entornos de corpos d'água, quintais e calçadas (Sanchotene, 1994).

O crescimento acelerado e desordenado das cidades acaba por interferir na paisagem florística dos centros urbanos que por sua vez sofre degradação e perdas de espécies nativas (Salbitano *et al.*, 2016), alterações no ciclo hidrológico, aumento de temperatura ocasionando desconforto térmico entre outros fatores negativos (Albuquerque; Lopes, 2016). A falta de planejamento na implantação da arborização aliada à falta de participação do poder público local colabora para que a população faça o plantio de mudas, sem o devido conhecimento científico das espécies e suas compatibilidades com os espaços (Silva Filho; Bortoleto, 2005).

O planejamento adequado para a elaboração de um instrumento na implantação da arborização urbana pode trazer benefícios uma vez que as árvores proporcionam proteção contra ventos; contribui na melhoria do microclima local; reduz a poluição sonora; auxilia que o solo infiltre a água mais rápido; serve de refúgio e abrigo para pássaros e garante a promoção dos serviços ecossistêmicos ideais às necessidades locais, consequentemente também colabora para o cumprimento de meta dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), tornando as cidades mais resilientes e sustentáveis (Duarte *et al.*, 2017; Sousa *et al.*, 2021).

No tocante ao planejamento, o conhecimento da biodiversidade pode gerar engajamento no planejamento da arborização, desde que sejam elaboradas normas que respeitem os valores culturais e ambientais, contribuindo para a biodiversidade, conforto térmico, sombreamento e melhorias no geral para a população (Moraes *et al.*, 2022; Duarte *et al.*, 2018).

Diversas pesquisas sobre o estudo da arborização em áreas verdes no Brasil (Gracioli *et al.*, 2011; Macêdo *et al.*, 2012; Miranda *et al.*, 2015; Oliveira *et al.*, 2020; Machado *et al.*, 2020; Sá *et al.*, 2021; Silva; Oliveira, 2021; Ximenes *et al.*, 2021) são realizadas, com o intuito de se conhecer o patrimônio arbóreo desses espaços por meio de inventários que fornecem informações precisas a fim de que as análises forneçam subsídios para o manejo destas áreas e bem-estar da população.

A arborização da cidade de Altamira iniciou-se por volta da década de 1970 pelos moradores que a princípio introduziram o plantio da espécie frutífera *Mangifera indica* L. e somente a partir da década de 1980 iniciou-se o plantio de espécies exóticas como Acácias (*Cassia* sp.) e as Castanholas (*Terminalia catappa* L.) pelas principais ruas da cidade (Umbuzeiro, 1999).

Já nos anos de 2009 e 2010 foi realizado um inventário da arborização pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Turismo (SEMAT) da cidade de Altamira, em parceria com a Universidade Federal do Pará (UFPA), Universidade do Estado do Pará (UEPA), Instituto Federal do Pará (IFPA) e o Ministério Público Estadual (MPE), em que se avaliou a composição das espécies, bem como o estado fitossanitário, como por exemplo, ataque de pragas e doenças (ervas parasitas, lagartas, formigas e etc) e possíveis pontos negativos a fim de que os resultados servissem de base para o planejamento urbano do município (Parry *et al.*, 2012).

A partir deste período, pesquisas com o intuito de avaliar a composição florística das principais áreas verdes da cidade de Altamira e até mesmo sua influência no bem estar da população têm sido realizadas: Composição florística da arborização da cidade de Altamira, PA (Parry *et al.*, 2012); Caracterização da arborização da Orla do Cais no município de Altamira (Santos *et al.*, 2011); Percepção da população quanto à arborização na zona central histórica de Altamira-PA (Silva *et al.*, 2016); Índices espaciais da arborização na cidade de Altamira-PA (Feio *et al.*, 2022); Influência da arborização no microclima da cidade de Altamira – PA (Hamada; Mendes 2023).

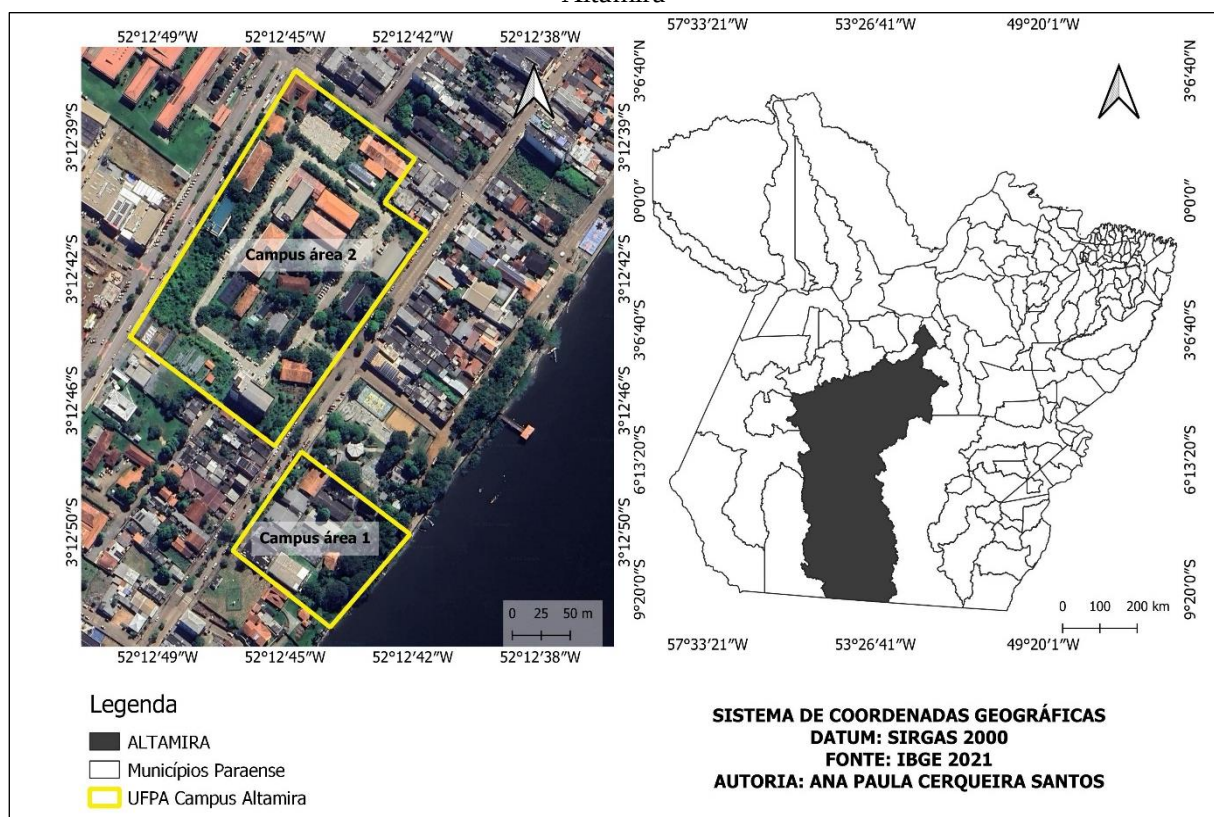
Tendo em vista, a real importância dos estudos sobre os benefícios e os principais impactos da arborização no cotidiano da população e do meio ambiente, este trabalho tem por objetivo realizar um levantamento quali-quantitativo da arborização do Campus de Altamira da Universidade Federal do Pará.

MATERIAIS E MÉTODOS

Descrição da área

A Universidade Federal do Pará (UFPA) é uma Instituição Federal de Ensino Superior pública, sediada em Belém e como instituição *multicampi*, possui ao todo doze campi distribuídos em Abaetetuba, Altamira, Ananindeua, Belém, Bragança, Breves, Cametá, Capanema, Castanhal, Salinópolis, Soure e Tucuruí. (UFPA, 2023). O Campus da Universidade Federal do Pará no município de Altamira ($3^{\circ}11'41''$ S e $52^{\circ}12'33''$ W) (IBGE, 2023), está dividida em duas áreas denominadas I e II. A primeira, com dimensão de 11.278,47 m², está situada às margens do Rio Xingu separado pela avenida Coronel José Porfírio da área II, que possui área aproximada de 41.451,49 m². Na área I fica o prédio administrativo do Campus, já na área II situam-se todas as faculdades (laboratórios e salas de aula), sendo oferecidos à sociedade dez cursos de graduação e dois cursos de pós-graduação (*strictu sensu*) (Figura 1).

Figura 1 – Mapa de delimitação das áreas I e II do Campus da Universidade Federal do Pará em Altamira



Fonte: A autora (2025).

Levantamento dos dados

Para o levantamento dos dados, foi realizada uma avaliação quali-quantitativa no mês de agosto de 2023 nas áreas I e II do Campus de Altamira, com auxílio de fita métrica, trena de 1,5 m, planilhas, prancheta e máquina fotográfica para a coleta e registro dos dados. As espécies inventariadas incluíram plantas arbóreas e ornamentais. O diagnóstico quali-quantitativo foi realizado em indivíduos arbóreos com diâmetro à altura do peito (DAP) ≥ 5 cm e altura a partir de 100 cm, a adoção deste critério está diretamente ligado às práticas de manejo recomendadas ou qualquer intervenção que venham ser necessárias, além do que, este critério engloba apenas os indivíduos que estão direcionados à arborização e em locais destinados à esta finalidade, desconsiderando plântulas sob copas.

Plantas ornamentais arbustivas fora dos parâmetros de DAP e altura, adotadas nesta pesquisa para as espécies arbóreas, procedeu-se apenas com a avaliação qualitativa por meio da identificação das espécies e quantificação do número de indivíduos, uma vez que estas plantas não possuem porte arbóreo capaz de requerer medidas mais cautelares e que possuem apenas intuito de jardinagem. Para as espécies que não foram identificadas no momento da amostragem, coletou-se material botânico com estruturas vegetativas e reprodutivas sadias para confecção de exsicatas, sendo enviadas ao Museu Paraense Emílio Goeldi para a identificação taxonômica no herbário MG Murça Pires, e posteriormente foram comparadas com o banco de dados do Flora (Reflora, 2023).

A vegetação arbórea estudada foi avaliada de acordo com os seguintes parâmetros: biológicos, dendométricos, conflitos e tipos de usos.

- *Biológicos*: avaliou-se a origem das espécies em nativa ou exótica segundo classificação do Flora (Reflora, 2023); a fitossanidade com escala (boa, moderada e ruim) adaptada de (Sousa *et al.*, 2019); a fenologia dos indivíduos foi observada no momento da coleta se haviam flores, frutos ou ausência de folhas.

- *Dendométricos*: esta avaliação inclui parâmetros relacionados à altura total com escala de (pequeno, médio e grande); diâmetro à altura do peito (DAP) adotando-se altura em relação ao solo de 1,30m; diâmetro da copa; inclinação/equilíbrio da planta utilizando-se a escala de (inclinada, moderada e boa).

- *Conflitos*: observou-se a existência ou não de conflitos com fiação de energia, postes, prédios e calçadas através da escala de sim ou não, conforme metodologia proposta por (Sousa *et al.*, 2019).

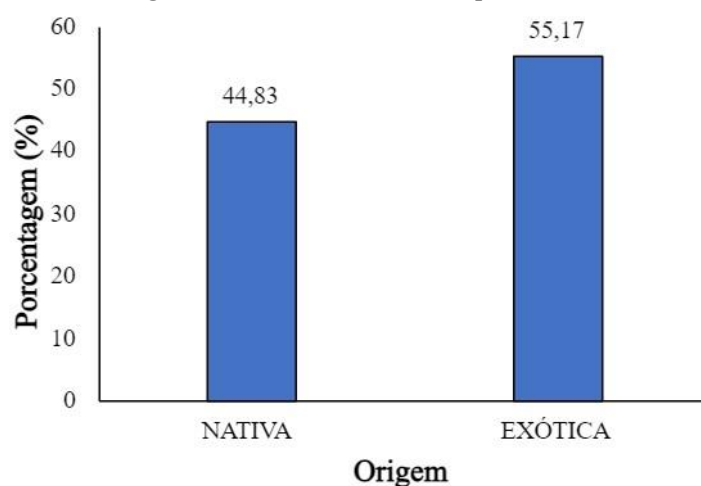
- *Tipos de usos*: Também foi avaliado as diferentes formas de uso da vegetação do Campus, buscando-se classificá-las também quanto aos usos (frutíferas, madeireira, ornamental ou múltiplos usos, englobando dentro deste último parâmetro as medicinais, sombra e etc. Para esta classificação se utilizou de referência o banco de dados do Herbário Virtual do REFLORA (Flora e Funga do Brasil) (Reflora, 2023) e de literatura especializada para esta classificação (Lorenzi, 1992; Lorenzi, 2013; Lorenzi, 2014).

A diversidade de espécies foi calculada por meio do índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') e da equabilidade de Pielou (J). Todos os dados foram processados no software Microsoft Excel 365 (Microsoft, 2023) e PAST SOFTWARE, versão 4.03 (Hammer, 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram catalogados nas duas áreas da Universidade Federal do Pará, Campus de Altamira, o total de 840 indivíduos de 87 espécies, pertencentes a 37 famílias botânicas e distribuídos em 57 gêneros. Das espécies identificadas 39 (44,83%) são nativas e 47 (55,17%) exóticas, conforme Gráfico 1. Apesar do número de espécies exóticas ser superior ao das espécies nativas, do número total de indivíduos, 466 (55,47%) são de origem nativa, contra 374 (44,52%) exóticos, o que demonstra a necessidade de planejamento mais elaborado na escolha das espécies para a arborização tendo em vista que o uso destas espécies pode ocasionar perdas de biodiversidade.

Gráfico 1 - Percentual da origem dos indivíduos no Campus da UFPA Altamira-Pará.



Fonte: Os autores (2024).

Diógenes *et al.* (2018), avaliando a arborização do Campus da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) também encontraram um maior índice de espécies exóticas (62,24%) contra (37,76%) de espécies nativas, os autores atribuem este resultado à falta de planejamento aliado à falta de conhecimento quanto a legislação. Resultados semelhantes foram encontrados por Leal *et al.*, (2009) realizando o Censo da arborização do Campus III do Centro Politécnico da Universidade Federal do Paraná e Brianezi *et al.* (2013), avaliando a arborização do Campus da Universidade Federal de Viçosa, em que os mesmos encontraram 62,36% e 58,26% respectivamente para índices de exóticas presentes em seus estudos.

O índice de Shannon-Wiener (H') calculado considerando as duas áreas do Campus da UFPA Altamira foi de 3,65 nats/indivíduos e equabilidade (J') de 0,82, indicando que há uma elevada diversidade e baixa dominância de espécies, o que favorece que pragas e doenças não venham a ser um problema para as plantas. Maranhão e Paula (2014) avaliando qualitativamente uma área verde do Campus da Universidade Federal do Acre, também obtiveram índices de (H') de 3,95 nats/ind e (J') 0,81. Osako *et al.*, (2022) também observaram resultados de (H') 3,18 nats/ind e (J') 0,81, ao avaliarem a composição, diversidade e riqueza de espécies em diferentes áreas de floresta em áreas urbanas no município de Presidente prudente no estado de São Paulo.

As famílias com maior representatividade de espécies catalogadas foram a Fabaceae (10,47%) com nove espécies e Arecaceae (9,30%) com total de oito espécies, seguidas de Anacardiaceae, Asparagaceae e Myrtaceae (6,98%) com seis espécies, Malvaceae e Meliaceae (4,65%) com quatro espécies. As famílias Araceae, Bignoniaceae e Heliconiaceae registraram-se (3,49%) sendo um número de três espécies. Para as famílias Acanthaceae, Euphorbiaceae, Malpighiaceae, Oxalidaceae, Rubiaceae, Rutaceae e Verbenaceae registrou-se (2,33%) todas com duas espécies, as demais representam (1,16%) com apenas uma espécie por família (Tabela 1).

Tabela 1 - Lista de espécies inventariadas no Campus da UFPA Altamira.

FAMÍLIA/ESPÉCIE	NOME COMUM	ORIGEM	FA ¹	FR%
AMARYLIDACEAE			1	0,12
<i>Scadoxus multiflorus</i> (Martyn) Raf	Coroa imperial	Exótica	1	0,12
ACANTHACEAE			8	0,95
<i>Asystasia gangetica</i> (L.) T.Anderson	Violeta chinesa	Exótica	3	0,36

<i>Ruellia simplex</i> C.Wright	Ruelia	Nativa	5	0,60
ANACARDIACEAE			57	6,79
<i>Anacardium occidentale</i> L.	Caju	Nativa	5	0,60
<i>Anaxagorea acuminata</i> (Dunal) A.DC.	Ata	Nativa	1	0,12
<i>Annona mucosa</i> Jacq.	Biribá	Nativa	3	0,36
<i>Annona muricata</i> L.	Graviola	Exótica	4	0,48
<i>Mangifera indica</i> L.	Manga	Exótica	32	3,81
<i>Spondias mombin</i> L.	Cajá	Nativa	12	1,43
ARACEAE			27	3,21
<i>Caladium bicolor</i> (Aiton) Vent	Tinhorão	Nativa	6	0,71
<i>Dieffenbachia seguine</i> (Jacq.) Schott	Comigo ninguém pode	Nativa	15	1,79
<i>Syngonium podophyllum</i> Schott	Singonio	Nativa	6	0,71
ARECACEAE			227	27,02
<i>Euterpe oleracea</i> Mart.	Açaí	Nativa	20	2,38
<i>Cocos nucifera</i> L.	Coco	Exótica	62	7,38
<i>Adonidia merrillii</i> (Becc.)	Palmeira natal	Exótica	5	0,60
<i>Archontophoenix cunninghamiana</i> (H. Wendl.) H.Wendl. & Drude	Palmeira real	Exótica	4	0,48
<i>Bactris gasipaes</i> Kunth.	Pupunha	Nativa	2	0,24
<i>Caryota mitis</i> Lour.	Palm rabo de peixe	Exótica	2	0,24
<i>Dypsis lutescens</i> H.Wendl Beentje & J. Dransf.	Palmeira areca	Exótica	2	0,24
<i>Syagrus botryophora</i> (Mart.) Mart.	Palmeira Pati	Nativa	130	15,48
ASPARAGACEAE			56	6,67
<i>Agave americana</i> L.	Agave	Exótica	5	0,60
<i>Agave vivipara</i> L.	Piteira do caribe	Exótica	8	0,95
<i>Cordyline fruticosa</i> (L.) A.Chev.	Coqueiro de vênus	Exótica	20	2,38
<i>Dracaena fragrans</i> (L.) Ker Gawl.	Dracena	Nativa	1	0,12
<i>Sansevieria trifasciata</i> Prain	Espada de são Jorge	Exótica	20	2,38
<i>Yucca gigantea</i> Lem.	Yucca	Exótica	2	0,24
BIGNONIACEAE			44	5,24

<i>Handroanthus albus</i> (Cham.) Mattos	Ipê amarelo aureo	Nativa	21	2,50
<i>Handroanthus avellanedae</i> (L. ex G.) Mattos	Ipê roxo	Nativa	4	0,48
<i>Tabebuia chrysotricha</i> (Mart. ex DC.) Standl	Ipê amarelo	Nativa	19	2,26
BIXACEAE			5	0,60
<i>Bixa orellana</i> L.	Urucum	Nativa	5	0,60
CHRYSOBALANACEAE			15	1,79
<i>Licania tomentosa</i> (Benth.) Fritsch	Oiti	Nativa	15	1,79
CACTACEAE			1	0,12
<i>Leuenbergeria bleo</i> (Kunth) Lodé	Bleo	Nativa	1	0,12
CYCADACEAE			1	0,12
<i>Cycas circinalis</i> L.	Sagu de jardim	Exótica	1	0,12
COMBRETACEAE			36	4,29
<i>Terminalia catappa</i> L.	Castanhola	Exótica	36	4,29
EUPHORBIACEAE			2	0,24
<i>Euphorbia milii</i> Des Moul.	Coroa de espinho	Exótica	1	0,12
<i>Codiaeum variegatum</i> (L.) Rumph	Louro variegado	Exótica	1	0,12
FABACEAE			113	13,45
<i>Adenanthera Pavonina</i> L.	Tento	Exótica	2	0,24
<i>Andira fraxinifolia</i> Benth.	Andira	Nativa	18	2,14
<i>Caesalpinia pulcherrima</i> (L.) Sw.	Flamboyant mirim	Exótica	3	0,36
<i>Cenostigma tocantinum</i> Ducke	Macharimbé	Nativa	46	5,48
<i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.) Raf.	Flamboyant	Exótica	7	0,83
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Jatobá	Nativa	5	0,60
<i>Inga edulis</i> Mart.	Ingá	Nativa	22	2,62
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	Leucena	Exótica	9	1,07
<i>Tamarindus indica</i> L.	Tamarindo	Exótica	1	0,12
HELICONIACEAE			28	3,33
<i>Heliconia latispatha</i> Benth.	Asa de arara	Exótica	8	0,95
<i>Heliconia psittacorum</i> L.f.	Bico de papagaio	Nativa	15	1,79
<i>Heliconia rostrata</i> Ruiz & Pav	Bananeira do banhado	Nativa	5	0,60
LAURACEAE			3	0,36

<i>Persea americana</i> Mill.	Abacate	Exótica	3	0,36
LYTHRACEAE			1	0,12
<i>Lagerstroemia indica</i> L.	Resedá	Exótica	1	0,12
MALPIGHIACEAE			9	1,07
<i>Lophanthera lactescens</i> DC.	Lanterna	Nativa	2	0,24
<i>Malpighia emarginata</i> DC.	Acerola	Exótica	7	0,83
MALVACEAE			41	4,88
<i>Adansonia digitata</i> L.	Baobá	Exótica	1	0,12
<i>Gossypium barbadense</i> L.	Algodão	Exótica	3	0,36
<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn	Sumaúma	Nativa	1	0,12
<i>Hibiscus</i> L.	Hibisco dobrado	Nativa	4	0,48
<i>Theobroma cacao</i> L.	Cacau	Nativa	32	3,81
MARANTACEAE			12	1,43
<i>Calathea zebrina</i> (Sims) Lind	Maranta zebrina	Nativa	12	1,43
MELASTOMATACEAE			1	0,12
<i>Mouriri grandiflora</i> DC.	Araçá	Nativa	1	0,12
MELIACEAE			21	2,50
<i>Azadirachta indica</i> A. Juss	Nim	Exótica	12	1,43
<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	Andiroba	Nativa	2	0,24
<i>Khaya grandifoliola</i> C.DC.	Mogno africano	Exótica	1	0,12
<i>Swietenia macrophylla</i> King	Mogno brasileiro	Nativa	6	0,71
MORACEAE			2	0,24
<i>Morus alba</i> L.	Amora	Exótica	2	0,24
MORINGACEAE			5	0,60
<i>Moringa oleifera</i> Lam.	Moringa	Exótica	5	0,60
MUSACEAE			1	0,60
<i>Musa paradisiaca</i> L.	Banana	Exótica	1	0,12
MYRTACEAE			65	7,74
<i>Eugenia jambolana</i> Lam.	Azeitona	Exótica	10	1,19
<i>Corymbia calophylla</i> (Lindl.)	Eucalipto	Exótica	1	0,12
<i>Myrtus communis</i> L.	Flor de laranjeira	Exótica	3	0,36

<i>Psidium guajava</i> L.	Goiaba	Exótica	8	0,95
<i>Plinia grandifolia</i> (Mattos) Sobral	Jaboticaba	Nativa	4	0,48
<i>Syzygium malaccense</i> L.	Jambo	Exótica	39	4,29
NYCTAGINACEAE			16	1,90
<i>Bougainvillea glabra</i> Choisy	Buganvília	Nativa	16	1,90
OXALIDACEAE			3	0,36
<i>Averrhoa bilimbi</i> L.	Limão-japonês	Exótica	1	0,12
<i>Averrhoa carambola</i> L.	Carambola	Exótica	2	0,24
POACEAE			3	0,36
<i>Dendrocalamus strictus</i> (Roxb.)	Bambu	Exótica	3	0,36
ROSACEAE			2	0,24
<i>Rosa luciae</i> Franch. & Rochebr. ex Crép.	Rosa trepadeira	Exótica	2	0,24
RUBIACEAE			4	0,48
<i>Ixora chinensis</i> Lam	Ixora chinesa	Nativa	1	0,12
<i>Genipa americana</i> L.	Jenipapo	Nativa	3	0,36
RUTACEAE			3	0,36
<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Laranja	Exótica	2	0,24
<i>Citrus limon</i> (L.) Burm.	Limão	Exótica	1	0,12
SAPINDACEAE			1	0,12
<i>Talisia esculenta</i> (Cambess.) Radlk.	Pitomba	Nativa	1	0,12
SAPOTACEAE			1	0,12
<i>Pouteria caimito</i> (Ruiz & Pav.) Radlk.	Abiu	Nativa	1	0,12
URTICACEAE			1	0,12
<i>Cecropia ficifolia</i> Warb. ex Snethl.	Embaúba	Exótica	1	0,12
VERBENACEAE			4	0,48
<i>Lantana camara</i> L.	Mini Lantana Amarela	Nativa	1	0,12
<i>Tectona grandis</i> L.f.	Teca	Exótica	3	0,36
ZINGIBERACEAE			20	2,38
<i>Alpinia purpurata</i> (vieill.) K. Schum	Gengibre vermelho	Exótica	20	2,38
TOTAL			840	100

¹FA: Frequência absoluta; ²FR%: Frequência relativa.

Fonte: Os autores (2024).

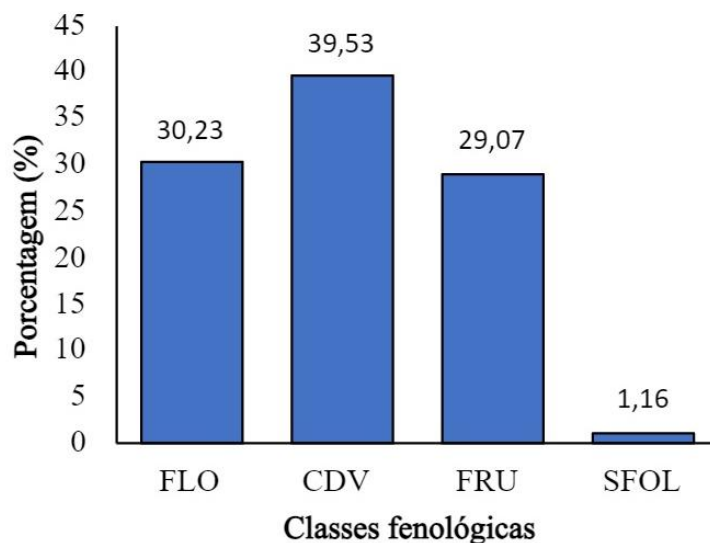
Também pode ser constatado que boa parte das árvores avaliadas não apresentaram ataques severos de pragas ou algum tipo de injúria mecânica, que pudessem comprometer a estrutura da planta e a segurança de todos, no entanto, ainda assim foi possível observar que as espécies *Azadirachta indica* A. Juss e *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn apresentaram infestação de hemiparasitas, mais conhecida como erva-de-passarinho (*Struthanthus flexicaulis* (Mart.) Mart.), cada uma com ocorrência de um indivíduo infestado, enquanto a espécie *Terminalia catappa* L. apresentou um indivíduo com presença de ataque de lagartas e na espécie *Anacardium occidentale* L. foi observado a presença de cupim (*Nasutitermes corniger*). Vale ressaltar que a avaliação de fitossanidade foi efetuada de maneira visual, consistindo em registrar se haviam presenças de cupins, ácaros, pulgões, formigas, fungos e lagartas ou mesmo os danos causados por estes, como a visualização de manchas, desfolhas ou lesões.

Resultado aproximado foi obtido por White *et al.* (2011) quando avaliavam a presença de erva-de-passarinho na arborização do Campus São Cristóvão da Universidade Federal de Sergipe (UFS), e perceberam a ocorrência de erva-de-passarinho em 8,15% nas árvores catalogadas, citando as espécies *A. occidentale* e *T. catappa* como as mais infestadas. Segundo este autor, plantas com alta infestação desta erva, possuem maior predisposição ao ataque de pragas, reduzindo seu crescimento e levando o indivíduo ao declínio.

Durante o período de realização da pesquisa, a maioria dos indivíduos apresentavam apenas folhas e quando não identificados, procedeu-se com a confecção de exsicatas para posterior identificação taxonômica. Esses indivíduos sem flores e frutos, foram categorizados como plantas em crescimento e desenvolvimento vegetativo (CDV) o que corresponde ao percentual de 39,53%. Espécies que apresentaram indivíduos em fase de frutificação, também apresentava ao mesmo tempo outros indivíduos da mesma espécie que estavam em fase de floração (59,31%) e apenas 1,16% tiveram perda de 100% das folhas, com destaque para quatro indivíduos de *Spondias mombin* L. presentes na área I do Campus.

Kurihara *et al.*, (2005) observaram que 80% das espécies da arborização do Campus Universitário Darcy Ribeiro da UNB estavam em fase de frutificação, com destaque para *T. catappa*, *Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze e *Physocalymma scaberrimum* Pohl. Os autores Maranhão e Paula (2014) sugerem que o mais interessante é encontrar espécies que floresçam e frutifiquem em diferentes épocas do ano por tornar o lugar mais belo e atrativo (Gráfico 2).

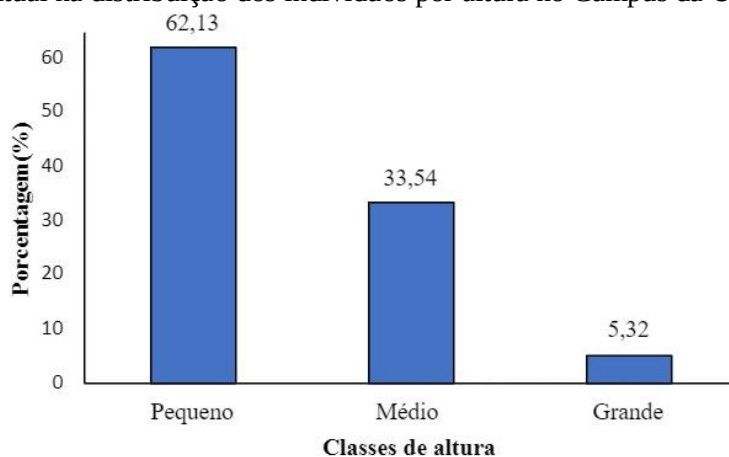
Gráfico 2 - Percentual dos indivíduos em diferentes fases fenológicas no Campus de Altamira-Pará. (FLO-Floração; CDV-Crescimento e desenv. Vegetal; FRU-Frutificação; SFOL-Sem folhas)



Fonte: Os autores (2024).

Em relação à altura, percebe-se na Gráfico 3, que há uma predominância de indivíduos de pequeno porte, variando de um a cinco metros, o que reflete na recém arborização do Campus com um percentual de 62,13% dos indivíduos catalogados, enquanto 33,54% são de médio porte e estão numa faixa de altura de cinco a oito metros, proporcionando assim, um ambiente com boa qualidade no fornecimento de sombra, reduzindo consideravelmente a temperatura do local.

Gráfico 3 - Percentual na distribuição dos indivíduos por altura no Campus da UFPA Altamira-Pará



Fonte: Os autores (2025).

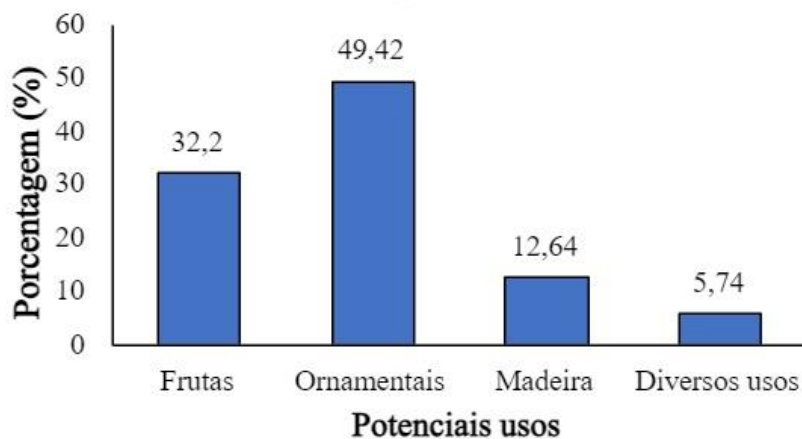
Poucas plantas possuem altura de grande porte acima dos dez metros, sendo que para as alturas entre nove e quinze metros, estas expressam um percentual de 5,32% dos indivíduos. Entretanto outros fatores relacionados ao porte da vegetação devem ser levados em

consideração no momento do planejamento da arborização, com o local do plantio, a fim de que se evite prejuízos como, por exemplo, a interferência com calçadas ocasionando rachaduras, proximidade com postes promovendo o bloqueio da iluminação durante o período da noite, contato com a fiação acarretando panes elétricas como os curtos-circuitos ou até a interrupção da energia, entre outros.

Alencar *et al.*, (2014) obtiveram 69,52% dos indivíduos apresentando pequeno porte, catalogados na arborização da cidade de São João do Rio do Peixe na Paraíba, resultado muito próximo aos encontrados neste estudo. Sousa *et al.*, (2019) analisando a arborização do Campus de Patos na Paraíba verificou resultados opostos com um número maior de indivíduos entre quatro e sete metros (55,41%).

Em relação aos diferentes usos para os quais as espécies catalogadas apresentaram, a mais representativa foram as ornamentais (49,42%), seguida de espécies frutíferas (32,2%), as que apresentaram potencial para madeira representam (12,64%) e as demais foram classificadas em diversos tipos de uso (5,74%), conforme (Gráfico 4). As espécies foram também classificadas em múltiplos tipos de uso, levando-se em consideração a função que cada possui dada os seus atributos, servindo tanto como ornamental, como também medicinal ou alimentícia não convencional (PANC's), à exemplo da *Moringa oleifera* Lam, planta com alto valor nutricional (Dhakad *et al.*, 2019), além de ser altamente eficaz com propriedades antioxidantes (Ademiluy *et al.*, 2018), também possui função terapêutica (Mohanty *et al.*, 2021), no entanto pela falta de conhecimento, muitas pessoas fazem uso desta espécie apenas como ornamental (Amaya *et al.*, 1992).

Gráfico 4 - Percentual dos diferentes usos das espécies presentes na arborização do Campus da UFPA Altamira



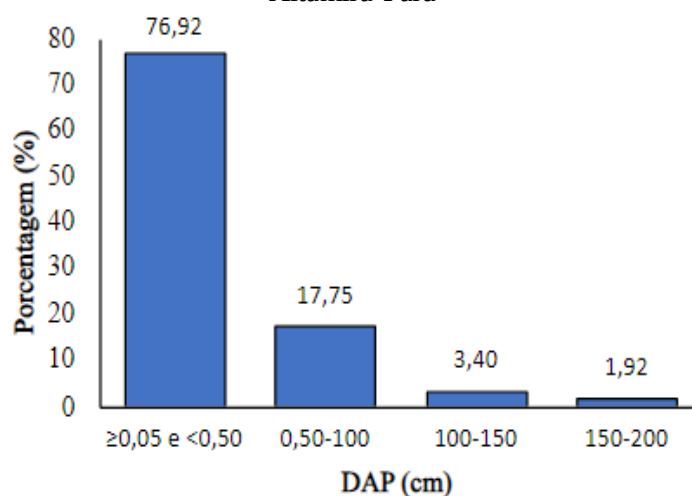
Fonte: Os autores (2025).

As palmeiras foram classificadas neste estudo como ornamentais, assim como o bambu (*Dendrocalamus strictus* (Roxb.) Nees), este último além de sua beleza paisagística também possui potencial uso para construção, assim como os Ipês e diversas outras espécies de plantas que em arborização urbana tem valor ornamental, mas fora isto seus potenciais refletem outras demandas, à exemplo do mogno, da banana, da manga, da goiaba entre outras.

Pereira *et al.*, (2020), analisando a composição vegetal no Campus Ministro Petrônio Portela da Universidade Federal do Piauí (UFPI), também obteve resultado semelhante em que o maior número de espécie se enquadra com potencial uso para ornamentação. Eisenlohr et al. (2008) enfatiza que o uso de espécies que ressaltam a beleza notável de suas florações, contribui para quebrar a monotonia dos prédios, além de fornecerem sombra em estacionamentos e calçadas e saúde mental aos seres humanos.

As espécies inventariadas no Campus de Altamira apresentaram distribuição no diâmetro à altura do peito com maior proporção de indivíduos entre 0,05 e 0,50 cm, o que corresponde com os dados obtidos do porte das plantas. Indivíduos com diâmetro acima de um 1,5 metro encontram-se na área I do Campus, onde se localizam as plantas mais antigas de maior porte devido a época em que se deu a implantação do Campus na década de 80 às margens do Rio Xingu. Silva *et al.*, (2021) avaliando a arborização urbana no município de Maracanã no estado do Pará, constatou predominância de indivíduos com DAP na classe de 20-40 cm presentes no bairro de Jurunas (Gráfico 5).

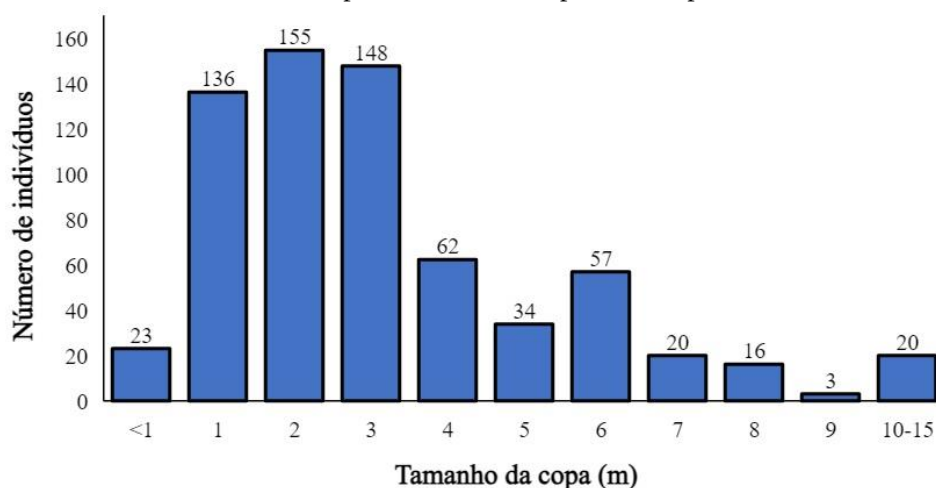
Gráfico 5 - Percentual dos indivíduos por diâmetro à altura do peito (DAP) no Campus da UFPA Altamira-Pará



Fonte: Os autores (2025).

Observou-se neste estudo conforme Gráfico 6, que a maioria dos indivíduos presentes na arborização (65,13%), possuem copa entre um e três metros de diâmetro, este resultado reflete os dados obtidos para o porte das plantas que por serem jovens, ainda apresentam copas menos frondosas. Do total de indivíduos arbóreos, apenas 1,48% apresentaram copa com inclinação por cima do muro em direção à rua.

Gráfico 6 - Número de indivíduos por tamanho de copa no Campus da UFPA Altamira-Pará



Fonte: Os autores (2025).

Analisando o equilíbrio das plantas no Campus, percebeu-se que 98,69% dos indivíduos apresentam tronco ereto e boa qualidade do fuste, apenas 0,83% dos indivíduos apresentam uma forte inclinação, destaque para as espécies *Spondias mombin* L. (3), *Hymenaea courbaril* L. (2), *Andira* Lam. (1), *Inga edulis* (1) e 0,47% apresentaram inclinação levemente moderada para as espécies *Cenostigma tocantinum* Ducke (1), *Mouriri grandiflora* DC. (1), *Swietenia macrophylla* (1) e *Psidium guajava* L. (1) (Figura 2).

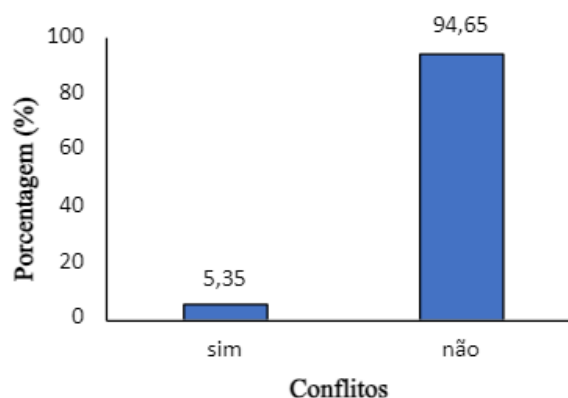
Figura 2 - Espécie do gênero *Hymenaea* com forte inclinação sobre área de estacionamento (A); Cupim (*Nasutitermes corniger*) presente em *Anacardium occidentale* L. (caju) (B); Espécie *Cenostigma tocantinum* em conflito com poste e fiação elétrica (C).



Fotos: Júllia Victória (2024).

Neste estudo 94,65% dos indivíduos arbóreos não apresentam nenhum tipo de conflito com fiação, poste ou prédios, onde apenas 5,35% da vegetação arbórea necessita de manutenção afim de que não haja prejuízo para o público que frequenta o Campus e nem cause danos para as instalações. Valores bem superiores aos encontrados nesta pesquisa, foram constatados por Silva *et al.* (2012), quando se analisava a arborização das vias da cidade de Jerônimo Monteiro no estado do Espírito Santo, encontrando-se o valor de 55,8% dos indivíduos em conflito com a fiação (Gráfico 7).

Gráfico 7 - Percentual dos indivíduos por diâmetro à altura do peito (DAP) no Campus da UFPA Altamira-Pará.



Fonte: Os autores (2025).

Apesar do baixo número de conflitos, plantas jovens ainda em fase de mudas, tendem a ter potencial de conflito quando estas atingirem seu crescimento máximo, sendo importante também a devida observação do local antes de plantio de árvores de grandes portes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo permitiu conhecer melhor a composição arbórea do Campus percebendo-se uma grande variedade de plantas, o que reflete no baixo ataque de pragas e doenças.

Boa parte das espécies da arborização ainda estão na fase jovem e com o passar do tempo haverá maior cobertura de copas proporcionando um maior conforto térmico para o público que frequenta o Campus, no entanto, faz-se necessário maiores cuidados com possíveis conflitos que venham a ser ocasionados com fiação e postes.

Apesar da heterogeneidade, nota-se uma maior predominância das espécies exóticas e de grande número de espécies frutíferas, ambas não são recomendadas para este fim, uma vez que por serem exóticas há o risco de perdas de biodiversidades, e com isto medidas de controle devem ser priorizadas com a substituição gradativa das espécies exóticas para as nativas, enquanto que as espécies frutíferas devido ao tamanho de suas folhas, estas promovem um maior acúmulo de biomassa e frutos que comprometem a limpeza e estética do local.

Diante do exposto, esta pesquisa pode servir de subsídio para que projetos de melhorias na arborização do Campus sejam implementadas, pois o papel das instituições de ensino superior não deve focar apenas em disseminar conhecimento sobre a sustentabilidade, mas também, promover ações que venham a ser de fato efetivas, levando em consideração a origem das espécies, locais de plantios, conhecimentos dos potenciais usos, para consequentemente ter um ambiente com melhorias na ornamentação, conforto térmico e psíquico.

REFERÊNCIAS

ADEMILUYI, A. O.; ALADESELU, O. H.; OBOH, G.; BOLIGON, A. A. *Drying alters the phenolic constituents, antioxidant properties, α -amylase, and α -glucosidase inhibitory properties of Moringa (Moringa oleifera) leaf*. **Food science & nutrition**, [S. l.], v. 6, n. 8, p. 2123-2133, 2018.

ALBUQUERQUE, M.; LOPES, W. G. R. Influência da Vegetação em variáveis climáticas: Estudo em bairros da cidade de Teresina, Piauí. **RAEGA-O Espaço Geográfico em Análise**, [S. l.], v. 36, p. 38-68, 2016.

ALENCAR, L. S. dos; SOUTO, P. C.; MOREIRA, F. T. A.; SOUTO, J. S.; BORGES, C. H. A. Inventário quali-quantitativo da arborização urbana em São João do Rio do Peixe–PB. **Agropecuária Científica no Semiárido**, [S. l.], v. 10, n. 2, p. 117-124, 2014.

AMAYA, D. R.; KERR, W. E.; GODOI, H. T.; OLIVEIRA, A. L.; SILVA, F. R. Moringa: hortaliça arbórea rica em beta-caroteno. **Horticultura Brasileira**, [S. l.], v. 10, n. 2, p. 126, 1992.

BRIANEZI, D. J. *et al.* Avaliação da arborização no campus-sede da Universidade Federal de Viçosa. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, [S. l.], v. 8, n. 4, p. 89-106, 2013.

DHAKAD, A. K.; IKRAM, M.; SHARMA, S.; KHAN, S.; PANDEY, V. V.; SINGH, A. Biological, nutritional, and therapeutic significance of Moringa oleifera Lam. **Phytotherapy Research**, [S. l.], v. 33, n. 11, p. 2870-2903, 2019.

DIÓGENES, F. E. G.; SOUSA, T.; BOTREL, R. T.; CASTRO, V. Análise da arborização do campus sede da Universidade Federal Rural do Semi-árido, Mossoró-RN. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, Curitiba**, [S. l.], v. 13, n. 3, p. 13-23, 2018.

DUARTE, T. E. P. N.; ANGEOLETTO, F.; RICHARD, E.; VACCHIANO, M. C.; LEANDRO, D. S.; BOHRER, J. F. C.; LEITE, L. B.; SANTOS, J. W. M. C. Arborização urbana no Brasil: um reflexo de injustiça ambiental. **Terr@ Plural**, [S. l.], v. 11, n. 2, p. 291-303, 2017.

DUARTE, T. E. P. N.; ANGEOLETTO, F.; SANTOS, J. W. M. C.; SILVA, F. F. da; BOHRER, J. F. C.; MASSAD, L. Reflexões sobre arborização urbana: desafios a serem superados para o incremento da arborização urbana no Brasil. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, [S. l.], v. 11, n. 1, p. 327-341, 2018.

EISENLOHR, P. V.; OKANO, R. M. D. C.; VIEIRA, M. F.; LEONE, F. R., STRINGHETA, Â. C. O. Flora fanerogâmica do campus da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais. **Ceres**, [S. l.], v. 55, n. 4, 2008.

FEIO, E. F.; VELOSO, G. A.; HERRERA, R. C. Índices espaciais da arborização na cidade de Altamira – PARÁ. **Revista GeoAmazônia**, [S. l.], v. 10, n. 20, p. 172, dez. 2022.

GRACIOLI, C.; BOHNER, T. O. L.; REDIN, C. G.; SILVA, D. T. da. Arborização do campus da Universidade Federal de Santa Maria e conscientização da comunidade acadêmica. **Revista Monografias Ambientais**, [S. l.], v. 3, n. 3, p. 421–429, 2011.

GREY, G.W.; DENEKE, F.J. **Urban Forestry**. 2. ed. New York: John Wiley, 1986.

HAMADA, M. O. D. S.; MENDES, F. J. D. C. Influência da Arborização Urbana no microclima na cidade de Altamira–Pa. **Revista Foco**, [S. l.], v. 16, n. 02, p. e1137-e1137, 2023.

HAMMER, O.; HARPER, D. A. T.; RYAN P. D. PAST: *Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis*. **Palaeontologia Electronica**, [S. l.], v. 4, n. 1, 2001.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Cidade de Altamira, Pará, Brasil**, Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/altamira/panorama>. Acesso em: 20 out. 2023

KURIHARA, D. L.; IMAÑA-ENCINAS, J.; PAULA, J. E. de. Levantamento da arborização do campus da Universidade de Brasília. **Cerne**, [S. l.], v. 11, n. 2, p. 127-136, 2005.

LEAL, L.; PEDROSA-MACEDO, J. H.; BIONDI, D. Censo da arborização do Campus III - Centro Politécnico da Universidade Federal do Paraná. **Scientia Agraria**, [S. l.], v. 10, n. 6, p. 443-453, 2009.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 1992.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 6. ed. Editora Platinum, Nova Odessa: Instituto Plantarum, v. 1, 2014.

LORENZI, H. **Plantas para jardim no Brasil: herbáceas, arbustivas e trepadeiras**. Nova Odessa: São Paulo: Ed. Plantarum, 2013.

MACÊDO, B. R. M.; LISBOA, C. M. C. A.; CARVALHO, F. G. de. Diagnóstico e diretrizes para a arborização do campus central da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, [S. l.], v. 7, n. 1, p. 35-51, 2012.

MACHADO, R. R. B.; ALVES, D. C. L.; SILVA, A. G.; MACHADO, A. R. Cadastramento da arborização do Campus Poeta Torquato Neto, Da Universidade Estadual Do Piauí–UESPI. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, [S. l.], v. 15, n. 4, p. 28-46, 2020.

MARANHO, Á. S.; PAULA, S. R. P. de. Diversidade em uma área verde urbana: avaliação qualitativa da arborização do campus da Universidade Federal do Acre, Brasil. **Revista Agro@mbiente On-line**, [S. l.], v. 8, n. 3, p. 404-415, 2014.

MICROSOFT. *Office 365*. Versão 2023. **Redmond**: Microsoft Corporation, 2023.

MIRANDA, Y. C.; MACHADO, M.; SANTOS SILVA, L.; ESTEVAM, R.; NETO, F. F. M.; CAXAMBU, M. G. Análise quali-quantitativa da arborização de ruas do município de Godoy Moreira-PR. **REVSBAU**, [S. l.], v. 10, n. 1, p. 71-81, 2015.

MOHANTY, M.; MOHANTY, S.; BHUYAN, S. K.; BHUYAN, R. *Phytoperspective of Moringa oleifera for oral health care: An innovative ethnomedicinal approach*. **Phytotherapy Research**, [S. l.], v. 35, n. 3, p. 1345-1357, 2021.

MORAES, L. A.; SOUSA PASSOS, T. L.; SANTOS, L. A.; LIMA, A. S.; BATISTA, W. F. M.; SANTOS, K. P. P.; MACHADO, R. R. B. Importância da produção de mudas para a arborização urbana: viveiros públicos de Teresina, Piauí, Brasil. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, [S. l.], v. 11, n. 2, pág. e22111225475-e22111225475, 2022.

OLIVEIRA, G. G. L.; LUCENA, E. M. P.; SAMPAIO, V. S. Levantamento Florístico da Área Urbanizada do Campus Itaperi da Universidade Estadual do Ceará. **Revista Brasileira de Geografia Física**, [S. l.], v. 13, n. 03, p. 1177-1193, 2020.

OSAKO, L.; K.; BRITO, L.; SILVA, P. A. Árvores de florestas urbanas: uma ótica ecológica para uma gestão promotora e mantenedora da biodiversidade na cidade. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 11, n. 1, p. e31811124887-e31811124887, 2022.

PARRY, M. M.; SILVA, M. M.; SENA, I. S.; OLIVEIRA, F. P. M. Composição Florística a arborização da cidade de Altamira, Pará. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, [S. l.], v. 7, n. 1, p. 143-158, 2012.

PEREIRA, J. D. C.; MORAES, L. A.; RIBEIRO, K. V.; SOUSA, G. M.; SANTOS FILHO, F. S. Arborização, Paisagismo e Ornamentação: Composição no Campus Ministro Petrônio Portela da Universidade Federal do Piauí, Teresina, Piauí, Brasil. **Revista Equador**, Teresina,

v. 9, n. 3, p. 252-284, 2020.

REFLORA. **Herbário Virtual**. [S.l.; S.n, 2023?]. Disponível em: <https://reflora.jbrj.gov.br/reflora/herbarioVirtual/> Acesso em: 16 ago. 2023

SÁ, J. D. S. S.; RABELLO, R. J. M.; AOKI, C. Diagnóstico da arborização urbana do centro de Aquidauana, MS. **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], v. 7, n. 1, p. 2659-2673, 2021.

SALBITANO, F.; BORELLI, S.; CONIGLIARO, M. CHEN, Y. *Guidelines on urban and peri-urban forestry*. **FAO Forestry Paper**, Rome, n. 178, 2016.

SANCHOTENE, M. C. C. *Aspects of preservation, maintenance and management of the urban forest in Brazil*. **J. Arboric**, [S. l.], v. 20, p. 61-67, 1994.

SANTAMOUR JUNIOR, F. S. *Trees for urban planting: diversity uniformity, and common sense*. In: ELEVITCH, C. (org.). **The Overstory Book: cultivating connections with trees**, 2. ed. [S. l.], 2004. p. 396-399.

SANTOS, A. P. C.; TORRES, M; SANTOS, H. A. G.; PAIVA, M. I. S.; PARRY, M. M. Caracterização da arborização da Orla do Cais no município de Altamira-PA. **Cadernos de Agroecologia**, [S. l.], v. 6, n. 2, 2011.

SILVA FILHO, D. F. D.; BORTOLETO, S. Uso de indicadores de diversidade na definição de plano de manejo de arborização viária de águas de São Pedro - SP. **Revista Árvore**, [S. l.], v. 29, n. 6, p. 973–981, dez. 2005.

SILVA, E. C. R.; ALVES, F. B., SILVA, I. I. S.; CARVALHO, B. C.; ALMEIDA, J. M.; MAGALHÃES, R. C. Percepção da população quanto à arborização na zona central histórica de Altamira-PA. **REVSBAU**, [S. l.], v. 10, n. 3, p. 24-37, 2016.

SILVA, J. O. R. da; OLIVEIRA, M. S. de. Arborização urbana e a educação ambiental como fator conscientizador. **Scientia Generalis**, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 49-59, 2020

SILVA, S. B.; GALVÃO, J. R.; MELO, N. F. B.; COSTA, H. M. S. Avaliação da arborização urbana no município de Maracanã, Pará. **Nova Revista Amazônica**, [S. l.], v. 9, n. 3, p. 181-199, 2021.

SOUSA, O. H. Q. de; VAZ, A. P. M. S.; SANTOS, E. V. dos; SZEPAINSKI, N. N. *Arbory inventory and the population's perception of urban afforestation in the City of Balsas-MA*. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 10, n. 7, p. e11710716285, 2021.

SOUSA, R. R.; ARAÚJO, L. H. B.; BORGES, C. H. A.; SOUTO, P. C.; SOUTO, J. S. Diagnóstico da arborização do Campus de Patos-PB. **Revista Científica BIOFIX**, [S. l.], v. 1, pág. 43-51, 2019.

UMBUZEIRO, U. M. **Altamira e sua história**. 3. ed. Altamira. 1999.

WHITE, B. L. A.; RIBEIRO, A. S.; WHITE, L. A. S.; NASCIMENTO JÚNIOR, J. E. Análise da ocorrência de erva-de-passarinho na arborização da Universidade Federal de Sergipe, Campus de São Cristóvão. **Floresta**, Curitiba, v. 41, n. 1, p. 1-8, jan./mar. 2011.

XIMENES, L. C., SILVEIRA, C. E. P., DA SILVEIRA, L. P. Diagnóstico quali-quantitativo da arborização urbana do bairro Laguinho em Santarém-Pará. **Revista Principia-Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB**, [S. l.], v. 1, n. 55, p. 43-55, 2021.

DOMÍNIOS DA NATUREZA E OS TENSORES ANTRÓPICOS NA CONFIGURAÇÃO DA PAISAGEM URBANA DE ARACAJU/SE

Rafael da **CRUZ**

Doutorando em Geografia pela Universidade Federal de Sergipe

E-mail: dacruz.rafael@yahoo.com.br

Orcid: <https://orcid.org/0009-0002-8384-4104>

Hélio Mário de **ARAÚJO**

Professor Titular do Departamento de Geografia da UFS – Campus São Cristóvão – e do
Quadro permanente do Programa de Pós-graduação em Geografia – PPGEO

E-mail: heliomarioaraujo@yahoo.com.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-6772-3217>

Recebido
Fevereiro de 2024

Aceito
Agosto de 2025

Publicado
Dezembro de 2025

Resumo: Os sistemas ambientais físicos representam a organização geográfica resultante da interação dos componentes físicos da natureza. No sistema urbano de Aracaju possui expressão espacial e, como qualquer outro sistema funciona através de fluxos de energia e matéria. Analisados sob a perspectiva geográfica, este estudo trata das características e complexidades dos elementos físico-naturais, visando à constatação da dinâmica ambiental a que está sujeita a área contígua do município de Aracaju. Baseado na abordagem sistêmica, o processo investigatório foi conduzido em três etapas diferenciadas: Levantamento bibliográfico e de documentos cartográficos e outros registros; Trabalho de campo, com registro fotográfico e Trabalho de gabinete, com análise laboratorial. Os resultados mostram que no espaço urbano de Aracaju os efeitos da ação humana sobre os sistemas naturais ocorrem em graus de intensidades diferenciadas como reflexo da inserção capitalista na produção do espaço, cuja situação se agrava pelo ritmo acelerado de crescimento da cidade nas últimas décadas. Essa situação, portanto, que muitas vezes não compatibiliza a sustentabilidade do desenvolvimento com a natureza, enquadra o município na classe de paisagem regressiva pelo grau de antropização muito forte no processo de uso e ocupação do solo.

Palavras-chave: Espaço urbano; elementos físico-naturais; dinâmica ambiental; Aracaju.

DOMAINS OF NATURE AND ANTHROPIC TENSORS IN THE URBAN LANDSCAPE OF ARACAJU/SE

Abstract: Physical environmental systems represent the geographic organization resulting from the interaction of nature's physical components. The urban system of Aracaju has spatial expression and, like any other system, works through energy and matter flows. Analyzed from a geographical point of view, this study deals with the characteristics and complexities of physical-natural elements, aiming to verify the environmental dynamics to which the adjacent area of the municipality of Aracaju. Based on the systemic approach, the investigative process was conducted in three differentiated stages: Bibliographical survey and cartographic documents and other records; Field work, with photographic resources and desk work, with laboratory analysis. The results show that in the urban space of Aracaju the effects of human action on natural systems occur in varying degrees of intensity as a reflection of the capitalist insertion in the production of space, thus, the situation is aggravated by the accelerated city's growth in recent decades. Therefore, this case, which often fails to reconcile the sustainability of development with nature, places the municipality in the regressive landscape classification due to the very strong degree of anthropization in the land use and occupation process.

Keywords: Urban space; physical-natural elements; environmental dynamics; Aracaju.

LOS DOMINIOS DE LA NATURALEZA Y LOS TENSORES ANTRÓPICOS EN LA CONFIGURACIÓN DEL PAISAJE URBANA DE LA CIUDAD DE ARACAJU – SE

Resumen: Los sistemas ambientales físicos presentan la organización geográfica resultante de la interacción de los componentes físicos de la naturaleza. En el sistema urbano de Aracaju posee expresión espacial y, como cualquier otro sistema funcionan a través de flujos de energía y materia. Analizados bajo la perspectiva geográfica, este estudio aborda las características y complejidades de los elementos físico-naturales, con el objetivo de verificar la dinámica ambiental a la que está sujeta la zona contigua del municipio de Aracaju. Con base en el enfoque sistémico, el proceso investigativo se desarrolló en tres etapas diferenciadas: levantamiento bibliográfico, documentos cartográficos y otros registros; trabajo de campo, con registros fotográficos y trabajo de oficina, con análisis de laboratorio. Los resultados muestran que en el espacio urbano de Aracaju los efectos de la acción humana sobre los sistemas naturales ocurren en diferentes grados de intensidad como reflejo de la inserción capitalista en la producción del espacio, cuya situación se ve agravada por el acelerado ritmo de crecimiento de la ciudad en las últimas décadas. Esta situación, por tanto, que muchas veces no compatibiliza la sostenibilidad del desarrollo con la naturaleza, sitúa al municipio en la categoría de paisaje regresivo debido al muy fuerte grado de antropización en el proceso de uso y ocupación del suelo.

Palabras clave: Espacio urbano; elementos físico-naturales; dinámica ambiental; Aracaju.

INTRODUÇÃO

Os recursos físico-naturais componentes do sistema urbano possuem expressão espacial no município de Aracaju e, como qualquer outro sistema funcionam através de fluxos de energia e matéria. A análise desses componentes possibilita a síntese, que fornece elementos para a identificação das potencialidades e limitações naturais impostas a cada sistema ambiental. Essa visão de conjunto reveste-se de fundamental importância no campo de políticas públicas, contribuindo para implementação de programas que visem o planejamento ambiental na perspectiva do ordenamento e gestão do território.

Neste contexto, os problemas ambientais de relativa gravidade revelados atualmente no

espaço urbano de Aracaju, decorrentes do processo histórico de ocupação e evolução urbana acelerada nas últimas décadas do século XX, podem ser melhor compreendidos pelo conhecimento dos aspectos fisiográficos que determinam o comportamento ambiental frente a ocupação, devido, principalmente, ao papel desempenhado pelo homem como agente modificador da natureza e os impactos sobre o ambiente físico alterando os processos naturais, pois como os atributos ambientais físicos se encontram interligados, impossibilita isolar os efeitos das atividades humanas.

No município de Aracaju, o vetor de ocupação da segunda-residência ou ocupação de veraneio é o fator numericamente mais expressivo da urbanização litorânea, e sendo um fenômeno recente e de crescimento acelerado vem polarizando as preocupações dos órgãos públicos envolvidos com a gestão ambiental, pelo seu poder de impacto físico e paisagístico, entre outros.

Atualmente, uma das maiores preocupações da humanidade são os problemas ambientais, fato que tem provocado no meio acadêmico pesquisas e debates em diversos níveis de escalas. A análise da paisagem na concepção sistêmica onde o ambiente resulta das relações entre os componentes naturais e sociais tem fundamentado as pesquisas ambientais e subsidiado políticas para o meio ambiente, além de possibilitar a criação de medidas de controle e/ou prevenção frente a modelos econômicos despreocupados com o uso sustentável dos recursos naturais.

É certo que as atividades produtivas humanas deixam marcas profundas e complexas de serem entendidas. A relação homem-natureza altera profundamente os sistemas naturais em que essas atividades humanas se desenvolvem. Por isso, o entendimento dessa relação se tornou de fundamental importância para se verificar até que ponto chegaram as alterações desses cenários ambientais.

Analisados sob a perspectiva geográfica, este estudo trata das características e complexidades dos elementos físicos da natureza no contexto espacial do município de Aracaju, visando à constatação da dinâmica ambiental a que está sujeita a área contígua da cidade, fornecendo bases consistentes para a projeção das respostas do meio físico com a introdução de elementos antrópicos no sistema urbano.

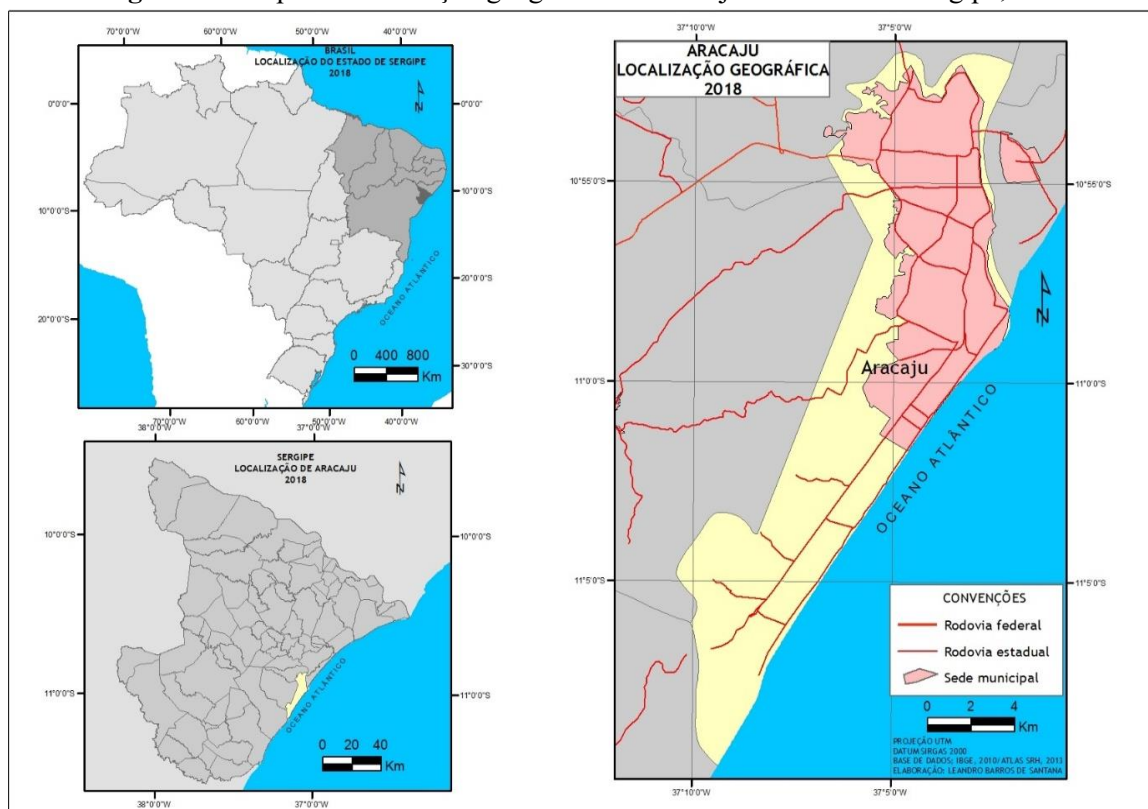
MATERIAL E MÉTODOS

Recorte espacial da pesquisa

Aracaju, capital do estado de Sergipe, localiza-se na região Nordeste do Brasil, possuindo dimensões territoriais de 181,8 km². O município, pela posição geográfica privilegiada na zona costeira do Estado, integra o Litoral Centro, inserindo-se no Território da Grande Aracaju (SEPLAG, 2016) e Mesorregião do Leste Sergipano (IBGE, 2000). Posiciona-se entre as coordenadas geográficas 10° 50' 0" e 11° 10' 0" de latitude Sul e 37° 10' 00" e 37° 00' 00" de longitude Oeste e desembocaduras dos rios Sergipe, na extremidade norte e Vaza-Barris, na extremidade sul, abrangendo cerca de 22 km de extensão da linha de costa.

Em sua porção norte, limita-se com o rio do Sal que o separa do município de Nossa Senhora do Socorro. Na extremidade sul, limita-se com o rio Vaza-Barris. A oeste, com os municípios de São Cristóvão e Nossa Senhora do Socorro e a leste, com o rio Sergipe e Oceano Atlântico (Araújo, 2006) (Figura 1). Dados oficiais do IBGE (2022), confirmam para o município no último decênio crescimento pouco expressivo da população, totalizando atualmente 602.757 habitantes.

Figura 1 – Mapa de localização geográfica de Aracaju no Estado de Sergipe, 2023



Fonte: IBGE (2010). Atlas Digital de Recursos Hídricos - SRH (2013). Organização: Santana (2018).

Etapas e procedimentos metodológicos

Os procedimentos investigatórios foram conduzidos em três etapas distintas: Levantamento bibliográfico e de documentos cartográficos e outros registros; Trabalho de

campo, com registro fotográfico e Trabalho de gabinete, com análise laboratorial, conforme detalhamento seguinte.

Etapas 1 - Levantamento bibliográfico e de documentos cartográficos e outros registros

Nesta etapa, realizou-se o levantamento bibliográfico para fundamentar cientificamente a pesquisa. Como suporte dessa primeira fase, buscou-se apoio na Biblioteca virtual da Universidade Federal de Sergipe, através do acervo de livros digitais da Editora UFS, Repositório Institucional e Base de Dados da UFS, com acesso a página da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações local – BDTD/UFS, nacional – BDTD/IBCT, e da consulta ao Sistema Integrado de Bibliotecas da UFS – SIBIUFS, além de outras fontes, como o Portal de periódicos da Capes, revistas, livros e capítulos, dentre outros.

Em órgãos governamentais da administração pública, fez-se o levantamento da cartografia disponível em bases digital e analógica sobre diferentes épocas e escalas (mapas, ortofotocartas) e fotos aéreas, para subsidiar na análise dos elementos físico-naturais. Dentre os principais órgãos elenca-se a Secretaria de Estado Geral de Governo – SEEG, através da Superintendência Especial de Planejamento, Monitoramento e Captação de recursos – SUPERPLAN/Observatório de Sergipe, Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEMARH/SE e Secretaria de Planejamento de Aracaju - SEPLAN.

As informações sobre as propriedades dos elementos físico-naturais foram adquiridas em formato analógico e digital abrangendo os aspectos Climáticos, Geológicos, Geomorfológicos, Pedológicos e Fitogeográficos, como se afere:

a) Para o entendimento das condições de tempo e clima do município de Aracaju, buscou-se dados secundários disponibilizados na literatura geográfica local e em outras fontes, levando-se em consideração, além das características mais gerais sobre o clima, o comportamento da pluviosidade mensal e anual das décadas de 1990/2010 e dos anos de 2014/2017. Outras informações sobre as condições meteorológicas associadas a dinâmica da atmosfera regional e local foram adquiridas na INFRAERO e nos postos pluviométricos de Aracaju através da Empresa de Desenvolvimento Agropecuário do Estado de Sergipe - EMDAGRO/SE, do Centro de Meteorologia do Estado de Sergipe - CEMESE/SE e do Instituto Nacional de Meteorologia -INMET.

b) Os estudos geológicos forneceram elementos para o conhecimento da natureza e composição do substrato rochoso de superfície, cujos dados foram extraídos do mapa geológico do estado de Sergipe publicado em 1998, pelo Ministério das Minas e Energia – MME e

Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM, elaborado na escala de 1:250.000, e do Mapa Geoambiental de Aracaju elaborado em 2004, pela Secretaria de Planejamento de Aracaju – SEPLAN, na escala de 1:20.000.

c) As informações de geomorfologia basearam-se nas investigações de campo, em leituras sobre as unidades geomorfológicas e domínios ambientais locais, além da interpretação de imagens aéreas em pequenas escalas e mapas existentes de hipsometria e declividade do terreno em escala média 1: 100.000, que permitiram caracterizar o relevo.

d) Nas informações pedológicas, utilizou-se a classificação de Solos do estado de Sergipe, representada no mapa elaborado pela Companhia de Desenvolvimento Econômico do Estado de Sergipe – CONDESE e Superintendência do Desenvolvimento Agropecuário – SUDAP, na escala de 1:200.000, e do Levantamento exploratório - Reconhecimento de solos do estado de Sergipe representados no mapa elaborado em 1975 pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, na escala de 1:400.000, com adequação da Classificação de solos oficialmente usada no Brasil a partir de 1999, bem como a taxonomia estabelecida pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SIBCS (Embrapa, 2018).

Na caracterização dos aspectos fitogeográficos, levou-se em consideração as variações fisionômicas e os efeitos antrópicos. Buscou-se informações fornecidas pelos órgãos públicos, através da Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEMARH/SE, consultando o Diagnóstico Florestal de Sergipe; Ministério do Meio Ambiente – MMA, e Instituto Brasileiro do Meio Ambiente - IBAMA, dentre outras fontes.

Etapas 2 - Trabalho de campo, com registro fotográfico

As campanhas de campo ocorreram de acordo com a compartimentação estabelecida em zonas para a área urbana, totalizando 4 saídas no ano de 2023, em datas e meses diferenciados, das quais 1 para as zonas norte e centro; 1 para a zona oeste; 1 para as zonas sul e de expansão e 1 final para toda extensão do espaço urbano. Em tais campanhas foram feitas observações das condições geoambientais *in loco* e checagem dos padrões de imagens visualizadas em laboratório nas fotografias aéreas e de informações espacializadas em produtos cartográficos (mapas, ortofotocartas) de diferentes épocas.

Esta fase, auxiliada através da caderneta de campo possibilitou descrever sobre o comportamento dos atributos biofísicos frente aos tensores antrópicos e interferências climáticas. Para marcação de pontos de coordenadas geográficas e georreferenciamento através

do Sistema de Informação Geográfica – SIG, utilizou-se o GPS de navegação, e Câmera fotográfica digital para o registro dos diversos cenários ambientais da paisagem urbana da cidade de Aracaju.

Etapa 3 - Trabalho de gabinete, com análise laboratorial

Nesta etapa, fez-se uso do geoprocessamento, com apoio da Cartografia Digital para elaboração dos mapas temáticos do meio físico (Geologia, Geomorfologia, Pedologia e Suscetibilidade a erosão linear e ocorrências erosivas), e de outros documentos cartográficos que se mostraram importantes no processo de comunicação gráfica.

Os mapas temáticos foram elaborados numa mesma base cartográfica e escala, através do sistema de projeção UTM e SIRGAS 2000 Zona 24S, com a base de dados disponibilizada no Atlas Digital de Recursos Hídricos de Sergipe - versões 2013 e 2016, pela Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEMARH/SE. Utilizou-se o software ArcGIS 3.10, versão A Coruña, geotecnologia apropriada no tratamento computacional dos dados geográficos, disponibilizado no Laboratório de Cartografia e Geoprocessamento da Secretaria do Estado de Planejamento, Orçamento e Gestão de Sergipe - SEPLOG.

Analizou-se nessa fase, fotografias aéreas correspondentes aos anos de 1971, na escala de 1:70.000, executadas pela TERRAFOTO; 1976, na escala de 1:18.000 e 1986, na escala de 1:25.000 disponibilizadas pela Secretaria de Planejamento do Governo de Sergipe - SEPLAG/SE.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O clima na escala do município

Dentre os elementos físico-naturais, o clima exerce um papel fundamental na influência dos demais componentes do sistema ambiental, visto ser ele o regulador do processo de entrada e saída de energia, ao fornecer calor e umidade dentro do território municipal contribuindo para a sua dinâmica. Salienta Ayoade (1996), que o clima talvez seja o mais importante elemento do sistema natural, por afetar os processos geomorfológicos, os da formação dos solos e o crescimento e desenvolvimento das plantas.

O Nordeste brasileiro é fortemente influenciado pela presença da Zona de Convergência Intertropical - ZCIT. As condições ambientais são determinadas pela baixa pressão atmosférica, com chuvas e trovoadas originadas pela convergência dos ventos alísios dos dois hemisférios e a decorrente formação de massa de nuvens que resultam em precipitações.

Quando a ZCIT está mais ao norte, situação geralmente verificada nos meses de agosto a outubro, os ventos alísios de sudeste são intensos, ocorrendo uma progressiva diminuição da intensidade desses ventos à medida que a ZCIT migra em direção ao Equador, alcançando os valores mínimos anuais durante os meses de março e abril. Essa dinâmica migratória é importante quando se refere à predominância do vento que afeta a cidade de Aracaju, pois influencia no padrão de circulação oceânica e das correntes costeiras consequentes da circulação de vento (Pires, 2011).

No contexto local, Aracaju localiza-se na porção oriental do estado de Sergipe e está controlada durante o ano pelo Anticiclone Semifixo do Atlântico Sul – ASAS, que dá origem as massas de ar Tropical Atlântica (mTa) e Equatorial Atlântica (mEa). A primeira, proveniente da região oriental do anticiclone, atinge o Nordeste brasileiro provocando os alísios de SE e a segunda, oriunda da parte setentrional do anticiclone, originando os ventos de NE, chamados alísios de retorno (Fontes; Correia, 2009).

Segundo a classificação de Thornthwaite (1948), em Aracaju, as condições geográficas definem o clima local do tipo Megatérmico Subúmido Úmido, caracterizado como sendo o mais úmido, de acordo com a escala de classificação, decorrentes da influência da dinâmica marinha, das interações entre o sistema meteorológico durante o ano e da sua posição geográfica.

As precipitações iniciam em abril, havendo ligação com o deslocamento das Correntes Perturbadoras de Leste que provocam perturbações em forma de frentes no outono, se manifestando com mais intensidade no inverno, trazendo chuvas abundantes durante sua passagem, além do deslocamento meridional da Frente Polar Atlântica – FPA, que se desenvolve no mesmo período quando ganha força suficiente para atingir a região nordestina. No verão, as Correntes Perturbadoras de Oeste, formadas por ventos que sopram do interior do Brasil, entram em ação provocando instabilidade climática até a porção leste do município. A atuação desses sistemas atmosféricos asseguram boa distribuição das precipitações durante o ano, com maior concentração no período outono/inverno.

Os Vórtices Ciclônicos de Alto Nível – VCAN, que influenciam no aumento ou diminuição de áreas de instabilidade sobre o Nordeste na estação seca, preferencialmente de novembro a março, movem-se em direção ao oeste, adentrando o continente, com velocidade de 4 a 6° de longitude por dia, mas podem permanecer sem movimento aparente por vários dias até esvanecerem (Lima, 2022) – (Figura 2).

O aparecimento desses vórtices associa-se à circulação geral da atmosfera e a atuação de outros mecanismos dinâmicos como a penetração das frentes frias, a Zona de Convergência do Atlântico Sul e a Alta da Bolívia (Molion; Bernardo, 2002; Lima; Pinto,

2012). Como se observa na Figura 2, a região central do VCAN apresenta céu claro e sem chuva, enquanto sua periferia é submetida a grandes totais pluviométricos (Molion; Bernardo, 2002).

Figura 2 - Imagem do satélite mostrando VCAN atuando sobre a região Nordeste do Brasil interferindo em Sergipe



Fonte: INPE/CPTEC - Imagem do satélite GOES 16 em 02/03/2019 – In: Lima (2022).

No município de Aracaju, as repercussões espaciais dessas perturbações atmosféricas são perceptíveis pelas ocorrências dos processos erosivos, registros de inundações, alagamentos, enchentes e movimentos gravitacionais de massa de magnitude variada, decorrentes dos impactos pluviais concentrados, enquadrados por Monteiro (1991) na categoria dos “*eventos extremos ou acidentais*” (Gonçalves, 2003).

Os estudos realizados por Brazil (2016), dentro dessa abordagem para o referido município, confirmam 96 eventos pluviais no período 2004/2014, iguais ou superiores a 60 mm/24h (Zanella, 2009), com maiores riscos para a população residente na franja periférica da cidade pelas péssimas condições e/ou inexistência do sistema de drenagem urbana (Araújo, 2020; Santos, 2020).

Em intervalos consecutivos de 20 anos, abrangendo as décadas de 1990 a 2010, o comportamento pluviométrico anual de Aracaju foi, na maioria dos casos, sempre abaixo da média, com registros de chuvas pouco variáveis nos anos de 1990 (1.505,0 mm); 1993 (1.006,0

mm); 1994 (1.407 mm); 1995 (1.193,5 mm); 1997 (1.373 mm); 2002 (1.068,8 mm); 2004 (1.061,5 mm) e 2010 (1.547,5 mm), dentre outros.

A distribuição irregular dos totais de chuva durante o ano, influencia na drenagem urbana a partir da recarga do lençol freático e da dinâmica de escoamento superficial, como também na variável taxa de evapotranspiração potencial. No período chuvoso as águas podem ser infiltradas e escoadas pela cobertura da superfície permitindo a esculturação do relevo com os processos morfogenéticos. Outra condição é a evapotranspiração das águas presentes nos corpos hídricos, vegetais e animais.

A impermeabilidade progressiva do solo urbano de Aracaju prejudica o escoamento areolar, não tendo a rede de captação de água capacidade suficiente para escoar, de modo rápido, o grande volume que se acumula nas baixadas formando áreas de alagamentos de ruas em ocasiões de eventos pluviais extremos, provocados pelo Distúrbio Ondulatório de Leste - DOL, como as chuvas ocorridas no mês de maio de 2017, consideradas as mais elevadas do ano, que somadas aos demais índices pluviométricos mensais acumulados ao longo do ano totalizaram 1.209,7 mm, enquadrando, esse ano, como o mais chuvoso na comparação com os três anos antecedentes que apresentaram registros acentuados de quedas nos volumes totais, ou seja, 2014 (869,9 mm), 2015 (952,3 mm) e 2016 (735,0 mm) (Tabela 1).

Tabela 1 - Aracaju - Precipitação pluviométrica mensal, 2014-2017

ANOS	MESES												TOTAL
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
2014	15,8	59,6	78,4	153	127	89,7	156,3	62,9	38,2	35,7	44,3	9	869,9
2015	25,5	38,4	44,4	91,6	282,1	149,4	171,1	74,4	10,8	31,8	6,8	26	952,3
2016	83,1	50,7	28,7	39,2	148,3	203,2	41,8	47,8	37,4	13	8,6	33,2	735
2017	6,6	15	40,3	120	306	144,6	174,1	87,2	191,7	74,9	28,2	21,1	1209,7

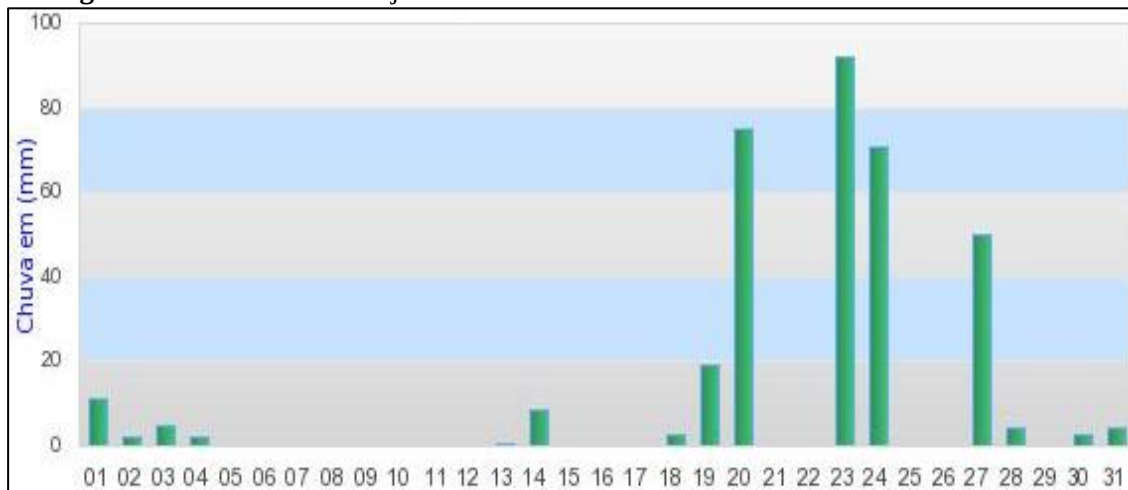
Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia – INMET (2018). Organização: Os autores (2023).

Observa-se na Tabela 1 que em 2017, ano de maior influência de *La Niña*, somente no mês de maio choveu 306,0 mm. Entre os dias 18 e 24, com picos elevados nos dias 20 (75,0 mm), 23 (92,0 mm) e 24 (71,0 mm), o Instituto Nacional de Meteorologia - INMET registrou cerca de 238 mm, correspondente a 71% da média de chuva normal para o mês na região de Aracaju, quando a previsão estimada era de 334 mm, considerada a mais elevada do ano.

O referido Instituto ainda registrou entre 9:00 horas do dia 23 e 9:00 horas do dia 24 de maio o maior volume de chuva que caiu sobre a cidade naquele ano, aproximadamente 163 mm em um período de 24 horas. A chuva forte provocou alagamentos pela cidade, transbordamentos

de canais, desmoronamentos de asfaltos e muros, deslizamentos de terra e consequentemente desencadeou os processos erosivos nas encostas e solos expostos vulneráveis à ação do escoamento superficial, que acelerou a evolução de cicatrizes erosivas (sulcos e ravinas) previamente existentes (Figura 3).

Figura 3 – Gráfico de Aracaju – Chuvas Acumuladas em 24 h dos dias 23/24 de maio de 2017



Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia – INMET (2018). Organização: Os autores (2023).

Em bairros mais ao sul do centro da capital de *fragilidade emergente média a alta* e com menor índice de vulnerabilidade social (Santana, 2019), a exemplo do Jabotiana, Luzia, Jardins e Treze de Julho, dentre outros, por estarem situados na planície costeira, devido às interferências antropogênicas no tempo histórico, seja pela impermeabilização do solo e/ou pelas obras de engenharia que retificaram antigos canais de maré, também sofreram com o transbordamento das cheias do rio Poxim e canais pluviais, além dos alagamentos de ruas durante as chuvas concentradas no período, intensificadas pelas marés de sizígia retardando o tempo de escoamento das galerias pluviais (Figura 4).

Figura 4 – Fotografia mostrando alagamento de ruas durante as chuvas concentradas em maio de 2017, Bairro Treze de Julho



Fonte: Carina Souza, 2017. In: Santana (2019).

Esse transtorno climático que se repete no correr dos anos, tem afetado, principalmente, a população mais carente. Santos (2022), estudando sobre o clima e dengue na cidade de Aracaju no período, fez referência a reportagem do F5NEWS que, pela calamidade, acrescentaram o depoimento sofrível da Sra. Matilde dos Santos residente no bairro Santa Maria, vitimada pelo evento pluvial extremo ocorrido em 23 de maio de 2017, como se constata: “Todo ano é a mesma coisa, minha casa fica alagada e a gente perde tudo, de móveis até documentos. É uma situação muito horrível, um sofrimento” (Araújo; Rodriguez; Aragão, 2017, p.1).

Segundo informações do CPTEC/INPE, a intensidade pluviométrica registrada nos meses do outono/inverno, sobretudo maio, foi devido à tendência de continuidade do fenômeno *La Niña* sobre os setores central e oeste do Pacífico Equatorial, associada às condições oceânicas e atmosféricas no Atlântico que repercutiram variações em escala global. Em grande parte do Nordeste a atuação da Zona de Convergência Intertropical – ZCIT, sobre a faixa equatorial do Atlântico foi um elemento responsável pelas fortes chuvas acima da normal climatológica na região.

Em Aracaju, no biênio 2009/2010, registrou-se um aumento significativo dos danos provocados pelos impactos pluviais concentrados com rebatimentos nas condições precárias de ocupação, face a inexistência de uma política eficaz de prevenção e combate a riscos ambientais no espaço urbano da cidade (Santos, 2012).

Dados catalogados pela Coordenadoria Especial de Defesa Civil - CEDEC, mostram que em 2009, a porção norte de Aracaju foi extremamente afetada com as chuvas intensas causando danos às vítimas em diversas categorias. Na comunidade Coqueiral (Porto Dantas), por exemplo, 1.944 pessoas foram afetadas, 446 casas em situação de riscos, 30 casas destruídas, 10 casas danificadas, 68 desabrigados e 8 pessoas desalojadas, e no bairro Soledade, embora em menores proporções, apenas 64 pessoas foram afetadas, 8 casas em condições de riscos e 8 destruídas. No conjunto dos quatro bairros envolvidos, 2.458 pessoas foram diretamente afetadas, sem que houvesse registro de mortes (Tabela 2).

No ano seguinte (2010), dos bairros existentes, dois deles registraram danos mais críticos com a manifestação dos eventos hidrológicos/geomorfológicos, destacando-se o Porto Dantas com as maiores ocorrências, totalizando 472 casas em condição de risco, 32 casas destruídas e 76 pessoas desalojadas. Não sendo tão diferenciada a situação para o bairro Cidade Nova que registrou 10 casas destruídas, 54 em condições de riscos e 92 pessoas desalojadas.

Tabela 2 - Aracaju – Avaliação de Danos com as chuvas de 2009 na Zona Norte

Danos Comunidades	Bairro	Desalojados*	Desabrigados**	Mortas	Afetados	Casas Destruidas	Casas danificadas	Casas em risco
Cidade Nova	Cidade Nova	20	0	0	290	5	6	40
Coqueiral	Coqueiral	8	68	0	1944	30	10	446
Soledade	Soledade	0	0	0	64	0	8	8
Porto Dantas	Porto Dantas	0	8	0	160	2	2	26
Total		28	76	0	2458	37	26	520

Fonte: Formulário de Avaliação de Danos preenchidos pela Coordenadoria Especial de Defesa Civil – CEDEC, (2010). Elaboração: Santos (2012).

Geologia da Província Costeira e Margem Continental

Na geologia do estado de Sergipe, Almeida *at al.*, (1977) reconheceram três províncias estruturais. A Província Costeira e Margem Continental abrange o município de Aracaju incluindo a Bacia Sedimentar de Sergipe, posicionada a leste do Estado, com avanço sobre a Plataforma continental, além das formações superficiais terciárias e quaternárias continentais, e os sedimentos da Plataforma Continental (Araújo, 2020).

Quanto às formações superficiais cenozoicas, ocupam restritas porções mais internas do território os depósitos terciários representados pelo Grupo Barreiras de idade Plio-pleistocênica, e as coberturas quaternárias, com predomínio da holocênica na faixa litorânea (Santos *at al.*, 1998).

Os sedimentos do Grupo Barreiras (Tb) correspondem a depósitos correlativos que ocorreram ao longo da costa brasileira durante o Cenozoico (Bigarella; Andrade, 1964). Este Grupo se encontra constituído por sedimentos terrígenos (cascalhos, conglomerados, areias finas e grossas e níveis de argilas), pouco ou não consolidados, de cores variadas e estratificação irregular, normalmente indistinta e de natureza afossilífera (Schaller, 1969; Vilas Boas *at al.*, 1996). A litologia apresenta-se constituída de arenito com matriz argilosa, camadas de siltitos, argila e cascalho, predominando as cores amarelo ocre e vermelho-acastanhado. Os clásticos desse Grupo recobrem os terrenos mesozoicos em discordância erosiva com o topo e a base bem delimitados na coluna geológica da Bacia Sedimentar (Fontes, 1984).

As coberturas holocênicas abrangem os depósitos quaternários diferenciados em depósitos eólicos litorâneos atuais (Qhe) e continentais (Qpe1), depósitos fluviolagunares (QHf), depósitos de pântanos e mangues atuais (QHp) e terraços marinhos pleistocênicos (Qpa)

e holocênicos (QHt). Bittencourt *et al.* (1983), esquematizando os eventos mais significativos da evolução paleogeográfica do Quaternário costeiro de Sergipe, associaram a origem desses depósitos ao último episódio trans-regressivo a 5.100 A.P., quando o nível do mar atingiu o máximo de 5 m acima do nível atual.

Os depósitos eólicos litorâneos são constituídos de areias bem selecionadas com grãos arredondados de coloração creme. Encontram-se sobrepostos aos terraços marinhos holocênicos, com reconhecimento de dois tipos de campos dunares. O primeiro posicionado mais internamente, encontra-se semifixado pela vegetação herbácea e arbustiva/arbórea, com alturas que não ultrapassam os 30 m. Geralmente, apresenta certa evolução edáfica. O segundo, de origem mais recente, margeia a linha de costa.

Os depósitos fluviolagunares – QHf ocupam restritas áreas da zona oeste do município influenciados pela contribuição fluvial dos rios Poxim, Pitanga, Santa Maria e Canal homônimo. Estão entre os depósitos de pântanos e mangues e os depósitos do Grupo Barreiras. Os depósitos lagunares remontam ao evento regressivo subsequente ao Máximo da Última Transgressão (Bittencourt *et al.*, 1983), quando o abaixamento do paleonível relativo do mar após cerca de 5.500 anos A. P. causou uma gradual transformação de lagunas em lagoas aos poucos substituídas por água doce, seguidos por pântanos (Martin *et al.*, 1996).

Os depósitos de pântanos e mangues – QHp são atuais datando do holoceno. São constituídos de sedimentos argilosos e siltosos de origem fluviomarinha, ricos em material orgânico. Abrange os terraços marinhos holocênicos percorrendo os cursos dos rios do Sal, Sergipe, Poxim, Vaza-Barris, Santa Maria e Canal homônimo.

São zonas úmidas depressionais fechadas que constituem ambientes de transição entre áreas terrestres e aquáticas, as quais apresentam o nível da água aflorante ou solo saturado de água com acúmulo de material orgânico de origem vegetal (Santos, 2012). Geralmente esses depósitos se caracterizam, ainda, como áreas de charcos com ocorrência de água estagnada e corrente, de característica salobra, com menos de cinco metros de profundidade na maré alta (Souza, 2015).

Os terraços marinhos pleistocênicos – Qpa são topograficamente mais altos, variando em torno de 8 m. Estão bem localizados no sopé das vertentes do Grupo Barreiras, sendo delimitados por um rebordo de terraços ligeiramente inclinados para o rio Santa Maria e Canal homônimo. Em certas partes, são cortados pelos canais de drenagem que sulcam os flancos do planalto dissecado, esculpido no Grupo Barreiras (Araújo, 2006).

Os terraços marinhos holocênicos – QHt estão representados pelos depósitos de areias quartzosas bem selecionadas de coloração branca, com presença de conchas marinhas e tubos

fósseis de *Callianassa*. Ocupam a planície costeira do município e se encontram na parte externa dos terraços marinhos pleistocênicos. São de poucas elevações, com o topo variando de poucos centímetros a basicamente 4 m acima do nível da atual preamar, apresenta na sua superfície contínuas cristas de cordões litorâneos paralelos entre si (Bittencourt *at al.*,1983).

Domínios ambientais urbanos da paisagem geomorfológica

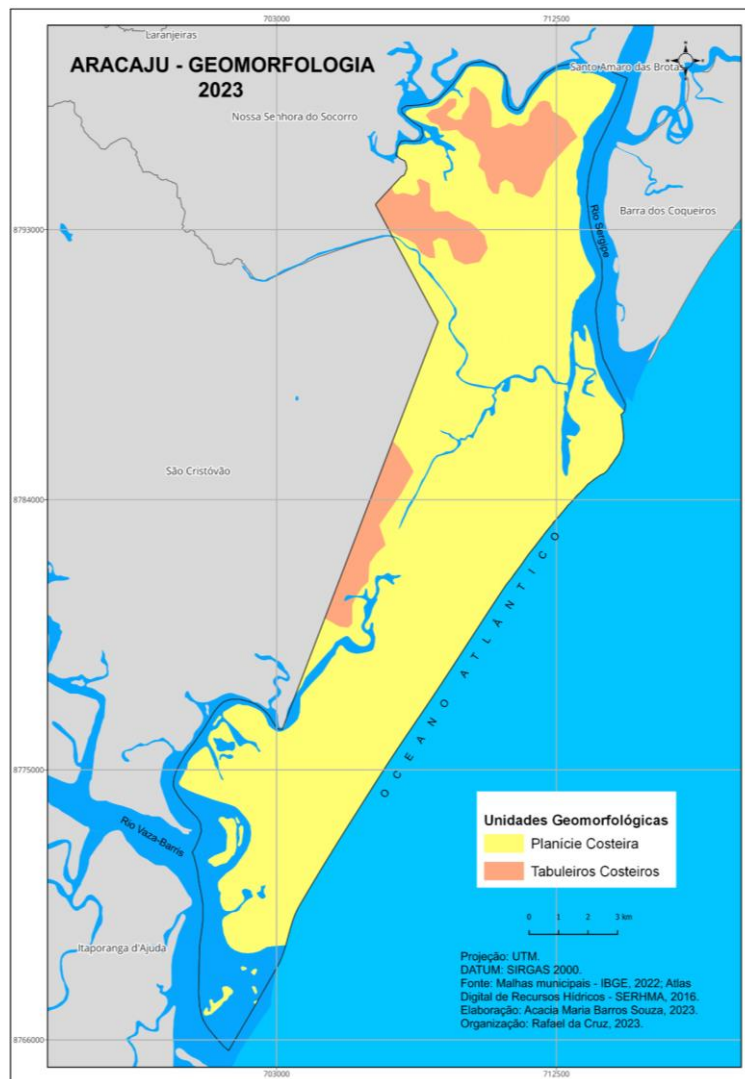
A geomorfologia urbana de Aracaju expressa baixa altimetria do relevo com altitudes ultrapassando pouco mais de 100 metros, indicando pequena variação morfológica no contexto geral do município.

A maior parte de sua área geográfica está representada por terrenos com baixo grau de declividade (0 a 2%), caracterizando um relevo plano a suavemente ondulado. Na morfologia urbana, existem domínios ambientais que remontam as diferentes oscilações do nível relativo do mar, associadas às mudanças paleoclimáticas do litoral brasileiro durante o Quaternário. Revelam, portanto, significativa expressão na paleogeografia local, conforme retrataram (Bittencourt *at al.*,1983), em modelo esquemático, os estágios evolutivos com os eventos mais significativos que atuaram na zona costeira do estado de Sergipe a 120.000 e 5.100 anos A. P., correspondentes ao penúltimo e último movimento trans-regressivo marinho.

Reconhece-se no território do município duas unidades de relevo dominantes na paisagem geomorfológica: a Planície Costeira, limitada, na parte continental, pelas vertentes do Grupo Barreiras, “[...] aparecendo, em alguns setores, remanescentes de antigas falésias testemunhando um episódio transgressivo mais antigo (*interglacial Mindel-Riss*) que erodiu a parte externa do Grupo” (Araújo, 2006, p. 26), e, com a plataforma continental, pela linha de costa, e os Tabuleiros Costeiros Tércio-quaternários (Figura 5).

A Planície costeira segue o modelo clássico das costas que avançam em direção ao oceano, apresentando uma superfície relativamente plana, localizada na interface entre as três províncias da geosfera que são os oceanos, os continentes e a atmosfera. Decorrente dessa interseção, recebe diferentes fluxos de energia e matéria que vão influenciar na origem, evolução e configuração atual do ambiente costeiro. Como regra, no município de Aracaju, acompanha a orla marítima e penetra pelo continente através das desembocaduras dos rios Sergipe e Vaza-Barris (Muehe, 1994; Araújo, 2007).

Figura 5 – Mapa de Aracaju: Geomorfologia, 2023



Fonte: Malhas municipais – IBGE (2002). Atlas Digital de Recursos Hídricos – SERHMA (2016).

Assim, considerando a configuração do território de Aracaju, a planície costeira que abrange os níveis continentais mais baixos, ocupa uma faixa alongada no sentido NE/SW estendendo-se desde a desembocadura do rio Sergipe até a desembocadura do rio Vaza-Barris abrangendo 22 Km de linha de costa.

Essa unidade geomorfológica de maior abrangência areal no município, caracteriza-se pela presença de formas de origem marinha, fluviomarinha, lacustre e eólica, depositadas sob a influência das condições ambientais variáveis durante o Quaternário. Atualmente, observa-se a existência de vários domínios ambientais, destacando-se os Terraços marinhos pleistocênicos e holocênicos, Dunas litorâneas, Cordões litorâneos e Lagoas freáticas (Figura 6).

Figura 6 – Imagem aérea da Zona de Expansão de Aracaju: 1 – Sucessão de Cordões Litorâneos; 2 – Paleolagunas e lagoas freáticas



Fonte: Imagem aérea – SEPLAN (2007).

Os Tabuleiros Costeiros representam a unidade geomorfológica de menor abrangência. Estão modelados nos sedimentos do Grupo Barreiras, de idade plio-pleistocênica, atualmente superpostos as rochas sedimentares mesozoicas da Bacia Sedimentar de Sergipe. Na paisagem aracajuana, o relevo apresenta-se dissecado em baixas colinas e morros de topos convexos. O perfil arredondado do relevo colinoso é um reflexo das condições climáticas pretéritas e subúmidas dominantes, e da ação erosiva dos cursos d'água ao exercerem o trabalho natural de montante para jusante. Na litologia predomina a argila, que pela baixa permeabilidade intensifica o escoamento superficial, dissecando o modelado através da formação de cicatrizes erosivas sobre a superfície.

Na zona norte, as formas arredondadas mais elevadas da cidade alcançam pouco mais de 100 m, estando no Morro do Urubu (bairro Porto Dantas), o ponto de maior cota altimétrica comprovada (102 m). As altitudes são mais elevadas nas zonas oeste e sul, nos limites com o município de São Cristóvão abrangendo os bairros América, Capucho, Jabotiana e Santa Maria, onde também ocorrem afloramentos do Grupo Barreiras. Afirma Araújo (2006, p. 29/30), que além dessas zonas de relevo topograficamente mais expressivos, “(...) uma outra área, nos domínios dos bairros Getúlio Vargas, Cirurgia e parte do Suissa, apresenta elevações com altitudes máximas de 38 metros”.

Baseando-se em Small e Clark (1982), Araújo (2006) concluiu que nessa unidade geomorfológica do relevo de Aracaju, as encostas situadas nas zonas norte (Morro do Urubu, Morro da Atalaia, Morro Tangará, Japaozinho, Alto do Cruzeiro, Alto da TV), oeste (Taludes

do bairro América) e sul (Morros da Piçarreira e Avião, no bairro Santa Maria) estão acima de 20° graus de declividades, com índices superiores a 34,4% de inclinação (Figura 7).

Figura 7 – Fotografia mostrando, ao fundo, bordo oeste do Morro do Urubu na zona norte de Aracaju abrangendo extensa área do Bairro Porto Dantas.



Fonte: Os autores (2023).

A topografia do relevo permanece suave nas demais áreas da malha urbana de Aracaju, onde os baixos valores altimétricos apresentam cotas mínimas comprovadas de até 2 m na borda externa do bairro Coroa do Meio, antes dos aterros. Situação que descarta o “velho mito” de que *Aracaju está abaixo do nível do mar*, conforme salientaram Wanderley *et. al.* (2003) em Boletim Informativo do CREA/SE. Assim, a pouca expressividade da topografia do relevo nas unidades geomorfológicas do município de Aracaju, deve-se à dinâmica interativa dos processos morfogenéticos na escala do tempo histórico/geológico.

Solos: ambiente e principais características

A classificação de solos oficialmente usada no Brasil, concluída em 1999, passou por várias e contínuas adaptações a partir dos levantamentos ecológicos realizados desde 1955 (Lepsch, 2002). Neste sentido, considerando a taxonomia vigente estabelecida pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SIBCS (EMBRAPA, 2018), as classes de solos mais abrangentes no município de Aracaju são a dos Espodossolos, Gleissolos Sálícos e Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos e Distróficos. Em áreas mais restritas ocorrem os Neossolos Quartzarênicos e os Neossolos Flúvicos Eutróficos (Araújo, 2006).

A interação entre os elementos físico-naturais (clima, relevo, vegetação, hidrografia e geologia) resulta na formação dos solos com características peculiares ao seu desenvolvimento de acordo com o ambiente. No município de Aracaju, os perfis dos solos variam de acordo com as características do material de origem e de suas posições nas vertentes ou em áreas baixas que determinam maior ou menor capacidade de drenagem.

Os Argissolos Amarelo Distróficos (PAd), com horizonte bem diferenciados, possui horizonte A bastante espesso e predominantemente arenoso, apresentando concentração de argila no horizonte B (B textural) de coloração amarelada com baixa fertilidade natural, fortemente ácido e pouco resistente à erosão. Ocupa, no município aracajuano, a área de relevo plano e levemente ondulado. Os Argissolos Vermelho Eutróficos (PVef) ocupam as áreas em que o relevo se eleva consideravelmente nas zonas norte, oeste e sul da cidade, compreendendo solos com horizonte B textural, com baixa atividade de argila e menor acidez (Araújo, 2006).

Estão relacionados a diferentes tipos de materiais. São solos bem desenvolvidos e, de modo geral, apresentam boas condições de fertilidade natural, a depender da disponibilidade hídrica e das condições de relevo. São ocupados por diferentes tipos vegetais dos remanescentes da Mata Atlântica (Santos, 2012). Possuem cor vermelha acentuada devido a teores mais altos e à natureza dos óxidos de ferro presentes no material originário, em ambientes bem drenados.

Os Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos (PVAe) e Distróficos (PVAvd) apresentam horizonte de acumulação de argila com cores vermelho-amareladas devido à presença da mistura dos óxidos de ferro hematita e goethita. Quando são desenvolvidos de rochas cristalinas ou sob sua influência, podem apresentar elevada ou baixa fertilidade.

Os Espodossolos (E), de maior abrangência no município de Aracaju, ocupam extensivamente as áreas dos terraços marinhos pleistocênicos e holocênicos. São originários, principalmente, de materiais arenoquartzosos, em relevo plano, suave ondulado ou ondulado. Ocorrem associados a locais de umidade elevada. Variam de pouco profundos até muito profundos. A drenagem é muito variável, havendo estreita relação entre profundidade, grau de desenvolvimento, endurecimento ou cimentação do horizonte diagnóstico (B espódico) e a drenagem do solo.

Os Neossolos Flúvicos Eutróficos (RYve), resultantes de depósitos fluviais do quaternário, são geralmente encontrados nas proximidades das margens dos rios Vaza-Barris, Santa Maria, Canal Homônimo, Sergipe e seus afluentes. Caracterizam-se pelo pouco desenvolvimento, sendo moderadamente drenados, textura média, predominantemente argilosos e silte-argilosos.

Os Gleissolos Sálcos (G), muito comuns em ambientes costeiros de mangues, em geral, são solos mal drenados, pouco ou nada desenvolvidos, com alto teor de sais provenientes da água do mar e de compostos de enxofre que se formaram em decorrência de depósitos de materiais argilo-siltosos ricos em matérias orgânicas nas partes mais baixas e alagadas, inclusive na foz dos rios que sofrem mais diretamente a influência das marés.

Os Neossolos Quartzarênicos (R), localizados próximos à linha de costa ocupam as áreas de praias e dunas com relevo ondulado a fortemente ondulado. São solos essencialmente quartzosos, tendo, nas frações areia grossa e areia fina, 95% ou mais de quartzo, calcedônia e opala e praticamente ausência de minerais primários alteráveis (menos resistentes ao intemperismo). São profundos, levemente a fortemente ácidos, excessivamente drenados, com baixo poder de armazenamento de água e nutrientes e de baixa fertilidade natural (Araújo, 2006). Os Neossolos Quartzarênicos Hidromórficos (RQg) de ocorrência em Aracaju são solos com presença de lençol freático elevado durante grande parte do ano, na maioria dos anos.

O Quadro 1, sistematiza as informações sobre a pedologia no município de Aracaju para fins de reconhecimento da suscetibilidade erosiva do solo.

Espécies fitogeográficas adaptadas ao sistema ambiental urbano

A cobertura vegetal é a defesa natural de um terreno contra a erosão, seus efeitos são de ordem: proteção contra impacto direto da chuva; dispersão e quebra da energia das águas de escoamento superficial; aumento da infiltração pela produção de poros no solo por ação das raízes; aumento da capacidade de retenção de água pela estruturação do solo por efeito da produção e incorporação de matéria orgânica.

Quadro 1 - Aracaju – solos e seu potencial de vulnerabilidade aos processos erosivos, 2022.

Pedologia local	Domínios ambientais em que se desenvolvem	Características litológicas	Grau de vulnerabilidade aos processos erosivos
Argissolos Vermelho Eutrófico	Geomorfologia: ambiente levemente ondulado; colinas do Grupo Barreiras. Áreas de deposição de Tálus e Colúvio de elevação mais alta no município como as vertentes dos Tabuleiros Costeiros e regiões colinosas presentes ao Norte e Oeste de Aracaju.	Areias, argilas de coloração variada, com tons avermelhados, amarelados e esbranquiçados, cascalhos, granulação fina e grossa, com mudança textural dos horizontes abrupta.	Pouco resistente aos processos erosivos. Apresenta-se frequentemente saturada e alto grau de vulnerabilidade.
Argissolos Amarelo Distróficos	Agrupamentos vegetais: Gramínea herbácea, vegetação subcaducifólia arbórea-arbustiva de Tabuleiro.	Solos de horizonte B textural com baixa atividade de argila Tb e menor acidez. Associação granulométrica de cascalho, areia grossa e argila.	Pouco resistente aos processos erosivos. Apresenta alto grau de vulnerabilidade.

Espodossolos	Geomorfologia: Dunas estáveis; Terraços Marinhos Holocênicos; Terraços Marinhos Pleistocênicos; Cordões litorâneos. Agrupamentos vegetais: restinga (arbóreo-arbustiva) e campo de restinga	Associação de Areias finas bem selecionadas com grãos arredondados; eventualmente presença de conchas marinhas e tubos fósseis de Callianassa	Por estarem em muitos ambientes influenciados pelo fluxo e refluxo da maré, apresentam um alto grau de vulnerabilidade.
Neossolos Quartzarênicos	Geomorfologia: Localizado nas proximidades da linha de costas em regiões de praias e dunas com relevo ondulado e fortemente ondulado Agrupamentos Vegetais: floresta perenifólia e Subperenifólia de duna; herbácea e Salsa-da-praia,	Excessivamente drenado com predomínio de sedimentos quartzosos e de textura arenosa, são profundos e levemente e/ou fortemente ácido com baixa capacidade de armazenamento de água e nutrientes.	Elevada permeabilidade, apresentam limitações pela restrição de drenagem, devido à presença do lençol freático elevado durante grande parte do ano.
Neossolos Flúvicos Eutróficos	Geomorfologia: Terraços fluviomarinhos; Terraços fluviais Vegetação: floresta perenifólia de restinga (arbóreo-arbustiva) e campo de restinga	Areias, argilas, silte e cascalhos, sedimentos de conchas e matéria orgânica	Encontra-se em pequenas lagoas, canais de maré, praia atual ou subatual. Área frequentemente alagável
Gleissolos sálicos	Geomorfologia: Planície de Maré Inferior; Planície de Maré Superior Vegetação: floresta arbustiva e arbóreo-arbustiva de mangues	São poucos desenvolvidos, apresenta textura indiscriminada média variando entre argiloso e Silte-argiloso. Associação de argilas, areias e matéria orgânica.	Moderadamente ou altamente drenado e com alto potencial de alagamento e/ou inundação.

Fonte: Adaptado de Santos (2012). Organização: Os autores (2023).

A maioria dos estudos que abordam os efeitos da vegetação no ambiente urbano trata dos aspectos climáticos, conforto térmico e capacidade de permeabilidade do solo, mas para sua compreensão no espaço urbano é necessário entender que há coleção de plantas genéticas e morfofisiologicamente adaptadas aos sistemas urbanos, em que a vegetação original praticamente desaparece com o processo de urbanização e substituição de plantas nativas ou ornamentais.

De acordo com Araújo (2006), o estado de Sergipe se encontra bastante devastado na sua cobertura vegetal. Aracaju não fugindo a regra, vem passando por esse processo desde sua origem, em 1855. Em decorrência do grau de devastação da cobertura vegetal, poucas espécies ainda permanecem compondo a vegetação original, como podem ser encontrados alguns remanescentes de Mata Atlântica no Morro do Urubu, área legalmente protegida de interesse ambiental e preservação permanente.

Além disso, os estudos mostram que poucas espécies endêmicas podem ainda ser reconhecidas, restando, atualmente, espécies de formações perenifólias representadas pelas associações de praias e dunas constituídas de vegetação herbácea, vegetação de restinga pouco

densa, com árvores que se diversificam quanto à espécie e altura e mangue prevalecendo entre os principais tipos o vermelho (*Rhizophora mangle*), o Siriba (*Avicennia germinans*), o mangue branco (*Lagunculária racemosa*) e o mangue de botão (*Conocarpus erectus*) que se restringe a poucos indivíduos, devido ao processo de antropização das áreas de apicum (Figura 8A e 8B).

Figura 8 – Fotografias de vegetação de Restinga na planície costeira: Zona de Expansão (A) e de vegetação de mangue (*Rhizophora mangle*) na margem esquerda do rio Poxim próximo a confluência com o rio Sergipe (B).



Fonte: Os autores (2023).

Essa situação devastadora da vegetação na escala do município de Aracaju traz algumas consequências na qualidade de vida para a população em diversos aspectos, além de contribuir para a intensificação dos processos erosivos nas encostas que se constituem em ameaças de riscos de ocorrência de acidentes pelos movimentos gravitacionais de massa, principalmente para os que ocupam esses ambientes desprovidos de uma infraestrutura mínima de garantia para sobrevivência.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na exiguidade do território aracajuano, diversos cenários geoambientais se expressam guardando peculiaridades genéticas e respostas evolutivas pela dinâmica interativa dos agentes modeladores naturais fornecendo energia geradoras de erosão, transporte e deposição no processo de modelagem da paisagem costeira e intraurbana da cidade.

De acordo com a particularidade da área urbana, os efeitos da ação humana sobre os sistemas naturais ocorrem em graus de intensidades diferenciadas como reflexo da inserção capitalista para atender a hegemonia do capital. A expansão urbana de Aracaju para o eixo sul da cidade, por exemplo, e ampliação da orla turística das praias do Litoral Sul pelo Governo de

Sergipe diversificando os serviços e atividades de lazer e instalação de equipamentos urbanos variados pela iniciativa privada, até então, inexistentes na Zona de Expansão, se tornou, nos últimos tempos, um atrativo para a inserção de incorporadoras da construção civil com a instalação de empreendimentos imobiliários ameaçadores a quebra do equilíbrio ecológico de um extenso ambiente legalmente protegido, mas, sem muita eficácia da proteção legislativa que se retrai aderindo à lógica do sistema capitalista na produção do espaço.

A cidade de Aracaju, assentada sobre área de intensa fragilidade ambiental expandiu-se em decorrência de aterros de lagoas, mangue, desmonte de morros e dunas, resultando ao longo de sua evolução histórica, em elevado processo de degradação ambiental. A ocupação do meio físico através da expansão urbana, verificada nos 168 anos de existência da cidade, revela problemas de relativa gravidade, muitas vezes, pela falta de conhecimento dos fatores fisiográficos. Assim, a ocupação de áreas planas e de topografias mais elevadas, na maioria das vezes feitas de forma desordenada e desarticulada de um plano eficaz de uso do solo para o desenvolvimento da cidade, deflagra processos erosivos, que são comandados por diversos fatores naturais associados às características do clima, do relevo, do solo e da cobertura vegetal.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. F. M. *et al.* Províncias estruturais brasileiras. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 8, 1977, Campina Grande. **Anais [...]**. Campina Grande: SBG, 1977, p. 363-391.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

ARAÚJO, H. M. de. Elementos componentes do sistema ambiental físico de Aracaju. In: ARAÚJO, H. M. de; VILAR, J. W. C; WANDERLEY, L. de L.; SOUZA, R. M. (org.). **O ambiente urbano: visões geográficas de Aracaju**, São Cristóvão: EDUFS, 2006.

ARAÚJO, H. M. de. **Relações socioambientais na bacia costeira do rio Sergipe**. Tese (Doutorado em Geografia). Núcleo de Pós-graduação em Geografia – NPGeo, UFS, São Cristóvão, 2007.

ARAÚJO, H. M. de. **Morfodinâmica de desembocaduras fluvial-estuarinas e riscos ambientais associados no litoral de Sergipe**. Relatório de pesquisa (Pós-doutorado em Geografia Física). Centro de Ciências – PPGGeo, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2020.

ARAÚJO, F.; RODRIGUEZ, W.; ARAGÃO, A. Uso errado de canais e aterramentos são causas das cheias em Aracaju/SE. **F5news**, Sergipe, 25 de mai. de 2017, Disponível em: https://www.f5news.com.br/cotidiano/uso-errado-de-canais-e-aterramentos-sao-causas-das-cheias-em-aracaju-se_38450/. Acesso em: 23 de jun. 2020.

BITTENCOURT, A. C. S. P.; MARTIN, L.; DOMINGUEZ, J. M. L.; FLEXOR, J. M.; FERREIRA, Y. A. Evolução paleogeográfica quaternária da costa do Estado de Sergipe e da

costa sul do Estado de Alagoas. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 13, n. 2, p. 93-97, 1983.

BIGARELLA, J. J.; ANDRADE, G. O. **Considerações sobre a estratigrafia dos sedimentos cenozoicos em Pernambuco (Grupo Barreiras)**. Arquivos do Instituto de Ciências da Terra, Recife, n. 2, p. 2-14, 1964.

BRAZIL, J. L. S. **Eventos pluviais extremos e risco de inundações na cidade de Aracaju/SE**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Graduação em Geografia, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2016.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

FONTES, A. L. **Geomorfologia da área de Pirambu e adjacências – Sergipe**. 1984. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Geociências - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 1984.

FONTES, A. L.; CORREIA, A. L. F. Diagnóstico Ambiental físico do município de Aracaju como subsídio ao estudo de impactos Ambiental na zona costeira do estado de Sergipe. In: 12º ENCONTRO DE GEÓGRAFOS DA AMÉRICA LATINA, 12., Montevideo, 2009, [S. l.]. **Anais [...]**. [S. l.], 2009.

GONÇALVES, N. M. S. Impactos pluviais e desorganização do espaço urbano de Salvador. In: MENDONÇA, F. de A. MONTEIRO, C. A. de F. (org.). **Clima urbano**. São Paulo: Contexto, 2003.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo Demográfico de Sergipe**. Rio de Janeiro, 2000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Contagem Populacional de Sergipe: versão preliminar do Censo Demográfico**. Rio de Janeiro, 2022.

LEPSCH, Igo F. **Formação e conservação dos solos**. São Paulo: Oficina de textos, p.177. 2002.

LIMA, E. S.; PINTO, J. E. S. de S. Contribuições teóricas sobre os principais sistemas meteorológicos em Sergipe. **Revista GeoNordeste**, [S. l.], v. 1, n. 5, p. 502-514, 2012.

LIMA, L. P. **Processos e feições geomorfológicas na Faixa de Dobramentos Sergipana do Domínio Vaza-Barris**. Tese (Doutorado em Geografia). Programa de Pós-graduação em Geografia – PPGeo, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2022.

MARTIN, L.; SUGUIO, K.; FLEXOR, J. M.; DOMINGUEZ, J. M. L.; BITTENCOURT, A. C. S. P. Quaternary sea-level history and variation in dynamics along the Central Brazilian coastal plain construction. In: **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, [S. l.], v. 68, n.3, p. 303-354, 1996.

MONTEIRO, C. A. de F. **Geossistemas: a história de uma procura**. São Pulo: Contexto, 1991.

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

MUEHE, D. Geomorfologia costeira. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (org.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994. p. 253-302.

PIRES, D. A. C. **Clima urbano: uma análise das alterações provocadas pela modelação urbana da cidade de Aracaju/SE.** 2011. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2011.

SANTANA, L. B. de. **Fragilidade e vulnerabilidade socioambiental na região metropolitana de Aracaju/SE.** 2019. Tese (Doutorado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2019.

SANTOS, R. A. *et al.* Formações superficiais. In: SANTOS, R. A.; MARTINS, A. M.; NEVES, J. P.; LEAL, R. M. (org.). **Geologia e Recursos minerais do Estado de Sergipe**, Brasília: CPRM –CODISE, 1998.

SANTOS, A. dos. **Riscos geomorfológicos e hidrológicos em Aracaju.** 2012. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente), PRODEMA: Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2012.

SANTOS, A. dos; ARAÚJO, H. M. de; MEIRELES, A. J. de A. Riscos ambientais geomorfológicos-hidrológicos e caminhos para a gestão na Região da Grande Aracaju. In: ARAÚJO, H. M. de; CRUZ, R. da; MEIRELES, A. J. de A. (org.). **Geomorfologia e Mudanças ambientais: recortes espaciais da zona costeira sergipana.** Aracaju: Criação Editora, 2020.

SANTOS, F. F. S. dos. **Clima e doenças tropicais negligenciadas no espaço urbano de Aracaju/SE.** 2022. Tese (Doutorado em Geografia) - PPGeo: Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2022.

SCHALLER, H. Região estratigráfica da bacia de Sergipe-Alagoas. **Boletim técnico da Petrobras**, [S. l.], Rio de Janeiro, v. 12, n. 1, p. 21-86, 1969.

SEPLAG. **Plano de Desenvolvimento Regional do Estado de Sergipe.** 2016.

SMALL, R. J.; CLARK, M. J. **Slopes and weathering.** Cambridge University Press, Cambridge, Inglaterra, 1982.

SOUZA, A. M. B. **Análise geoambiental da sub-bacia do rio Pomonga em Sergipe.** Dissertação (Mestrado em Geografia) – PPGeo, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2015.

THORNTHWAITE, C. W. *An approach towards a rational classification of climate.* **Geographical Review**, [S. l.], v. 38, p. 55-94, 1948.

VILAS BOAS, G. S. As coberturas paleozoicas e mesozoicas. In: BARBOSA, J. S. F.; DOMINGUEZ, J. M. L. (coord.). **Geologia da Bahia: texto explicativo**, Salvador: SEM, 1996.

WANDERLEY, L. de L. *et al.* Aracaju está ou não abaixo do nível do mar? **Boletim informativo do CREA/SE**, [S. l.], v. 9, n. 25, dez., p. 1-8, 2003.

ZANELLA, M. E.; COSTA, M. C. D.; PANIZZA, A. C.; ROSA, M. V. Vulnerabilidade socioambiental de Fortaleza. In: DANTAS, E. W. C.; COSTA, M. C. I. (org.). **Vulnerabilidade socioambiental na Região Metropolitana de Fortaleza.** Fortaleza: Edições UFC, 200.

ESTIMATIVA DO ESTOQUE DE CARBONO EM SOLOS DO BIOMA PANTANAL SOB DIFERENTES TIPOS DE USO NO MUNICÍPIO DE CÁCERES - MATO GROSSO, BRASIL

Fabiane da Silva **ARRUDA**

Mestre em Geografia. Servidora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de
Mato Grosso (IFMT) - Campus Cáceres Prof. Olegário Baldo

E-mail: fabiane.silva@ifmt.edu.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1473-3382>

Alfredo Zenén Domínguez **GONZÁLEZ**

Doutor em Geografia. Docente da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) -
Campus Universitário de Cáceres

E-mail: alfredozdg@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9192-342X>

*Recebido
Janeiro de 2024*

*Aceito
Agosto de 2025*

*Publicado
Dezembro de 2025*

Resumo: A pesquisa objetivou estimar o estoque de carbono em solos do bioma Pantanal submetidos a diferentes tipos de uso no município mato-grossense de Cáceres. Para isso, os procedimentos metodológicos utilizados incluíram: coleta de amostras de solos nas camadas de 0-10, 10-20 e 20-40 cm em pontos de amostragem localizados em áreas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta - ILPF, Pastagem e Reserva florestal; análise granulométrica; determinação do teor de carbono orgânico total; quantificação do estoque de carbono no solo e análise estatística dos dados obtidos. Os resultados mostraram que, na composição granulométrica, predominou-se a classe textural franco-arenosa, sendo conferida pela maior concentração de areia (partículas mineiras grosseiras). Para o carbono e estoque de carbono, observou-se que os maiores teores se encontram nas camadas superficiais (0-10 cm), as quais evidenciam uma maior variação do carbono em comparação com as outras camadas, verificando assim que a Pastagem e a Reserva florestal, foram os tratamentos que propiciaram os maiores valores do teor de carbono no solo em comparação ao ILPF. Isto indica que as diferenças locais identificadas nesta pesquisa entre as áreas amostradas e seus tipos de usos, refletem em diferenças dos teores de carbono estocado no solo.

Palavras-chave: Paisagem; mudanças climáticas; solo.

ESTIMATED CARBON STOCK IN SOILS OF THE PANTANAL BIOME IN DIFFERENT TYPES OF USE IN THE MUNICIPALITY OF CÁCERES - MATO GROSSO, BRAZIL

Abstract: The research aimed to estimate the carbon stock in soils of the Pantanal biome subjected to different types of use in the Mato Grosso municipality of Cáceres. For this, the methodological procedures used included: collection of soil samples in the 0-10, 10-20 and 20-40 cm layers at sampling points located in areas of Crop-Livestock-Forest Integration - ILPF, Pasture and Forest Reserve ; granulometric analysis; determination of total organic carbon content; quantification of carbon stock in the soil and statistical analysis of the data obtained. The results showed that, in the granulometric composition, the loam-sandy textural class predominated, being conferred by the highest concentration of sand (coarse mining particles). For carbon and carbon stock, it was observed that the highest levels are found in the surface layers (0-10 cm), which show a greater variation of carbon compared to the other layers, thus verifying that the Pasture and the Forest Reserve, were the treatments that provided the highest values of carbon content in the soil compared to the ILPF. This indicates that the local differences identified in this research between the sampled areas and their types of uses, reflect differences in the levels of carbon stored in the soil.

Keywords: Landscape; climate changes; soil.

ESTIMACIÓN DEL RESERVA DE CARBONO EN SUELOS DEL BIOMA PANTANAL EN DIFERENTES TIPOS DE USO EN EL MUNICIPIO DE CÁCERES - MATO GROSSO, BRASIL

Resumen: La investigación tuvo como objetivo estimar el reserva de carbono en suelos del bioma Pantanal sometidos a diferentes tipos de uso en el municipio Cáceres Mato Grosso. Para ello, los procedimientos metodológicos utilizados incluyeron: recolección de muestras de suelo en capas de 0-10, 10-20 y 20-40 cm en puntos de muestreo ubicados en áreas de Integración Cultivos-Ganadería-Bosque - ILPF, Pastizal y Reserva Forestal; análisis granulométrico; determinación del contenido de carbono orgánico total; cuantificación del reserva de carbono en el suelo y análisis estadístico de los datos obtenidos. Los resultados mostraron que, en la composición granulométrica, predominó la clase textural franco arenosa, siendo conferida por la mayor concentración de arena (partículas minereles gruesas). Para el carbono y el stock de carbono, se observó que los niveles más altos se encuentran en las capas superficiales (0-10 cm), las cuales muestran una mayor variación de carbono en comparación con las otras capas, verificando así que el Pastizal y el Reserva forestal, fueron los tratamientos que proporcionaron mayores valores de contenido de carbono en el suelo en comparación con el ILPF. Esto indica que las diferencias locales identificadas en esta investigación entre las áreas muestreadas y sus tipos de uso reflejan diferencias en el contenido de carbono almacenado en el suelo.

Palabras clave: Paisaje; Cambios climáticos.; suelo

INTRODUÇÃO

Desde o surgimento das primeiras civilizações, a natureza vem sofrendo sucessivas transformações. A interferência gradativa do ser humano associada às técnicas, promoveu alteração

na paisagem ao longo da história. Desse modo, a paisagem não seria apenas o “natural”, mas sim o resultado das implicações da ação antrópica (Bertrand, 1971).

O meio natural ou geográfico antecede à questão ambiental, sendo assim, o meio geográfico está presente na questão ambiental como um conceito-chave por constituir o suporte de todas as atividades humanas na superfície terrestre (Geraldino, 2010).

Conforme Santos (2003), essa interferência humana tem levado o meio a sua subdivisão, em três partes: meio natural, sem expressivas transformações pela ação humana pelo predomínio de técnicas simples na agricultura e a domesticação de animais, com forte associação com a natureza; meio técnico, que surgiu após a invenção e uso das máquinas, gerando a gradativa artificialização do meio; e o meio técnico-científico informacional iniciado após a Segunda Guerra Mundial, que une técnica, ciência e informação e são entendidas como as bases da produção do espaço.

Essa gradativa subdivisão esteve acompanhada da geração de impactos ambientais cada vez mais significativos, que comprometem a própria sobrevivência humana no planeta, como é o caso do aquecimento global advindo do aumento no teor atmosférico de gases de efeito estufa (GEE) e das mudanças no uso da terra, como o desmatamento e as queimadas, que alteram a estrutura das plantas e do solo e, portanto, o estoque de carbono, como destacado por Ribeiro *et al.* (2017).

O principal agente causador do aquecimento global é o dióxido de carbono (CO₂), principal composto do ciclo do carbono e elemento químico indispensável para a manutenção da vida no planeta. De acordo com Martins *et al.* (2003), as trocas de dióxido de carbono entre a atmosfera e a biosfera terrestre garantem que parte do CO₂ fique armazenado na forma de biomassa, nas folhas, caules e raízes. Ou seja, as plantas absorvem CO₂ da atmosfera e o armazenam como biomassa, a qual é consumida pelos organismos heterotróficos e depois, parcialmente, reconvertida a CO₂, inicialmente pela respiração e, posteriormente, pela decomposição da matéria orgânica.

Uma alternativa para a remoção do carbono presente na atmosfera e, com isso, a redução das concentrações de GEE, é a sua estocagem nos solos (Rosa; Sano; Rosendo, 2014), especialmente na forma de matéria orgânica.

A gênese do solo envolve um conjunto de processos físicos, químicos e biológicos que ocorrem entre a rocha matriz e a matéria orgânica derivada da decomposição de plantas e animais. Assim, ao depender da quantidade depositada, o conteúdo de matéria orgânica pode variar muito entre um lugar e outro, como apontado por Santana *et al.* (2013). Dessa forma, a matéria orgânica é essencial para incrementar o potencial produtivo dos solos (Resende, 2011).

Paralelamente, a matéria orgânica do solo contém o maior estoque de carbono na maioria dos ecossistemas terrestres (Menezes *et al.*, 2010). Os solos estocam aproximadamente 4,5 vezes mais carbono do que a biomassa terrestre e 3,3 vezes a quantidade de carbono estocada na atmosfera (Mendes, 2015).

Autores como Campbell (2000), Machado (2005) e Oliveira (2016) destacam que os grandes reservatórios de carbono são: os oceanos, na forma de carbonatos dissolvidos nas águas oceânicas; as formações geológicas que contém combustíveis fósseis, carvão, petróleo e gás natural; os ecossistemas terrestres (biota + solo); e a atmosfera. Portanto, pequenas mudanças nestes reservatórios podem causar grandes efeitos na concentração atmosférica de compostos de carbono.

Desta forma, o aumento dos estoques de carbono nos solos (de conjunto com o controle das emissões de GEE) é uma alternativa para enfrentar o impacto das mudanças climáticas planetárias, como aponta Almeida (2005); porém, essa estocagem é influenciada pela modalidade de uso antrópico do solo, razão pela qual resulta essencial o desenvolvimento de alternativas de uso da terra que promovam o sequestro de CO₂ (Joos *et al.*, 2001; Panosso *et al.*, 2009) e, consequentemente, a estocagem do carbono no solo.

O papel dos solos na estocagem de carbono, é muito relevante, principalmente daqueles solos onde a cobertura vegetal natural está conservada, pois neles o carbono orgânico mantém teores quase constantes ao longo do tempo, ou seja, está em equilíbrio dinâmico, como afirma D'Andréa *et al.* (2004).

Todavia, a liberação desse carbono começa quando a vegetação nativa é derrubada, e em seguida, queimada em muitas ocasiões, para implantar cultivos após o preparo da terra. Apenas a substituição da cobertura vegetal nativa por cultivos pode liberar entre 25 e 30% do carbono orgânico estocado na camada superficial do solo, segundo Nogueira (2013).

Ao se tratar das concentrações de GEE emitidas no ambiente, o último relatório do IPCC (Masson-Delmotte *et al.* 2021, p. 4) destaca que desde 2011 elas têm continuado a crescer na atmosfera, “[...] alcançando médias anuais de 10 ppm de dióxido de carbono (CO₂), 1866 ppb de metano (CH₄) e 332 ppb de Óxido nitroso (N₂O) em 2019”. Isso tem levado a que “Cada uma das últimas quatro décadas [fosse] sucessivamente mais quente do que qualquer década que a precedeu desde 1850” (Masson-Delmotte *et al.* 2021, p. 4).

Nisso, o potencial do Brasil como sumidouro de CO₂ é muito elevado, tendo em vista as suas grandes áreas de florestas, bem como o crescimento das superfícies reflorestadas, dos sistemas integrados lavoura-pecuária-floresta-ILPF, das pastagens bem manejadas e das lavouras cultivadas sob sistema de plantio direto, todos os quais contribuem para um expressivo aumento da remoção

do CO₂ da atmosfera, que de acordo com o balanço realizado em 2020 pelo Sistema de Estimativa de Emissões de gases de efeito estufa – SEEG (Potenza *et al.*, 2021), resultou em uma remoção (líquida) estimada em 150,1 milhões de toneladas de CO₂, comparado com o ano de 2019.

Diante do exposto, a presente pesquisa teve como objetivo estimar o estoque de carbono em solos do bioma Pantanal submetidos a diferentes tipos de uso no município mato-grossense de Cáceres.

Os estudos sobre o estoque de carbono em solos do bioma Pantanal ainda são poucos, o que se torna importante conhecer a estocagem de carbono em solos sob diferentes tipos de usos tendo em vista que, dependendo das suas propriedades, do uso e manejo e da vegetação, o solo possui grande potencial para estocar carbono. Assim, os resultados do estudo poderiam constituir um subsídio para o aperfeiçoamento da sustentabilidade ambiental em um contexto onde o carbono estocado resulta na mitigação dos efeitos do aquecimento global causante das mudanças climáticas.

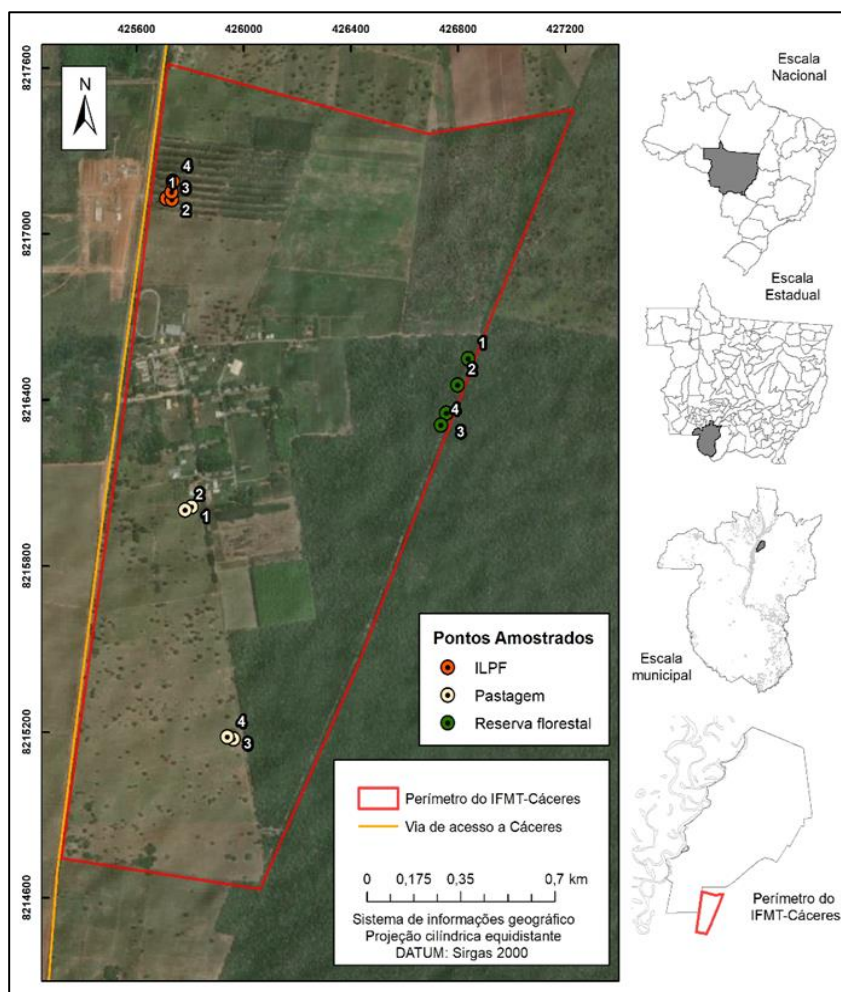
METODOLOGIA

Área de estudo

A área de estudo (Figura 1) está localizada no extremo norte do Pantanal, à margem esquerda do rio Paraguai, no município mato-grossense de Cáceres (IFMT, 2014). Compreende uma área de 320 hectares pertencente ao perímetro do Instituto Federal de Mato Grosso (IFMT) no campus de Cáceres (MT).

Segundo dados do IBGE (2021), Cáceres possui uma extensão territorial de 24.538,591 km² e está situada no setor sudoeste do Estado de Mato Grosso, pertencente à mesorregião Centro Sul Mato-grossense e à Microrregião Alto Pantanal (Rodrigues, 2012). Encontra-se na sub-região identificada por Silva e Abdon (1998) como: Corixo Grande-Jauru-Paraguai (Pantanal de Cáceres), pertencente a uma das onze sub-regiões que compõem o bioma Pantanal, ocupando aproximadamente 9,01% da área pantaneira. O bioma Pantanal ocupa uma superfície de aproximadamente 140.000 km² dentro do território do Brasil (distribuídos nos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul), constituindo a maior planície alagada contínua do mundo (Souza *et al.*, 2006).

Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo em Cáceres -MT



Legenda: ILPF-Integração Lavoura-Pecuária-Floresta. Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Caracterização ambiental da área de estudo

De acordo com o Zoneamento Socioeconômico-Ecológico do Estado de Mato Grosso, Cáceres se localiza na subunidade climática Tropical Megatérmico Sub-úmido. Com base na classificação de Köppen, autores como Maitelli (2005) e Rosestolato Filho (2006) apontam que o clima de Cáceres é Tropical com estação seca (Aw).

Considerando sua geologia, a Formação Pantanal, os diferentes níveis identificados por Souza, Lani e Sousa (2006), indicam que a maior parte da área de estudo se encontra no nível topograficamente mais elevado, onde predominam depósitos de cobertura detrítico-lateríticos constituídos por depósitos de areias quartzosas inconsolidadas, intercaladas por materiais siltico-argilosos. Entretanto, um pequeno setor dessa área corresponde ao segundo nível, formado por silte, argila e areia fina, em terraços aluviais.

Em relação à geomorfologia, a área de estudo está predominantemente localizada na Depressão do Alto Paraguai, correspondente ao setor não inundável da planície pantaneira, que se apresenta, segundo Moraes (2010), como uma superfície acumulativa de terraços fluviais muito pouco inclinados (declividade de 0 a 3 graus) e pouco dissecados (amplitude de topo de 2 a 20 metros). Com as observações de campo, foi possível constatar que o escoamento das águas advindas das precipitações na área de estudo ocorre essencialmente de maneira superficial (através de lâminas de água que se formam durante eventos de chuvas).

A caracterização pedológica partiu do conhecimento de campo e de pesquisas realizadas pelos autores Luiz *et al.* (2015), Arruda (2016) e Rodrigues (2016). Desse modo, as classes de solos representativas para o perímetro da área de estudo foram: ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico (PVAd), GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico (GXbd), LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico (LVAd), PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico (FFc) e PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário (FTd). Sendo assim, para os tipos de solo amostrados no sistema ILPF e na Reserva florestal há o predomínio do ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico, enquanto na área de Pastagem o LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico.

E, para a vegetação da área, essa é constituída pelas formações: Formação Florestal (a qual ocupa 22,64% da área estudada); Formação Campestre (1,93%); e Formação Savânica (com apenas 0,95%). Sendo, o restante da superfície ocupado por Pastagens (cobrindo 72,51% da área total); Lavouras temporárias (0,99%) e Infraestrutura urbana (instalações institucionais que ocupam 0,98% da área total) (Mapbiomas, 2021).

Amostragem do solo

Para o estudo do estoque de carbono, as amostragens de solos foram coletadas em diferentes tipos de uso (Integração Lavoura Pecuária Floresta – ILPF, Pastagem e Reserva Florestal), onde foram abertas em cada tipo de uso quatro mini-trincheiras, com delineamento inteiramente casualizado. Foram coletadas amostras deformadas e indeformadas de solo, nas camadas de 0-10, 10-20, e 20-40 cm, totalizando 72 amostras (36 deformadas e 36 indeformadas).

As amostras de solos coletadas foram analisadas no Laboratório de Solos do Instituto Federal de Mato Grosso - Campus Cáceres, sendo a metodologia utilizada para as análises granulométrica, da densidade do solo e do teor de carbono orgânico, estabelecidas pela EMBRAPA (Teixeira, *et al.*, 2017). Para calcular o estoque de carbono utilizou-se o método da camada equivalente (Fernandes; Fernandes, 2009).

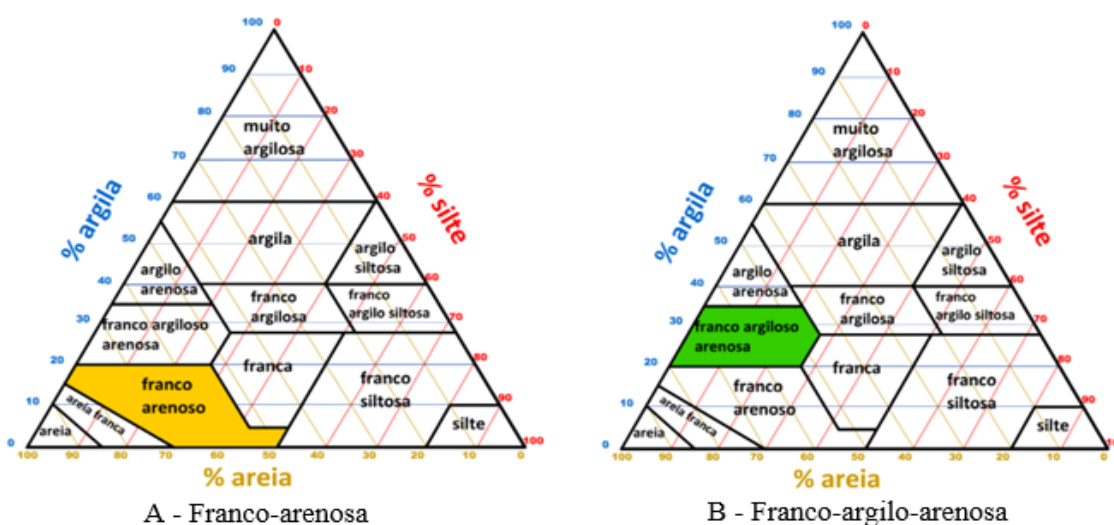
Os resultados obtidos para os teores de carbono, de suas associações com a granulometria do solo e de seus estoques foram submetidos às análises estatísticas: teste Kruskal Wallis (ANOVA não paramétrica) para comparar os tratamentos e o Teste de Dunn (Teste T não paramétrico) para comparar a diferença entre eles. Para a aplicação dos testes foi utilizado um software do R Development Core Team (2020).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As propriedades físicas do solo, como densidade, resistência à penetração, compactação e susceptibilidade aos processos erosivos, facilitam a compreensão do seu comportamento mecânico (Suzuki *et al.*, 2008). Por isso, Alexandre, Silva e Ferreira (2001) consideram a composição granulométrica ou textura como uma das mais importantes características físicas do solo, devido a sua influência no regime hídrico, regime térmico, comportamento de nutrientes no solo, bem como na capacidade do solo para estocar carbono.

Os valores obtidos na análise granulométrica do solo foram lançados no triângulo textural (Quoos, 2021), onde a definição das classes presentes nos solos amostrados nos diferentes tipos de uso (ILPF, Pastagem e Reserva florestal) se deu a partir da intersecção dos valores das frações de areia, silte e argila. As classes texturais para o conjunto das áreas estudadas apresentaram uma variação entre franco-arenosa (FrAr) e franco-argilo-arenosa (FrAAr) (Figura 2).

Figura 2 – Variação das classes texturais presentes para o conjunto da área de estudo, representadas pelos triângulos texturais.



Legenda: A) Textura Franco-arenosa (presente em 83,3% do total de profundidades amostradas). B) Textura Franco-argilo-arenosa (presente apenas nas camadas de 20-40 cm, em 16,7% das profundidades amostradas). Fonte: QUOOS (2021). Adaptado pelos autores (2022).

A classe textural franco-argilo-arenosa (FrAAr) é observada na profundidade de 20-40 cm nos pontos amostrados, com exceção apenas no ILPF (P3, P4), Pastagem (P1, P2) e Reserva florestal (P2, P3). A ocorrência dessa textura nessas camadas deve-se à presença de argila, que mesmo sendo considerada baixa, pode ter sido translocada das camadas superficiais para as subsuperfícies.

Diante das texturas analisadas, verifica-se que as classes texturais variaram entre franco-arenosa (FrAr) e franco-argilo-arenosa (FrAAr); porém, a textura predominante na maioria dos pontos amostrados foi a franco-arenosa (FrAr). A textura franca, também conhecida como textura média, pode ser definida como proporção semelhante de partículas de areia, silte e argila, que neste caso pode ser considerado moderadamente grosseira, tornando os solos que apresentam essa textura com boa drenagem e capacidade de retenção de água e índice médio de erodibilidade, conforme apontam Centeno *et al.* (2017).

Com o predomínio da textura franco-arenosa, é possível dizer que os solos dos tratamentos amostrados apresentam maior concentração de areia (partículas minerais grosseiras) e baixo teor de argila. Assim, Santos *et al.* (2012) ressaltam que esse predomínio da fração areia pode apresentar uma pequena ação dos processos pedogenéticos, sendo insuficiente para provocar alterações expressivas do material de origem da área de estudo, em razão da sua resistência ao intemperismo.

Além disso, a textura do solo pode ser considerada uma característica importante para os resultados desta pesquisa, pois a sua variação é muito pouca ao longo do tempo e o tamanho das partículas interfere diretamente nas propriedades dos solos.

Logo, o conhecimento das frações granulométricas também se torna indispensável para o estudo e a classificação do solo, pois os atributos físicos auxiliam no seu preparo e conservação, na irrigação, drenagem, armazenamento, crescimento de plantas, capacidade de estocar carbono, entre outros, visando assim produções mais sustentáveis e melhor desenvolvimento de um plano de recuperação de áreas degradadas (Campos; Jesus; Nunes, 2017; Reinert; Reichert, 2006).

Ao relacionar o tipo de solo e o carbono no solo, Lal (2007), afirma que os solos mais arenosos podem apresentar menor concentração de carbono, o que pode ser explicado pela baixa atividade das argilas, menor agregação das partículas do solo e pela maior lixiviação; já nos solos com maior concentração de argila e textura fina ocorre normalmente um aumento de carbono, apresentando maiores valores de estoque (Boddey; Alves; Urquiaga, 2004).

No entanto, ao analisar a correlação do carbono orgânico total e as variáveis da granulometria (areia, silte e argila) para o conjunto da área de estudo (tipos de uso do solo e

profundidade total), nota-se que essa correlação se mostra contrária aos autores citados, pois a correlação encontrada para o teor de carbono no solo e a argila é significativa e negativa (Tabela 1), presumindo, que o teor de argila não favoreceu o aumento de carbono no solo para a área estudada. Esse efeito (inverso), também foi descrito pelos autores Melo *et al.* (2008).

Tabela 1 – Correlação de Sperman entre o carbono orgânico total (COT) e as variáveis da granulometria para o conjunto geral da área de estudo e camadas (0-10, 10-20 e 20-40 cm).

Variáveis	COT (Geral)	COT 0 – 10 cm	COT 10 – 20 cm	COT 20 – 40 cm
Areia	0,54*	0,64*	0,27	-0,11
Silte	-0,26	-0,55	0,03	-0,12
Argila	-0,58*	-0,55	-0,22	0,29

Legenda: *Correlação significativa ao nível de 5%. Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Embora, que neste caso, ainda exista a baixa atividade de argila nas camadas subsuperficiais (como demonstrado através da presença da textura franco-argilo-arenosa), é importante destacar que ao analisar a correlação das variáveis (carbono orgânico total e argila) entre as camadas (0-10, 10-20 e 20-40 cm) para a área de estudo, verifica-se que a correlação permanece negativa nas camadas superficiais (0-10 e 10-20 cm), enquanto para a camada de 20-40 cm, é possível observar uma tendência de correlação positiva entre e o teor de carbono orgânico total e a argila.

Quanto à correlação existente entre a variável areia e o teor de carbono no solo para o conjunto da área de estudo (tipos de uso do solo e profundidade total), observa-se uma correlação significativa e positiva, o que indica que os teores de areia se sobressaem aos teores de argila.

Em estudos realizados com a mesma temática, os autores Saiz *et al.* (2012) observaram que em solos mais arenosos, o teor de areia melhora a estimativa do estoque de carbono no solo, sendo influenciados por uma pequena ação do carbono no solo. Já os autores Petter *et al.* (2017) verificaram que os teores de areia foram mais determinantes do que a argila para o carbono no solo, deixando de ser um fator condicionante para o incremento de carbono no solo.

Quando realizada a correlação das variáveis carbono orgânico total e areia entre as camadas (0-10, 10-20 e 20-40 cm) para a área de estudo, essa apresentou correlação positiva nas camadas de 0-10 e 10-20 cm, sendo significativa apenas na camada de 0-10cm, e negativa na camada de 20-40 cm.

Todo esse efeito encontrado para área estudada, pode ser justificado pela influência de fatores como: características do ambiente, tipo de vegetação, tipo de solo, uso e manejo, condições climáticas e outros fatores como a existência de outras propriedades do solo (variáveis) influenciando na dinâmica do carbono do solo, sugerindo assim, estudos mais específicos para avaliar essa variação. Já para o teor de silte não houve contribuição significativa com o carbono no solo da área estudada.

Além da classificação textural, outro fator importante para avaliar o teor de carbono no solo é a presença de matéria orgânica (MO). Centeno *et al.* (2017) relatam que solos com textura arenosa podem apresentar deficiência de matéria orgânica e que necessitam de mais cuidados durante seu manejo quando comparados aos solos de textura argilosa, o que pode influenciar na capacidade de estocar carbono. Desse modo, os solos amostrados apresentaram uma tendência de maior quantidade de MO na superfície, o qual foi observado nas camadas superficiais de todos os tratamentos (ILPF, Pastagem e Reserva florestal).

A tendência de maior quantidade de MO na superfície, apresentada na área de estudo, pode ter favorecido o incremento do estoque do carbono no solo, pois o estoque de carbono de um solo com vegetação representa o balanço dinâmico entre a adição e a perda da matéria orgânica pela decomposição ou mineralização (Machado, 2005).

A ocorrência de MO atua na regulação da ciclagem do carbono e sua estabilização, enquanto que a sua redução pode afetar a diversidade dos microrganismos no solo, conforme apontam Rasche e Cadish (2013). Em virtude disso, o efeito de práticas de uso e manejo do solo nesses componentes da paisagem necessitam de melhor entendimento, visto que o estudo do estoque de carbono pode contribuir também para o controle da mitigação dos gases do efeito estufa e do aquecimento global (Costa *et al.*, 2008; Romão, 2012), pelo papel do solo como grande reservatório de carbono.

Ao calcular a densidade do solo considerando os tipos de uso (ILPF, Pastagem e Reserva florestal) e a profundidade (0-10, 10-20 e 20-40 cm), foi observada uma variação dos valores entre 1,27 e 1,8 g cm⁻³ (Tabela 2), o que corrobora com os valores de densidade citados por Marcolin (2006), cujos solos com maiores teores de areia tendem a apresentar densidade superior em relação aos solos argilosos (Bueno; Vilar, 1998; Libardi, 2005). Dessa forma, além de possuir baixa capacidade de retenção de água, altas taxas de percolação e infiltração, são bem drenados e aerados, quando comparados com os solos de textura fina (Fageria; Stone, 2006).

O menor valor da densidade ocorreu na Reserva florestal (P1) na profundidade de 0-10 cm, e o maior na Pastagem (P1) na profundidade de 20-40 cm, o que indica que a menor densidade observada para a Reserva florestal associa-se à vegetação presente, pois a biomassa depositada no

solo exerce influência nas suas propriedades físicas e químicas, e à baixa ação antrópica que ocasiona compactação adicional do solo, maior porosidade e, consequentemente, uma densidade menor.

Já para a maior de densidade observada (na Pastagem), o fato de o tipo de uso ter permanecido estável ao longo dos anos, devido ao manejo convencional (sem relatos de revolvimento do solo) e ao pisoteio do gado, pode ter favorecido uma maior compactação do solo, sendo necessário uma análise do tempo e da qualidade do manejo, pois estes fatores podem também influenciar nos atributos físicos do solo.

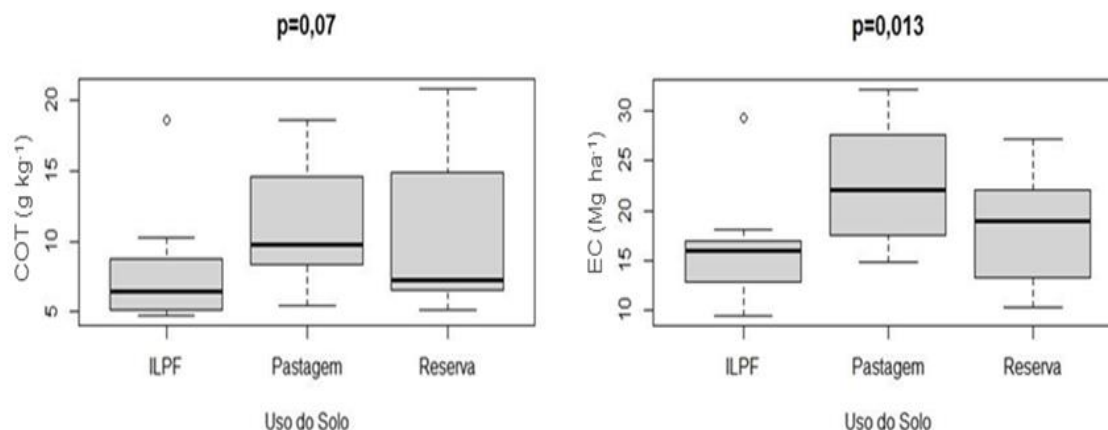
Para estimar o estoque do carbono no solo (ECS) sob diferentes tipos de uso foi necessário verificar a densidade e o carbono orgânico total, relacionado com a espessura da camada de cada ponto amostrado. A quantificação do teor de carbono orgânico total (COT) armazenado em solos sob diferentes tipos de uso (ILPF, Pastagem e Reserva florestal) mostrou uma variação significativa de acordo com a profundidade (0-10, 10-20 e 20-40 cm) e o tipo de uso, o que pode ser associada ao acúmulo da matéria orgânica nas camadas superficiais dos solos amostrados cuja presença auxilia na ciclagem de nutrientes do solo e na estocagem de carbono.

Essa dinâmica do carbono, conforme Wink *et al.* (2010), pode estar associada também ao uso e manejo do solo, bem como às suas características intrínsecas que atuam na função de proteger ou expor o material orgânico a condições favoráveis de decomposição, podendo assim alterar o teor e estoque de carbono nos solos.

Os valores médios obtidos para o carbono orgânico total (COT) nos diferentes tipos de uso do solo apresentaram uma variação de 7,72 g kg⁻¹ no ILPF, 11,32 g kg⁻¹ na Pastagem e 10,42 g kg⁻¹ na Reserva florestal. Enquanto o estoque médio de carbono no solo (ECS) essa variação foi de 15,78 Mg ha⁻¹ no ILPF, 22,70 Mg ha⁻¹ na Pastagem e 18,34 Mg ha⁻¹ na Reserva florestal.

Os resultados obtidos para o COT e EC foram submetidos ao teste de Kruskal Wallis e as diferenças encontradas entre os teores de carbono foram significativas, como mostra a Figura 3.

Figura 3 – Variação do carbono orgânico total (COT) e o estoque de carbono (EC) entre os usos do solo: ILPF, Pastagem e Reserva florestal na profundidade total (40cm).



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Os valores obtidos para COT e EC, considerando os tipos de usos e a profundidade total analisada (40 cm), foram submetidos ao teste posterior de Dunn. Com isso, observa-se que para COT (g kg⁻¹), os tratamentos são semelhantes, enquanto que EC a Pastagem e a Reserva florestal formam um grupo único, segregado de ILPF com os menores valores para EC (Mg ha⁻¹) (Tabela 2).

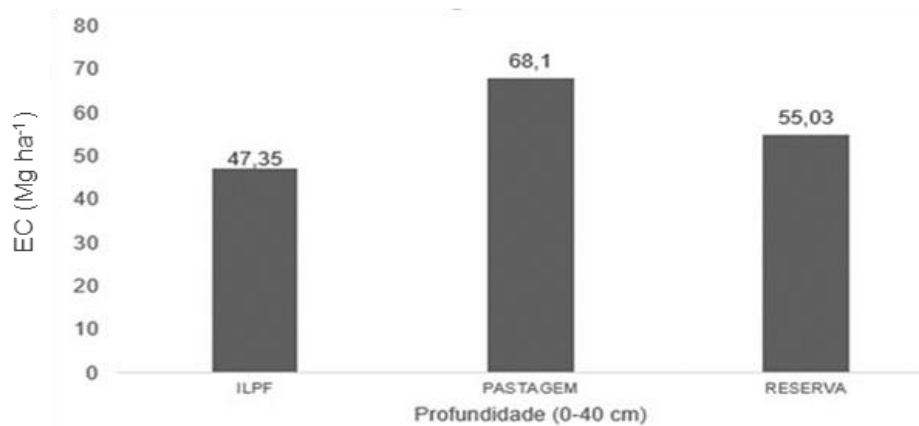
Tabela 2 – Comparação entre os usos do solo para carbono orgânico total (COT) e estoque de carbono (EC) na profundidade total (40cm).

Usos do solo	COT g Kg-1		EC Mg ha-1	
ILPF	7,72	a	15,78	a
Pastagem	11,32	a	22,70	b
Reserva	10,42	a	18,34	ab

Nota: Valores numéricos indicam médias. Letras iguais, indicam que os tratamentos em relação ao carbono são semelhantes, na coluna; letras diferentes indicam que eles diferem, segundo o teste de Dunn. Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Ao considerar a espessura total da camada (40 cm), é possível verificar que a Pastagem e Reserva florestal foram os tratamentos que propiciaram os maiores valores de estoque de carbono (Figura 4). O estoque de carbono no solo promovido pela Pastagem atinge um valor de 68,10 Mg ha⁻¹, ou seja, uma quantidade maior do que a encontrada na área de Reserva florestal (55,03 Mg ha⁻¹) e no ILPF (47,35 Mg ha⁻¹). Este resultado coincide com aquele obtido por Belizário (2008) quando, ao estudar a região do Pantanal, verificou-se que a pastagem apresentou um estoque de carbono no solo maior do que a vegetação nativa.

Figura 4 – Estoque de carbono (EC) nos diferentes tipos de usos do solo (ILPF, Pastagem, e Reserva florestal) na profundidade total da camada (40 cm).



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Esse efeito deve-se, provavelmente, ao fato de a Pastagem ser considerada não degradada e ter permanecido por um tempo prolongado sob esse tipo de uso, com um sistema de manejo que implica uma baixa concentração de animais presentes na área. Assim, esses fatores podem ter influenciado nos atributos físico-químicos do solo e, conseqüentemente, na estabilização do teor de carbono.

Portanto, as pastagens podem ser consideradas eficientes na manutenção dos teores de carbono devido à ciclagem rápida e constante renovação do sistema radicular das gramíneas, desenvolvido e bem distribuído, e à composição do material aportado, que pode garantir maior permanência do carbono no sistema, como apontado por Salton *et al.* (2011) e Gregolin *et al.* (2016). O que indica que as gramíneas presentes, contribuem com grande quantidade de biomassa (aporte de matéria orgânica) ocasionando um aumento da persistência da cobertura do solo e o acúmulo de carbono nele (Cardoso *et al.*, 2010; Matos *et al.* 2019; Moreira; Siqueira, 2006).

Ainda sobre o estoque de carbono nas Pastagens, autores como Araújo *et al.* (2011) e Romão (2012) apontam que os estoques podem diminuir nos primeiros anos da implantação, mas posteriormente podem aumentar até atingir valores próximos ou superiores aos existentes antes da conversão; com isso, esse fator pode ter atuado na área estudada, devido as alterações da paisagem ocorridas ao longo de décadas passadas pela mudança do uso da terra.

Quanto ao estoque de carbono na Reserva florestal, era esperado que o mesmo apresentasse valores superiores aos obtidos na pastagem, tendo em vista que a área de Reserva florestal possui

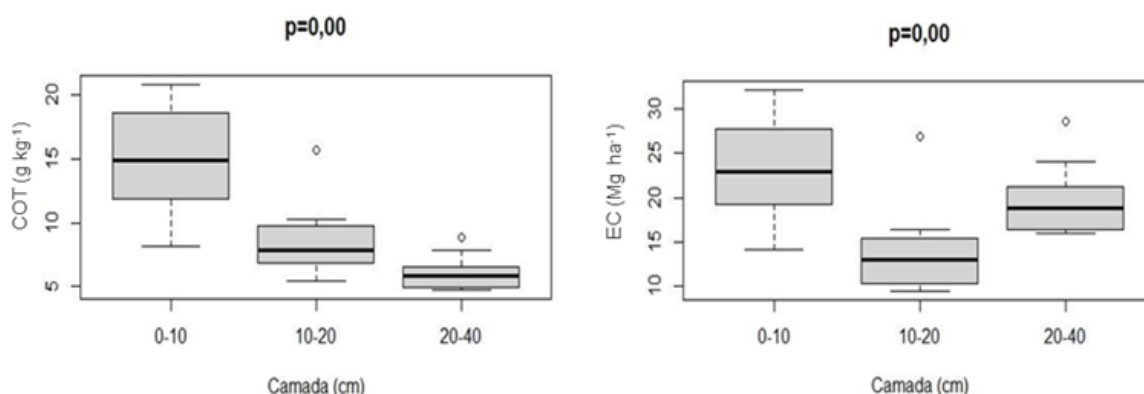
potencial para concentração de carbono, em decorrência do maior aporte global de matéria orgânica proveniente da deposição contínua e variada de substratos orgânicos (Cardoso *et al.*, 2010).

No entanto, Carvalho *et al.* (2010) relatam que a concentração de carbono do solo de uma vegetação depende dos impactos gerados pelas atividades antrópicas nele, e das práticas de manejo implementadas, todo o qual pode interferir na redução ou aumento do estoque de carbono do solo; sendo assim, mesmo que na Reserva florestal os impactos hoje sejam mínimos, é necessário novos estudos para buscar as possíveis causas do fato encontrado.

Quando comparado o sistema ILPF com a Pastagem, esperava-se que o primeiro apresentasse maiores valores do estoque de carbono; porém, o efeito do consórcio da pastagem e a lavoura com o componente florestal não demonstrou um efetivo incremento do carbono. Isso pode estar relacionado às pressões antrópicas sofridas no ambiente em decorrência da mudança do uso da terra e ao tempo de implantação do sistema ILPF, o qual aconteceu no ano de 2011, ocorrendo cultivos entre safras nos anos seguintes, bem como a entrada de animais.

Em relação a comparação entre os teores de carbono e a profundidade, em todos os tratamentos, encontraram-se diferenças: na Figura 5 é possível observar que os maiores teores de carbono estão nas camadas superficiais (0-10 cm), tanto para COT quanto para ECS, as quais evidenciam uma maior variação de carbono em comparação com as profundidades de 10-20 e 20-40 cm. Esse fato, pode estar relacionado com o acúmulo da matéria orgânica presente nas camadas superficiais, que atua na regulação da ciclagem do carbono e sua estabilização.

Figura 5 – Variação do carbono orgânico total (COT) e o estoque de carbono (EC) entre as camadas (0-10, 10-20 e 20-40 cm).



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Segundo o teste posteriori de Dunn, na comparação entre as camadas dos pontos amostrados, os grupos são completamente distintos para COT (g kg^{-1}); porém, em EC (Mg ha^{-1}) as camadas 0-10 e 20-40 cm são semelhantes entre si (Tabela 3).

Tabela 3 – Comparação entre profundidades para carbono orgânico total (COT) e estoque de carbono (EC).

Profundidade	COT	EC
0-10 cm	a	a
10-20 cm	b	b
20-40 cm	c	a

Nota: Letras iguais, indicam que as profundidades em relação ao carbono são semelhantes, na coluna; letras diferentes indicam que diferem, segundo o teste de Dunn. Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Quanto às concentrações de carbono ao longo das profundidades amostradas, os maiores valores foram identificados na camada de 0-10 cm, ou seja, na camada mais superficial do solo. Esses resultados corroboram o encontrado por autores como Costa *et al.* (2009), Rangel e Silva (2007), Powlson *et al.* (2016) e Severiano *et al.* (2021), no sentido de que, na superfície do solo, os maiores teores de carbono são atribuídos ao maior aporte de resíduos orgânicos na sua camada superficial, que são principalmente oriundos da decomposição das raízes das pastagens e das árvores, favorecendo um maior acúmulo de matéria orgânica e, consequentemente, de carbono no solo.

Ao analisar os teores de carbono em relação à profundidade, foram verificadas diferenças significativas entre os usos do solo, sendo possível observar que para a quantidade de COT e EC, o tratamento ILPF apresentou apenas maior variação dos dados em 0-10 cm, em comparação com as outras profundidades. A Pastagem e Reserva florestal apresentaram maiores teores de carbono e semelhança entre os tratamentos e profundidades (0-10, 10-20 e 20-40 cm), ainda que a pastagem se sobressaia em 10-20 e 20-40 cm.

Desse modo, verifica-se que para o COT nas profundidades de 0-10 e 20-40 cm, os tratamentos são semelhantes para os usos do solo (ILPF, Pastagem e Reserva florestal), enquanto para 10-20 cm se mostram diferentes, principalmente entre ILPF e Pastagem. E para EC, apenas em 0-10 cm os tratamentos demonstram semelhanças entre si em profundidade e usos do solo, segundo o teste posteriori de Dunn (Tabela 4).

Tabela 4 – Comparação entre as profundidades e usos do solo para carbono orgânico total (COT) e estoque de carbono (EC).

Usos do solo	0-10 cm		10-20 cm		20-40 cm	
	COT g Kg ⁻¹	EC Mg ha ⁻¹	COT g Kg ⁻¹	EC Mg ha ⁻¹	COT g Kg ⁻¹	EC Mg ha ⁻¹
ILPF	11,57 a	19,29 a	6,58 a	11,38 a	5,02 a	16,69 a
Pastagem	15,73 a	26,21 a	11,17 b	18,58 b	7,05 a	23,31 b
Reserva	17,37 a	24,51 a	7,91 ab	11,82 ab	5,98 a	18,70 ab

Nota: Valores numéricos indicam médias. Letras iguais, indicam que os tratamentos são semelhantes, na coluna; letras diferentes indicam que eles se diferem, segundo o teste de Dunn. Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Como mostrado na Tabela 4, existe uma tendência de maior estoque de carbono na Pastagem, em todas as profundidades, quando comparado a outros usos do solo. Quando realizada a correlação entre o teor de carbono do solo e a variável profundidade para o conjunto das áreas estudadas, verifica-se que existe uma forte correlação entre o carbono e a profundidade, onde a correlação existente se mostra significativa e negativa, indicando que ocorre a redução do carbono no solo com o aumento da profundidade ou vice-versa.

Resultados similares foram obtidos por Rodrigues (2016) e Luiz *et al.* (2015), que ao avaliarem essa correlação em solos próximos a área estudada, verificaram que os teores de carbono orgânico total também diminuíram em profundidade.

Com isso, os resultados obtidos para o carbono e o estoque de carbono nesta pesquisa indicam que a manutenção do carbono no solo ao longo das profundidades analisadas pode ajudar na estabilização dos agregados do solo, na infiltração de água, na redução da erosão, no aumento da fertilidade e na ciclagem de nutrientes no solo, dentre outros benefícios elencados por pesquisadores como Baldock (2007), Powlson, Whitmore e Goulding (2011) e Bento (2018).

Assim, esses resultados indicam que as diferenças locais dos teores de carbono no solo em relação aos tipos de usos podem-se associar ao fato de serem cenários diferentes bem como das diferentes escalas de profundidades analisadas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A área estudada sofreu alteração na paisagem pelas mudanças do uso da terra ao longo do tempo, sendo que essa alteração é refletida nas propriedades do solo, onde a classe textural mostrou variação entre franco-arenosa (FrAr) e franco-argilo-arenosa (FrAAr), sendo a textura a franco-

arenosa (FrAr) a predominante para a maioria dos pontos amostrados, indicando os teores de areia se sobressaíram aos de argila.

Os valores dos teores de carbono em relação à profundidade em todos os tratamentos amostrados, quando comparados, apresentaram diferenças significativas. Os maiores teores de carbono se mantêm nas camadas superficiais (0-10 cm), tanto para COT quanto para ECS, as quais evidenciaram uma maior variação do COT em comparação com as camadas de 10-20 e 20-40 cm.

Verificaram-se diferenças nos teores de carbono no solo entre as diferentes áreas e tipo de uso estudados, com destaque para a Pastagem onde esses teores foram maiores do que os encontrados na Reserva florestal e ILPF. As áreas de Pastagem e de Reserva florestal foram os tipos de uso que mostraram os maiores valores de estoque de carbono no solo, quando considerada a espessura total das camadas amostradas.

Com isso, pode-se dizer que o estudo do estoque do carbono no solo é de suma importância e necessário em todas as regiões, visto que os solos possuem potencial para estocar grandes quantidades de carbono e desse modo, o conhecimento da sua variabilidade é muito importante na avaliação da qualidade do solo, bem como na mitigação das emissões dos gases do efeito estufa visando a sustentabilidade ambiental.

REFERÊNCIAS

ALEXANDRE, C.; SILVA, J. R. M; FERREIRA, A. G. Comparação de dois métodos de determinação da textura do solo: sedimentometria por raio x vs. método da pipeta. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 24, n. 3, p. 73-81, jul. 2001. Disponível em: www.conidis.com.br Acesso em: 12 abr. 2021.

ALMEIDA, E. M. **Determinação do estoque de carbono em Teca (*Tectona grandis* L. F.) em diferentes idades**. 2005. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2005.

ARAÚJO, E. A. *et al.* Impacto da conversão floresta-pastagem nos estoques e na dinâmica de carbono e substâncias húmicas do solo no bioma Amazônico. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 4, p. 103-114, 2011.

ARRUDA, P. J. R. **Caracterização morfológica, física, química e classificação de uma sequência de solos da reserva legal do IFMT - campus Cáceres**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Cáceres, 2016.

BALDOCK, J. A. *Composition and Cycling of Organic Carbon in Soil*. In: MARSCHNER, P.; RENGEL, Z. (org.). **Soil Biology. Nutrient Cycling in Terrestrial Ecosystems**. Springer-Verlag, Berlin, 2007. p. 1-35.

BELIZÁRIO, M. H. **Mudança no estoque de carbono do solo devido ao uso agrícola da terra no Sudoeste da Amazônia.** 2008. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

BENTO; D. F. **Caracterização da variabilidade espacial do carbono orgânico e dos estoques de carbono em solos da região centro-oeste do Brasil.** 2018. Dissertação de Mestrado (Engenharia agrícola) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2018.

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global. Esboço metodológico. São Paulo: Universidade de São Paulo, Instituto de Geografia, **Cadernos de Ciências da Terra**, São Paulo, v. 13, p. 1-27, 1971.

BODDEY, R.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S. S. Sequestro de carbono em solos sob sistemas agropecuários produtivos. Boletim técnico. **Seropédica: Embrapa Agrobiologia**, 2004.

BUENO, B. S.; VILAR, O. M. **Mecânica dos solos.** São Carlos: USP/EESC, 1998.

CAMPBELL, M. K. **Bioquímica.** 3. ed. Tradução de H. B. Ferreira. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000. 7

CAMPOS, G. M.; JESUS, I. S.; NUNES, F. M. S. Textura do solo: importância para análise granulométrica. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DA DIVERSIDADE DO SEMIÁRIDO, 2., 2017, Campina Grande, PB, **Anais [...]**. Campina Grande, PB, 2017. Disponível em: http://editorarealize.com.br/editora/anais/conidis/2017/trabalho_ev074_md4_sa1_id633_01102017170224.pdf. Acesso em: 12 abr. 2021.

CARDOSO, E. L.; *et al.* Estoques de carbono e nitrogênio em solo sob florestas nativas e pastagens no bioma Pantanal. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 45, n.9, p.1028-1035, 2010.

CARVALHO, J. L. N. *et al.* **Impact of pasture, agriculture and crop-livestock systems on soil C stocks in Brazil.** *Soil & Tillage Research*, v.110, p.175-186, 2010.

CENTENO, L. N.; GUEVARA, M. D. F.; CECCONELLO, S. T.; SOUZA, R. O.; Timm, L. C. Textura do solo: conceitos e aplicações em solos arenosos. **Revista Brasileira de Engenharia e Sustentabilidade**, v. 4.1, p. 31-37, 2017.

COSTA, F. S. *et al.* Estoque de carbono orgânico no solo e emissões de dióxido de carbono influenciadas por sistemas de manejo no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 323-332, 2008.

COSTA, O. V. *et al.* Estoque de carbono do solo sob pastagem em área de tabuleiro costeiro no sul da Bahia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 5, p. 1137-1145, 2009.

D'ANDRÉA, A. F. *et al.* Estoque de carbono e nitrogênio e formas de nitrogênio mineral em um solo submetido a diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 2, p. 179-186, 2004.

FAGERIA, N. K; STONE, L. F. **Qualidade do solo e meio ambiente**, EMBRAPA - Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, 2006. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/214941>. Acesso em: 11 jan. 2021

FERNANDES, F. A.; FERNANDES, A. H. B. M. **Cálculo dos estoques de carbono do solo sob diferentes condições de manejo**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2009. 4 p. (Embrapa Pantanal. Comunicado Técnico, 69). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/792567/1/COT69.pdf>. Acesso em: 17 set. 2019.

GERALDINO, C. F. G. **O conceito de meio na Geografia**. 2010. Dissertação (Mestrado em Geografia Humana) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. Disponível em: https://teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8136/tde-31052011-090251/publico/2010_CarlosFranciscoGerencsezGeraldino.pdf. Acesso em: 20 jul. 2020.

GREGOLIN, F.S. *et al.* Estoques de carbono do solo sob recuperação de pastagens na Amazônia mato-grossense. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 20, 2016. Foz do Iguaçu-PR, **Anais [...]**, Foz do Iguaçu-PR: RBMCSA, 2016.

IFMT (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso – Campus Cáceres). **Projeto Pedagógico do Curso Técnico em Agropecuária Integrado ao Ensino Médio na Modalidade Presencial**. Cáceres: IFMT, 2014.

JOOS, F. *et al.* IPCC- Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change 2001: The Scientific Basis-Contribution of Working Group 1 to the IPCC Third Assessment Report**. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 2001.

LAL, R. *Carbon Management in Agricultural Soils. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, v. 12, n. 2, p. 303-322, fev. 2007.

LIBARDI, P. L. **Dinâmica da água no solo**. São Paulo: Edusp, 2005.

LUIZ, L. D. *et al.* Avaliação do Estoque de Carbono Orgânico em Latossolo Vermelho Amarelo sob Povoamento de *Tectona grandis* L. f. em Diferentes Espaçamentos, IFMT – Campus Cáceres. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 35, 2015, **[Anais...]** Natal: CBCS, 2015.

MACHADO, P. L. O. de A. Carbono do solo e a mitigação da mudança climática global. **Química nova**. v. 28, n. 2, p. 329-334, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422005000200026>.

MAITELLI, G. T. Interações atmosfera-superfície. In: MORENO, G.; HIGA, T. C. S. (Org.). **Geografia de Mato Grosso: território, sociedade, ambiente**. Cuiabá/MT: Entrelinhas, 2005. 238-249 p.

MAPBIOMAS (Projeto). **Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil 1985-2019**, 2021. (Coleção 5). Disponível em: <https://mapbiomas.org/>. Acesso em: 28 out. 2021.

MARCOLIN, C. D. **Propriedades físicas de Nitossolo e Latossolos argilosos sob plantio direto**. 2006. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2006.

MARTINS, C. R. *et al.* Ciclos Globais de Carbono, Nitrogênio e Enxofre: a importância da química da atmosfera. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**, n. 5, 2003. Disponível em: http://zeus.qui.ufmg.br/~qgeral/downloads/material/quimica_da_atmosfera.pdf . Acesso em: 10 maio 2019.

MASSON-DELMOTTE, V. et al. (ed.). *IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. 2021: Summary for Policymakers. **Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the IPCC.*** Cambridge: Cambridge University Press, 2021. 151 p.

MATOS, E. S. et al. Estoques de carbono do solo sob integração lavoura-pecuária-floresta. In: FARIAS-NETO et al. (org.). **Embrapa Agrossilvipastoril: primeiras contribuições para o desenvolvimento de uma Agropecuária Sustentável.** Brasília, DF: Embrapa, 2019. p. 253-259.

MELO, R. O. et al. Susceptibilidade à compactação e correlação entre as propriedades físicas de um Neossolo sob vegetação de caatinga. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 5, p. 12-17, dez. 2008 Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/view/342>. Acesso em: 7 maio 2020.

MENDES, T. J. **Estimativa da variação do estoque de carbono do solo em diferentes cenários de uso e manejo agropecuário no estado do Maranhão.** 2015. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2015. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/136088>. Acesso em: 15 ago. 2020.

MENEZES, C. E. G. et al. Aporte e decomposição da serapilheira e produção de biomassa radicular em florestas com diferentes estágios sucessionais em Pinheiral, RJ. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 3, p. 439-452, 2010.

MORAES, J. M. (org.). **Geodiversidade do estado do Mato Grosso.** Goiânia: CPRM, 2010. 111 p.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo.** Lavras - MG: Ed. UFLA, 2006.

NOGUEIRA, M. O. G. **Estoque de carbono na biomassa radicular e no solo em ecossistema florestal em processo de recuperação.** 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

OLIVEIRA, C. V. de; **Estoque de carbono em solos sob floresta nativa, sistemas agroflorestais de cacau, plantio de seringueira e pasto no Sul da Bahia, Brasil.** 2016. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2016. Disponível em: http://www2.uesb.br/ppg/ppgciflor/wp-content/uploads/2020/08/Camila_Vasconcelos_de_Oliveira.pdf. Acesso em: 13 maio 2020.

PANOSSO, A. R. et al. Spatial and temporal variability of soil CO₂ emission in a sugarcane area under green and slash-and-burn managements. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 105, n. 2, p. 275-282, nov. 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.still.2009.09.008>.

PETTER, F. A. et al. Carbon stocks in oxisols under agriculture and forest in the southern Amazon of Brazil. **Geoderma Regional**, v.11, p. 53–61, 2017.

POTENZA, R. F. et al. **Análise das emissões brasileiras de e suas implicações para as metas climáticas do Brasil 1970 – 2020 – SEEG,** 2021. Disponível em: https://seeg-br.s3.amazonaws.com/Documentos%20Analiticos/SEEG_9/OC_03_relatorio_2021_FINAL.pdf. Acesso em: 1 nov. 2021.

POWLSON, D. S. *et al.* Does conservation agriculture deliver climate change mitigation through soil carbon sequestration in tropical agro-ecosystems? **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 220, p. 164-174, 2016.

POWLSON, D. S.; WHITMORE, A. P.; GOULDING, K. W. T. Soil carbon sequestration to mitigate climate change: a critical re-examination to identify the true and the false. **European Journal of Soil Science**, v. 62, n. 1, p. 42–55, fev. 2011. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2389.2010.01342.x>. Acesso em: 7 jan. 2022.

QUOOS, J. H. **Gerador de Triângulo Textura**, 2021. Disponível em: <http://www.quoos.com.br/index.php/geografia/solos/4-triangulo-textural-solos-argila-areia-silte>. Acesso em: 07 jan 2022

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing. Reference Index.** R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2020

RANGEL, O. J. P.; SILVA, C. A. Estoques de carbono e nitrogênio e frações orgânicas de Latossolo submetido a diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 6, p. 1609-1623, 2007.

RASCHE, F.; CADISCH, G. *The molecular microbial perspective of organic matter turnover and nutrient cycling in tropical agroecosystems. What do we know?* **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 49, p. 251-262, 2013.

REINERT, D. J; REICHERT, J. M. **Propriedades físicas do solo**. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

RESENDE, T. M. **Conversão de uso e potencial de estoque do carbono nos diferentes usos do solo e cobertura vegetal na bacia do ribeirão bom jardim no triângulo mineiro (MG)**. 2011. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2011.

RIBEIRO, S. C. *et al.* Influence of interspecific variation on tree carbon stock of a Brazilian Cerrado. **Revista Árvore**, v. 41, n. 5, e410506, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1806-90882017000500006>.

RODRIGUES, B. M. **Caracterização morfológica, física, química, mineralógica e classificação de solos do IFMT campus cáceres Professor Olegário Baldo**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Cáceres, 2016.

RODRIGUES, G. L. **A Comunidade do Lobo em Cáceres, Mato Grosso e sua Relação com os Recursos Vegetais, Percepção e Educação Ambiental**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade do Estado de Mato Grosso, Cáceres, 2012.

ROMÃO, R. L. **Carbono orgânico em função do uso do solo**. 2012. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, 2012. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/88223>. Acesso em: 12 jan. 2020.

ROSA R.; SANO, E.; ROSENDO, J. S. Estoque de carbono em solos sob pastagens cultivadas na bacia hidrográfica do Rio Paranaíba. **Soc. & Nat.**, Uberlândia, v. 26, n. 2, p. 333-351, 2014. DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/1982-451320140210>.

ROSESTOLATO FILHO, A. **Geomorfologia aplicada ao saneamento básico na cidade de Cáceres, Mato Grosso**. 2006. Tese (Doutorado em Geociências) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Departamento de Geografia, Rio de Janeiro, 2006.

SAIZ, G. *et al.* Variation in soil carbon stocks and their determinants across a precipitation gradient in West Africa. **Global Change Biology**, [S.l.], v. 18, n. 5, p. 1670-1683, maio 2012.

SALTON, J. C. *et al.* Teor e dinâmica do carbono no solo em sistemas de integração lavoura-pecuária. **Pesq. Agropec. Brasileira**, v. 46, n.10, p.1349-1356, 2011.

SANTANA, O. A. *et al.* Relação entre o índice de avermelhamento do solo e o estoque de carbono na biomassa aérea da vegetação de Cerrado. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 4, p. 783-794, Santa Maria, 2013.

SANTOS, J. C. B. *et al.* Caracterização de neossolos regolíticos da região semiárida do Estado de Pernambuco. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, [S.l.], v. 36, n. 3, p. 683-695, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832012000300001>.

SANTOS, M. **A Natureza do Espaço: Técnica, Razão e Emoção**. 3. ed. São Paulo: Edusp, 2003.

SEVERIANO, R. M. *et al.* Soil organic carbon in no-tillage systems of different ages in Southwest Mato Grosso, Brazil. **Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, [S.l.], v. 25, n. 4, p. 250-255, 2021.

SILVA, J. dos S. V. da; ABDON, M. M. Delimitação do Pantanal Brasileiro e suas sub-regiões. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, Número Especial, p. 1703-1711, out. 1998.

SOUZA, C. A.; LANI, J. L.; SOUSA, J. B. Origem e evolução do Pantanal mato-grossense. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 6., 2006, Goiânia - GO, **Anais [...]**. Goiânia - GO, 2006.

SUZUKI, L. E. A. S. *et al.* Estimativa da suscetibilidade à compactação e do suporte de carga do solo com base em propriedades físicas de solos do Rio Grande do Sul. **Rev. Bras. de Ciência do Solo**, [S.l.], v. 32, p. 963-973, 2008.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. (ed.). **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa Solos, 2017. Disponível em: [file:///C:/Users/Profissional/Downloads/ManualdeMetodosdeAnalisedeSolo2017%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Profissional/Downloads/ManualdeMetodosdeAnalisedeSolo2017%20(1).pdf).

Acesso em: 3 mar. 2019.

WINK, C.; REINERT, S. F. R.; RODRIGUES, M. F.; REICHERT, J. M. Correlação das propriedades físicas com o teor e estoque de carbono do solo em florestas de Eucalipto. In: SIMPÓSIO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS, 6.; SIMADERJ, 2., **Anais [...]**. Rio de Janeiro: UFFRJ, 2010. Disponível em: http://www.fisicadosolo.ccr.ufsm.whoos.com.br/downloads/Producao_Resumos/VISPGCF1.pdf.

Acesso em: 21 jan. 2021.

FINANCEIRIZAÇÃO DA MORADIA E PRODUÇÃO DO ESPAÇO: LÓGICAS E ESTRATÉGIAS ESPACIAIS DA MRV&CO EM CAMPOS DOS GOYTACAZES-RJ

Leandro Bruno **SANTOS**

Docente do curso de Graduação e Pós-Graduação em Geografia da Universidade
Federal Fluminense – UFF. Bolsista Produtividade em Pesquisa do CNPq

E-mail: leandrobruno@id.uff.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9163-8568>

Adonis Azeredo **SIQUEIRA**

Mestre em Geografia pela Universidade Federal Fluminense – UFF.

E-mail: adonis_siqueira@yahoo.com.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4655-1783>

*Recebido
Agosto de 2024*

*Aceito
Fevereiro de 2025*

*Publicado
Dezembro de 2025*

Resumo: A partir de 2004, as mudanças nos marcos regulatórios da política habitacional brasileira permitiram que as grandes construtoras e incorporadoras ampliassem seus capitais. O Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), de viés mercadológico e com facilitação do acesso ao crédito, fortaleceu os nexos da financeirização com a produção da moradia. Este trabalho visa compreender as lógicas e estratégias espaciais de atuação da MRV&Co na cidade de Campos dos Goytacazes (RJ) entre os anos 2010 e 2022. A metodologia adotada compreendeu a compilação bibliográfica, a coleta de dados secundários, o levantamento e a análise documental, a observação sistemática e a sistematização e análise dos dados. A concentração de terras, os excedentes do petrorrentismo e a instalação do Porto do Açú favoreceram expansão do capital financeirizado na produção de moradias em Campos dos Goytacazes. Até o ano de 2020, 5.912 unidades habitacionais foram construídas pela MRV&Co e distribuídas em 13 empreendimentos verticais da linha parque. Os empreendimentos imobiliários foram construídos nos bairros periféricos da cidade, situando-se em locais que permitem acessibilidade às principais vias de circulação, ao centro histórico e a centralidades comerciais e de serviços.

Palavras-chave: Produção do espaço; programa minha casa Minha vida; MRV&Co; Campos dos Goytacazes.

FINANCIALISATION OF HOUSING AND THE PRODUCTION OF SPACE: SPATIAL LOGICS AND STRATEGIES OF MRV&CO IN CAMPOS DOS GOYTACAZES-RJ

Revista Equador (UFPI), Vol. 14, Nº 1, Ano 2025, p. 186-208.

Home: <https://periodicos.ufpi.br/index.php/revistaequador>

ISSN 2317-3491

Abstract: Since 2004, changes in the regulatory frameworks of Brazilian housing policy have allowed large construction and development companies to expand their capital. The Minha Casa Minha Vida Programme (PMCMV), with its market-driven approach and facilitation of credit access, has strengthened the links between financialisation and housing production. This study aims to understand the spatial logics and strategies of MRV&Co's operations in the city of Campos dos Goytacazes (RJ) from 2010 to 2022. The methodology adopted included literature compilation, collection of secondary data, document review and analysis, systematic observation, and data systematisation and analysis. Land concentration, petro-rent surplus, and the establishment of the Porto do Açú have facilitated the expansion of financialised capital in housing production in Campos dos Goytacazes. By 2020, MRV&Co had constructed 5,912 housing units distributed across 13 vertical developments of the park line. These real estate developments were built in the city's peripheral neighbourhoods, located in areas offering accessibility to main thoroughfares, the historic centre, and commercial and service hubs.

Keywords: Environmental Education; Geography; environment. waste.

FINANCIARIZACIÓN DE LA VIVIENDA Y PRODUCCIÓN DEL ESPACIO: LÓGICAS Y ESTRATEGIAS ESPACIALES DE MRV&CO EN CAMPOS DOS GOYTACAZES-RJ

Resumen: Desde el año 2004 los cambios regulatorios de la política de vivienda brasileña han permitido la profundización de la acumulación de los capitales de la industria de la construcción. Como marco importante tenemos El Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) que, con su sesgo de mercado y su mayor facilidad de acceso al crédito, reforzó los vínculos entre la financiarización y la producción de viviendas. Este trabajo pretende comprender las lógicas y estrategias espaciales de MRV&Co en la ciudad de Campos dos Goytacazes (RJ) entre los años de 2010 y 2022. La metodología adoptada incluyó la recopilación bibliográfica, la recogida de datos secundarios, el estudio y análisis documental, la observación sistemática y la sistematización y análisis de datos. La concentración de tierras, los excedentes de la industria petrolera y la instalación del Puerto de Açú favorecieron la expansión del capital financiarizado en la producción de viviendas en Campos dos Goytacazes. Hasta 2020, 5.912 unidades habitacionales habían sido construidas por MRV&Co y distribuidas en 13 emprendimientos verticales de la línea del parque. Esos proyectos fueron construidos en la periferia de la ciudad, en ubicaciones que permiten el acceso a las principales vías de comunicación, al centro histórico y a los ejes comerciales y de servicios.

Palabras clave: Producción del espacio. Programa Minha Casa Minha Vida. MRV&Co. Campos dos Goytacazes.

INTRODUÇÃO

No Brasil, o processo de industrialização tardio e acelerado provocou um crescimento urbano que não foi acompanhado por políticas contundentes no que tange ao planejamento urbano e à habitação (Brito, 2012). O Plano Nacional da Habitação (PNH), no período militar, não atendeu a população pobre - ficando restrito a uma pequena parcela da população - e sua

função acabou sendo desviada para atender os interesses privados, favorecendo as construtoras e a classe média e alta.

As estratégias visando atacar o problema da moradia, por meio do Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), se assemelham ao período militar, com substancial aumento no volume de capital investido e maior financeirização da habitação, que se torna um meio fundamental para reprodução dos capitais financeiros (Fix, 2009). Assim, a habitação social não foi prioritária nos governos progressistas, pois prevaleceram a lógica capitalista e a geração de lucro. Tanto no governo militar quanto nos governos do Partido dos Trabalhadores (PT), o foco se restringiu a acesso ao crédito e à ampliação do capital portador de juros (Maricato, 2005).

Esse viés pautado na acumulação capitalista é intrinsicamente ligado à ação governamental. Por isso, desde os anos de 1990, há mudanças substanciais na regulação dos mercados, inclusive no mercado imobiliário, para facilitar a circulação de capitais e sua hipermobilidade. Podemos mencionar a implantação da alienação fiduciária, a diminuição de impostos relacionados à habitação, a menor regulação dos capitais e a destinação do Fundo de Garantia do Tempo de Serviço (FGTS) e de linhas de créditos de bancos públicos para facilitar o acesso às moradias. Em contrapartida, as empresas que atuam no segmento imobiliário iniciam, nos anos 2000, um processo de reestruturação patrimonial que aumenta o seu capital social com IPO (Oferta Pública Inicial) na bolsa de valores.

A partir de meados dos anos 2000, as empresas aumentaram seus estoques de terrenos (landmark) e promoveram lançamentos de novos empreendimentos como forma de indicar seu crescimento e geração de valor para os acionistas, mas essa ação foi um erro estratégico, pois, apesar da demanda por habitação, eram pequenas as capacidades de acesso a financiamento. Por isso, a lógica subjacente ao desenho e à criação do PMCMV não foi pautada na habitação social, mas na imperiosa necessidade de reproduzir o sistema financeiro por meio da produção do espaço urbano, ou seja, a construção de moradias e o fácil acesso ao crédito com transferência de fundos públicos (via subsídios).

Nesse sentido, uma demanda social foi atendida, mas o Estado, por meio do Ministério das Cidades e da Fazenda, criou mecanismos de circulação do capital com a finalidade de ampliar a acumulação e, a partir da habitação, promover a reprodução ampliada dos capitais. Essa lógica delineada pelo Estado é pautada pela lógica do mercado, de retorno rápido e seguro, com consequências para as populações pobres no que tange ao acesso aos serviços essenciais para a manutenção da vida.

Nossa discussão permeia a atuação do Estado como ator responsável por criar as bases legais para reprodução do capitalismo (Harvey, 2013). Compreendemos a cidade como um produto do capitalismo, de modo que suas transformações, revitalizações e expansão se inserem no movimento de produção do espaço urbano (Carlos, 2007) para garantir a acumulação de capital e permitir a reprodução do capitalismo. Assim, a cidade se transforma em lócus de reprodução para o capital financeiro. Na escala local, a cidade de Campos dos Goytacazes não foge a essa lógica de produção do espaço voltada às necessidades sequiosas do capital financeiro, pois, desde 2005, essa cidade passa por expansão do mercado imobiliário e maior atuação de empresas de capital aberto na produção de moradias.

Este texto tem como objetivo entender a atuação da MRV&CO na cidade de Campos dos Goytacazes, especialmente com relação ao número de unidades e empreendimentos lançados, as lógicas de atuação e estratégias locacionais. A metodologia utilizada incluiu levantamento e leitura bibliográficos sobre temas como produção do espaço, financeirização, grupos econômicos, entre outros. Também foi feita compilação de dados no site da Caixa Econômica Federal (CEF) e nos relatórios da MRVCo, além de trabalho de campo com observação sistemática nos locais de instalação dos empreendimentos imobiliários.

FINANCEIRIZAÇÃO DO CIRCUITO IMOBILIÁRIO NO BRASIL

Cada vez mais temos as práticas financeiras permeando o cotidiano das pessoas, incluindo o acesso à habitação, dimensão da vida que é capturada pela esfera financeira no seu movimento de reprodução ampliada do capital. Historicamente, a habitação no Brasil foi marcada pela autoconstrução sem uma política habitacional que abrangesse e fosse efetivamente a nível nacional (Rolnik, 2004). É no regime militar (1964 a 1985), com a criação do Banco Nacional da Habitação (BNH), Sistema Financeiro de Habitação (SFH), Fundo de Garantia do Tempo de Serviço (FGTS) e Sistema Brasileiro de Poupança e Empréstimos (SBPE), respectivamente, que o acesso ao crédito imobiliário passa a permear a habitação (Souza; Santos, 2020). Nesse período destaca-se, além do crédito, a atuação estatal nesse mercado (Alvarenga; Reschilian, 2018).

Porém, não podemos dizer que a financeirização se dá apenas pelo crédito porque é um tema muito mais complexo. Sendo um sistema complexo com atuação de múltiplos atores, a financeirização é um processo e modelo de acumulação de capital em que predomina a dimensão financeira em relação à produtiva. Como lógica e reprodução do capital, é o capital-dinheiro na sua forma mais pura que assume o comando das demais instâncias e momentos da

produção. É uma forma de reprodução de capital que não se realiza na esfera da economia real, isto é, na produção de mercadorias materiais e os serviços a ela associados, mas na esfera da economia fictícia, isto é, nos mercados financeiros (Delgadillo, 2021).

O valor gerado na produção e no consumo não escapou da lógica financeira, pois foram criados títulos financeiros que permitiram ao investidor obter uma fatia de rendimentos gerados no âmbito dos negócios imobiliários urbanos sem que esteja ligado diretamente à produção (Paulani, 2009; Sanfelici, 2013). O Estado brasileiro, a partir da década de 1990, implementou medidas que estabeleceram a estrutura legal e institucional para a circulação do capital que rende juros em diferentes atividades, além disso, permitiu a liquidez dos ativos e a segurança jurídica aos investidores e empresas do ramo imobiliário. Conforme salienta Sanfelici (2013), a aprovação de fundos de investimentos imobiliário em 1993, a sanção da lei do Sistema de Financiamento Imobiliário (SFI) em 1997 e as isenções fiscais criaram um arcabouço legal que possibilitou a financeirização do circuito imobiliário no Brasil.

Na década de 2000, o Brasil já estava inserido no circuito global do capitalismo financeiro e, portanto, as condições para a produção do espaço urbano dentro de uma dinâmica de produção e reprodução do capitalismo portador de juros já estavam organizadas em um arcabouço regulatório e jurídico (Rufino, 2007). Mesmo com ascensão ao poder do Partido dos Trabalhadores (PT), quando se tem a construção da política habitacional inspirada no Projeto Moradia — formulado no Instituto Cidadania, em 2000 - (Alvarenga; Reschilian, 2018; Ministério Das Cidades, 2010), o acesso à moradia é realizado, em grande parte, via mercado privado por meio de financiamentos imobiliários.

No ano de 2006, grandes incorporadoras - Cyrela, PDG e MRV&CO - ampliaram sua atuação na produção imobiliária e seu reescalonamento pelo território nacional com base no levantamento de capital na bolsa de valores, estabelecendo vínculo com o mercado de capitais e configurando o poder crescente das finanças sobre a produção de imóveis comerciais e residenciais (Bonduki, 2008; Sanfelici, 2013) e bancos de terras para valorização. Não obstante, a crise econômica que atingiu os Estados Unidos – também conhecida como crise das hipotecas – e depois se disseminou para os demais países desenvolvidos repercutiu diretamente sobre os mercados financeiros, afetando as incorporadoras brasileiras com capitais em bolsa.

Diante da crise econômica e sob forte influência das grandes incorporadoras, sequiosas por recuperar seu valor de mercado e edificar as terras, o governo instituiu em 2009 o Programa Minha Casa Minha Vida (MCMV), com base em um Sistema Nacional de Habitação (SNH) focado no mercado. A produção e o acesso à moradia, portanto, seriam realizados por meio do

financiamento via setor privado (Alvarenga; Reschilian, 2018). O programa MCMV teve um viés financista que visou proporcionar lucro aos investidores do setor imobiliário e as construtoras. Nesse sentido, o Estado (do ponto de vista normativo e financeiro) garantiu o acesso dos grandes grupos ao mercado da habitação a partir da lógica de maximização dos lucros.

Nesta mesma década, assistimos ao boom imobiliário no Brasil que propiciaria o deslocamento de grandes capitais da esfera financeira para a esfera produtiva via incorporadoras com capital aberto na bolsa de valores. Em momentos de auge econômico há mais investimentos em capital fixo sobre o território, enquanto nas fases de colapso há o recolhimento dos excedentes do trabalho exercido sobre as instalações e propriedades, em direção ao andar superior, no qual se concentra o capital (Pessanha, 2019). Nesse sentido, principalmente nos momentos de ápice, a cidade assume um papel importante, uma vez que nela produz não somente as condições necessárias para a acumulação do capital, mas ela própria reproduz diretamente o capital por meio da produção do espaço urbano (Corrêa 2000; Carlos, 2005).

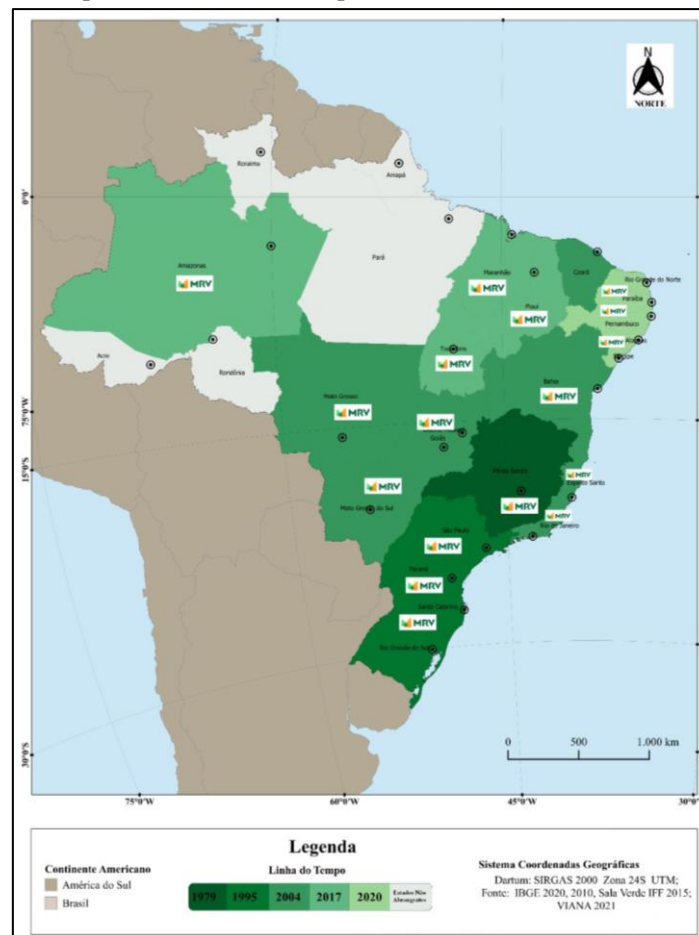
No processo de expansão do capital financeiro através da produção do espaço, verificamos uma tênue separação entre esfera pública e privada, mas, na prática, a esfera privada absorve a esfera pública, uma vez que a financeirização apresenta capilaridade por todas as esferas políticas, sociais e do cotidiano (Fatorelli, 2018). A cidade passa ter importância na liquidez, produção, investimento e circulação de capitais portadores de juros, na medida em que a própria reconstrução, revitalização e expansão das cidades pelos capitais financeiros a torna uma mercadoria necessária para a reprodução do capital financeiro (Rizek; Amore; Camargo, 2015).

A partir de 2005, a cidade de Campos dos Goytacazes passa por expansão do mercado imobiliário e maior atuação de empresas de capital aberto na produção de moradias. A cidade conhece também um novo ciclo econômico ligado ao petrorrentismo e à instalação do Super Porto do Açú no município vizinho de São João da Barra. Esses processos, associados à histórica concentração fundiária, levaram ao incremento do valor da terra e ao aumento da demanda por moradias com preços mais acessíveis (Gomes Filho, 2017). Esses fatores tornaram a cidade de Campos dos Goytacazes atrativa para os investimentos imobiliários da corporação MRV&CO.

ORIGEM, EXPANSÃO E CONSOLIDAÇÃO DA MRV&CO

A MRV Engenharia foi fundada em 1979 na cidade de Belo Horizonte pelos sócios Rubens Menin Teixeira, Mario Lúcio Menin e a Vega engenharia LTDA. O nome da companhia passou por um processo de remodelação mercadológica e é denominada, atualmente, de MRV&Co. A Figura 1 mostra a expansão geográfica da MRV&Co pelo território brasileiro.

Figura 1 - Expansão da MRV&Co pelo território brasileiro de 1979 a 2020



Fonte: IBGE (2020, 2010); Dados da pesquisa (2023).

Entre 1979 e 1995, a MRV concentrou sua operação no Estado de Minas Gerais e, desde então, expandiu-se para a região Sul e o Estado de São Paulo. A maior expansão geográfica da companhia se deu a partir do ano de 2004, no limiar do processo de abertura de capital na bolsa de valores em 2007. Antes de abrir o capital, a empresa investiu pesadamente no *landmark* visando construir uma imagem positiva aos investidores, exibindo um aumento da concentração do banco de terras para produção futura de empreendimentos imobiliários nos lugares com incremento da demanda por moradia (Corrêa; Barros, 2001).

Atualmente, possui atuação e unidades habitacionais vendidas em 21 Estados mais o Distrito Federal e em 145 cidades no Brasil. Conforme pontuam Corrêa; Barros (2001), essa

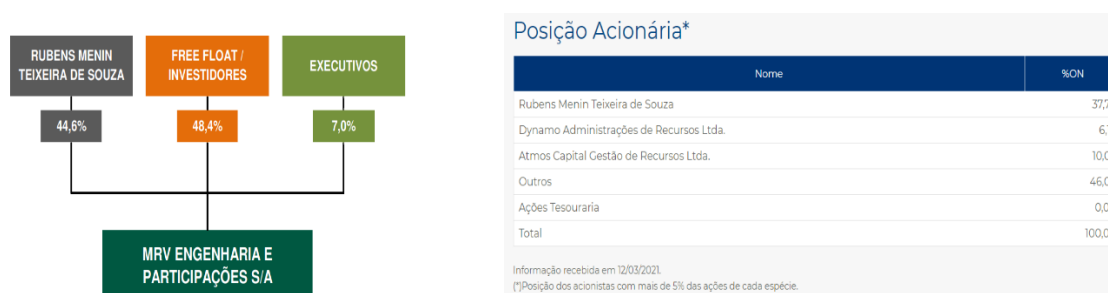
expansão econômica e também geográfica se enquadra numa estratégia de reescalonamento da MRV, que salta de uma atuação estadual restrita e avança sob o território nacional. Esse alargamento dos contextos da empresa (Santos, 1996) teve influência direta de fatores estruturais e conjunturais, como as mudanças no cenário econômico nacional, a redefinição do papel do Estado e a financeirização tanto da corporação como da habitação.

Os movimentos da MRV&CO no que tange à expansão da operação, reestruturação societária e IPO na bolsa de valores antes do PMCMV devem ser vistos como direcionados e bem planejados com relações estreitas com a ação estatal. A abertura de capital e a implementação de uma política habitacional subsidiada com fundos públicos foram fundamentais para a expansão geográfica e sua consolidação no setor de incorporação imobiliária (Corrêa; Barros, 2001). Os saltos escalares e a maior capilaridade pelo território se devem, portanto, em grande medida às políticas habitacionais e aos nexos mais estreitos com o capital financeiro.

A primeira etapa do processo de reestruturação da MRV ocorreu em 2006 a partir de três situações: 1º a saída de Mário Lúcio Pinheiro Menin, um sócio fundador do Grupo MRV; 2º a separação das operações de incorporação imobiliária e construção de Unidades, que passaram a ser realizadas exclusivamente pela MRV Empreendimentos e pela MRV Construções; e 3º a simplificação da estrutura societária do Grupo, com a constituição da Companhia, que passou a controlar a MRV Empreendimentos e a MRV Construções.

Já em 2007 ocorreram outras mudanças na companhia como o ingresso da Autonomy que, por meio da Gryfindor, subscreveu 15.675.546 novas ações (16,7% do capital social da MRV) por R\$ 160 milhões. A última etapa do processo de reestruturação foi a consolidação da Companhia como sociedade operacional do Grupo MRV, mediante a incorporação da Gryfindor, da MRV Empreendimentos e da MRV Construções. A Figura 2 apresenta o quadro comparativo societário de 2008 e 2020.

Figura 2 - Estrutura societária da MRV Engenharia 2008 e 2020



Fonte: MRV (2022).

A Figura 2 mostra as alterações no quadro societário entre os anos de 2008 e 2020. Nota-se que 46,07% das ações estão nas mãos de outros que são 838 investidores institucionais, 1.004 pessoas jurídicas e 43.732 pessoas físicas. Nesse mesmo período, a MRV lançou o projeto “MRV 40 mil”, pela qual se pretendia alcançar 40 mil unidades construídas por ano”, refletindo a potência da maior capitalização e dos nexos financeiros nas estratégias de reprodução dessa corporação.

Os nexos financeiros não se restringem à abertura de capital, na medida em que a CEF tem papel importante no sentido de disponibilizar recursos para as incorporadoras e também de abrir linha de créditos para os consumidores. Com a intenção de facilitar a liberação dos financiamento, a CEF e a MRV assinaram o protocolo de intenções assinaram protocolo de intenções. A Figura 3 traça o histórico de fundação, reestruturação societária e início das atividades na cidade de Campos dos Goytacazes em 2010.

Figura 3 - Linha do tempo dos lançamentos da MRV&CO em Campos dos Goytacazes



Fonte: MRV (2022).

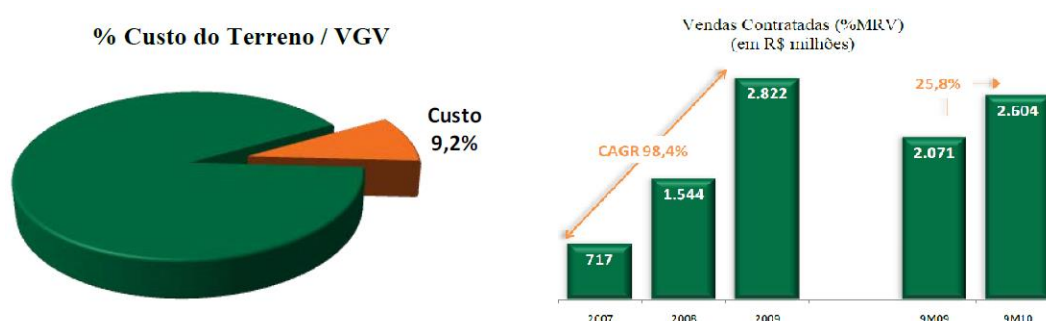
A MRV realiza as atividades de incorporação e construção imobiliária. Suas atividades são divididas em cinco etapas: 1º identificação, avaliação e aquisição de terrenos; 2º obtenção de licenças, autorizações e aprovações governamentais; 3º construção; 4º vendas e marketing; e 5º financiamento e prestação de outros serviços aos clientes. Cabe ressaltar que a primeira etapa está no bojo da extração da renda fundiária (Sposito, 1990). Entre as estratégias na aquisição de terrenos, as permutas e pagamentos a prazo são as mais utilizadas pela empresa.

Conforme comunicado ao Mercado realizado em 2015, a MRV Engenharia informa que: “A Companhia tem aproveitado as boas condições de mercado para aquisição de terrenos para expandir seu banco de terrenos. No 2T15, 85% dos terrenos adquiridos foram através de

permuta ou com pagamento parcelado após o alvará. Em 2007, esse percentual estava entre 40 a 60%”. Nos terrenos adquiridos por meio de permuta física por unidades, a metodologia contábil aplicada é a seguinte: 1º o VGV é reduzido proporcionalmente ao valor da permuta; 2º o custo de aquisição do terreno é considerado como zero; e, 3º o custo da construção das unidades permutadas é distribuído para as demais unidades.

A Figura 4 demonstra que o custo com terrenos em 2008 era de 9,2% em relação ao total de receitas possíveis e, entre 2007 e 2009, as vendas contratadas subiram 98,4%. Podemos observar que a ação estatal foi fundamental para ampliação da MRV Engenharia.

Figura 4 - Custo dos terrenos e vendas contratadas da MRV&Co



Fonte: Prospecto MRV (2023).

A empresa tinha uma linha diversificada de produtos: Linha Parque (área útil de 40 a 55 m² e preço de venda de aproximadamente R\$77,0 mil por Unidade); Linha Spazio (área útil de 42 a 70 m² e preço de venda entre R\$70,0 mil e R\$140,0 mil por Unidade); e Linha Village (área útil de 70 a 120 m² e preço de venda por Unidade entre R\$100,0 mil e R\$220,0 mil). No ano de 2017, com o lançamento de outras linhas de produtos e a estratégia de reposicionamento de marca, as linhas “Parque, Spazzio e Vilagge” deixaram de ser comercializadas.

A MRV&Co divide seus produtos por segmentos: locação, loteamentos, incorporação imobiliária média renda e incorporação imobiliária econômica. Na sequência, temos o segmento de atuação, empresa responsável e a faixa de renda: Locação: Luggo no Brasil e AHS no Estados Unidos da América (EUA) com faixa salarial entre 4 a 11 salários mínimos; Loteamentos: Urba, com faixa salarial entre 2 a 7 salários mínimos; Incorporação imobiliária média renda: Sensia incorporadora, linha Class de 5 a 11 salários mínimos; e Incorporação imobiliária econômica: linhas Essencial, Eco, Bio e Garden. Na Figura 5 é apresentada a estrutura da MRV&Co, sua forma de financiamento (*funding*), o segmento e as empresas que executam.

Figura 5 - Estrutura da MRV&Co, 2020



Fonte: MRV (2022).

Reforçando seu processo de financeirização, a MRV&Co diversifica suas opções de financiamento por meio de Fundos Imobiliários no Brasil (FII's) e Fundos Imobiliários nos EUA (REITS) para o segmento de locação (Luggo e AHS), FGTS para produtos destinados à Casa Verde e Amarela (antigo PMCMV) e SBPE para os produtos fora do programa Casa Verde e Amarela. O financiamento por meio do Equity se dá com as ações negociadas na bolsa de valores. Além disso, utiliza subsídio do Governo Federal de acordo com a faixa de renda.

A ATUAÇÃO DA MRV&CO EM CAMPOS DOS GOYTACAZES

Campos dos Goytacazes conhecia, no ano de 2010, um novo ciclo econômico ligado ao petrorrentismo (municípios que possuem o direito de receber *royalties* e participações especiais da atividade de exploração e produção de petróleo e gás natural) e à instalação do Super Porto do Açú no município vizinho de São João da Barra (Barral Neto; Silva Neto, 2006). Esses processos, associados à histórica concentração fundiária, levaram ao incremento do valor da terra, ao aumento da demanda por moradias com preços mais acessíveis e a produção de espaço de forma desigual (Claudio; Santos, 2019). Todos esses fatores combinados tornaram a cidade de Campos dos Goytacazes atrativa na estratégia de expansão territorial da MRV&Co.

A produção do espaço na cidade de Campos dos Goytacazes é permeada pela conversão das terras rurais em urbanas, atuação dos agentes fundiários, promotores locais, governos locais, programa habitacional na esfera Federal (PMCMV) e grupos imobiliários com elevado capital e com ações negociadas na bolsa de valores. Essa conversão de terras representa, para os proprietários fundiários e promotores imobiliários, a possibilidade de desenvolver projetos

de loteamentos e de auferir lucros maiores sobre o parcelamento e, para a municipalidade, a oportunidade de aumentar a arrecadação com o Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU) (Zachi, 2012).

Os processos de conversão de terras rurais em urbanas e a mudança na base produtiva a partir do novo ciclo econômico propiciado pela exploração de petróleo e gás natural trouxe um dinamismo econômico que possibilitou o avanço de projetos imobiliários, sobretudo a produção de condomínios residenciais verticais (Freitas, 2001) de alto padrão nas áreas mais valorizadas e centrais da cidade, além de imóveis de baixo padrão nas áreas mais periféricas. Vale destacar que o poder público municipal e o setor privado direcionaram historicamente maiores investimentos na área central da cidade, o que ocasionou uma maior valorização do solo nessa área (Gomes, 2015).

A cidade de Campos dos Goytacazes conhece, nos dias atuais, um processo de expansão para as suas periferias nas terras que antes eram rurais. Com a abertura de novas vias de circulação, sobretudo a Avenida Artur Bernardes que liga a BR-101 até a Avenida Alberto Lamego, criou-se um novo eixo de expansão em direção aos seguintes bairros: Alphaphille I e II, Flaboyant, Jokey Club, Novo Jokey e Santo Antônio e, em menor grau, na Pecuária e no distrito de Guarus - ao longo da Avenida Senador José Carlos Pereira Pinto (Batista; Santos, 2018).

Os condomínios verticais produzidos pela MRV&CO têm sido instalados, em sua maioria, nesse eixo de expansão no sentido dos bairros Jokey Club e Novo Jokey. A atuação da MRV&Co na cidade teve início em 2010 com o lançamento do “Parque Guarani”, no bairro Jockey Club, onde foram entregues 448 unidades habitacionais. Desde então, já são 13 empreendimentos, todos eles da linha Parque, além de 2 empreendimentos da Urbamais e 5 terrenos em estoque. Atualmente são 5.392 unidades construídas pela MRV&Co (Tabela 1) e 2 loteamentos entregues pela Urbamais (Tabela 2).

As unidades habitacionais da MRV&Co possuem tamanho de 41m² com ou sem terreno no térreo com custo médio de R\$ 133.000,00, valores praticados em 2021. Os loteamentos da Urbamais possuem tamanhos que variam de 160m² até 213 m² com custo médio de R\$60.000,00 o terreno padrão e R\$85.000,00 terrenos de esquina, valores praticados em 2021.

Tabela 1 - Condomínios da MRV&Co em Campos dos Goytacazes

Nº	Empreendimento	Unidades	Lançamentos	Local
1	Parque Guarani	448	2010	Jockey
2	Parque Goytacazes	384	2011	Jockey
3	Parque Cassis	384	2011	Varanda do Visconde
4	Parque Âmbar	448	2013	Parque Rodoviário
5	Parque Ônix	416	2013	Parque Rodoviário
6	Parque Água Marinha	448	2014	Parque Rodoviário
7	Parque Gaudi	480	2015	Jockey
8	Parque Gaia	448	2015	Jockey
9	Parque Marajó	356	2016	Pecuária
10	Parque Abrólhos	356	2017	Pecuária
11	Parque Jardim Figueiras	276	2017	Guarus - Calabouço
12	Parque Jardim das Acácias	468	2018	Guarus - Calabouço
13	Alameda dos Coqueiros	480	2021	Jockey
Total		5392		

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Tabela 2 - Loteamentos da Urbamais em Campos dos Goytacazes

Nº	Empreendimento	Unidades	Vendidos	Local
1	Bem Viver Campos	1407	1172	Região de Donana
2	Jardins de Campos	469	467	Região de Guarus
Total		1876	1639	

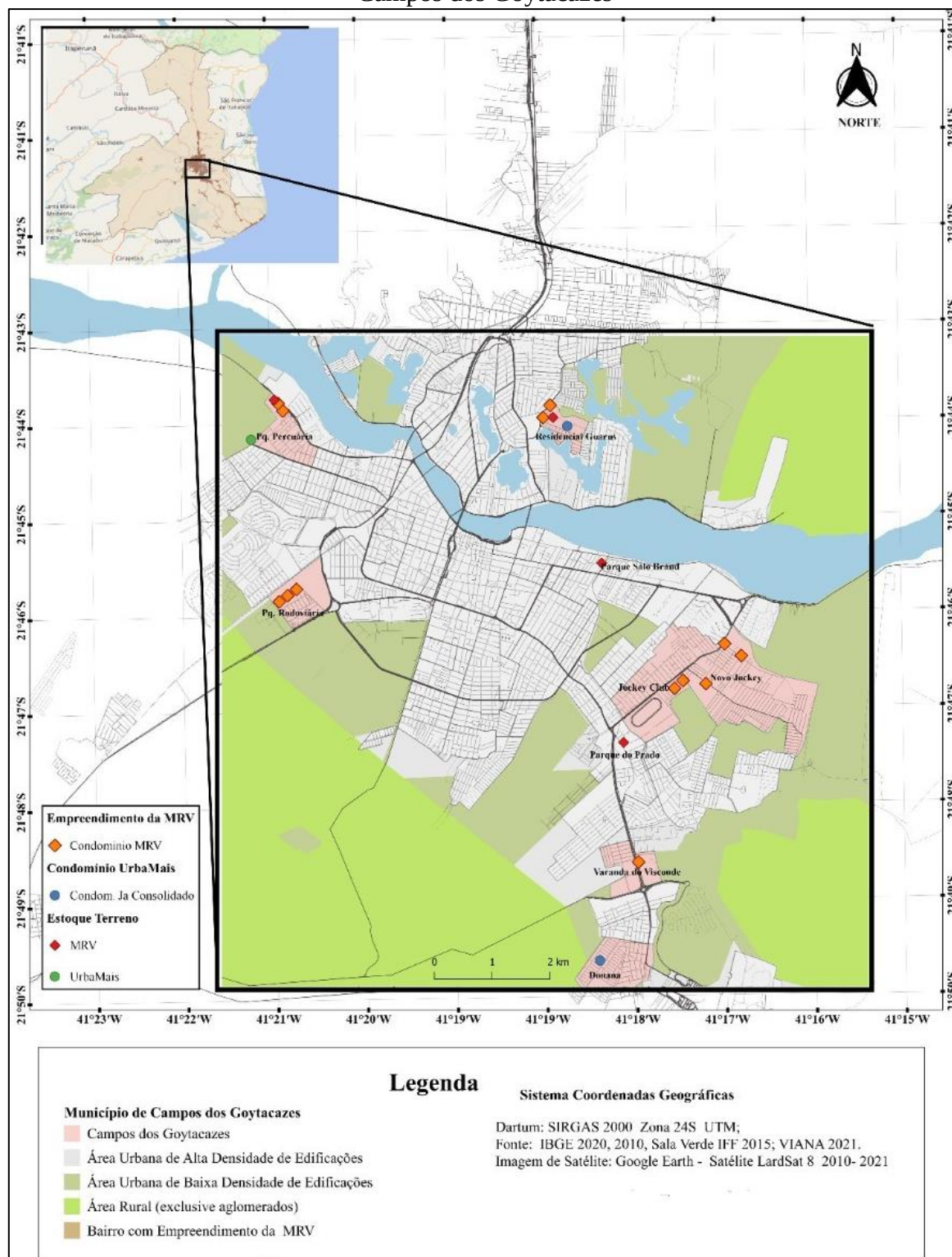
Fonte: Dados da pesquisa (2023).

A MRV&CO tem como estratégia a compra de estoques de terrenos para iniciar um empreendimento, criando uma reorganização do espaço ou área pretendida através da construção de praças, rede de esgoto, asfaltamento de vias e demais ações. Essas não prescindem do apoio do poder público municipal, que atua valorizando seus empreendimentos. Por isso, os estoques de terrenos estão próximos aos condomínios já entregues pela empresa (Figura 6). Nesse sentido, a posse da terra se torna fator fundamental, além de ser critério de avaliação junto ao mercado financeiro e geração de valor especulativo com potencial para gerar lucros futuros.

Quanto à localização dos bancos de terrenos, destaca-se o terreno de aproximadamente 16.000 m² que fica em uma área alta densidade, próximo à Avenida Alberto Lamego e ao centro da cidade. Quanto aos outros 3 terrenos, temos: 1 na rua do Beco, próximo ao bairro do Jockey e MRV Parque Guarani e Alameda dos Coqueiros; 1 na avenida XV de Novembro, ao lado do MRV Parque Abrolhos na Pecuária; e 1 na Estrada Santa Rosa em Guarus, ao lado do MRV Parque das Figueiras. Já a Urbamais possui 1 terreno no final da Avenida São Fidélis, na Pecuária, perto dos condomínios da MRV&Co Parque Marajó e Parque Abrolhos. Todos os

terrenos se situam nas imediações de empreendimentos lançados pela MRV&Co, denotando a estratégia de valorização futura após o lançamento e entrega das unidades.

Figura 6 – Mapa de localização dos condomínios e estoques de terrenos da MRV&Co em Campos dos Goytacazes



Fonte: IBGE (2010, 2020). Organização: Dados da pesquisa (2023).

As áreas de expansão dos empreendimentos estão em uma faixa de transição entre o limite da área de alta densidade e o início da de baixa densidade e próximas a grandes espaços vazios. Os 13 condomínios foram construídos nas extremidades do Parque Pecuária, Parque Rodoviário, Parque Jockey Club, Parque Varanda do Visconde e Parque Barão do Rio Branco (região de Guarus), enquanto os 2 loteamentos da Urbamais foram construídos na extremidade de Donana e Parque Barão do Rio Branco (região de Guarus). Essa observação é válida para os estoques de terrenos das duas empresas. A Figura 7 apresenta o antes e depois dos empreendimentos Reserva dos Cristais: Água Marinha, Ambar e Ônix no Parque Rodoviário.

Figura 7 – Fotografias mostrando melhorias no entorno dos empreendimentos - Reserva dos Cristais



Fonte: MRV (2021).

Os condomínios construídos no Parque Jockey Club, Parque Rodoviário e Parque Barão do Rio Branco (região de Guarus) estavam situados nas extremidades desses bairros, por isso, antes do início das obras, as áreas não dispunham de infraestrutura como praças, ruas asphaltadas, sistema de esgoto, coleta de lixo, escolas e comércios. Como lógica de valorização do empreendimento e dos futuros projetos, realiza-se um processo de implantação de infraestrutura como arruamentos, praça, sistema de esgoto, coleta de lixo e um projeto paisagístico com a plantação de árvores e a construção de jardins. Esse processo se dá com participação do poder público local, que atua de forma desigual no espaço urbano no sentido de facilitar a reprodução capitalista valorizando determinadas áreas em detrimentos de outras.

Assim, com o espaço produzido, a infraestrutura realizada e entrega das unidades habitacionais ocorre, na sequência, um processo de desenvolvimento de comércios e serviços e um processo de adensamento e valorização imobiliária. Após entrega do primeiro empreendimento, a empresa faz o segundo lançamento com o preço do imóvel maior e depois

faz o terceiro lançamento, sempre na mesma lógica. Por meio dessa estratégia, amplifica os lucros obtidos com o empreendimento, considerando que a permuta com os proprietários fundiários (troca dos terrenos por um número preestabelecidos de unidades habitacionais) é realizada com base em valores anteriores ao atual.

O primeiro bairro em que se identifica essa estratégia é o Jockey Club, possuindo 4 empreendimentos já consolidados, 1 empreendimento lançado que está à venda e 1 terreno em estoque na rua do Beco, próximo ao bairro Penha. Entre o ano de 2010 e 2015, foram 1.760 unidades habitacionais construídas e outras 480 unidades do empreendimento Alameda dos Coqueiros - lançado em 2021 – ainda à venda. A principal via é a Avenida Presidente Kenedy, que conecta as avenidas 28 de Março e Av. Alberto Lamego, sendo que estas últimas ligam o centro da cidade à BR-356 em direção ao município de São João da Barra.

Outro bairro é o Parque Rodoviário, localizado na entrada Sul da cidade, com 3 empreendimentos já consolidados. Entre os anos de 2013 e 2014, foram 1.212 unidades habitacionais construídas. A principal via é a BR-101 sentido Rio-Vitória que se conecta à avenida Nilo Peçanha, por meio da qual se acessa o centro da cidade, além da rodoviária interestadual Shopping Estrada. Há apenas uma rua que dá acesso ao condomínio e, por ser vizinho a grandes áreas vazias, foram construídas cercas vivas que impedem a observação do entorno (Figura 8).

Figura 8 – Cartaz publicitário e fotografia mostrando o entorno da Reserva dos Cristais - Parque Rodoviário



Fonte: MRV (2023).

Outro bairro com mudanças socioespaciais é o Parque Barão do Rio Branco, na porção de Guarus, com 2 condomínios já consolidados, 1 terreno em estoque e 1 loteamento da Urbamais. Entre o ano de 2017 e 2018, foram 744 unidades habitacionais construídas pela

MRV&Co e 469 terrenos loteados pela Urbamais. A principal via é a Avenida José Carlos Pereira Pinto que liga à BR-101 ao Centro da Cidade. Nessa avenida, verifica-se a formação de uma centralidade com abertura do Banco Sicoob, farmácias, Shopping Plaza com supermercados e diversas lojas (Batista; Santos, 2018). Essa porção da cidade recebeu, além da MRV&Co, 2 empreendimentos de casas, sendo o Morar Feliz - casas populares da prefeitura - e o condomínio Terra Nova (construído pela RodoBens).

No que se refere à estrutura comercialização e aparência dos imóveis produzidos, temos o predomínio dos empreendimentos verticais, que se constituem em condomínios fechados por muros, com ruas internas, conceitos paisagísticos bem definidos, como arborização, jardins ou pequenas praças em seu entorno, espaços de uso privativo dos moradores como piscina, churrasqueiras, salão de festa, quadra de esportes, financiados e subsidiados pelo PMCMV/Casa Verde e Amarela (Figura 9).

Figura 9 – Fotografias mostrando a área interna dos condomínios da MRV&Co



Fonte: MRV Engenharia. Disponível em:

<http://www.mrv.com.br/imoveis/apartamentos/riodejaneiro/camposdosgoytacazes/parquerodoviario/reservadoscr istais-parqueambar>. Acessado em ago 2021.

Quanto aos estoques de terrenos, a MRV&Co possui 4 terrenos e a Urbamais 1 terreno sem previsão de lançamentos. A Urbamais, empresa do grupo com foco em loteamentos, possui 2 empreendimentos já consolidados e um terreno em estoque. Os empreendimentos são denominados como “Complexos”, o que demonstra uma lógica de valorização das áreas, pois a empresa adquire um conjunto de terrenos, geralmente três, inicia a construção de um empreendimento, remodela e produz uma nova espacialidade com o objetivo de valorizar os outros projetos que ainda não foram lançados.

A localização dos empreendimentos e a estratégia de marketing usada pela empresa apela para a acessibilidade ao centro da cidade e às centralidades de comércio e serviços, considerando a localização em avenidas e eixos de grande circulação. Os condomínios estão localizados na borda dos bairros, mas próximos das principais avenidas que os ligam ao centro da cidade e aos bairros próximos. Também estão próximos a comércios, escolas, hospitais e bancos. Embora se valorize a localização dos empreendimentos por meio de propagandas,

alguns deles não refletem o que é divulgado. São os casos, por exemplo, do Parque Cassis no bairro Varanda do Visconde, do Parque Rodoviário e dos condomínios Reservas das Ilhas (bairro Pecuária), que sofrem com alguns problemas como a falta de acesso a transporte público e comércios (açougue, farmácia, padaria). Não obstante, cabe frisar que, para os moradores que possuem veículos automotores próprios, os deslocamentos se tornam mais fáceis.

A produção do espaço ao redor de todo empreendimento se insere em duas lógicas: A primeira é a valorização do local, mesmo sendo nas extremidades da cidade, busca-se a valorização das unidades habitacionais com o fim de aumentar os lucros (a unidade mais barata é a partir de R\$ 133.000,00). A segunda é a proximidade em relação às grandes vias de circulação da cidade e a urbanização do entorno com obras paisagísticas. Todos os blocos têm quatro andares, cada andar tem oito apartamentos, com metragem que varia de 41,00m² a 53,04m² de 1 a 2 quartos com ou sem suíte, sendo que alguns apartamentos do térreo podem ter uma área privativa.

Os bairros construídos nos moldes de condomínio fechado na periferia têm a intenção de proporcionar aos moradores benefícios como segurança e lazer em relação dos moradores ao seu redor. Assim, por meio da propaganda, a MRV&Co destaca que, morando nesses condomínios, os proprietários terão subsídios do governo federal, financiamento facilitado, segurança, acesso privilegiado ao centro da cidade, escolas, bancos e hospitais, lazer e conforto dentro dos empreendimentos (Figuras 10 e 11), reforçando as práticas de segregação socioespacial e diferenciando os grupos que vivem nesses locais. Outro ponto importante é que os condomínios estão na zona de expansão da malha urbana da cidade de Campos dos Goytacazes.

Figura 10 - Encarte de divulgação do Parque Gaia e suas facilidades



Fonte: MRV&Co (2021).

Figura 11 - Encarte de divulgação do Jardim das Acácias e suas facilidades



Fonte: MRV&Co (2021).

O perfil de empreendimento, característico da MRV&Co, é copiado para os outros “bairros planejados” que foram lançados posteriormente. Esse modelo de condomínio com viés ligado ao ideário burguês de moradia privativa é amplamente absorvido pelos compradores. Na cidade de Campos dos Goytacazes, a MRV&Co tem como plataforma habitacional os empreendimentos verticais com unidades habitacionais, venda de terrenos, venda de casas e conjugação entre a venda do terreno e a construção de casas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados alcançados demonstram que, para a reprodução do sistema capitalista, a produção do espaço é condição fundamental. O processo de urbanização brasileira acelerado contribuiu para uma concentração de pessoas nos espaços urbanos, acarretando consequências socioespaciais marcantes na paisagem, especialmente no que tange à moradia. As ações do Estado, em termos de melhorias sociais, não foram contundentes, relegando a habitação para os mais pobres à autoconstrução ou ocupação de áreas precárias. Esse cenário corroborou para lançamento de programas habitacionais nos anos 2000, porém a ideologia que o déficit habitacional (Fundação João Pinheiro, 2018) poderia ser superado pela inclusão da habitação como mercadoria trouxe consequências para as famílias de baixa renda.

Nas últimas três décadas, a ascensão desse processo de financeirização da economia se disseminou por todas as atividades, principalmente na habitação, que é tratada como mercadoria, não importando sua dimensão social. Por isso, o que se vê é um processo de expansão imobiliária antes da implementação do PMCMV, porém, quando este foi lançado,

houve uma explosão de empreendimentos imobiliários. No bojo das políticas, incluindo o PMCMV, é preciso observar as redes de relações de poder, pois sem elas não é possível identificar o Estado, as empresas (construtoras, bancos, imobiliárias etc.) e os agentes fundiários. Nesse sentido é primordial reforçar as lutas sociais e buscar melhorias por meio do processo político.

A atuação do Estado está permeada por relações de poder e suas ações refletem essas relações. Assim, o modelo mercadológico da habitação pautado no acesso ao crédito contribui para expansão das empresas, produção de mais-valia e financeirização da economia. Entre as consequências, temos as ações das empresas no sentido de buscar terrenos baratos e distantes e produzir unidades habitacionais em massa com tamanhos reduzidos, além do endividamento da população. Há uma extração de riqueza e acumulação na esfera financeira, tendo o Estado como ator que proporciona a reprodução do capitalismo financeiro em detrimento das melhorias substanciais na habitação.

Entende-se que a produção da moradia sob a ótica da acumulação ampliada e das relações de poder entre os agentes produtores do espaço, com a construção de unidades habitacionais verticalizadas, padronizadas e de tamanhos reduzidos, situadas nas áreas periféricas e com pouca presença de equipamentos urbanos, reforça a desigualdade socioespacial. A expansão dos empreendimentos segue em direção a áreas periféricas onde o terreno é mais barato, assim, podemos compreender que os proprietários fundiários têm papel importante no que tange às áreas de expansão

Na cidade de Campos dos Goytacazes, nos primeiros anos deste século, a MRV&Co se tornou um importante agente na produção do espaço urbano, juntamente com os proprietários fundiários. Parte das aquisições de terrenos feitas por essa empresa está ligada a permutas ou pagamentos a prazo após a construção dos empreendimentos, situação na qual os proprietários fundiários assumem os riscos dos empreendimentos imobiliários. Trata-se de uma estratégia da MRV&Co de reduzir o comprometimento com capital fixo e, ao mesmo tempo, de compartilhar os riscos e contornar o grande poder exercido pelos proprietários fundiários na cidade.

A MRV&Co tem sua área de atuação limitada às relações sociais com os agentes fundiários, sendo assim, sua área de atuação fica limitada às franjas periféricas da cidade. Por isso, as localizações dos terrenos são próximas aos vazios urbanos. Os produtos imobiliários ofertados em Campos dos Goytacazes são os chamados “Parques”, construções padronizadas feitas para pessoas de baixa renda, com rendimento entre 2 e 6 salários mínimos, indo ao encontro da necessidade de áreas mais baratas e permutadas. A opção pela implantação dos

empreendimentos nas proximidades dos eixos de circulação mostra, ao mesmo tempo, a seletividade espacial e também a estratégia de valorização dos imóveis com o apelo à acessibilidade.

Por fim, é essencial a realização de pesquisas que procurem compreender as intencionalidades por trás das políticas públicas que são implementadas por atores econômicos, tendo o Estado como uma unidade, mesmo que contraditória. Ao falar em unidade entre capital produtivo, capital financeiro e Estado, pretende-se aqui expressar que essa unidade é paradoxal, visto que tem por finalidade a reprodução capitalista tendo a população como consumidora de produtos imobiliários.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, Daniela das Neves; RESCHILIAN, Paulo Romano. Financeirização da moradia e segregação socioespacial: Minha Casa, Minha Vida em São José dos Campos, Taubaté e Jacareí/SP. **Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, Curitiba, v. 10, n. 3, p. 473-484, Set/dez. 2018.

BARRAL NETO, Jaime; SILVA NETO, Romeu. Reestruturação produtiva e interiorização econômica: uma nova dinâmica para a Região Norte Fluminense. *In*. ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 15, 2206. **Anais [...]**. Caxambu: ABEP, 2006.

BATISTA, Henrique Ferreira; SANTOS, Leandro Bruno. Campos dos Goytacazes: de uma cidade mononucleada à muito(poli)centralidade. **Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium**, Ituiutaba, v. 9, n. 2, p. 04-24, Jul/Dez. 2018.

BONDUKI, Nabil. Política habitacional e inclusão social no Brasil: revisão histórica e novas perspectivas no governo Lula. **Revista Eletrônica de Arquitetura e Urbanismo**, São Paulo, n.1, p. 70–104, Jan/Dez. 2008.

BRASIL, Ministério da Economia. **Relatório mensal da dívida pública federal**. Brasília, 2020.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Secretaria Nacional de Habitação**. Avanços e Desafios: Política Nacional de Habitação. Brasília, 2010.

BRITO, Fausto. **A dinâmica do processo de urbanização no Brasil, 1940-2010**. Belo Horizonte: UFMG/CEDEPLAR, 2012.

CARLOS, Ana Fani. A reprodução da cidade como "negócio". *In*. FANI, Ana.; CARRERAS, C. (org.). **Urbanização e mundialização: estudos sobre a metrópole**. 1. ed. São Paulo: Contexto, 2005.

CARLOS, Ana Fani. **O espaço urbano: novos escritos sobre a cidade**. 1. ed. São Paulo: FFLCH, 2007.

CLAUDIO, Glaucia de Oliveira; SANTOS, Leandro Bruno. Os espaços da exclusão social na cidade de Campos dos Goytacazes - RJ. **Revista Cerrados (UNIMONTES)**, [S. l.], v. 17, p. 66-95, 2019.

CORRÊA, Bruna Ribeiro; BARROS, Samarane Fonseca de Souza. Trajetórias econômicas e espaciais do grupo MRV: reescalonamento e produção do espaço. **Sociedade e Território**, Natal, v. 33, n. 3, p. 7–25, Set/Dez. de 2021.

CORRÊA, Roberto Lobato. **Região e organização espacial**. 7. ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

DELGADILLO, Víctor. Financiarización de la vivienda y de la (re)producción del espacio urbano. **Revista INVI**, Cidade do México, v. 36, n. 103, p. 1-18, mai/ago. 2021.

FATORELLI, Maria Lúcia. **Os números da dívida**. Auditoria cidadã da dívida, 2018.

FIX, Mariana. Como o governo Lula pretende resolver o problema da habitação. Alguns comentários sobre o pacote habitacional Minha Casa, Minha Vida. In: **Correio da Cidadania**, 2009. Disponível em: http://www.correiodacidade.com.br/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=66&Itemid=171. Acesso em: 30 jan. 2021.

FREITAS, Kêila Pirovani da Silva. **Produção e apropriação do espaço urbano de Campos dos Goytacazes – RJ**: da residência unifamiliar aos edifícios de apartamentos. 2011. Dissertação (Mestrado Geografia) – Centro de Ciências do Homem, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 2011.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO - FJP. **Déficit Habitacional no Brasil 2015**. Diretoria de Estatística e informações. Belo Horizonte: FJP, 2018.

GOMES FILHO, Helio. **Divisão internacional do trabalho e direito à cidade (de porte médio) no Norte Fluminense**: legado e maldição de Prometeu. 2017. Tese (Doutorado em Políticas Públicas e Formação Humana), Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

GOMES, Marcos Antônio Silvestre. A produção e a valorização desigual do espaço urbano em Campos dos Goytacazes-RJ: uma análise das ações do estado e dos promotores/incorporadores imobiliários. **Geografares**, Vitória, n. 19, p. 28-41, Jan/Jun, 2015.

HARVEY, David. **Os limites do Capital**. 1. ed. São Paulo: Boitempo, 2013.

MARICATO, Erminia. (org.). Balanço de 30 Meses de Governo. Ministério das Cidades, Governo Federal. Brasília. 2005.

MRV. **Comunicado ao mercado**. BM&FBovespa, 2015.

MRV. **Prospecto Definitivo da distribuição pública da série 2010 – 188 da 1º emissão de certificados de recebíveis imobiliários**. VERT Companhia Seguradora, 1º série, da 7º, 2019.

MRV. **Prospecto Definitivo da Oferta Pública de Distribuição Primária e Secundária de Ações Ordinárias de Emissão da MRV Engenharia**. MRVE3 Novo Mercado, 2007.

MRV. **Prospecto Definitivo de Distribuição Pública da Série 2010 - 188ª da 1ª Emissão de Certificados de Recebíveis Imobiliários**. Brazilian Securities Companhia de Securitização, 2011.

PAULANI, Leda Maria. A crise do regime de acumulação com dominância da valorização financeira e a situação do Brasil. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 66, n. 23, p. 25-39, Mai/Ago. 2009.

PESSANHA, Roberto Moraes. **A “indústria” dos fundos: Potência, estratégias e mobilidade no capitalismo contemporâneo**. 1. ed. Rio de Janeiro. Consequência, 2019.

RIZEK, Cibele Saliba; AMORE, Caio Santo; CAMARGO, Camila Moreno. Política habitacional e políticas sociais: urgências, direitos e negócios. In. CARLOS, A. F. A.; VOLOCHKO, D.; ALVAREZ, I. P. (org.). **A cidade como negócio**. 1. ed. São Paulo: Contexto, 2015. p. 165-184.

ROLNIK, Raquel. **O que é cidade**. 3. ed. São Paulo: Editora Brasilense, 2004.

RUFINO, Maria Beatriz Cruz. A financeirização do imobiliário e transformações na produção do espaço. In. FERREIRA, Alvaro; MATTOS, R. C.; RUA, J. (org.). **O espaço e a metropolização**. 1. ed. Rio de Janeiro: Consequência, 2007. p. 213-239.

SANFELICI, Daniel. Financeirização e a produção do espaço urbano no Brasil: uma contribuição ao debate. **EURE**, Santiago, v. 39, n. 118, p. 27-46, set. 2013.

SANTOS, Milton. **A natureza do espaço**. São Paulo: Hucitec, 1996.

SOUZA, Anderson Aparecido De; SANTOS, Leandro Bruno. O Programa Minha Casa Minha Vida em Suzano-SP: aspectos socioespaciais e segregação. **Revista Cerrados (UNIMONTES)**, [S. l.], v. 18, p. 447-473, 2020.

SPOSITO, Eliseu Savério. **Produção e apropriação da renda fundiária urbana em Presidente Prudente**. 1990. Tese de doutorado (Geografia Humana) – Faculdade de Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1990.

ZACCHI, Raquel. **O papel dos proprietários fundiários e do Estado no processo de conversão de terras rurais em urbanas e na produção de loteamentos fechados: Campos dos Goytacazes/RJ (1980-2011)**. 2012. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 2012.

GEODIVERSIDADE E ATIVIDADES SOCIOECONÔMICAS NO PIAÚÍ

Jaelson Silva **LOPES**

Doutorando pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia

Universidade Federal de Santa Maria

E-mail: jaelsongeoufpi@outlook.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3084-3984>

Alda Cristina de Ananias **ARAÚJO**

Doutoranda pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

E-mail: aldacristinaananias@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2170-8038>

Cláudia Maria Sabóia de **AQUINO**

Professora Adjunta do Departamento de Geografia

Universidade Federal do Piauí

E-mail: cm.saboia@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3350-7452>

Recebido

Junho de 2024

Aceito

Agosto de 2025

Publicado

Dezembro de 2025

Resumo: Esta pesquisa teve por objetivo analisar a relação entre a geodiversidade e as atividades econômicas nos municípios piauienses de Lagoa do Piauí, Monsenhor Gil, Amarante, Floriano, Guadalupe, Alvorada do Gurguéia e Bom Jesus. O percurso metodológico do presente trabalho seguiu as seguintes etapas: a) pesquisa bibliográfica; b) realização de trabalhos de campo; c) compilação e análise dos dados; d) síntese dos dados coletados e elaboração de mapas através do software QGIS 13.28.13. Assim, foi possível verificar a rica geodiversidade nos municípios, e que o conhecimento, o estudo e o investimento nos aspectos físicos naturais desses locais se faz pertinente, haja vista que por meio desses saberes podem ser feitos diversos usos com via econômica, a destacar, por exemplo, o geoturismo. A partir deste estudo, é possível ressaltar a importância de um levantamento e inventário mais detalhado sobre os aspectos físicos naturais desses locais, a fim de orientar investimentos adequados que possam contribuir para o crescimento econômico local dos municípios, considerando a geodiversidade com suas potencialidades e limitações impostas. A partir da geodiversidade caracterizada neste estudo, constatou-se o potencial destes municípios para o geoturismo. Destaca-se a relevância de estudos de levantamento do geopatrimônio destes municípios para

fins conservacionistas e geoturísticos, contudo, faz-se necessário investimento em pesquisa, e ainda, em capacitação da população local visando a promoção do potencial econômico, científico, estético e cultural desses locais.

Palavras-chave: Geodiversidade; Geoturismo; atividades socioeconômica; Piauí.

GEODIVERSITY AND SOCIOECONOMIC ACTIVITIES IN PIAUÍ

Abstract: This research aimed to analyze the relationship between geodiversity and economic activities in the municipalities of Lagoa do Piauí, Monsenhor Gil, Amarante, Floriano, Guadalupe, Alvorada do Gurguéia, and Bom Jesus, all located in the state of Piauí, Brazil. The methodological approach of this study followed these steps: a) bibliographic research; b) fieldwork; c) data compilation and analysis; and d) synthesis of the collected data and map production using QGIS software (version 13.28.13). The results revealed the rich geodiversity present in these municipalities, indicating the relevance of studying, understanding, and investing in their natural physical aspects. Such knowledge enables various forms of economically oriented use, particularly geotourism. This study highlights the importance of conducting a more detailed survey and inventory of the natural physical features of these areas to guide appropriate investments that may contribute to the local economic development of these municipalities. These actions should take into account the potential and limitations posed by the geodiversity. Based on the geodiversity characterized in this research, the potential of these municipalities for geotourism was confirmed. The study underscores the relevance of identifying and assessing the geoheritage of these municipalities for both conservation and geotourism purposes. However, achieving this goal requires investment not only in research but also in the training of local populations to promote the economic, scientific, aesthetic, and cultural value of these areas.

Keywords: Geodiversity; Geotourism; socio-economic activities; Piauí.

GEODIVERSIDAD Y ACTIVIDADES SOCIOECONÓMICAS EN EL ESTADO DE PIAUÍ

Resumen: Esta investigación tuvo como objetivo analizar la relación entre la geodiversidad y las actividades económicas en los municipios piauienses de Lagoa do Piauí, Monsenhor Gil, Amarante, Floriano, Guadalupe, Alvorada do Gurguéia y Bom Jesus. El enfoque metodológico del presente trabajo siguió las siguientes etapas: a) investigación bibliográfica; b) realización de trabajo de campo; c) recopilación y análisis de datos; y d) síntesis de los datos recolectados y elaboración de mapas mediante el software QGIS (versión 13.28.13). Los resultados permitieron constatar la rica geodiversidad presente en estos municipios, lo que indica la pertinencia del estudio, conocimiento e inversión en los aspectos físicos naturales de estas localidades. Dichos conocimientos permiten diversos usos con fines económicos, destacándose, por ejemplo, el geoturismo. A partir de este estudio, se resalta la importancia de realizar un levantamiento e inventario más detallado de los aspectos físicos naturales de estas regiones, con el fin de orientar inversiones adecuadas que puedan contribuir al desarrollo económico local, considerando tanto el potencial como las limitaciones impuestas por la geodiversidad. Con base en la geodiversidad caracterizada en esta investigación, se constató el potencial de estos municipios para el geoturismo. Se destaca la relevancia de estudios sobre el geopatrimonio de estos territorios con fines conservacionistas y geoturísticos. No obstante, se hace necesaria la inversión en investigación, así como en la capacitación de la población local, con el objetivo de promover el valor económico, científico, estético y cultural de estas áreas.

Palabras clave: Geodiversidad; Geoturismo; actividades socioeconómicas; Piauí.

INTRODUÇÃO

No sistema terrestre, o equilíbrio depende da interação entre fatores bióticos, que incluem os seres vivos, e fatores abióticos, ou geodiversidade, que englobam os elementos físicos como clima, solo, relevo, hidrografia e geologia. Juntos, esses fatores formam os ecossistemas. A geodiversidade possui valores culturais, estéticos, funcionais, científicos e educativos (Gray, 2004).

Partindo desse pressuposto, considera-se a geodiversidade um dos condicionantes para o desenvolvimento de um local, dado os diversos subvalores que a ela são atribuídos, como o geoturismo, que é uma modalidade de turismo que se concentra nas paisagens, geologia e geomorfologia de uma determinada região. O objetivo é explorar e valorizar os recursos naturais de uma área, ao mesmo tempo em que se promove a conservação ambiental e o desenvolvimento sustentável (Brilha, 2005).

Moura Fé *et al.* (2022) introduzem o conceito de geocultura para analisar como a geodiversidade influencia manifestações culturais, tanto materiais quanto imateriais. Essa ideia se relaciona com a geoconservação, que promove a gestão sustentável do patrimônio abiótico (Brilha, 2005; Sell; Borba, 2018), e com a geoducção, que visa valorizar e difundir os conhecimentos sobre geodiversidade por meio da educação formal e informal (Moura-Fé; Nascimento; Soares, 2017).

Brilha (2005) aponta que a geodiversidade foi essencial ao desenvolvimento humano como, por exemplo, oferecendo abrigo, alimento, clima e materiais essenciais, e continua presente na sociedade, embora muitas vezes de forma despercebida. No Piauí, ela influencia diretamente as atividades socioeconômicas, como o agronegócio no Sul, impulsionado pelos cerrados férteis, e a mineração e o turismo em outras regiões. O uso desses recursos varia conforme aspectos físicos, culturais, tecnológicos e de infraestrutura.

Discutir a geodiversidade envolve aspectos ambientais, sociais, econômicos e científicos, além de revelar desigualdades territoriais e as escolhas políticas que determinam quem acessa ou é excluído dos recursos naturais. No Piauí, essa reflexão é importante diante do contraste entre áreas impactadas por grandes empreendimentos e outras que mantêm usos sustentáveis. Valorizar a geodiversidade pode ser essencial para um desenvolvimento mais justo, que respeite os limites naturais e os saberes locais.

Sob essa perspectiva, surge a seguinte questão: Como a geodiversidade pode influenciar as dinâmicas socioeconômicas nos municípios de Lagoa do Piauí, Monsenhor Gil, Amarante, Floriano, Guadalupe, Alvorada do Gurguéia e Bom Jesus? Diante disso, esta pesquisa visou analisar a relação entre a geodiversidade e as atividades socioeconômicas nos municípios de Lagoa do Piauí, Monsenhor Gil, Amarante, Floriano, Guadalupe, Alvorada do Gurguéia e Bom Jesus.

A seleção dos municípios de Lagoa do Piauí, Monsenhor Gil, Amarante, Floriano, Guadalupe, Alvorada do Gurguéia e Bom Jesus para a atividade de campo se justifica pela variedade de contextos naturais e socioeconômicos que eles representam dentro do território piauiense. Cada um desses lugares reúne particularidades em termos de relevo, solo, disponibilidade de água e formações geológicas que influenciam diretamente as formas de ocupação e uso da terra, bem como as principais atividades econômicas desenvolvidas.

Esses municípios também estão localizados em diferentes partes do estado, atravessando zonas de transição entre biomas e regiões com vocações produtivas distintas. Isso permite identificar como a geodiversidade se relaciona de maneira específica com atividades como o agronegócio em Bom Jesus, a agricultura de base familiar em Monsenhor Gil e Lagoa do Piauí, a mineração em Guadalupe e o turismo ligado às paisagens naturais em Amarante.

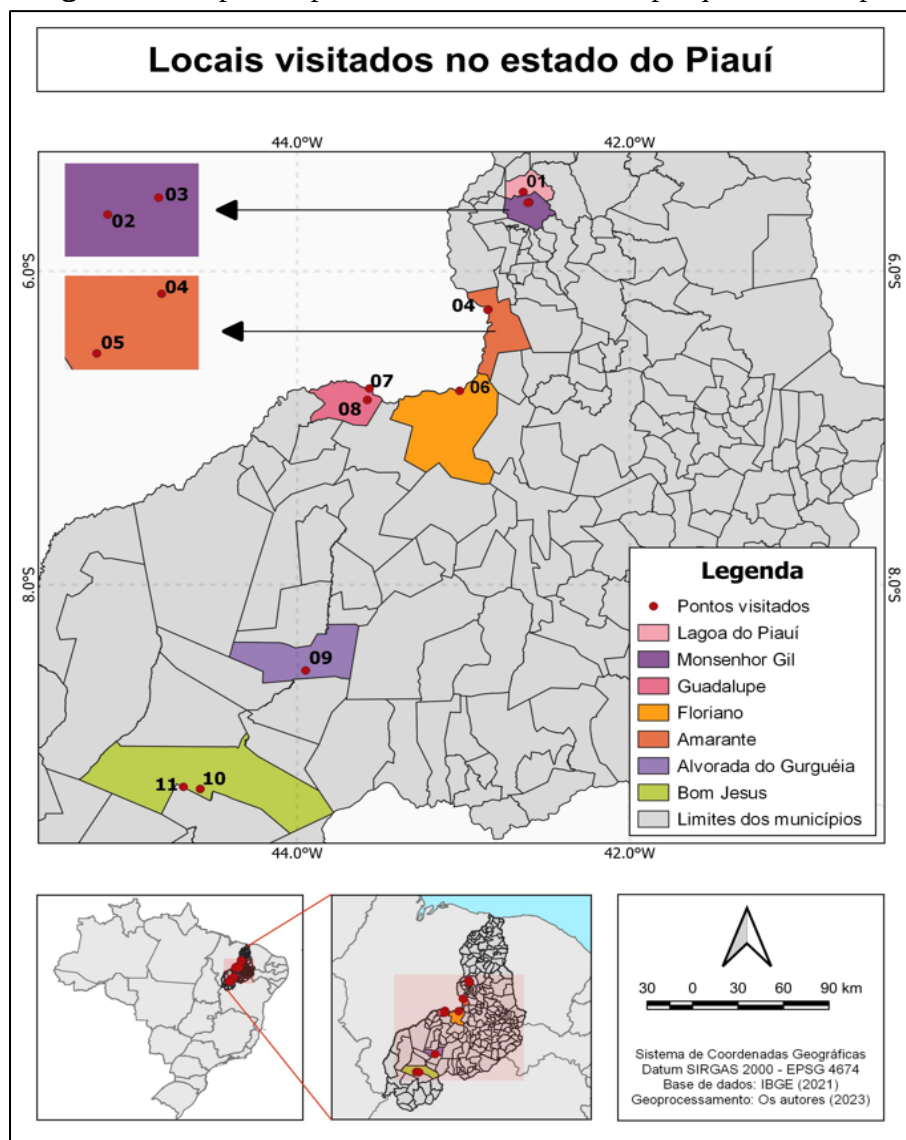
Dessa forma, propõe-se com o trabalho contribuir com a produção científica no que concerne à vinculação da geodiversidade às atividades socioeconômicas dos municípios pesquisados, bem como, preencher a lacuna da carência de estudos que buscam discutir a geodiversidade da região, associando-as às atividades neles desenvolvidos. Além disso, os resultados podem servir como referência para estudiosos da área de geografia, para identificar como a geodiversidade de um local pode estar ligada direta ou indiretamente com o desenvolvimento socioeconômico de uma localidade.

METODOLOGIA

O percurso metodológico do presente trabalho seguiu as seguintes etapas: a) pesquisa bibliográfica; b) realização de trabalhos de campo; c) compilação e análise dos dados; d) síntese dos dados coletados e elaboração de mapas e figuras. O trabalho de campo foi realizado entre os dias 09 a 12 de fevereiro de 2023, nos municípios de Lagoa do Piauí, Monsenhor Gil, Amarante, Floriano, Guadalupe, Alvorada do Gurguéia e Bom Jesus do Piauí, localizados no estado do Piauí, especificamente, na mesorregião Centro-Norte e Sudoeste piauiense. O campo

se deu em virtude de planejamento prévio para saída de campo na disciplina de Tópicos Especiais em Estudos Geoambientais I, vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Piauí. O mapa da Figura 1 apresenta os pontos visitados.

Figura 1 - Mapa dos pontos visitados durante a pesquisa de campo



Fonte: IBGE (2019). Elaborado pelos autores (2023).

O critério para as visitas de reconhecimento baseou-se na observação direta da geodiversidade local, visando identificar suas potencialidades e limitações. Foram escolhidos locais com diversidade geológica e geomorfológica para entender como essas características influenciam o uso do solo e as dinâmicas socioeconômicas. Durante o trabalho de campo, registraram-se dados litológicos, geológicos, geomorfológicos, vegetacionais, hidrográficos e climáticos, relacionando-os com o desenvolvimento econômico e social dos municípios.

A pesquisa adotou abordagem qualitativa, que busca explicar os motivos das situações, focando na compreensão das relações sociais (Gerhardt e Silveira, 2009). Utilizou-se pesquisa bibliográfica, com dissertações, teses e artigos científicos de repositórios acadêmicos e periódicos nacionais e internacionais. A revisão de literatura fundamentou a análise da geodiversidade nos municípios visitados no Piauí.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção será feita uma análise das características socioeconômicas dos municípios visitados, a saber, Lagoa do Piauí, Monsenhor Gil, Amarante, Floriano, Guadalupe, Alvorada do Gurguéia e Bom Jesus. Buscando compreender como essas dimensões se articulam com a geodiversidade local. Ao explorar aspectos como atividades econômicas predominantes, estrutura social e modos de uso do território, essa aproximação pode auxiliar para identificar as potencialidades e limitações que marcam o desenvolvimento desses municípios, revelando também as desigualdades territoriais presentes no estado do Piauí.

A Tabela 1 traz dados sobre a caracterização socioeconômica de cada município, tendo como base a área em quilômetros quadrados, quantidade de habitantes, densidade demográfica, IDH e PIB per capita.

Tabela 1 - Áreas, habitantes, densidade demográfica, IDH e PIB dos municípios da área de estudo

Municípios	Área (km ²)	Habitantes (estimativa)	Densidade demográfica (hab/km ²)	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal	PIB per capita
Lagoa do Piauí	427,841	4.086	9,05	0, 583	16.362,94
Monsenhor Gil	567,860	10.563	18,17	0,615	10.232,84
Amarante	1.152,127	17.609	14,83	0,598	10.342,94
Floriano	3.407,979	60.111	16,92	0,700	21.866,04
Guadalupe	1.026,538	10.496	10,03	0,650	52.659,38
Alvorada do Gurguéia	2.131,506	5.469	2,37	0,578	13.717,34
Bom Jesus	5.471,024	25.584	4,14	0,668	44.512,93

Fonte: Adaptado de IBGE (2020).

Os municípios visitados apresentam variações significativas em área, população e indicadores socioeconômicos. Floriano, o quinto mais populoso do Piauí, destaca-se pelo maior IDH e segundo maior PIB entre eles. Monsenhor Gil ocupa a sexta posição no PIB e quinta no IDH, enquanto Alvorada do Gurguéia apresenta o pior IDH e um dos menores PIBs entre os municípios analisados (IBGE, 2020).

A partir do levantamento teórico de dados levantados pelo IBGE (2020) e de artigos que tratam da Geodiversidade e suas relações com as atividades socioeconômicas (Giudice, 2010; Jorge; Guerra, 2016; Silva; Nascimento, 2019; Santos *et al.*, 2022; Carneiro, 2022), e a partir da investigação aplicada sobre a geodiversidade dos municípios visitados no Piauí, tendo como referência o campo, foram destacadas informações sobre as potencialidades socioeconômicas e sua relação com os elementos da geodiversidade presentes nos locais visitados. O Quadro 1 apresenta os elementos da geodiversidade e as atividades socioeconômicas locais.

A geodiversidade local, com rochas cristalinas, relevo plano e vegetação típica do Cerrado e da Mata dos Cocais, sustenta atividades como mineração, cerâmica, carvoaria e extrativismo vegetal. A presença de lençóis freáticos e córregos entre os rios Poti e Parnaíba favorece a pecuária extensiva, enquanto os morros residuais e o clima tropical continental influenciam práticas como o turismo religioso e a organização produtiva local.

Quadro 1 - Elementos da Geodiversidade e as atividades socioeconômicas dos locais visitados no município de Lagoa do Piauí

Município	local visitado	elementos da geodiversidade	Atividades socioeconômicas desenvolvidas no município
Lagoa do Piauí	Gruta da Betânia	Litologia: Rochas cristalinas com predominância de diabásio (rocha britada);	Pedreiras; Mineração, Cerâmico e de Materiais para Construção Civil; Turismo religioso; Pecuária extensiva; Carvoaria tendo como base o babaçu.
		Geologia: Formação Pedra de Fogo;	
		Hidrografia: Interflúvio entre o rio Poti e Parnaíba; rico em lençóis freáticos e córregos;	
		Vegetação: Cerrado e Mata dos Cocais; com destaque para os babaçus, buritis, carnaúba e tucum;	
		Predomina relevo plano com morros residuais;	
		Clima: Tropical continental (1313 mm de chuvas ao ano).	

Fonte: Os autores (2023).

Diante das informações coletadas, foi possível observar a carência de estudos e bibliografias no que tangem à geodiversidade do local associado às atividades socioeconômicas. A Figura 2 apresenta o local visitado no município de Lagoa do Piauí, em destaque, a Gruta da Betânia, ponto turístico da região bastante visitado quando se cogita realizar o turismo religioso.

Figura 2 – Fotografias da Gruta da Betânia (Lagoa do Piauí)



Fonte: Os autores (2023).

Se faz pertinente análises mais aprofundadas quanto às potencialidades, deficiências e usos dos aspectos físicos naturais desse local como via para o crescimento econômico. Dentre os valores mais relevantes da geodiversidade identificados no local destaca-se o valor cultural, histórico, religioso, turístico, já que atrai diversos visitantes que buscam conhecer a história sacro religiosa do local.

O segundo município visitado foi Monsenhor Gil, localizado na microrregião de Teresina, com área de 557 km² e formato irregular. Faz fronteira com diversos municípios, incluindo Lagoa do Piauí, Teresina e Beditinos. O Quadro 2 apresenta os elementos da geodiversidade e as atividades socioeconômicas observadas nos pontos visitados.

Quadro 2 - Geodiversidade e as atividades socioeconômicas dos pontos visitados no município de Monsenhor Gil

Município	Local visitado	Elementos da geodiversidade	Atividades socioeconômicas desenvolvidas no município
Monsenhor Gil	Riacho Riachão do Natal	Litologia: Granito, arenito, diabásio (rocha britada);	Pedreiras;
		Geomorfologia: Relevo plano a suavemente ondulado e com chapadas baixas; elevações (serras, morros e colinas),	Mineração Cerâmico e de Materiais para Construção Civil.
		Vegetação: palmáceas e babaçu;	Agropecuária (arroz, milho, feijão, mandioca, criação de ovino, caprinos e bovinos).
	Morro do Cruzeiro	Hidrografia: rico em águas subterrâneas e superficial; Solo: alteração de arenitos, siltitos, calcário, folhelhos e silexito. São solos rasos pouco desenvolvidos. Clima: Tropical Continental (1113 mm de chuvas).	Turismo (precário);
		Predomina relevo plano com morros residuais;	Hidrografia (pouco aproveitada);

Fonte: Os autores (2023).

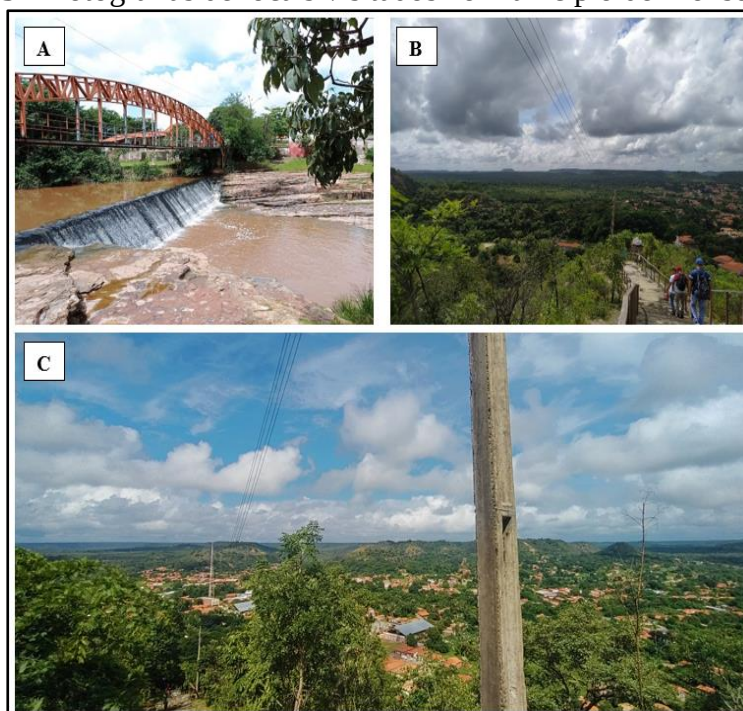
A presença de rochas como granito, arenito e diabásio, favorece a atuação de pedreiras e a extração de materiais para a construção civil e a indústria cerâmica. O relevo plano a suavemente ondulado, com áreas de chapadas e morros residuais, permite práticas agropecuárias, ainda que limitadas pelos solos rasos e pouco desenvolvidos. A vegetação, marcada por palmáceas como o babaçu, sustenta o extrativismo vegetal, enquanto a hidrografia rica, porém pouco explorada, revela um potencial subutilizado para irrigação e abastecimento. O clima tropical continental, com chuvas moderadas, condiciona a sazonalidade das lavouras e da criação animal. Mesmo com paisagens que poderiam ser atrativas, o turismo ainda é incipiente, refletindo a ausência de infraestrutura e investimentos. Assim, os elementos naturais orientam, mas também limitam, as formas de uso socioeconômico do território.

As informações apresentadas no quadro ressaltam que Monsenhor Gil possui grande potencial no setor agropecuário, evidenciado pela expressiva participação da população nas atividades rurais. A criação de suínos, ovinos, caprinos e aves desempenha um papel relevante na economia local, assegurando o sustento de diversas famílias e reforçando a variedade da produção no município (Piauí, 2024). Com base em Santos *et al.* (2022) e IBGE (2020), observa-se que, embora Monsenhor Gil possua potencial natural para a mineração,

construção civil e agropecuária, há carência de investimentos em geoturismo e no uso da hidrografia. O Balneário, por exemplo, poderia ser melhor explorado turisticamente e conservado, evitando problemas como o descarte irregular de lixo.

A Figura 3 evidencia os locais visitados no município de Monsenhor Gil, em destaque o Morro do Cruzeiro (Figura 3C), sendo um ponto de peregrinação, que atrai muitos turistas. Esse ponto, localiza-se em uma área elevada, acessada por uma escadaria extensa (Figura 3 B), onde no alto é possível vislumbrar toda a paisagem da cidade.

Figura 3 – Fotografias de locais visitados no município de Monsenhor Gil



A) Balneário Natal; B) Escadarias do Morro do Cruzeiro; e, C) Vista panorâmica do Morro do Cruzeiro.

Fonte: Os autores (2023).

Durante o trajeto realizado em campo no Morro do Cruzeiro, observou-se a precarização desse ponto turístico, marcada pela ausência de sinalização no início da trilha e pela falta de informações sobre o que pode ser encontrado no topo, incluindo dados históricos do local. A inexistência de elementos básicos de orientação compromete a experiência dos visitantes. Nesse sentido, destaca-se a importância de investir em sinalização turística, com placas indicativas, mapas e informações sobre a cidade, além da criação de centros de atendimento ao turista, que ofereçam dados sobre atrações, horários e eventos. Tais medidas devem considerar as necessidades específicas da cidade e do perfil dos visitantes,

No topo do Morro do Cruzeiro há uma capela dedicada à Nossa Senhora das Graças, uma cruz, esculturas da Via Sacra e uma vista panorâmica da cidade e das colinas ao redor,

atraindo turistas em busca de natureza e aventura. O local destaca-se pelo turismo religioso e cultural, especialmente durante a Semana Santa, evidenciando o valor econômico da geodiversidade local como potencial para o geoturismo.

O Morro do Cruzeiro, com suas trilhas, mirantes e cachoeiras, possui grande potencial para o geoturismo, que valoriza paisagens geológicas por meio de atividades como caminhadas e observação. Além disso, o turismo religioso, como manifestação cultural em Monsenhor Gil, pode gerar emprego, renda e incentivar a preservação do patrimônio e a revitalização de locais históricos, fortalecendo a economia local.

Outro local de significativo valor e potencial do município é o balneário Natal, localizado próximo a BR 316 e destinado ao lazer. Por se tratar de um local público, lugar conta com infraestrutura instituída pelos órgãos municipais e estadual. No entanto, apesar do seu potencial para impulsionar a economia local, verifica-se a presença de canais de esgoto ao ar livre contaminando as águas, somado a deposição de lixo em toda a sua extensão, configurando a necessidade de proteção e envolvimento da população em vista ao alto potencial econômico que o local apresenta (Santos *et al.*, 2022).

Diante do potencial identificado, Santos et al. (2022) recomendam que os gestores públicos invistam em infraestrutura de qualidade para impulsionar o geoturismo, promovendo geração de renda e melhoria da qualidade de vida. Entre as ações sugeridas, destaca-se a identificação e promoção dos recursos naturais e geológicos com potencial turístico. É importante realizar estudos de impacto ambiental para minimizar efeitos negativos do geoturismo, além de investir em infraestrutura adequada e capacitação de profissionais. Parcerias com empresas e empreendedores locais também podem fortalecer o turismo e a economia da região.

O Quadro 3 apresenta o elemento da geodiversidade e atividades socioeconômicas dos pontos visitados no município de Amarante.

Um dos atrativos turísticos visitados em Amarante, foi o mirante (Figura 5 A). O local oferece vista panorâmica da cidade, destacando o relevo de chapadas. Segundo Rocha e Ribeiro (2018), essas chapadas são áreas de recarga de aquíferos e nascentes de rios, exigindo controle rigoroso das atividades agrícolas, como a expansão da soja no cerrado piauiense.

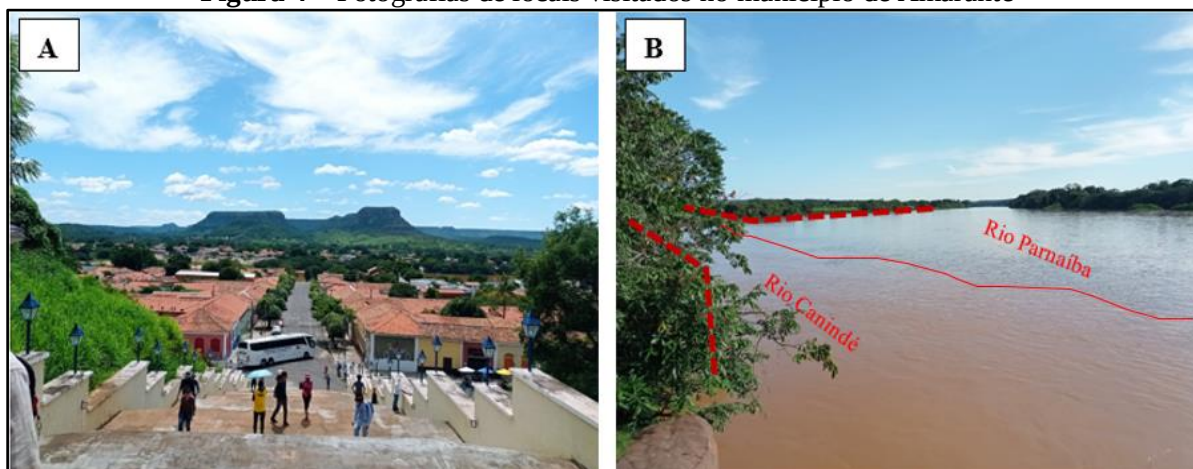
Quadro 3 - Geodiversidade e as atividades econômicas dos locais visitados no município de Amarante, Piauí

Município	Local visitado	Elemento da geodiversidade	Atividades socioeconômicas desenvolvidas nos municípios
Amarante	Mirante	Geomorfologia: Superfícies Aplainadas (platôs e chapadas) da Bacia do Rio Parnaíba com morros residuais; relevo suave ondulado.	Turismo histórico; Atividades agrícolas com destaque para a castanha do caju, manga e mandioca; Rio Canindé é utilizável para a construção civil, turismo, desenvolvimento da agricultura familiar; Condições aquíferas
		Geologia: áreas de tectonismo/falhas/soerguimento; ocorrência de extrusão/vulcanismo em alguns setores.	
	Rio Canindé e Rio Parnaíba	Vegetação da Caatinga;	
		Clima tropical continental úmido (1153 mm de chuvas ao ano).	
		Litologia e solos: rochas básicas que variam dependendo das condições climáticas, favorecendo ocorrência de solos argilosos, férteis, ricos em nutrientes	

Fonte: Os autores (2023).

De acordo com Pfaltzgraff, Torres e Brandão (2010), a litologia de Amarante apresenta rochas básicas que variam dependendo das condições climáticas, podendo haver solos argilosos, férteis, ricos em nutrientes para as plantas, (Ca, Mg e Fe), principalmente quando associados às planícies fluviais (Figura 4B). Esses solos propiciam o cultivo de caju e mandioca. O relevo com superfícies aplainadas também propicia o cultivo de alimentos agrícolas.

Figura 4 – Fotografias de locais visitados no município de Amarante



A) Em primeiro plano, encontra-se o mirante e em segundo plano as chapadas e morros residuais; B) Encontro dos rios Canindé e Parnaíba.

Fonte: Os autores (2023).

Segundo o IBGE (2015), Amarante possui o solo Luvisolo, caracterizado por uma camada superficial de húmus e uma camada mineral argilosa. Esse solo retém bem água e nutrientes, sendo ideal para o cultivo de diversas plantas, comum nas regiões Centro-Oeste e Nordeste do Brasil. Rocha e Ribeiro (2018) ressaltam a importância do calcário na fertilidade do solo de Amarante. Essas rochas, formadas por calcita e dolomita, liberam nutrientes como cálcio e magnésio no solo por meio da meteorização química, processo causado pela ação da água, oxigênio e dióxido de carbono.

Rocha e Ribeiro (2018) completam que as rochas calcárias apresentam cavidades resultantes do processo de dissolução. Isso ocorre quando a água se infiltra nas fissuras e fraturas das rochas calcárias, ela dissolve o calcário, formando cavidades que podem se expandir com o tempo. Essas cavidades podem se encher de água, formando aquíferos cársticos, que são importantes fontes de água subterrânea em muitas regiões do mundo.

Com base no Quadro 3, Amarante apresenta potencial para o desenvolvimento do turismo e da economia local, destacando-se pela geodiversidade, com formações rochosas como a Serra da Rajada e o Morro do Chapéu, que favorecem o geoturismo. O turismo religioso é forte, especialmente em torno da Igreja Matriz de São Gonçalo, enquanto o turismo cultural é marcado pela Festa do Divino Espírito Santo. Além disso, a agricultura regional, com produção de frutas como caju, manga e mandioca, pode impulsionar o turismo rural.

O geoturismo é uma opção para Amarante, que conta com áreas de preservação ambiental e serras ideais para ecoturismo, com trilhas e atividades ao ar livre. O artesanato, especialmente rendas e bordados, é uma atividade socioeconômica importante e pode ser valorizado como produto turístico. Ressalta-se que a sustentabilidade deve guiar todas as iniciativas, equilibrando desenvolvimento econômico, conservação ambiental e valorização cultural. O Quadro 4 apresenta os elementos da geodiversidade e atividades socioeconômicas dos pontos visitados no município de Floriano.

Os aspectos físicos naturais desse território influenciam diretamente as atividades socioeconômicas desenvolvidas. A presença de granito, diabásio e calcário favorece a atuação de pedreiras e a extração de materiais para a construção civil, impulsionando a economia local por meio da mineração. As superfícies aplainadas da Bacia do Rio Parnaíba proporcionam condições adequadas para práticas agrícolas, especialmente o cultivo de arroz, feijão, milho e mamona, já que o relevo facilita o uso de máquinas e o escoamento da produção.

Quadro 4 - Geodiversidade e as atividades socioeconômicas dos pontos visitados no município de Floriano, Piauí

Município	Local visitado	Elemento da geodiversidade	Atividades econômicas desenvolvidas no município
Floriano	Cais do Rio Parnaíba	Litologia: Granito, diabásio (rocha britada), calcários,	Pedreiras; Materiais para Construção Civil;
		Geomorfologia: Superfícies Aplainadas da Bacia do Rio Parnaíba	Setor terciário é o mais desenvolvido;
		Hidrografia: Sub-bacia rio Itaueiras	Difusão da pesca; Exploração de águas subterrâneas para abastecimento urbano e irrigação;
		Clima: Tropical Continental quente e subúmido com verões chuvosos e invernos secos (993 mm de chuvas ao ano).	Arroz, feijão, mamona e milho.

Fonte: Os autores (2023).

A sub-bacia do rio Itaueiras e a exploração de águas subterrâneas contribuem para o abastecimento urbano e atividades de irrigação, embora o aproveitamento ainda seja limitado. Além disso, a difusão da pesca indica uma interação direta com a rede hidrográfica local, ainda que em escala reduzida. O clima tropical continental subúmido, com verões chuvosos e invernos secos, influencia a sazonalidade agrícola e demanda estratégias de adaptação hídrica. Por fim, o destaque do setor terciário aponta para uma diversificação econômica crescente, ainda que sustentada pelas bases físicas que estruturam as atividades primárias.

Dentre os sete municípios visitados, Floriano apresenta a maior população e o terceiro maior PIB per capita. Segundo IBGE (2020), as atividades agrícolas desse município baseiam-se na produção de arroz, feijão, mamona e milho. Contudo, o destaque das atividades econômicas de Floriano encontra-se voltado para o setor de comércio varejista e serviços (setor terciário). A Figura 5 mostra o Cais do Rio Parnaíba, local visitado no município de Floriano, Piauí.

A Sub-bacia do Rio Itaueiras se destaca por não apresentar problemas de disponibilidade hídrica, graças ao reservatório Boa Esperança, que regula sua vazão. Contudo, essa bacia possui uma das menores vazões de estiagem da região. Assim como na Sub-bacia do Gurguéia, há exploração inadequada das águas subterrâneas para abastecimento urbano e irrigação, e a distribuição da água na Sub-bacia do Itaueiras é espacialmente desigual, apesar da boa disponibilidade geral.

Figura 5 – Fotografias do cais do rio Parnaíba em Floriano, Piauí



Fonte: Os autores (2023).

O rio Parnaíba (ponto visitado) apresenta-se como recurso para a difusão da pesca de subsistência para a população local. Com relação à litologia de Floriano propicia usos voltados para produção de materiais para a construção civil e pedreiras, com destaque a rocha britada. O Quadro 5 apresenta os elementos da geodiversidade e atividades socioeconômicas dos pontos visitados no município de Guadalupe, Piauí.

Guadalupe destaca-se entre os sete municípios visitados por ter o maior PIB per capita (52.659,38) e o terceiro maior IDH (0,650). Esse desempenho é impulsionado pela forte agropecuária, especialmente na produção de soja, milho, feijão e gado, que geram renda e empregos. Além disso, o município conta com um parque industrial diversificado, incluindo indústrias de alimentos, bebidas, construção civil e cerâmica, além de um setor de serviços abrangente que engloba comércio, turismo, saúde e educação.

Com relação à hidrografia, destaca-se o uso das águas do rio Parnaíba, sendo predominantemente utilizado para o abastecimento humano e animal, navegação e geração de energia elétrica na Barragem de Boa Esperança operada pela CHESF (Figura 6A). Essa barragem apresentou, para a economia regional, a superação de um enorme obstáculo à sua inserção no mercado nacional (Brasil, 2006).

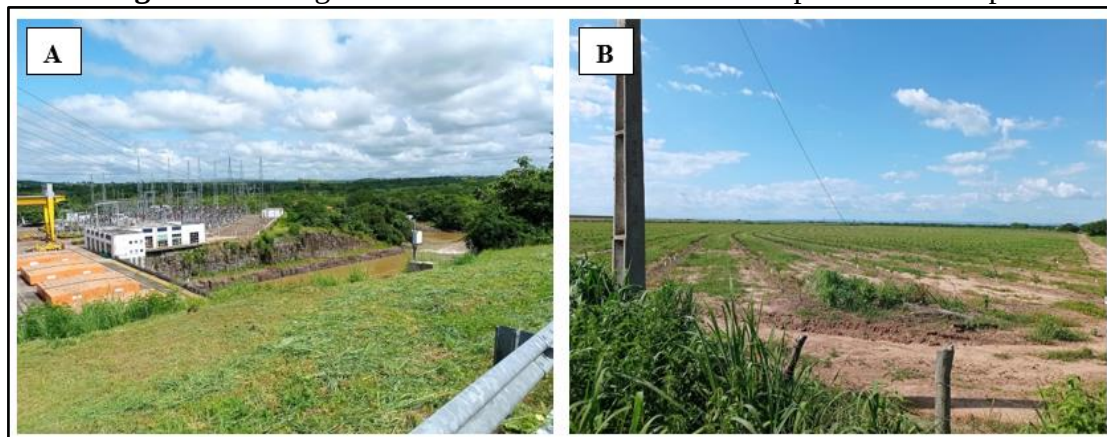
Quadro 5 - Geodiversidade e as atividades socioeconômicas dos pontos visitados no município de Guadalupe

Município	Local visitado	Elementos da geodiversidade	Atividades socioeconômicas desenvolvidas no município
Guadalupe	Usina Hidrelétrica de Boa Esperança;	Litologia: calcários, argila de queima vermelha e atapulgita (argila) e rochas impermeáveis;	Energia elétrica (hidrelétricas); Pesca;
		Geologia: Bacia sedimentar do Parnaíba e área de falha Geológica	
		Solos: solos férteis favoráveis para a agricultura;	
	Perímetro Irrigado	Vegetação: Faveira	Fruticultura desenvolvia no perímetro irrigado (destaque a como a soja, o milho, o feijão, o arroz, o algodão e a bananicultura Agropecuária, com destaque para a produção de soja, milho, feijão e gado
		Geomorfologia: platôs irrigados.	
		Hidrografia: Rio Parnaíba	
		Clima: Tropical Quente e subúmido com chuvas concentradas no verão com invernos secos (1011 mm de chuvas ao ano).	

Fonte: Os autores (2023).

O perímetro irrigado de Guadalupe é um grande motor da economia local, sustentando a produção agrícola de diversas culturas como soja, milho, feijão, arroz, algodão e banana, gerando renda e empregos ao longo do ano. Além disso, essa produção alimenta a indústria de alimentos e bebidas e movimentam o comércio local, que depende da demanda por insumos e serviços. A pesca, tradicional entre as comunidades ribeirinhas do rio Parnaíba, também contribui para a economia, assim como a rizicultura e fruticultura. A proximidade do rio Parnaíba favorece o turismo, com passeios de barco e pesca esportiva, e impulsiona o comércio, já que o rio é usado para transporte de mercadorias. As variações periódicas de vazões que controlam os níveis de ocupação influenciam sensivelmente as propriedades, as aptidões dos solos e o aproveitamento agrícola, variando no decurso do ano.

Figura 6 – Fotografias dos locais visitados no município de Guadalupe



A) Usina de Boa Esperança e B) Perímetro irrigado no município de Guadalupe, Piauí.
 Fonte: Os autores (2023).

O relevo de platô irrigado permitiu a construção da hidrelétrica de Boa Esperança, mas isso gerou impactos ambientais que persistem até hoje. Entre eles, destaca-se a inundação de comunidades ribeirinhas, o enrocamento da barragem que segrega populações e interrompe a subida dos peixes durante a piracema, a perda de lavouras às margens do rio Parnaíba e a reativação de processos erosivos nas margens do reservatório (Costa, 2008; Feitosa, 2018). Para a comunidade local, o desvio do rio reduziu a quantidade de peixes, afetando a pesca e elevando o preço dos pescados na região. O Quadro 6 apresenta a geodiversidade e atividades socioeconômicas dos pontos visitados no município de Alvorada do Gurguéia, Piauí.

Quadro 6 - Geodiversidade e as atividades socioeconômicas dos pontos visitados no município de Alvorada do Gurguéia

Município	Local visitado	Elementos da geodiversidade	Atividades socioeconômicas desenvolvidas no município
Alvorada do Gurguéia	Rio Gurguéia;	Hidrografia: vale fluvial do Rio Gurguéia; área de aquíferos e mananciais;	Potencial agrícola (soja, milho, algodão, cana-de-açúcar e melancia); Turismo.
		Relevo de chapadas com vales	
		Litologia: arenito de coloração avermelhada;	
	Poço Violeta;	Geologia: área da Bacia Sedimentar do Parnaíba;	
		vegetação de transição com predominância de Caatinga arbórea e os campos do Cerrado Típico;	
		Clima: Clima tropical, com verão chuvoso e inverno seco (853 mm de chuvas ao ano).	

Fonte: Os autores (2023).

Alvorada do Gurguéia está situada no vale do Rio Gurguéia e é rica em aquíferos e mananciais. Essas fontes abastecem a população, irrigam culturas como soja, milho e algodão, e sustentam atividades agropecuárias. Os principais mananciais são o Rio Gurguéia e seus afluentes. Porém, a exploração inadequada, com poços abandonados e mal construídos, preocupa por ameaçar a qualidade e a quantidade da água subterrânea (Figura 7).

Figura 7 - Fotografias dos locais visitados no município de Alvorada do Gurguéia



A) Rio Gurguéia; e. B) Poço Violeta.
Fonte: Os autores (2023).

A região de Alvorada do Gurguéia também tem grande potencial para geração de energia elétrica por meio da construção de usinas hidrelétricas nos rios locais, embora isso possa causar impactos ambientais e sociais nas comunidades. Durante o trabalho de campo, visitou-se o Poço Violeta, um manancial subterrâneo que se destaca como atrativo turístico. Segundo Pfaltzgraff, Torres e Brandão (2010), o poço tem cerca de 980 metros de profundidade, jorra água a 40 metros de altura e uma vazão de aproximadamente 600 m³/h, superando a média estadual estimada em 10 m³/h/km².

Nota-se que o “estado do Piauí carece de estudos hidrogeológicos detalhados para cada um dos aquíferos disponíveis, bem como de uma legislação mais específica para controle e preservação desses aquíferos” (Pfaltzgraff; Torres; Brandão, 2010, p. 76). O quadro 6 apresenta a geodiversidade e atividades socioeconômicas dos pontos visitados no município de Bom Jesus do Piauí.

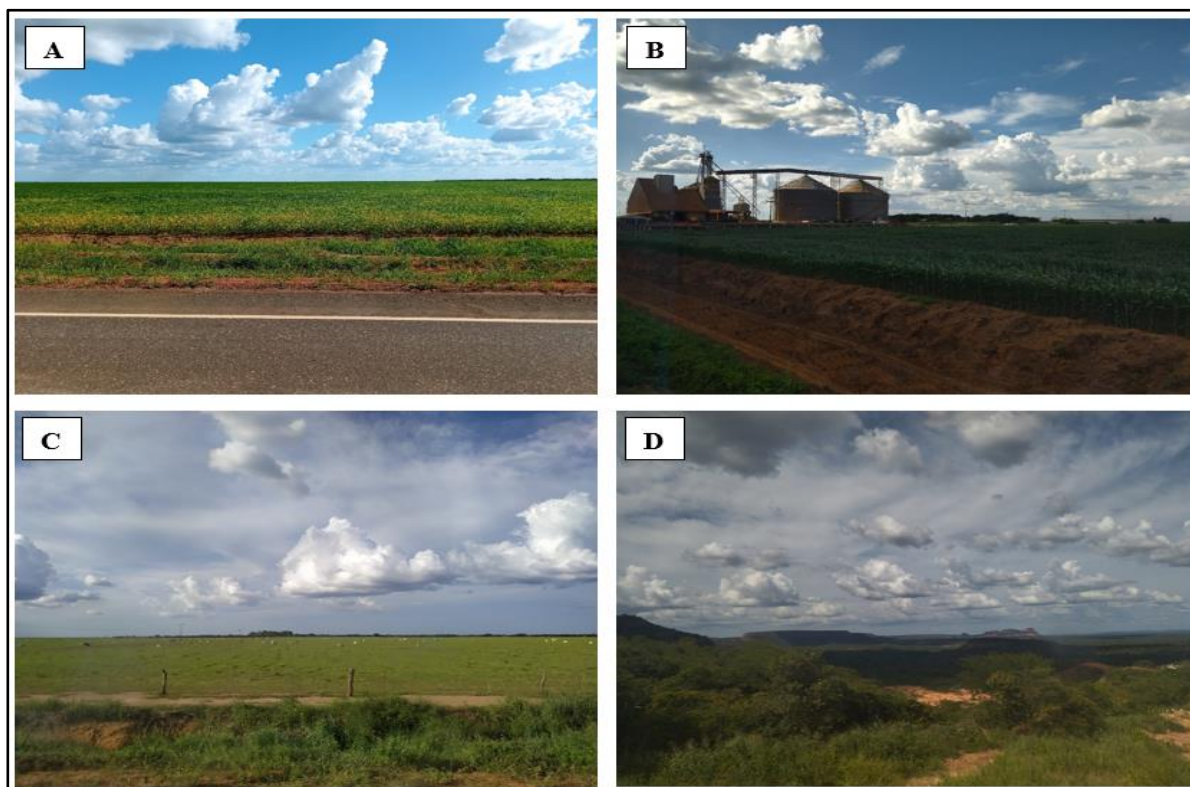
Quadro 7 - Geodiversidade e as atividades socioeconômicas dos pontos visitados no município de Bom Jesus do Piauí

Município	Local visitado	Elementos da geodiversidade	Atividades socioeconômicas desenvolvidas no município
Bom Jesus do Piauí	Dinâmica do agronegócio do Grupo Internacional Bunge	Relevo irregular plano com complexo de chapadas e pequenos planaltos;	Agronegócio voltado para a agropecuária, soja, feijão, arroz, milho e produtos agrícolas; Comércio atacadista de soja, cereais e leguminosas beneficiados; Construção de rodovias na vertente da chapada para facilitar a mecanização do agronegócio;
		Litologia: arenitos;	
		Clima tropical com atuação de VCANS e ZACAS durante a primavera-verão.	
		Solo latossolo arenoso (ácido)	
	Serra do Quilombo	Vegetação do Cerrado	
		Serra do Quilombo é uma área de borda soerguida, localizada na vertente de uma chapada; esculpida pela drenagem do rio Gurguéia.	
		Hidrografia: Rio Gurguéia (afluente do rio Parnaíba);	
		Clima: Tropical Continental quente e subúmido com chuvas no verão e invernos secos (840 mm de chuvas ao ano).	

Fonte: Os autores (2023).

O município de Bom Jesus, capital do agronegócio, protagoniza em conjunto com os demais municípios circunvizinhos uma das principais áreas de crescimento econômico no estado do Piauí. Dos municípios visitados, Bom Jesus apresenta o segundo maior PIB per capita (44.512,93) e o segundo maior IDH (0,668) (IBGE, 2020). Esse crescimento econômico deve-se à intensificação do agronegócio de grãos (soja, feijão, arroz e milho) diretamente articulada às condições da geodiversidade que caracteriza o referido município (Figura 8).

Figura 8 – Fotografias dos locais visitados no município de Bom Jesus



A) Cultivo de soja B) Infraestrutura para estocagem de grãos; C) Pecuária na localidade Serra do Quilombo; D) Vista da vertente da chapada da Serra do Quilombo.
Fonte: Os autores (2023).

Bom Jesus possui um complexo de chapadas (Figura 8D) e pequenos planaltos, onde predominam os Latossolos arenosos. Esse relevo e tipo de solo favorecem tanto a agricultura quanto a agropecuária. O município é drenado pelo rio Gurguéia, afluente do rio Parnaíba. Durante a visita, observou-se a modificação do relevo para o cultivo agrícola, incluindo a construção de uma rodovia que facilita a mecanização do plantio de soja e milho.

A região apresenta clima tropical continental quente e subúmido, com chuvas concentradas no verão (840 mm anuais) e invernos secos, condições favoráveis ao crescimento das culturas. Esse tipo de clima, com temperaturas elevadas e regulares, além de chuvas bem distribuídas, garante água suficiente para a agricultura. O relevo plano permite o uso de maquinários pesados, como tratores e colheitadeiras, principalmente para o cultivo de soja, feijão, arroz e milho. Com a correção da acidez do solo por calcário dolomítico, a produtividade aumenta. Esses fatores da geodiversidade fizeram de Bom Jesus do Piauí uma importante área de expansão agrícola no estado (Figura 9).

Figura 9 – Fotografias mostrando a construção de rodovia na vertente da chapada para facilitar a mecanização e transporte dos grãos



Fonte: Os autores (2023).

Segundo Brasil (2006) os problemas em potencial são as práticas inadequadas de uso do solo na agricultura, desmatamento da mata ciliar presente no Rio Gurguéia, desmatamento da vegetação de Cerrado, manejo de agrotóxicos e lançamentos de esgotos nos rios que possuem baixas vazões. O grande desafio é evitar a degradação cada vez mais acentuada dos recursos hídricos.

É fundamental implementar a gestão participativa dos recursos hídricos, por meio dos Comitês de Bacias Hidrográficas, para garantir benefícios econômicos a todos os envolvidos no desenvolvimento regional (Brasil, 2006). De modo geral, os municípios visitados possuem rica geodiversidade, incluindo recursos hídricos, relevo, solos, litologia e geologia, que, se bem aproveitada, pode impulsionar seu crescimento econômico.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando o problema levantado no início da pesquisa, a saber “Como a geodiversidade pode influenciar as dinâmicas socioeconômicas nos municípios de Lagoa do Piauí, Monsenhor Gil, Amarante, Floriano, Guadalupe, Alvorada do Gurguéia e Bom Jesus?” observa-se que a geodiversidade exerce função fundamental nas dinâmicas socioeconômicas dos municípios de Lagoa do Piauí, Monsenhor Gil, Amarante, Floriano, Guadalupe, Alvorada do Gurguéia e Bom Jesus. A diversidade dos recursos naturais, como solos, clima, relevo, hidrografia e formações geológicas, condiciona as atividades econômicas predominantes em cada região, influenciando setores como a agropecuária, mineração, turismo e indústria local.

Entretanto, essas relações evidenciam também desigualdades territoriais, pois o acesso, manejo e apropriação dos recursos naturais variam conforme as condições socioeconômicas, políticas e infraestruturais de cada município. Enquanto alguns locais beneficiam-se intensamente da geodiversidade para alavancar o desenvolvimento econômico, outros enfrentam limitações que restringem seu aproveitamento sustentável, reforçando desigualdades regionais.

O estudo ressaltou a necessidade de levantamentos detalhados dos aspectos naturais para orientar investimentos que promovam o crescimento econômico, considerando as potencialidades e limitações da geodiversidade. Reconhece-se que a sobrevivência humana depende da natureza, sendo essencial conhecer e usar esses recursos de forma consciente. Entretanto, só conhecer não basta; é preciso investir em pesquisa, geoconservação e geoturismo, o que demanda ações conjuntas do poder público e da iniciativa privada para o desenvolvimento sustentável.

A geoconservação surge como estratégia para reduzir impactos ambientais decorrentes da degradação, como a poluição hídrica, exploração irregular de aquíferos, desmatamento para o agronegócio e uso indiscriminado de agrotóxicos, problemas observados durante a pesquisa de campo. O potencial para o geoturismo nesses municípios também foi identificado, destacando a importância de estudos de geopatrimônio e capacitação da população local para valorizar os aspectos econômicos, científicos, estéticos e culturais. A geodiversidade influencia as dinâmicas socioeconômicas locais, mas essa relação evidencia desigualdades, sobretudo na forma de manejo e apropriação dos recursos naturais.

Para futuras pesquisas, sugere-se ampliar estudos semelhantes para outros municípios do Piauí, relacionando geodiversidade e atividades econômicas, integrando a

sociedade, especialmente escolas, para fomentar o debate geocientífico e a geoconservação além da academia.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, R. B.; GOMES, J. R. C. (org.). **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, estado do Piauí**: diagnóstico do município de Monsenhor Gil: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2004.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos - MMA. **Caderno da região hidrográfica do Parnaíba**, Brasília: MMA, 2006.

BRILHA, José. **Patrimônio geológico e geoconservação**: a conservação da natureza na sua vertente geológica. ed. Braga: Palimage, 2005.

CARNEIRO, Vandervilson Alves. **Geodiversidade**: envolvências e experiências [Livro eletrônico]/ organizador, Carneiro, Vandervilson Alves.-Anápolis- GO: SAMA- Solo, Água e Meio Ambiente, 1. ed. 2022. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/biblioteca?id=295017&view=detalhes>. Acesso em 26 abr. 2023.

CEPRO. **Diagnóstico do setor mineral piauiense**. Teresina: Governo do Estado do Piauí, 2008.

COSTA, Tiago Barreto de Andrade. **Modelagem de vulnerabilidade de sistemas ambientais no município de Guadalupe/PI**. 2008. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Rio Grande do Norte, 2008.

FEITOSA, Francimário da Silva. **História de vida de Leporinus piau Fowler**, 1941. 2018. Tese Doutorado (Ecologia e Recursos Naturais). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de pesquisa**. 1. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIUDICE, Dante Severo; SOUZA, Rosemeri Melo. Geodiversidade e lógicas territoriais na Chapada Diamantina. **RDE-Revista de Desenvolvimento Econômico**, Salvador, v. 11, n. 65-74, 2010.

GRAY, Murray. **Geodiversity: Valuing and Conserving Abiotic Nature**. 2 ed. Londres, John Wiley & Sons, 2004.

GUERRA, Antonio José Teixeira. **Dicionário geológico-geomorfológico**. 2. ed. Rio de Janeiro. 1993. 411p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=288004>. Acesso em: 22 de maio 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Cidades**. 2020. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 04 fev. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Manual técnico de pedologia**. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 3. ed. - Rio de Janeiro: IBGE, 2015. 428p. Disponível

em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/biblioteca?id=295017&view=detalhes>. Acesso em: 26 abr. 2023.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. **Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. 1 ed. Brasília: INMET, 2009.

JORGE, Maria do Carmo Oliveira; GUERRA, Antônio José Teixeira. Geodiversidade, geoturismo e geoconservação: conceitos, teorias e métodos. **Espaço Aberto**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 1, p. 151-174, 2016.

MOURA FÉ, Marcelo Martins de; GUIMARÃES, Thais de Oliveira; HOLANDA, Cristiane Rodrigues; NASCIMENTO, Marcos Antonio Leite do; SILVA, João Victor Mariano da. Geocultura: proposta teórico-metodológica para o conhecimento, valorização e aplicação da geoconservação. **Revista Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 22, n. 89, p. 57-76, 2022.

PFALTZGRAFF, Pedro Augusto dos Santos; TORRES, Fernanda Soares de Miranda e BRANDÃO, Ricardo de Lima (org.). **Geodiversidade do estado do Piauí**. 1. Ed. Recife: CPRM, 2010.

PIAUI. Produtores rurais de Monsenhor Gil recebem mais de R\$ 150 mil da Badespi. **Governo do Estado do Piauí**, 11 jul. 2024. Disponível em: <https://www.pi.gov.br/produtores-rurais-de-monsenhor-gil-recebem-mais-de-r-150-mil-da-badespi/>. Acesso em: 3 ago. 2025.

PNUD, Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, 2010. **Relatório de Desenvolvimento Humano**, [2023?]. Disponível em: https://www.undp.org/content/dam/brazil/docs/RelatoriosDesenvolvimento/undp-br-PNUD_HDR_2010.pdf. Acesso em: 22 maio 2023.

ROCHA, Hudson Silva; RIBEIRO, Karoline Veloso. Geodiversidade do município de Amarante, estado do Piauí. **Geosaberes**, Fortaleza, v. 9, n. 18, p. 1-10, 2018.

SANTOS, Fabiana Moreira dos; AQUINO, Cláudia Maria Sabóia de; SILVA, Helena Vanessa Maria; AQUINO, Renê Pedro. Geodiversidade e áreas de relevante interesse para o geoturismo em Monsenhor Gil, Piauí, Brasil. **Geografia: Publicações Avulsas**, Teresina, v. 2, n. 1, p. 235-252, 2020.

SANTOS, Francílio de Amorim dos *et al.* Geodiversidade no Baixo Vale da Bacia Hidrográfica do rio Piracuruca (Piauí-Brasil). **Physis Terrae-Revista Ibero-Afro-Americana de Geografia Física e Ambiente**, [S.l.], v. 4, n. 1-2, p. 83-99, 2022.

SCARPIN, Jorge Eduardo; SLOM, Slomski Valmor. Estudo dos fatores condicionantes do índice de desenvolvimento humano nos municípios do estado do Paraná: instrumento de controladoria para a tomada de decisões na gestão governamental. **Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 41, n.5, p. 909-933, 2007.

SILVA, Matheus Lisboa Nobre da; NASCIMENTO, Marcos Antonio Leite do. O sistema de valoração da geodiversidade com enfoque nos serviços ecossistêmicos sensu Murray Gray. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi-Ciências Naturais**, Belém, v. 14, n. 1, p. 79-90, 2019.

GEOGRAFIA POLÍTICA E GEOGRAFIA ELEITORAL: BREVES REFLEXÕES PARA A REALIDADE PIAUIENSE

Paulo Henrique de Carvalho **BUENO**

Professor de Geografia do IFPI – Campus Oeiras. Doutor em Políticas Públicas. Pós

Doutorado em Geografia – UFPI.

E-mail: paulo.bueno@ifpi.edu.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3118-3834>

Eduardo Fortes Portela de **CARVALHO**

Professor de Direito do IFPI - Campus Teresina Central. Mestre em Ciência Política

E-mail: eduardo.fortes@ifpi.edu.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5276-733X>

*Recebido
Julho de 2024*

*Aceito
Agosto de 2025*

*Publicado
Dezembro de 2025*

Resumo: a Geografia Eleitoral permite examinar as correlações entre processos eleitorais e contextos espaciais, o que possibilita compreender como a organização espacial influencia as decisões do eleitorado e como podem ser influenciados por candidatos para induzir resultados eleitorais. Uma das vertentes dessa geografia, a do voto, também auxilia nessas análises. Nessa direção, objetiva-se analisar a produção bibliográfica dessa temática em território piauiense, no âmbito da Geografia. Para tanto, foram utilizadas, metodologicamente, as produções de teses e dissertações sobre a temática, nos Programas de Pós-Graduação em Geografia, levantamento feito no Catálogo de Teses e Dissertações da Capes e na Biblioteca Brasileira de Teses e Dissertações da Capes-BDTD, desde os anos 2000. Os resultados indicam carências significativas de investigações da Geografia do Voto no Estado, as quais têm sido realizadas, com maior frequência, no âmbito da Ciência Política, História e Ciências Sociais. Com efeito, torna-se necessário avançar nos descortinamentos das realidades eleitorais piauienses, com o intento de compreender os processos e as dinâmicas que antecedem as eleições, como também durante o processo, e os momentos pós-eleições, seja em nível municipal, estadual ou nacional.

Palavras-chaves: Geografia do voto; Eleições; Piauí.

POLITICAL GEOGRAPHY AND ELECTORAL GEOGRAPHY: BRIEF REFLECTIONS ON THE REALITY OF PIAUÍ

Abstract: Electoral Geography allows us to examine the correlations between electoral processes and spatial contexts, which makes it possible to understand how spatial organization influences the decisions of the electorate and how they can be influenced by candidates to induce electoral results. One of the aspects of this geography, that of voting, also helps in these analyses. In this direction, the objective is to analyze the bibliographical production of this theme in the territory of Piauí, within the scope of Geography. For this purpose, the production of theses and dissertations on the subject were used methodologically, in the Postgraduate Programs in Geography, a survey carried out in the Catalog of Theses and Dissertations of Capes and in the Brazilian Library of Theses and Dissertations of Capes-BDTD, since the 2000s. The results indicate a significant lack of investigations into the Geography of Voting in the State, which have been carried out, more frequently, within the scope of Political Science, History and Social Sciences. In effect, it is necessary to move forward in uncovering the electoral realities of Piauí, with the aim of understanding the processes and dynamics that precede the elections, as well as during the process, and the post-election moments, whether at the municipal, state or national level.

Keywords: Geography of voting; Elections; Piauí.

GEOGRAFÍA POLÍTICA Y GEOGRAFÍA ELECTORAL: BREVES REFLEXIONES PARA LA REALIDAD PIAUIENSE

Resumen: La Geografía Electoral permite examinar las correlaciones entre los procesos electorales y los contextos espaciales, lo que posibilita comprender cómo la organización espacial influye en las decisiones del electorado y cómo los candidatos pueden influir para inducir resultados electorales. Una de las vertientes de esta geografía, la del voto, también ayuda en estos análisis. En este sentido, el objetivo es analizar la producción bibliográfica de este tema en el estado de Piauí, en el ámbito de la Geografía. Para ello, metodológicamente, se utilizaron las tesis y disertaciones producidas sobre el tema en los Programas de Postgrado en Geografía, para lo cual se realizó un levantamiento en el Catálogo Capes de Tesis y Disertaciones y en la Biblioteca Brasileña de Tesis y Disertaciones Capes-BDTD desde el año 2000. Los resultados indican una carencia significativa de investigaciones acerca de la Geografía del Voto en el estado, puesto que se han realizado con más frecuencia en los campos de la Ciencia Política, la Historia y las Ciencias Sociales. En efecto, se hace necesario avanzar en la comprensión de las realidades electorales piauienses, con el fin de comprender los procesos y dinámicas que preceden a las elecciones, así como durante el proceso, y los momentos postelectorales, ya sea a nivel municipal, estatal o nacional.

Palabras clave: Geografía del voto; Elecciones; Piauí

INTRODUÇÃO

A Geografia Política e suas ramificações permitem compreender como as ações institucionais e da sociedade imprimem no espaço suas características e dinâmicas, o que influi nos [re]fazer cotidianos das formas e conteúdos. Na verdade, a Geografia Eleitoral permite

examinar as correlações entre processos eleitorais e contextos espaciais, o que possibilita compreender como a organização espacial influencia as decisões do eleitorado e como podem ser influenciados por candidatos para induzir resultados eleitorais. Uma das vertentes dessa geografia, a do voto, também auxilia nessas análises. Nessa direção, objetiva-se analisar a produção bibliográfica dessa temática em território piauiense, no âmbito da Geografia.

Metodologicamente, o escrito se apoia em revisão bibliográfica, por meio da qual foram mapeadas as pesquisas de teses e dissertações que versam sobre a temática da Geografia Eleitoral no Brasil. O estudo teve início com base em um levantamento no Catálogo de Teses e Dissertações da Capes e na Biblioteca Brasileira de Teses e Dissertações da Capes-BDTD. A primeira busca ocorreu no Catálogo de Teses e Dissertações da Capes com a utilização dos descritores “Geografia Eleitoral” e “Voto”, separados pelo operador *booleano* “AND” no campo de busca, o que gerou vinte resultados. Ao averiguar o título das pesquisas e os programas das quais elas são oriundas, constatou-se que apenas oito trabalhos, sete dissertações e uma tese foram produzidos em Programas de Pós-Graduação de Geografia.

Buscou-se, também, estudos no Repositório da Universidade Federal do Piauí, instituição que conta com Programa de Pós-Graduação de Geografia, criado em 2011. Para tanto, foram utilizados os descritores “Geografia Eleitoral”, “Voto” e “Piauí” separados; resultando em nenhum trabalho elaborado direcionado à temática no âmbito do Programa. Na verdade, essa busca revelou a existência de dez dissertações, sendo que apenas quatro se alinham à temática da investigação do presente estudo, ambos do Programa de Pós-Graduação em Ciência Política. Esse fato evidencia lacunas significativas de investigações que visam descortinar a Geografia Eleitoral do Estado.

Quanto à pesquisa realizada na BDTD, selecionou-se a opção “busca avançada”, por apresentar mecanismo que permite maior precisão das pesquisas sobre o tema investigado. Destarte, foram registrados nove trabalhos, e submetidos à verificação do título, Programas de Pós-Graduação e leitura dos resumos, o que resultou em apenas três trabalhos (todos são dissertações) que versam sobre a Geografia Eleitoral, produzidos nos Programas de Pós-Graduação em Geografia, os quais já haviam sido encontrados no Catálogo de Teses e Dissertações da Capes.

Nesse sentido, recorreu-se a pesquisas da Ciência Política e História como forma de evidenciar as possibilidades de construção de objetos para a ciência geográfica feita no Estado. Desta feita, o escrito em tela assim se delineia para além de Introdução e Conclusão: 1) Geografia Política e Eleitoral – momento em que são feitas reflexões das produções brasileiras,

teses e dissertações, além de outros escritos, sobre a temática. 2) Geografia Eleitoral no Piauí – íterim voltado para discutir as produções piauienses e apontar possíveis objetos de pesquisas.

GEOGRAFIA POLÍTICA E ELEITORAL: BREVE BALANÇO

A Geografia Política tem tido avanços significativos no Brasil, desde os finais dos anos de 1990. Atualmente, há diversos grupos de pesquisa, participação com grupo de trabalho no Encontro Nacional da Pós-Graduação em Geografia (ENANPEGE), além de um Congresso específico da temática – Congresso Brasileiro de Geografia Política, Geopolítica e Gestão do Território (CONGEO), o qual teve sua quarta edição em 2023. Refletir sobre Geografia Política se faz necessário para compreendê-la:

[...] como um conjunto de ideias políticas e acadêmicas sobre as relações da geografia com a política e vice-versa. O conhecimento por ela produzido resulta da interpretação dos fatos políticos, em diferentes momentos e em diferentes escalas, com suporte numa reflexão teórico-conceitual desenvolvida na própria geografia ou em outros campos como a ciência política, sociologia, antropologia, relações internacionais etc. A dupla necessidade de dar uma resposta acadêmica sobre os fundamentos geográficos para eventos políticos e a preocupação de legitimar a sua análise a partir de um enquadramento intelectual em modelos teóricos reconhecidos resultaram numa forte contextualização da disciplina, tanto em termos dos temas centrais como das opções metodológicas, além das práticas, de muitos dos seus formuladores [...] (Castro, 2010, p. 17).

Na verdade, Castro (2010; 2021), Castro e Azevedo (2022), dentre outras pesquisas, têm se dedicado ao debate no âmbito da Geografia Política de forma densa e sistemática. Em “Geografia e Política: território, escala de ação e instituições”, Castro (2010), discute-se a evolução da Geografia Política e suas imbricações nas produções espaciais em suas diversas nuances, o que exige dos geógrafos novos olhares para que se compreenda a sociedade vivida. Nesse sentido, a política e suas ações são concretizadas no espaço geográfico e promove dinâmicas nas formas e conteúdos que exigem compreensão e análises de diversos campos disciplinares, em que a Geografia pode contribuir significativamente. Sob este aspecto:

[...] a questão fundadora da Geografia Política continua sendo compreender como a política, no seu sentido institucional e operacional, invade as mais diferentes dimensões do espaço e, ao contrário do início do século XX quando a causalidade da política era procurada na geografia, nas últimas décadas do século XX e nas primeiras deste século XXI é cada vez mais necessário estudar como a geografia é informada pela política. Com a crescente visibilidade da política, seu campo tornou-se mais amplo e complexo, obrigando a uma renovação de suas perspectivas teóricas e conceituais e, estou de acordo com Brennetot, quando declara que a Geografia Política se tornou um dos sub-ramos mais dinâmicos e fascinantes da geografia contemporânea (Castro, 2021, p. 24).

Na diversidade temática da Geografia Política, “alguns temas já estão mais consolidados na disciplina, como as dimensões espaciais das políticas públicas e a gestão do território” (Castro, 2021, p. 24). De fato, como apontou Bueno e Andrade (2019), há importâncias significativas da dimensão territorial nas análises do ciclo das Políticas Públicas (formulação, implementação e avaliação). Em síntese, as espacializações e dinâmicas promovidas pelas Políticas Públicas no viver social constituem o cerne da contribuição geográfica nesse campo temático. Logo, ao promover novas [re]produções espaciais, concretizam-se, também, processos de territorialização, desterritorialização e reterritorialização (T-D-R), dado o caráter [i]material do território. Com efeito, a implementação de uma Política Pública sobre o Território o dinamiza em razão de, nesse processo, haver apropriação, controle e gestão do espaço-território por parte dos sujeitos envolvidos. Com efeito, as dinâmicas empreendidas, por todo o ciclo das políticas públicas, frente ao espaço, implicarão em novas dinâmicas na diáde forma/conteúdo, as quais podem ser lidas com base no conceito de território.

Contudo, outros objetos têm despertado interesse, em especial no âmbito da Geografia Eleitoral, a qual inclui a Geografia do Voto. Nesse sentido, pesquisadores têm investigado os padrões espaciais das votações em determinados candidatos, bem como as motivações para essas votações – se por personalidade ou perfil ideológico, o sistema político brasileiro e suas repercussões nas produções espaciais, os desafios no bojo da democracia brasileira, populismo, o exercício da cidadania e os impactos das redes sociais nos processos eleitorais, dentre outros.

Por sua vez, Castro e Azevedo (2022) discutem a necessidade de que sejam retomadas as análises, no âmbito da Geografia Política dos municípios como espaço de vida da sociedade, bem como escala significativa da gestão pública e da representação política, em que a identificação das características e diferenças do conjunto de municípios brasileiros permite a compreensão das conexões entre espaço, voto e gestão do território por parte da sociedade civil. Nessa direção, o município, de acordo com Castro e Azevedo (2022, p. 34):

[...] emerge como território de ação, como distrito eleitoral fundamental, formal e informal, como o lugar onde interesses se organizam e a política se realiza por meio do voto. Na engenharia política da democracia representativa no Brasil, o município dispõe das condições institucionais que o tornam o espaço privilegiado da ação da sociedade, dos partidos políticos e de seus eleitos, cujas conexões eleitorais se encontram na ordem do dia mediante debates sobre emendas parlamentares. Em conjunto, os municípios compõem espaços de gestão cujos efeitos se fazem sentir no cotidiano de seus habitantes.

Castro e Azevedo (2022), com base em análise de artigos publicados em periódicos (com Qualis A1 e A2) brasileiros, entre 2015 e 2022, encontram apenas três artigos que lidam diretamente com o município como objeto específico de discussão, ou seja, como os municípios

efetivam seus papéis no federalismo brasileiro. Os demais utilizam esse espaço apenas como sustentáculo dos fenômenos que nele ocorrem, o que não os tornam uma escala de reflexões. Suas conclusões apontam que ainda são incipientes as pesquisas que exploram, efetivamente, os municípios como objeto central nas discussões da Geografia Política e suas ramificações com vistas a evidenciar os processos que envolvem as escolhas eleitorais e ações desencadeadas nesses territórios. Com efeito, se faz necessário aprofundar os debates com o fito de refletir para o fato de que a:

[...] questão que se impõe é até que ponto a maior proximidade da representação no município favorece a superação do tradicionalismo das relações clientelistas em nome do maior universalismo de procedimentos. O cotidiano da política na escala municipal espelha a sociedade brasileira a partir de seu lugar de vida e traça um quadro sem retoques dos modos como se ordenam as relações entre eleitores e eleitos e a capilaridade do processo de decisão política e dos recursos públicos que o irrigam (Castro; Azevedo, 2022, p. 49).

Examinar, no âmbito da Geografia Política, como se dão os processos de escolhas eleitorais e suas nuances tem sido alvo da Geografia Eleitoral, aqui entendida como ferramenta que possibilita analisar as correlações entre processos eleitorais e contextos espaciais, o que permite compreender como a organização espacial influencia as decisões do eleitorado e como podem ser influenciados por candidatos para induzir resultados eleitorais (Azevedo, 2023).

É consenso na literatura que o escrito de André Siegfried, 1913, intitulado “*Tableau politique de la France de l'Ouest*”, pode ser considerado o pioneiro da Geografia Eleitoral (Azevedo, 2023). Por meio de uma revisão bibliográfica em artigos publicados em periódicos, Azevedo (2023) analisou a produção nacional e internacional em Geografia Eleitoral, escrita que escrutinou as características e fragilidades nas pesquisas brasileiras. A partir do estudo de dois grandes temas da pesquisa em Geografia Eleitoral – Geografia da Representação e Geografia do Voto –, discute-se o espaço geográfico enquanto composição e o uso político dos mapas eleitorais e o espaço enquanto efeito contextual, junto ao seu uso estratégico por candidatos e partidos.

As conclusões de Azevedo (2023), extraídas de dezenove artigos nacionais e trinta e um internacionais, indicam que a historiografia da Geografia Eleitoral evidencia um dilema sobre o papel do espaço na conformação do comportamento eleitoral: por um lado se comporta como um palco com características sociais que não podem ser considerados como fatores explicativos, o que torna esse espaço apenas mais uma composição; por outro, tem-se a espacialidade como condicionante, contextual. Portanto, as produções brasileiras ainda carecem de mais abordagens contextuais. Enfim, adverte Azevedo (2023) que a Geografia Eleitoral é

riquíssima em temáticas, sejam as mais tradicionais, sejam as que busquem analisar os impactos das redes sociais nas campanhas, nos padrões espaciais do voto e nas novas discussões sobre representação e partido político.

No âmbito das teses e dissertações, tem-se a de Braga (2008), que, ao refletir sobre os territórios políticos da Igreja Universal do Reino de Deus (IURD), no Rio de Janeiro, buscou responder como se constituem seus territórios no referido município para a conclusão de seus objetivos políticos. Suas incursões objetivaram analisar os resultados eleitorais dos candidatos ligados a IURD nas eleições de 2000 a 2006, e suas ligações com as territorialidades da referida instituição religiosa. Seus apontamentos finais evidenciaram que as territorializações da IURD se centram nas áreas periféricas da cidade e com baixos índices de desenvolvimento humano. Nesse cenário, quanto maior a quantidade/concentração de templos, maiores são as votações dos candidatos ligados a referida igreja.

Augusto (2012) parte do entendimento de que as discussões entre a Geografia e Política partidária, a partir da Geografia Eleitoral, possibilita compreender as fundamentações utilizadas pelos eleitores em suas decisões de voto. Com efeito, com o uso da Geografia Eleitoral, analisa como se constrói no imaginário social a escolha de determinados candidatos no momento do voto, se por identificação pessoal ou partidária. Vale dizer que dois parâmetros os auxiliam nessa compreensão para o entendimento do comportamento do voto – renda e escolaridade. Sua pesquisa espacializa sua incursão em Guarapuava (PR) nas eleições de 2008 e 2010, em que aborda os pleitos municipal e nacional.

As conclusões de Augusto (2012) apontam que em Guarapuava as decisões do voto são complexas, mas prevalecem a identificação pessoal em detrimento da identificação partidária. Ademais, as variáveis de renda e escolaridade dos eleitores auxiliaram a entender as escolhas das camadas mais pobres, uma vez que, por desconhecimento de ideologias políticas e partidárias, têm nas benesses oferecidas por determinados candidatos fator significativo para o voto.

Em continuidade às incursões investigativas na temática, Augusto (2017) objetivou refletir a formação geográfica do voto português e brasileiro com base no comportamento do eleitor em suas votações nos pleitos locais e nacionais sob duas possibilidades: 1) por meio da identificação pessoal (candidato); 2) identificação partidária (partido). Acrescente-se que seus períodos temporais estão centrados nas eleições de 2011 e 2013 em Portugal, 2010 e 2014 no Brasil. Na verdade, as duas possibilidades postas pelo autor tornam-se suas hipóteses de pesquisas, ao acreditar que a primeira se dá nas eleições locais, enquanto a segunda torna-se mais visível nos pleitos nacionais. Suas conclusões indicam que não dá para determinar uma

única motivação para o comportamento do voto, o que o torna híbrido, relacionado diretamente ao contexto territorial, uma vez que a decisão do voto pode advir da identificação partidária, pessoal ou em ambas nas distintas escalas (locais e nacionais) analisadas.

Cunha (2014), ao partir do suposto de que a maioria dos estudos da Geografia Eleitoral foca nas características sociais e espaciais que influenciam as decisões do eleitorado, bem como a cartografização do fenômeno, adota o modelo sistêmico desenvolvido por Taylor (1978) como ferramenta para analisar as eleições municipais em Rio Grande no estado do Rio Grande do Sul nos anos de 2004 e 2008, com seus respectivos mandatos examinados, o que evidenciará os momentos anteriores, durante e após o processo eleitoral.

Por sua vez, Cunha (2014) objetiva analisar as interações entre as escolhas nas urnas e suas consequências para distintos recortes espaciais, em que se discute como ocorre a retroalimentação das políticas formuladas pelos eleitos escolhidos e como estas [des]conformam as produções espaciais. Ou seja, como afirma Cunha (2014, p. 14):

[...] buscou-se por meio de uma interpretação das diferentes etapas de um processo eleitoral encontrar as interações entre os agentes políticos, os eleitores e o recorte espacial que os envolve e os integra, inserindo o processo eleitoral como segmento da política e não como um apêndice momentâneo. Na dissertação foram analisados o comportamento dos políticos e o ato de votar dos eleitores, para encontrar uma relação entre os dois atos (votos e ações políticas), como forma de explicar a formação, a atuação política e suas consequências.

A ideia de sistema posto em Cunha (2014) para analisar as eleições municipais parte do pressuposto que esse acontecer é dinâmico, posto que as condicionalidades sociais e espaciais interagem para concretizarem ações intencionais por parte dos candidatos e do eleitorado. Essa esquematização sistêmica é exposta na Figura 1, a qual é assim esclarecida por Cunha (2014, p. 25-26):

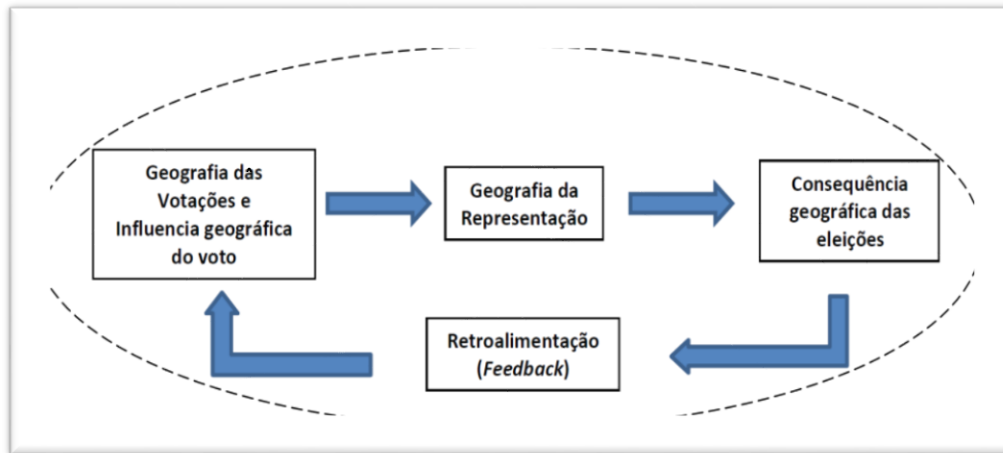
1º Estímulo – Geografia das votações e influência geográfica do voto: busca analisar os fatores geográficos que atuam na determinação da escolha dos votos, no sentido de identificar o que pode ser relevante para o eleitor escolher um candidato. As necessidades espaciais determinam a escolha de um projeto político que melhor responda os anseios de um grupo ou individual[...].

2º Processo Intermediário – Geografia da Representação: estuda a distribuição espacial dos votos e a representatividade formada a partir dos resultados das eleições. A pergunta chave é: os eleitores de determinados recortes espaciais conseguiram eleger o seu representante? [...].

3º Resultado – Consequência Geográfica dos votos: é a resposta política dada pelo candidato eleito aos recortes espaciais, ou seja, as atuações possuem direcionamento para pontos de concentração de seus votos. Como forma de representar os reflexos da política e consequentemente das eleições no espaço[...].

4º. Retroalimentação: Essa é o diferencial desse sistema geográfico para a análise eleitoral, pois é ele permite a continuidade dos processos eleitorais. Demonstrando que as ações políticas fazem parte das observações para o resultado dos próximos pleitos.

Figura 1 - Modelo Sistêmico para Geografia Eleitoral inserido no recorte espacial



Fonte: Taylor e Flint (2002) *apud* Cunha (2014, p. 23).

As conclusões de Cunha (2014) indicam que o modelo sistêmico para analisar o processo eleitoral em Rio Grande (RS), em 2004 e 2008, permitiu vislumbrar os interesses subjacentes das ações dos vereadores e eleitores, evidenciadas nas urnas e nas ações dos legisladores eleitos para com os distintos recortes espaciais de maiores votações. Na verdade:

[...] nos dois pleitos analisados o comportamento de eleitores e candidatos/vereadores foi similar, demonstrando que ambos buscam responder as suas necessidades. Tanto a resposta dos eleitores como as ações dos políticos possuem características semelhantes. Os comportamentos dispersos dos políticos eleitos vereadores foram bem aceitos quando seus votos obtiveram um mesmo parâmetro de distribuição (dispersos) com o mesmo tipo de ação. Os vereadores em distribuem suas ações e não agem de forma a beneficiar uma vizinhança que direcionou seus votos não conseguiram seguir na carreira em cargos políticos eletivos. Assim, foi possível observar uma direta relação entre a distribuição dos votos e dos atos políticos e as consequências no pleito seguinte, como resposta dos eleitores para legisladores locais (Cunha, 2014, p. 159).

Pereira (2014) examinou as formas de distribuição do voto no espaço e suas relações com a representação política dos deputados estaduais de Goiás, com vistas a responder sobre como se dá a relação entre a dimensão espacial do voto e a dimensão espacial da representação política na Assembleia Legislativa de Goiás, nas eleições de 2006 e 2010. Suas considerações

finais indicam que há diversos padrões de votação para deputados em Goiás, fato que incentiva comportamentos diversos dos legisladores e cria conexões eleitorais com os espaços de suas referidas votações mais expressivas. Afinal, a espacialização dos votos coincide com a espacialização dos projetos apresentados pelos deputados nas legislaturas analisadas, o que fortalece suas bases e assegura seus votos nos distintos pleitos.

Soares (2019) objetivou discutir como os fenômenos político-territoriais, associados às estruturas sociopolíticas, podem ter influenciado o voto nas eleições presidenciais de 1998 e 2002 no Brasil. As conclusões de Soares (2019) apontam que os contextos políticos e econômicos influem significativamente nos pleitos eleitorais, uma vez que, se em 1994 os ganhos imediatos do Plano Real favoreceram a vitória de Fernando Henrique Cardoso, em 1998, o mesmo Plano foi visualizado como continuidade do Plano Econômico. Contudo, as crises econômicas e políticas, ocorridas no segundo mandato de FHC, promoveram a vitória de Luís Inácio Lula da Silva em 2002. Ademais, conclui que outro fator determinante para a vitória eleitoral de Lula foi a interiorização do Partido dos Trabalhadores para além do espaço litorâneo do País.

Naves (2019) analisa as disputas e influências territoriais dos parlamentares eleitos nas legislaturas de 2002 a 2014 em Tocantins a partir das variáveis período eleitoral, perfil ideológico, origem do parlamentar e senioridade. Sob este aspecto, dois perfis se constituem como mais significativos nas territorializações dos eleitos: 1) origem do deputado – promove uma votação mais concentrada, em especial quando este vem do Poder Executivo municipal; 2) senioridade – promove uma votação concentrada e dispersa em função de que suas atuações nas legislaturas anteriores propiciaram canalização de recursos para diversos redutos eleitorais. Enfim, aponta conclusivamente que as votações concentradas, dominantes ou compartilhados são mais presentes nos eleitos pela primeira vez ao mandato; e, a partir da segunda disputa eleitoral, as votações tendem a se espalhar geograficamente pelo Estado, mais dispersas, portanto.

Nogueira (2020), ao partir da reflexão sobre a ligação entre o candidato e os eleitores em eleições locais no seu reduto eleitoral em Goiânia, visou compreender a distribuição dos votos obtidos pelos candidatos a vereador em 2016, o que lhe permitiu, também, identificar o comportamento eleitoral da população nessas eleições. Suas conclusões indicam que: 1) as distribuições espaciais de votação dos vereadores na escala municipal possuem uma variedade de padrões espaciais de votação; 2) as bases eleitorais informais criadas pelos candidatos perpassam os limites políticos, o que permite o uso da escala de estudo por locais de votação; 3) há uma sobreposição de várias bases eleitorais de candidatos diferentes.

As pesquisas analisadas evidenciam que a Geografia Eleitoral tem avançado em produções acadêmicas, mas que possui desafios prementes. Ademais, conforme Azevedo (2023), se fazem necessárias investigações que busquem superar o dilema no papel do espaço nos momentos eleitorais, se este se constitui apenas um fator explicativo/composicional ou um componente condicionante/contextual. Enfim, as duas perspectivas têm suas relevâncias e devem dialogar a partir das correlações entre as geoestatísticas/cartografias e as análises explicativas causais.

De fato, as pesquisas aludidas, as quais foram desenvolvidas nos Programas de Pós-Graduação em Geografia, buscam ora identificar os padrões espaciais das votações em um dado candidato, ora compreender as motivações do eleitorado para que deposite seu voto na urna. Desse modo, os autores imergem nos estudos da Sociologia Política, Ciência Política e Ciências Sociais como fundamentos para suas incursões investigativas.

No âmbito dos padrões espaciais, a literatura de Ames (2003) e Carvalho (2003) são basilares, uma vez que explicitam como as espacialidades das disputas territoriais e suas repercussões na conquista do poder constroem padrões de votações eleitorais, os quais são agrupados em quatro tipos, sedimentados em duas dimensões.

Ames (2003) em “Os Entraves da Democracia no Brasil” analisa, dentre diversas temáticas, os padrões espaciais dos legisladores eleitos no âmbito federal nas eleições da década de 1980 e 1990. Essa taxonomia parte do cruzamento de duas dimensões: 1) vertical (dominante/compartilhado) – medida a partir da força eleitoral do candidato em um dado município, medido por seus votos em relação aos demais; 2) horizontal (concentrado/disperso) – investiga se a votação de um dado candidato concentrou-se em poucos municípios ou foi dispersa pelo território estadual, ou seja, a distribuição geográfica dos municípios de suas votações revelará o grau de concentração ou dispersão de suas bases eleitorais.

A partir do entendimento das duas dimensões, para Ames (2003), os deputados têm seus padrões espaciais classificados em: 1) Concentrados/dominantes – nesse padrão, tende-se a se encontrar deputados que imprimiram historicamente relações tradicionais de empreguismo e clientelismo, em que se exemplifica a partir de representantes típicos, ex-prefeitos e membros de famílias tradicionais; 2) Concentrados – compartilhados, centrar-se-iam em candidatos que concentram votações em um único município ou um pequeno grupo destes, evidência encontrada, principalmente, nas maiores cidades brasileiras; 3) Dispersos – Compartilhados, são os candidatos que buscam eleitores numericamente pouco expressivos em qualquer municipalidade, os quais podem ser identificados pelo pertencimento ou relações próximas a grupos organizados; 4) Dispersos – Dominantes, esses padrões ocorrem quando se verificam

votações significativas em todos os municípios de um dado Estado, mas com alta concentração em alguns, o que no geral revela que o referido candidato realizou acordos com políticos locais ou ocupou altos cargos na administração estadual e viabilizou ações significativas nos municípios de maior votação. Esses padrões estão expostos no Quadro 1, a seguir.

Quadro 1 - Padrões estaduais de distribuição espacial proposto por Ames (2003)

Padrões estaduais de distribuição espacial			
% do total dos votos em municípios principais			
Distribuição dos votos em municípios principais	Dispersa	Baixa	Alta
		Dispersa – compartilhada	Dispersa – dominante
	Contígua	Concentrada – compartilhada	Concentrada – dominante

Fonte: Ames (2003).

Ames (2012), ao discutir as estratégias eleitorais na representação proporcional com lista aberta, faz analogia dos padrões espaciais de deputados para os níveis municipais com vista a fazer uma taxonomia desses territórios. Com efeito, assim se configura:

Municípios concentrados-dominados. Esse é o clássico “reduto” brasileiro, onde um deputado domina um grupo de municípios contíguos. As famílias dos candidatos podem ter tradições de poder na região; pode ser que eles galguem os degraus da política a partir de empregos locais; talvez façam acordos com chefes locais[...]. *Municípios concentrados-compartilhados.* Em grandes áreas metropolitanas tais como a Grande São Paulo, uma determinada coorte de eleitores pode ser suficiente para eleger muitos candidatos. Os candidatos da classe trabalhadora, por exemplo, frequentemente recebem três quartos de sua votação estadual total de um único município, a cidade de São Paulo. Mas talvez eles nunca recebam mais do que 5% dos votos dados na cidade ou em qualquer outro município, pois compartilham esses municípios com muitos outros candidatos. *Municípios dispersos-compartilhados.* Alguns candidatos recorrem a coortes de eleitores cujo apoio é numericamente pequeno dentro de um único município. Dois exemplos comuns são os nipo-brasileiros e os evangélicos, protestantes que tipicamente votam em candidatos evangélicos. Essas coortes são coesas e leais, mas não são muito grandes; assim, os candidatos que dependem desses eleitores constroem coalizões compostas de pequenas fatias de muitos municípios. *Municípios dispersos-dominados.* Esse padrão se ajusta a candidatos que alguma vez tiveram cargos burocráticos de nível estadual, como secretário de educação, um cargo que tem um potencial clientelista substancial. O padrão também é típico de candidatos que fazem acordos com líderes locais[...] (Ames, 2012, p. 64-65).

As Reflexões de Ames (2003, 2012) permitem que se visualize como o espaço se constitui fator relevante nas estratégias e ações políticas dos candidatos a um determinado cargo político, em especial a deputados federais. Na verdade, tal configuração espacial pode ser

aplicada a estudos das eleições de deputados estaduais em qualquer unidade da federação e de vereadores em cidades de maiores portes demográficos.

Carvalho (2003) discute as eleições para a Câmara dos Deputados em 1994 e 1998, para investigar os padrões espaciais desses pleitos e incrementar uma análise sobre o comportamento eleitoral dos parlamentares eleitos. Suas conclusões, do ponto de vista da taxinomia de Ames (2003) evidenciam que: os deputados eleitos nas duas eleições analisadas mostraram que, na dimensão horizontal, 46% dos eleitos têm votação concentrada, e 54% fragmentada; no que tange à dimensão vertical, verificou-se equilíbrio entre dominância – 49% em 1994, 47% em 1998, não dominância – 51% em 1994, 53% em 1998.

No que se refere ao comportamento eleitoral em que se busca compreender as variáveis que levam o eleitor a escolher seu candidato, três correntes são mais utilizadas na literatura que lida com a temática, são estas: as abordagens sociológica, psicológica/psicossociológica e da escolha racional.

A corrente sociológica parte do contexto social (imbricados de fatores socioeconômico, culturais e estruturais de classe) em que o eleitor está imerso como elemento fundamental para explicar sua opção de voto (Lago, 2005). Nessa direção, as interações sociais constroem identidades de coletivo social e influenciam as tomadas de decisões individuais nos momentos eleitorais. Daí que essa perspectiva visa:

[...] compreender os mecanismos através dos quais são construídas as identidades entre determinados grupos socialmente definidos e partidos e/ou ideologias políticas específicas. Os partidos, através de seus discursos, procuram angariar votos. Buscam uma forma de criar e manter identidade com grupos sociais, comunidades, segmentos, classes sociais. Ou ainda com grupos mais genéricos como “pobres”, “povo”, negros, mulheres, católicos, evangélicos, aposentados, etc. Essa identidade partidária, segundo a perspectiva sociológica, se dá sob a forma de um contrato entre eleitores e partidos/candidatos, onde aqueles são representados por estes (Lago, 2005, p. 15).

A abordagem psicológica/psicossociológica busca compreender como o eleitor concebe sua existência a partir das opiniões expressas no contexto social e como esses elementos são utilizados em suas decisões no ato de votar (Augusto, 2020). Afinal:

Ao contrário do que acontece na abordagem sociológica, para a perspectiva psicossociológica, o indivíduo e suas motivações ao nível psicológico é que se constituem na unidade de análise. Seu pressuposto é de que o comportamento eleitoral se baseia na estrutura de personalidade dos indivíduos e no seu sistema de crenças, os quais são relativamente independentes do contexto social em que o sujeito vive (Lago, 2005, p. 17).

Conforme Lago (2005), a abordagem da escolha racional tem fundamento na obra “Uma Teoria Econômica da Democracia” de Anthony Downs, em que a logicidade do voto pauta-se na escolha que traga mais ganhos individuais. Sob este aspecto, o racional é compreendido como “a ação que é eficientemente planejada para alcançar fins econômicos ou políticos conscientemente selecionados do ator” (Downs, 1999, p. 41). Com efeito, os sujeitos, por esse ângulo, são egoístas, mesmo agindo racionalmente, posto que a natureza humana:

[...] nos faz sentir mais intensamente o que nos afeta de modo direto do que o que nos afeta de modo indireto através dos outros, necessariamente leva ao conflito entre indivíduos. Cada um, conseqüentemente, tem uma maior consideração por sua própria segurança ou felicidade, do que pela segurança ou felicidade de outrem: e, quando essas entram em choque, está pronto a sacrificar o interesse de outrem ao seu próprio (Calhoun *apud* Downs, 1999, p. 49).

A escolha racional visa explicar as lógicas que levam os indivíduos a optarem por determinados candidatos em detrimento de outrem, o que traz algumas diferenciações em relações as outras duas abordagens. Contudo:

[...] a Teoria da Escolha Racional não é um modelo absolutamente oposto, por exemplo, à perspectiva sociológica. Ou seja, ela não nega a importância do contexto na determinação das escolhas político-eleitorais. Pelo contrário, admite que o contexto dentro do qual as escolhas são feitas é fator determinante para as referidas escolhas. Contudo, ao contrário da perspectiva psicossociológica, não pressupõe que haja um processo de automação do comportamento político-eleitoral determinado pelas condições socio-históricas e culturais de cada grupo social. A própria noção de racionalidade deve ser entendida como um elemento histórico, que interage e possui relação de influência recíproca com o contexto sociocultural. Contudo, o que a Teoria da Escolha Racional não apregoa é a ideia de que esse contexto possua determinação total e unilateral sobre como os indivíduos fazem suas escolhas (racionais). Mesmo em um contexto de pouca informação e sofisticação política é possível, segundo os defensores da Teoria da Escolha Racional, um comportamento dotado de racionalidade ou, ao menos, não irracional (Lago, 2005, p. 28).

As discussões dos padrões espaciais, bem como sobre as motivações para o comportamento do eleitor têm norteado diversas pesquisas que envolvem a Geografia Eleitoral. Contudo, as taxonomias, teorias de escolha dos votantes não são modelos fechados em que se deva encaixar as dinâmicas políticas brasileiras. Aliás, os contextos espaciais do País, com suas desigualdades sociais, econômicas, culturais, políticas e ambientais, exigem dos pesquisadores que façam uso mais amplo dos mecanismos de compreensão da realidade vivida, em especial os ligados à política.

GEOGRAFIA ELEITORAL NO PIAUÍ: UMA DISCUSSÃO NECESSÁRIA

Discussões sobre a Geografia Eleitoral do Piauí, embora não tratando diretamente sobre eleições, encontra-se em Azevedo (2012), que analisou, comparativamente, os municípios criados entre 1985 e 1996 nos Estados do Piauí e Rio Grande do Sul, com o fito de discutir de que maneira a constituição de novos territórios municipais afetam o exercício da cidadania, a qual é escrutinada por meio da criação de conselhos municipais. Suas conclusões indicam que há diferenciações significativas nos conselhos municipais criados nos dois Estados, os quais têm contextos espaciais em suas diferenciações. No Piauí, os poucos conselhos criados, por conta de obrigações constitucionais, como os de Saúde, Direitos da Criança e do Adolescente e Educação funcionam de forma precária, o que promove baixo exercício da cidadania por parte dos munícipes, diferentemente da realidade Sul-rio-grandense.

No território piauiense, foram encontradas duas pesquisas que visam analisar os padrões espaciais das votações para deputados estaduais e federais, ambas as pesquisas foram desenvolvidas no Programa de Pós-Graduação em Ciência Política. Neves (2010) discutiu os padrões, pautado na taxonomia de Ames (2003) e Carvalho (2003), das votações dos deputados federais eleitos nos pleitos eleitorais de 1994 a 2006 e suas conexões eleitorais no período analisado à luz das emendas parlamentares destinadas aos municípios piauienses. Suas conclusões indicam que: 1) o padrão mais constante é o disperso – dominante, entretanto, o disperso-compartilhado também se faz presente, fato que explica as altas taxas de reeleição nos pleitos e reforça a trajetória política dos deputados como destinadores de emendas, como forma de manutenção, dispersa, de seus redutos eleitorais; 2) os deputados mais alinhados às causas específicas, caso dos trabalhadores, tiveram um padrão concentrado – compartilhado, com exceção do deputado Antônio José Medeiros (Partido dos Trabalhadores) que teve o padrão disperso – compartilhado em função de sua trajetória política ao exercer cargo de secretário de Educação do Estado, o que permitiu interiorizar suas votações pelo território estadual.

Acrescente-se que Dantas Filho (2018) investigou os padrões das votações dos deputados estaduais do Piauí nas eleições de 1998 a 2014, ancorado na taxonomia de Ames (2003) e Carvalho (2003). Suas conclusões apontam que: 1) a configuração espacial do Estado favorece votações mais dispersas, posto que apenas a capital tem condições de eleger legisladores no padrão concentrado, o que faz com que se tenha o tipo disperso – dominante como sendo regra nos pleitos eleitorais analisados; 2) os deputados com longa trajetória política possuem dispersão dos votos mais significativa, evidência das conexões com seus redutos eleitorais e sua expansão. Como conclusão principal, Dantas Filho (2018, p. 84) indica que:

[...] temos o fato de que a geografia do voto piauiense (sob a nomenclatura dos padrões de votação) não é uma condição estratégica *ex ante* da competição política, pois ao analisarmos tanto o vetor horizontal como o vetor vertical verificamos que as condições geográficas são tão determinantes que obrigam os deputados estaduais a reagir, e não a deliberar previamente, perante as circunstâncias da competição e as regras eleitorais que estão submetidos.

As reflexões de Neves (2010) e Dantas Filho (2018) evidenciam os padrões espaciais das votações dos deputados federais e estaduais eleitos, bem como algumas correlações com as conexões eleitorais territorializadas no Estado do Piauí, o que constitui relevantes estudos no âmbito da Geografia Eleitoral e lança luzes para outras frentes de pesquisa, em especial no âmbito da Geografia.

Na verdade, as realidades políticas na maioria dos municípios piauienses são dinamizadas por poucos grupos de pessoas em busca de cargos executivos, o que revela que famílias se revezam e se perpetuam no poder a partir de usos diversos, seja nos mecanismos econômicos, sociais ou culturais. Nesse sentido, algumas pesquisas têm procurado desnudar essa configuração para que se compreenda como esta se reproduz, com destaque para as pesquisas de Silva (1999), Arraes Filho (2000) e Moura (2019), todas da Ciência Política.

As pesquisas de Silva (1999) e Arraes Filho (2000) compreendem que a realidade socioeconômica piauiense fomentou o erguimento oligárquico ligado às atividades agropecuárias e na propriedade da terra, a qual, mesmo com os processos de industrialização e urbanização, pouco modificaram as estruturas sociais e políticas do Estado, principalmente ao longo do século XX. Nesse sentido, poucos núcleos familiares, à medida que o Brasil passou por transformações em suas configurações políticas, adaptaram-se para manterem-se e reproduzirem-se nos poderes locais, estaduais e nacionais. Conforme Silva (1999, p. 18), “[...] a ação do Estado converge para os interesses políticos e econômicos das redes familiares que o governaram e o governam, revezando-se no poder com poucas mudanças no corpo do grupo dirigente do Piauí até a década de 1990”.

De fato, Silva (1999) examinou as dinâmicas da elite política do Estado do Piauí para suas manutenções e reproduções nos postos de comando de poder estaduais. Na verdade, essas estruturas familiares carregam em si elementos patrimonialísticos e de pouca vontade de transformações sociais, econômicas e políticas da realidade piauiense. Nessa direção, o argumento desenvolvido ao longo do escrito consiste em as oligarquias terem se consolidado:

Na Primeira República e se reproduzem numa metamorfose onde convivem características conservadoras e modernas, preservando os atributos de uma dominação política tradicional onde o Estado é a principal fonte de poder e “*locus*” de demandas clientelísticas para a manutenção de lealdades político-eleitorais; elas vêm sofrendo mudanças e adaptando-se às transformações

ocorridas no país nos últimos cinco anos e começam a perder prestígio após duas derrotas eleitorais consecutivas para o Governo do Estado (Silva, 1999, p. 39).

Em seu percurso analítico, Silva (1999) faz uso das categorias elite, elite política, sistema oligárquico, oligarquia, redes familiares, patrimonialismo político, dominação tradicional, clientelismo e instituições para desnudar a dinâmica da política piauiense ao longo do século XX. Nesse sentido, ao longo da história, os mandatários do poder no Estado metamorfosearam suas ações de manutenção nos postos de comando, em que antes figuravam os coronéis com suas bases agrárias para obterem lealdade eleitoral. Atualmente:

[...] esses limites são definidos pelo controle dos meios de comunicação na formação da opinião pública em favor dos grupos da Elite Política e dos empregos na estrutura do Estado nos níveis municipal, estadual ou federal. Apesar desses setores tradicionais assimilarem novas técnicas de dominação preservam o clientelismo e o patrimonialismo como principais formas de geração de moedas de troca eleitoral para garantir as suas lealdades políticas locais e, consequentemente, o mando (Silva, 1999, p. 331).

Ainda que não seja seu objeto de pesquisa, as análises de Silva (1999) indicam que a dinâmica que ocorre na política estadual se reproduz na esfera municipal e vice-versa, uma vez que se verifica “[...] eleição seguida de duas ou três gerações de políticos, passando o mandato de pai para filho, ou tio para sobrinho, irmão para irmão, em que predomina o critério da consanguinidade [...]” (Silva, 1999, p. 321). De fato:

Reproduz-se, assim, o poder municipal instalado nas diversas regiões do Estado que se consolidado em duas ou três famílias que se perpetuam nas prefeituras, revezando-se desde as décadas de 1940 e 1950. São famílias que exerceram o mando durante muito tempo de forma coronelística, com pouquíssima penetração no círculo do poder de pessoas estranhas aos laços consanguíneos. Esse domínio começa com as conquistas das prefeituras, para depois alçar a esfera estadual, através de um mandato de deputado estadual, numa primeira instância, e de deputado federal, numa segunda (Silva, 1999, p. 323).

Arraes Filho (2000) analisou as oligarquias e elites políticas piauienses, de 1982 a 1995, que forjaram os deputados estaduais e federais nesse período. Nessa direção, a Geografia Política do Estado, a partir dos representantes na Assembleia Legislativa e Câmara Federal, divide-se em componentes da região Sul piauiense, as oligarquias da região central, e as do Norte do Estado. O autor parte do argumento de que as realidades socioeconômicas das diferentes regiões do Piauí promovem a composição e recrutamento do parlamento de forma oligárquica, uma vez que quanto mais pobres e isolados forem os municípios maiores serão as tendências de permanência do poder e padrões políticos tradicionais, pautados na alocação e na

inversão de recursos financeiros nos respectivos espaços conforme a adesão a um determinado deputado.

Nesse cenário oligárquico, ilustra-se que Oeiras, região Central piauiense, desponta com duas famílias, os Tapety, ligados ao PMDB, e os Sá (Arraes Filho, 2000). Na verdade, os comandos dessas famílias se centram na tradição e nos patrimônios pecuniários e de terras, os que as tornam centro de gravitação de uma população carente socioeconomicamente. Com efeito, de acordo com Arraes Filho (p. 58, 2000):

[...] no interior dessas oligarquias dominantes, os laços internos muitas vezes são mais fortes que os partidos, e o exercício político aparece como um fim em si mesmo. A cada eleição exercem grande atividade no apoio ou mesmo entrando na disputa com filhos, sobrinhos, parentes, afilhados e compadres, pondo em jogo sua afirmação, o poder, a autoestima e a sobrevivência política familiar, geralmente saindo-se vitoriosas e robustecidas em seus patrimônios político e econômico.

Moura (2019) discutiu o familismo político na Assembleia Legislativa do Piauí, período de 1986 a 2014, e suas formas de manutenção e reprodução da herança política, as quais se baseiam no uso dos capitais político, econômico, social e simbólico. Na verdade, a reprodução de familiares nos espaços de gestão se evidenciam:

[...] nas práticas políticas regionais e locais que ainda trazem em seu bojo o uso de determinados capitais que, conjugados, possibilitam a manutenção e reprodução dos grupos familiares nas diversas estruturas formais de poder no seio do Estado. Tais capitais correspondem a: Capital Social – que repousa na rede de contatos e relacionamentos construídos pelo grupo familiar ao longo das décadas e que perpassam a esfera do campo político; Capital Político – que corresponde especificamente ao capital político delegado, que propicia acesso às estruturas formais de comando nas esferas das instituições políticas (partido) e dos executivos municipal e estadual; Capital Econômico – que se assenta exclusivamente na capacidade de captação e posse de recursos econômicos dos troncos político-familiares; Capital Simbólico – que envolve o processo de aglutinação concomitante composto pela socialização política, pela libido social, pelo *habitus* e pelo capital cultural. A soma dos capitais conjugados propicia aos grupos familiares a apreensão patrimonial do espaço do poder político.

Moura (2019) evidencia, por exemplo, que o tronco familiar Tapety está há cinquenta e seis anos na legislatura estadual, na qual Juarez Tapety deixa como herdeiro Mauro Expedito Reis de Freitas Tapety; enfatize-se que ambos têm passado pelos partidos PDS, PFL e PMDB. De fato, as duas famílias que dominam a cena política oeirense buscaram, ao longo dos anos, fincar seus membros tanto nos cargos de gestão do Executivo municipal, quanto no Legislativo estadual e federal.

Na verdade, as reflexões de Silva (1999), Arraes Filho (2000) e Moura (2019), mesmo que seus objetos sejam o território estadual, iluminam muitas realidades políticas locais e suas dinâmicas nos momentos pré, durante e pós-eleitoral. Enfim, como afirma Moura (2019, p. 110):

[...] a política é uma atividade elitista; não se acessa com êxito nesta arena sem dispor de certos capitais ou recursos estratégicos de poder, como também não se mantém os espaços conquistados sem o contínuo dispêndio de tais recursos. Levando também em consideração que o acesso aos capitais é extremamente desigual [...].

Como aludido, no campo da Geografia produzida no Piauí, pouco se tem avançado nos estudos ligados à Geografia Política, Geografia Eleitoral ou à Geografia do Voto. Nesse sentido, diversas temáticas se colocam em relevo, as quais vão desde pesquisas sobre os municípios em suas competições eleitorais, comportamento dos eleitores nos tempos de política aos padrões espaciais ou cartografização do fenômeno eleitoral.

De fato, atualmente se tem uma gama significativa de ferramentas tecnológicas capazes de auxiliarem na apreensão e cartografia dos objetos ligados ao voto e eleições. Portanto, a Geografia pode e deve contribuir nesse debate com suas discussões sobre espaço geográfico e as dinâmicas sobre este, empreendidas pelas ações e dinâmicas da política.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A política faz parte do viver social, e suas dinâmicas afetam diretamente as produções espaciais. Nesse sentido, a Geografia pode contribuir discursivamente para a compreensão dessa temática, seja no âmbito da Geografia Política, seja em suas ramificações, tais como a Geografia Eleitoral e a Geografia do Voto. Na verdade, desde os anos de 1990 têm aumentado os estudos desse ramo da ciência geográfica, contudo ainda há a necessidade de se ampliar o leque de pesquisas.

Se no País, como um todo, são poucas as investigações geográficas sobre eleições e voto, no Piauí tornam-se ainda mais reduzidas. Nesse sentido, os estudos da Ciência Política e da História podem ser utilizados como subsídios relevantes para que se adentre pela temática de forma sistemática e densa.

Com efeito, espera-se, com o escrito em tela, instigar os geógrafos piauienses a se inserirem nas discussões da Geografia Eleitoral e na Geografia do Voto, uma vez que esses objetos têm passado um tanto quanto despercebidos pelos estudiosos, fato evidenciado pela não produção acadêmica no Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFPI.

REFERÊNCIAS

AMES, Barry. **Os entraves da democracia no Brasil**. Rio de Janeiro: FGV, 2003.

AMES, Barry. A estratégia eleitoral na representação proporcional com lista aberta. **Cadernos Metrópole**, São Paulo, v. 14, n. 27, p. 59-87, 2012. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/metropole/article/view/14781/10777>. Acesso em: 25 maio 2024.

ARRAES FILHO, Manoel Ricardo. **Oligarquias elites políticas no Piauí: 1982 a 1995**. 2000. Dissertação (Mestrado em Ciência Política), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000. Disponível em: <https://repositorio.unicamp.br/acervo/detalhe/192850>. Acesso em: 25 jun. 2024.

AUGUSTO, Daniel Cirilo. **Geografia Eleitoral e decisão do voto: uma análise a partir do eleitorado de Guarapuava-PR**. 2012. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, Paraná, 2012. Disponível em: <http://tede.unicentro.br:8080/jspui/bitstream/tede/503/1/PR%20Daniel%20Cirilo%20Augusto.pdf>. Acesso em: 25 maio 2024.

AUGUSTO, Daniel Cirilo. **Comportamento geográfico do voto: a identificação pessoal e a identificação partidária em Portugal e no Brasil**. 2017. Tese (Doutorado em Geografia), Universidade Estadual de Maringá, Paraná, 2017. Disponível em: <http://repositorio.uem.br:8080/jspui/bitstream/1/2883/1/000227015.pdf>. Acesso em: 25 maio 2024.

AUGUSTO, Daniel Cirilo. **Caminhos da Geografia Eleitoral: o comportamento geográfico do voto**. Curitiba: Intersaberes, 2020.

AZEVEDO, Daniel Abreu de. A necessidade da Geografia Eleitoral: as possibilidades do campo. **Geosp**, São Paulo, v. 27, n. 2, e-204649. 2023. DOI 10.11606. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/geosp/article/view/204649>. Acesso em 25 maio 2024.

AZEVEDO, Daniel Abreu de. **Divisão Municipal e o exercício da cidadania em espaços desiguais: os casos do Piauí e Rio Grande do Sul**. 2012. Dissertação (Mestrado em geografia), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <http://objdig.ufrj.br/16/teses/795977.pdf>. Acesso em: 25 maio 2024.

BRAGA, Danilo Fiani. **Pentecostalismo e política: uma Geografia Eleitoral dos candidatos ligados à Igreja Universal do Reino de Deus no município do Rio de Janeiro - 2000 a 2006**. 2008. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <http://objdig.ufrj.br/16/teses/716527.pdf>. Acesso em: 25 maio 2024.

BUENO, Paulo Henrique de C.; ANDRADE, Carlos Sait P. de. Território e Políticas Públicas em uma abordagem geográfica. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 20, n. 71, p. 404-419, 2019. DOI: 10.14393/RCG207145896. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/45896>. Acesso em: 7 jun. 2024.

CARVALHO, Nelson Rojas de. **E no início eram as bases: Geografia Política do voto e comportamento legislativo no Brasil**. Rio de Janeiro: Revan, 2003.

CASTRO, Iná Elias de. **Geografia e política: território, escalas de ação e instituições**. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

CASTRO, Iná Elias de. Geografia política: o que é afinal e para que serve. **Espaço & Geografia**, Brasília, v. 24, n. 2, p. 1-26. 2021. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/espacoegeografia/article/view/40254/31297>. Acesso em: 25 maio 2024.

CASTRO, Iná Elias de; AZEVEDO, Daniel Abreu de. Porque é preciso falar de municípios e de geografia política. **Conhecer: debate entre o público e o privado**, Fortaleza, v. 12, n. 29, p. 31-54. 2022. DOI 10.32335/2238-0426.2022.12.29.8345. Disponível em: <https://revistas.uece.br/index.php/revistaconhecer/article/view/8345/7066>. Acesso em: 25 maio 2024.

CUNHA, Ricardo Borges da. **Geografia Eleitoral e o emprego de uma análise sistêmica: um estudo de caso sobre o processo político no município do Rio Grande/RS**. 2014. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande do Sul, 2014. Disponível em: https://bibliotecadigital.tse.jus.br/xmlui/bitstream/handle/bdtse/4038/2014_cunha_geografia_e_leitoral_emprego.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 25 maio 2024.

DANTAS FILHO, Adauto de Galiza. **A geografia política da Assembleia Legislativa Piauiense (1998-2014)**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ciência Política), Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2018. Disponível em: <http://repositorio.ufpi.br:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1468/a%20geografia%20pol%C3%ADtica%20da%20assembleia%20legislativa%20piauiense%20%281998-2014%29.pdf?sequence=1>. Acesso em: 26 maio 2024.

DOWNS, Anthony. **Uma teoria econômica da democracia**. Tradução: Sandra Guardini Teixeira Vasconcelos. São Paulo: EDUSP, 1999. Cap. 1, 2. p. 11-56.

LAGO, Ivann Carlos. **O significado do voto em eleições municipais: análise dos processos de decisão de voto em eleições para prefeito em Itajaí/SC**. 2005. Dissertação (Mestrado em Sociologia Política), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005. Disponível em: https://necip.ufsc.br/files/2011/12/Dissertacao_Ivann.pdf. Acesso em: 25 maio 2024.

MOURA, Germano Lúcio Pereira. **Familismo político: manutenção e reprodução da herança política na ALEPI (1986-2014)**. 2019. Dissertação (Mestrado em Ciência Política), Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2019. Disponível em: http://repositorio.ufpi.br:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/2174/GERMANO%20L%3%9aCIO%20PEREIRA%20MOURA__disserta%C3%A7%C3%A3o%20final.pdf?sequence=1. Acesso em: 25 jun. 2024.

NAVES, Witer Fonseca. **Geografia do voto no Tocantins: influências e disputas territoriais nos processos eleitorais entre 2002 E 2014**. 2019. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Federal do Tocantins, Porto Nacional, 2019. Disponível em: <https://repositorio.uft.edu.br/bitstream/11612/1746/1/Witer%20Fonseca%20Naves%20-%20Disserta%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 25 maio 2024.

NEVES, Adriano Craveiro. **Geografia do voto e conexão eleitoral nas eleições de 1994 a 2006 para deputado federal no Piauí**. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciência Política), Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2010.

NOGUEIRA, Braian de Alencar. **Geografia Eleitoral e Identidade: um Estudo de Caso da Zona Norte de Goiânia**. 2020. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2020. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/tedeserver/api/core/bitstreams/c0523eea-36de-4d81-9018-a0fee2759fac/content>. Acesso em: 25 maio 2024.

PEREIRA, Bruno Magnum. **Geografia Eleitoral: análise espacial dos votos dos deputados estaduais de Goiás nas eleições de 2006 e 2010**. 2014. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014. Disponível em: https://bibliotecadigital.tse.jus.br/xmlui/bitstream/handle/bdtse/5230/2014_pereira_geografia_eleitoral_analise.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 25 maio 2024.

SILVA, Roberto John Gonçalves da. **Metamorfose das oligarquias: O caso do Piauí**. 1999. Tese (Doutorado em Ciência Política), Universidade de São Paulo, São Paulo. 1999.

SOARES, Renato Morgado. **Um voto na Geografia Eleitoral: análise do território para as eleições presidenciais brasileiras entre 1998 e 2002**. 2019. Dissertação (Mestrado em Geografia Humana), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8136/tde-22122020-204142/publico/2019_RenatoMorgadoSoares_VCorr.pdf. Acesso em: 25 maio 2024.

IMPLANTAÇÃO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS E SUAS EXTERNALIDADES SOB A ÓTICA DA SUSTENTABILIDADE ENERGÉTICA: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA COM ELEMENTOS DE REVISÃO SISTEMÁTICA

Kelly Cristina Ribeiro Marques **CARDOSO**

Doutoranda em Ciências Ambientais (PPGM – UEFS); Mestre em Contabilidade (FVC); Docente da
UEFS – Universidade Estadual de Feira de Santana (DCIS)

E-mail: kcrmc Cardoso@uefs.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3914-7072>

Rosângela Leal **SANTOS**

Doutora em Engenharia de Transporte (USP), Mestre em Geociências (UFBA), Docente da UEFS –
Universidade Estadual de Feira de Santana (DTEC e PPGM)

E-mail: rosaleal@uefs.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9165-2148>

Rodrigo Nogueira de **VASCONCELOS**

Pós Doutor – PNPd Capes (UEFS); Doutor em Ecologia (UFBA); Mestre em Ecologia e
Biomonitoramento (UFBA); Docente da UEFS – Universidade Estadual de Feira de Santana (PPGM)

E-Mail: Rnv@Uefs.Br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1368-6721>

*Recebido
Março de 2024*

*Aceito
Agosto de 2025*

*Publicado
Dezembro de 2025*

Resumo: O artigo trata do processo de implantação de energias renováveis, na perspectiva da sustentabilidade energética, concentrando-se nas externalidades associadas aos impactos ambientais, sociais e econômicos geradas pela implantação e uso de energias renováveis, especificamente oriundos de parques solares. Destaca os principais aspectos da evolução e tendências da sustentabilidade energética, identifica os periódicos e publicações mais relevantes e caracteriza os parques solares, apresentando indicadores, metodologias e políticas públicas que promovem as energias renováveis. O estudo utiliza uma abordagem multifacetada, combinando uma análise bibliométrica da base de dados Scopus com elementos de uma revisão sistemática e empregando ferramentas como Bibliometrix e Vosviewer para compreender, de forma abrangente, o estado atual da pesquisa neste campo. A análise revela que a investigação sobre energias renováveis e sustentabilidade ganhou um impulso significativo nos últimos anos,

com uma ênfase crescente nos fatores socioeconômicos e nas complexidades técnicas que influenciam a implantação de projetos de energia solar. A revisão destaca a necessidade de uma abordagem holística sobre a sustentabilidade energética que considere os avanços tecnológicos e as implicações sociais e ambientais mais amplas. A conclusão sugere que a integração das energias renováveis, especialmente a energia solar, pode contribuir para o desenvolvimento sustentável, mitigando as emissões de gases de efeito estufa, reduzindo a dependência de combustíveis fósseis e promovendo o bem-estar social e econômico.

Palavras-chave: Eficiência energética; sustentabilidade; externalidades; parque solar.

IMPLEMENTATION OF RENEWABLE ENERGIES AND ITS EXTERNALITIES FROM THE PERSPECTIVE OF ENERGY SUSTAINABILITY: A BIBLIOMETRIC ANALYSIS WITH ELEMENTS OF SYSTEMATIC REVIEW

Abstract: The paper explores the implementation of renewable energy from the perspective of energy sustainability, focusing on the externalities associated with the environmental, social, and economic impacts of renewable energy adoption, particularly those stemming from solar parks. It highlights key aspects of the evolution and trends in energy sustainability, identifies the most relevant journals and publications, and characterizes solar parks by showcasing indicators, methodologies, and public policies promoting renewable energy. The study utilizes a multi-faceted approach, combining a bibliometric analysis of the Scopus database with elements of a systematic review and employing tools such as Bibliometrix and Vosviewer to understand the current state of research in this field comprehensively. The analysis reveals that the research on renewable energy and sustainability has gained significant momentum in recent years, with a growing emphasis on the socio-economic factors and technical complexities that influence the deployment of solar energy projects. The review highlights the need for a holistic approach to energy sustainability that considers technological advancements and broader societal and environmental implications. The findings suggest that integrating renewable energy, particularly solar power, into the energy mix can contribute to sustainable development by mitigating greenhouse gas emissions, reducing reliance on fossil fuels, and promoting social and economic well-being.

Keywords: Energy efficiency; sustainability; externalities; solar parks.

IMPLEMENTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES Y SUS EXTERNALIDADES DESDE LA PERSPECTIVA DE LA SOSTENIBILIDAD ENERGÉTICA: UN ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO CON ELEMENTOS DE REVISIÓN SISTEMÁTICA

Resumen: Este artículo aborda el proceso de implementación de energías renovables desde la perspectiva de la sostenibilidad energética, con el objetivo de evidenciar las externalidades que abarcan los impactos ambientales, sociales y económicos generados por la implementación y uso de energías renovables, específicamente provenientes de parques solares. Destaca los principales aspectos relacionados a la evolución y tendencias de la sostenibilidad energética, revistas y publicaciones más relevantes en el área, además de caracterizar los parques solares, evidenciando los indicadores y metodologías y políticas públicas que promuevan las energías renovables. El estudio utiliza un enfoque multifacético, combinando un análisis bibliométrico de la base de datos Scopus con elementos de una revisión sistemática con el apoyo del Bibliometrix y Vosviewer para comprender de manera integral el estado actual de la investigación en este campo. El análisis revela que la investigación sobre energías renovables y sostenibilidad ha cobrado un impulso significativo en los últimos años, con un énfasis cada vez mayor en los factores socioeconómicos y las complejidades técnicas que influyen en el

despliegue de proyectos de energía solar. La revisión destaca la necesidad de un enfoque holístico de la sostenibilidad energética que considere los avances tecnológicos y las implicaciones sociales y ambientales más amplias. La conclusión sugiere que la integración de las energías renovables, especialmente la energía solar, puede contribuir al desarrollo sostenible al mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero, reducir la dependencia de los combustibles fósiles y promover el bienestar social y económico.

Palabras clave: Eficiencia energética; sostenibilidad; externalidades; parques solares.

INTRODUÇÃO

A implantação de energias renováveis tem sido objeto de vários estudos por conta da importância que se tem atribuído à temática na sociedade. Isso ocorre por diversos fatores, como a preocupação com a sustentabilidade ambiental, associado às mudanças climáticas e ao uso de combustíveis fósseis, dentre outros aspectos, enfatizando o conceito de sustentabilidade energética, o qual se vincula a necessidade de gerar energia limpa e renovável, suprimindo as necessidades da sociedade, sem afetar de forma negativa o meio ambiente.

Dentre as energias consideradas limpas e renováveis e que colaboram para a sustentabilidade energética, destacam-se a energia eólica, o uso do hidrogênio verde e a energia solar, cuja produção desta pode ocorrer de forma distribuída ou centralizada. A geração distribuída é constituída pela geração de energia de maneira dispersa e individualizada, estando diretamente ligada ao usuário local e com possibilidade de ser conectada à rede de distribuição, caracterizada pelo uso de pequenas quantidades de painéis fotovoltaicos. Por outro lado, a geração centralizada utiliza grandes estruturas para produzir energia, com milhares de painéis fotovoltaicos, caracterizando as usinas ou parques solares.

Desta forma, este artigo se baseia no seguinte questionamento: como a literatura apresenta a evolução e as tendências sobre o uso e a implantação de energias renováveis no processo de sustentabilidade energética de parques solares? Para isso, o objetivo geral é analisar a evolução e as tendências referentes ao uso e a implantação de energias renováveis sob a ótica da sustentabilidade energética, sobretudo a partir dos parques solares.

Contudo, ressalta-se que outras perguntas se interrelacionam e complementam este contexto, as quais foram abordadas tendo como base elementos da revisão sistemática e da análise bibliométrica. Por conta disso, baseando-se na revisão sistemática, foram avaliadas as seguintes questões complementares: Que regiões se destacam nas pesquisas tratadas nos artigos? Que localidades (países, províncias, estados) aparecem mais nos estudos? Quais os índices, indicadores e metodologias utilizadas na avaliação da sustentabilidade energética? Qual a relação apresentada entre estes métodos e indicadores com a sustentabilidade ao longo

do tempo? Quais as externalidades identificadas como impactos ambientais, sociais e econômicos decorrentes da eficiência energética? Qual a caracterização da área ideal para implantação da energia solar e as áreas nas quais os parques solares estão sendo implantados? Quais as políticas públicas voltadas a energias renováveis (legislação, uso do solo, financiamentos, etc.) identificadas?

Por outro lado, no âmbito da bibliometria, buscou-se identificar: Evolução e surgimento? Países e institutos que mais publicam? Autores principais? Publicações mais citadas? Periódicos influentes na área? Quais as abordagens relacionadas a temática? Marcos temporais?

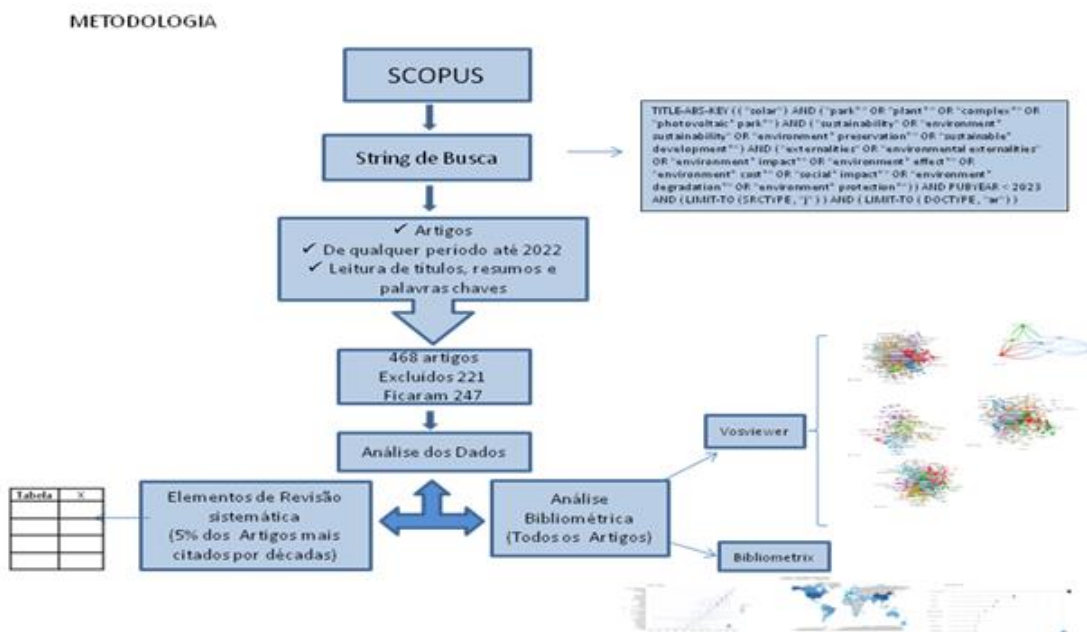
METODOLOGIA DA PESQUISA

As buscas foram realizadas na base de dados Scopus, a qual contempla uma ampla cobertura de banco de dados com resumos, artigos e citações de pesquisas relevantes e confiáveis, identifica especialistas e fornece acesso a dados, métricas e ferramentas analíticas confiáveis e sofisticadas, gerando resultados precisos de citações, perfis detalhados de pesquisadores e de institutos de pesquisas em áreas diversas (SCOPUS ELSEVIER, 2023).

O Fluxograma 1, a seguir, evidencia o resumo geral da metodologia utilizada neste trabalho, destacando a string final gerada a partir da combinação de várias strings, a qual contemplou melhor o objetivo da pesquisa realizada na base Scopus, a partir da avaliação dos títulos, resumos e palavras chaves do retorno quantitativo de artigos, referente a qualquer período de publicação, até o ano de 2022. A pesquisa gerou 468 retornos e após ajustes e exclusões, a busca final ficou com 247 artigos integrantes deste artigo.

Na Base Scopus, os termos da string de pesquisa foram estruturados com o auxílio dos conectivos OR e AND, a fim de correlacionar as palavras chaves e seus sinônimos e direcionar a busca. A pesquisa realizada considerou nas buscas os títulos do artigo, resumo e palavras chaves, referentes a qualquer período de publicação, até o ano de 2022. A partir da busca realizada na Base Scopus, gerou-se o thesaurus, considerando todos os termos dos artigos referentes ao título, palavras-chave e resumos, do total de artigos ao longo dos anos e também classificado por décadas para proporcionar uma melhor análise. Ressalta-se que o thesaurus é um arquivo de sinônimos, no qual pode-se corrigir nomes que estejam divergentes ou com a escrita incoerente.

Fluxograma 1 - Visão geral da metodologia utilizada na pesquisa



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Após a realização de várias buscas, chegou-se a um resultado de 468 artigos, até o ano de 2022, num primeiro momento, antes da verificação da coerência dos mesmos com as especificidades do tema. Ressalta-se que essa quantidade inicial ocorreu a partir da inserção da vinculação da pesquisa ao termo “solar” o que gerou um resultado de busca mais específico e mais efetivo. Dessa forma, essa foi a string escolhida como ponto de partida para a realização da revisão de literatura.

A partir da avaliação dos 468 artigos iniciais, alguns artigos foram descartados, por não estarem relacionados à temática pesquisada, visto que tratavam de temas como polinizadores, efluentes ou tratamento de água, dentre outros aspectos, chegando-se a um total de 247 artigos, objeto de estudo deste trabalho, os quais foram analisados em duas etapas, sendo uma com base na análise bibliométrica, tendo como suporte o Bibliometrix e o Vosviewer, e a outra, utilizando elementos da revisão sistemática, conforme indicado no Fluxograma 1. Ressalta-se que, na abordagem bibliométrica, foram usados todos os artigos da busca final e, para a revisão sistemática, a leitura foi feita em 5% do total de artigos (13), considerando como critério de escolha os mais citados, por décadas.

Em relação à bibliometria, os objetivos pretendidos foram examinados com base em figuras e quadros, os quais abordam os itens em nível global, por considerar que estes são mais relevantes, já que evidenciam um contexto mais abrangente, do que os que tratam da avaliação local dos mesmos. Em relação às perguntas trabalhadas através da abordagem de revisão

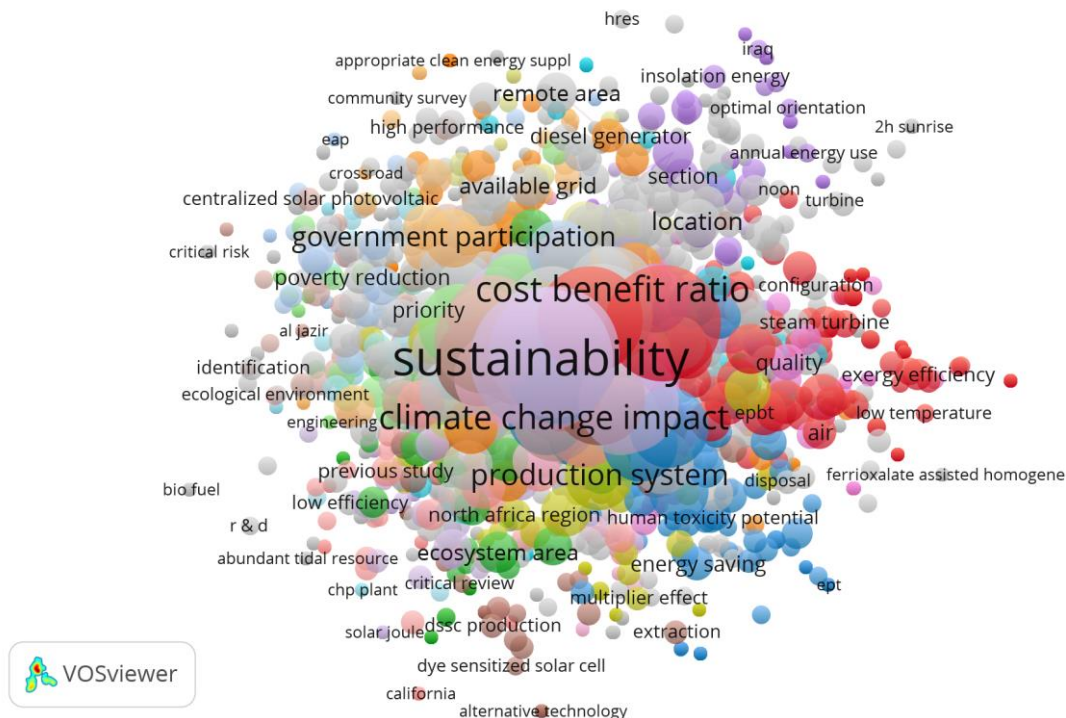
sistemática, as mesmas tiveram suas respostas estruturadas em quadros, no qual constam os dados encontrados e a correlação com a temática central desta pesquisa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Abordagem Bibliométrica

Na análise bibliométrica, a coocorrência geral de todos os termos presentes no título, resumo e palavras chaves, gerados pelo thesaurus, além do destaque das palavras mais relevantes, enfatiza a temática central da pesquisa, ao apresentar a sustentabilidade de maneira centralizada e destacada, situação que se repete por décadas, validando a temática estudada, a qual se correlaciona com os outros aspectos da eficiência energética, das condições climáticas, geração de energia, energia solar, planta fotovoltaica, políticas governamentais, evidenciando a relação com o contexto das energias renováveis e do desenvolvimento sustentável, conforme Figura 1 a seguir.

Figura 1 - Rede Geral de Coocorrência



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

A análise de coocorrência geral feita através do Vosviewer, utilizando o thesaurus gerado pelos 247 artigos oriundos da pesquisa na base Scopus, indicou 3.837 termos, agrupados em 44 clusters, sendo que o primeiro cluster contém 239 termos, enquanto o último cluster possui apenas 13. Por conta dessa diversidade de clusters associado a um número decrescente de termos em cada um, escolheu-se por examinar os cinco primeiros clusters, pressupondo que são mais representativos dentro do universo contemplado na pesquisa, representando 20% do total de termos. Observa-se que em cada cluster são agrupados os objetos ou itens de acordo com a similaridade e interação entre os temas correlatos, atribuindo a força de associação entre eles.

O primeiro cluster contém 239 termos; o segundo, contém 147 termos; no terceiro, foram identificados 140; no quarto, 129; seguido do quinto cluster, com 123 termos. O cluster 1 contempla mecanismos de sustentabilidade, relacionando aspectos do potencial energético, através de termos que remetem a sistemas integrados renováveis, capacidade de geração de energia solar, geração de hidrogênio, plantas híbridas, geotérmicas, biomassa, contextualizando as energias renováveis.

No segundo cluster, identifica-se a relação entre a eficiência energética, no contexto da biodiversidade, e o desenvolvimento energético, no âmbito da análise econômica, através da verificação do ciclo de vida da geração de energia. O terceiro cluster apresenta estudos comparativos, tratando da performance econômica e ambiental de ecossistemas sustentáveis, destacando a produção fotovoltaica, bem como parâmetros que influenciam nos aspectos de custos, resultados e benefícios da área estudada.

No quarto cluster, abordam-se o sistema elétrico, bem como aspectos vinculados a demandas, tecnologias e indicadores ambientais, políticas globais associadas à crise climática mundial. Em relação ao quinto cluster, os termos evidenciam, de maneira mais específica, a vinculação ao potencial de geração de energia solar, já que abordam termos sobre valor anual de insolação, incidência e radiação solar, integração fotovoltaica, além de projeto bioclimático, emissão de CO₂, demanda e dependência energética.

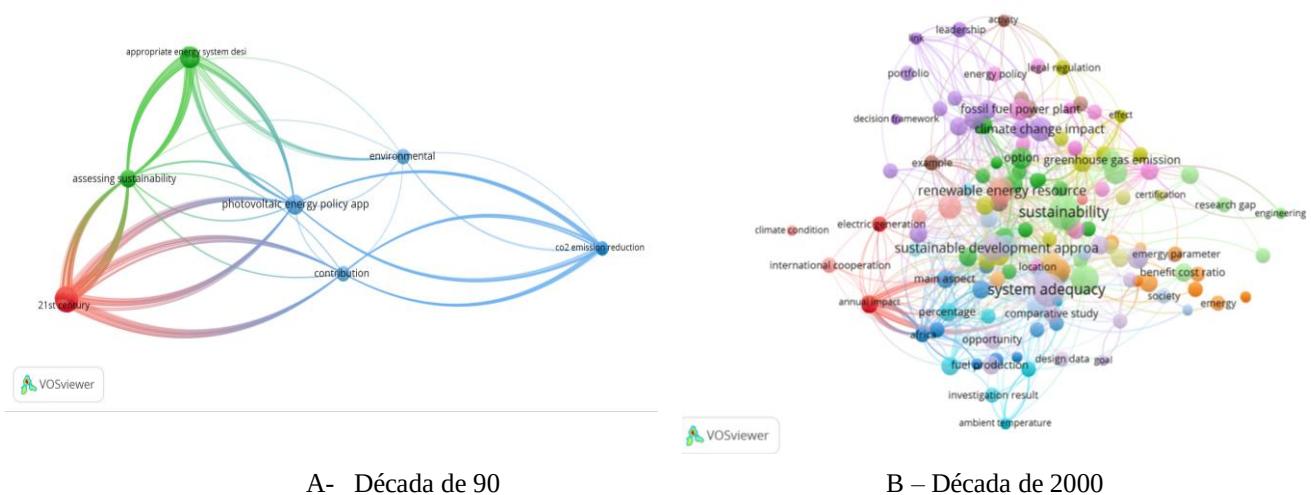
Observa-se que os termos apresentados nos cinco clusters destacados têm forte vinculação com o contexto da sustentabilidade energética. Máximo (2014) e Afgan et al (2000) abordam que a medição e a avaliação da sustentabilidade energética são feitas em torno de três dimensões principais: ambiental, econômica e social, através de critérios individualizados ou de forma combinada.

Sachs (2002) também observa a sustentabilidade em várias dimensões, enfatizando-a no contexto ambiental, social e econômico, no qual ele destaca que a sustentabilidade econômica

não é condição prévia para as demais categorias, visto que o transtorno econômico traz consigo o transtorno social e obstrui a sustentabilidade ambiental. Desta forma, entende-se que a sustentabilidade energética pode ser alcançada a partir do uso de energias limpas e renováveis, desde que promovam o desenvolvimento da sociedade e protejam o meio ambiente.

Por outro lado, ao serem comparadas as redes de coocorrências por décadas, das primeiras publicações no ano de 1998 até 2022, percebe-se a evolução do estudo na área pela ampliação da quantidade e da concentração dos termos nas imagens, conforme figuras 2 e 3. Na primeira década (Figura 2A), há apenas indicação de contribuições para a sustentabilidade, tratando de abordagens sobre a política energética fotovoltaica, com enfoque na redução de emissão de carbono com vistas ao século vinte e um, bem como a proposição de avaliação ambiental, sem ampliação do tema, sendo que até mesmo o quantitativo de publicações da área estudada, neste período, é pouco expressivo, com apenas 3 artigos.

Figura 2 - Rede de Coocorrência - Décadas de 90 e de 2000



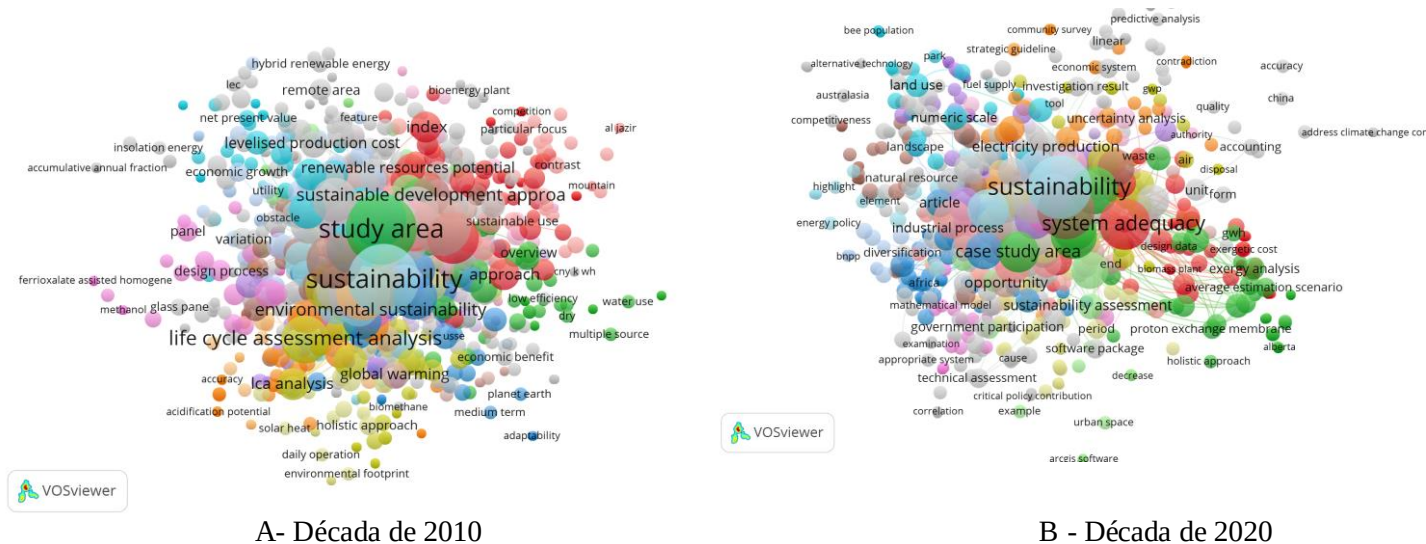
Fonte: Dados da pesquisa (2023).

A mudança é significativa, ao se comparar com a rede de coocorrência da década de 2000 (Figura 2B), na qual se destacam as energias renováveis, o desenvolvimento sustentável, as políticas públicas com vistas à sustentabilidade e políticas energéticas para a redução de combustíveis fósseis.

Há uma ampliação de estudos e publicações no contexto da eficiência energética, que se consolida nas décadas seguintes, de 2010 e de 2020 até os dias atuais (Figura 3), com um número relevante de estudos na área pesquisada, sendo 131 artigos identificados, referentes a década de 2010, e 85 artigos, na década de 2020. Estes números indicam a contemporaneidade

da temática, com um número considerável de pesquisas na área, expressas na concentração dos artigos publicados.

Figura 3 - Rede de Coocorrência - Décadas de 2010 e de 2020



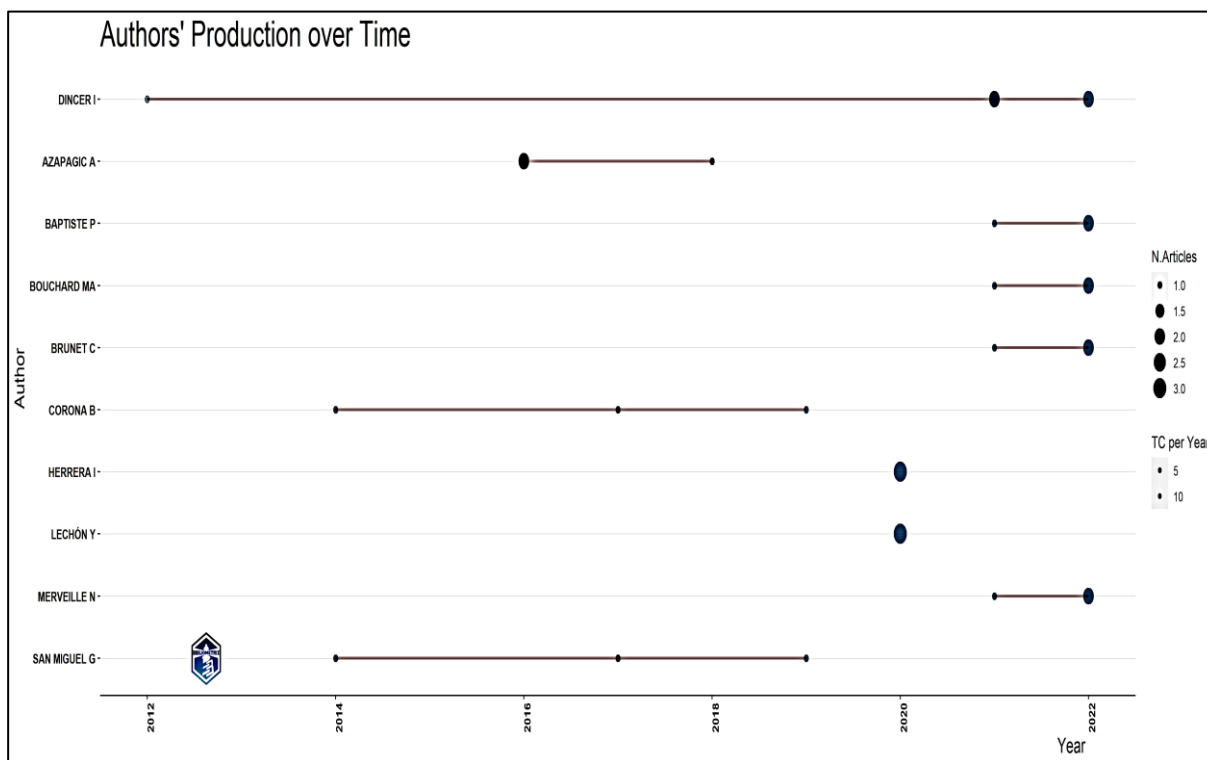
Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Ao tratar dos autores principais que pesquisam sobre a sustentabilidade energética, verifica-se que, em relação aos autores mais relevantes apresentados no total de documentos, destaca-se Ibrahim Dincer, pesquisador canadense do Laboratório de Energia Limpa, com índice de citação no quesito relevância igual a 5, seguido dos demais, dentre os dez principais, com índice de citação igual a 3, os quais são Azapagic, Baptiste, Bouchard, Brunet, Corona, Herrera, Lechon, Merveille e San Miguel.

O destaque do Dincer, em relação à relevância, pode ser explicado ao se verificar a produção quantitativa deste autor ao longo do tempo, associada à citação de seus trabalhos, conforme figura 4, a qual evidencia que o mesmo está presente em publicações sobre o tema, de forma freqüente, desde 2012 até os dias atuais, o qual escreve sobre os impactos ambientais dos sistemas de geração de energia solar, fotovoltaica e plantas de energias renováveis para comunidades sustentáveis.

Na figura em análise (Figura 4), é possível também visualizar autores que produziram bastante de forma pontual, num ano específico, como Herrera e Lechon, em 2020, com um número de artigos igual a 30; além de observar autores contemporâneos, em evidência nos últimos anos, tanto no número de artigos quanto pela frequência, entre os anos de 2021 e 2022. É o caso de Baptiste, Bouchard, Brunet, Merveille, além do Dincer que é frequente na produção ao longo do tempo.

Figura 4 - Produção dos autores ao longo do tempo



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Por outro lado, num período mais central, Azapagic aparece com grande intensidade na produção de 2016 a 2018, tanto em quantidade de artigos publicados, quanto citados, além de Corona e San Miguel que se destacam de forma centralizada, de 2014 a 2019.

No que se refere às publicações mais citadas sobre a temática pesquisada, ressalta-se a publicação de Ahmad e Tahar, com destaque global em primeiro lugar, com 372 citações, no ano de 2014, na *Renew Energy*, seguido da publicação de Saiz et al, com 231 citações, em 2006, na *Environmental Science and Technology*. A publicação de Ahmad e Tahar (2014) é um estudo feito na Malásia que trata da seleção de fontes de energia renováveis para o desenvolvimento sustentável do sistema de geração de eletricidade utilizando o processo hierárquico analítico. Por outro lado, o estudo de Saiz et al (2006) retrata o uso da avaliação do ciclo de vida (ACV), a fim de verificar os benefícios na redução do consumo de energia, diante da adoção de um telhado verde, em um edifício residencial, em Madri.

Dentre os institutos que mais publicam na área estudada, observa-se que em primeiro lugar está a Universidade de Illinois, seguido da Universidade de Perugia e da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Ressalta-se que Illinois (EUA) possui um programa voltado a geração de energia solar financiado pelo estado, denominado ISFA – *Illinois Solar for All*. O

ISFA tem como objetivo promover e proliferar a energia solar em Illinois, sobretudo para a comunidade de menor renda, organizações sem fins lucrativos, denominadas de ONGS e instituições públicas. A Universidade Estadual de Illinois, através de seu departamento de tecnologia, faz pesquisa sobre estas áreas e sobre o programa, tratando sobre a viabilidade de instalações de painéis solares fotovoltaicos. (Thankan; Winters; Aldeman, 2021).

Na Universidade de Perúgia, na Itália, existem trabalhos vinculados aos impactos ambientais, na implantação de centrais fotovoltaicas montadas no solo, as chamadas plantas solares (Desideri *et al.*, 2012). Em relação à UFSM, que é uma universidade brasileira, há estudos que se destacam sobre a sustentabilidade e a viabilidade de implantação de energia solar e eólica no cultivo de algas (Dias *et al.*, 2022a), perpassando pela análise geoespacial de implantação dessas usinas de energias renováveis, além de retratar os benefícios ambientais e econômicos gerados pelo investimento em eletricidade renovável (Dias *et al.*, 2022b).

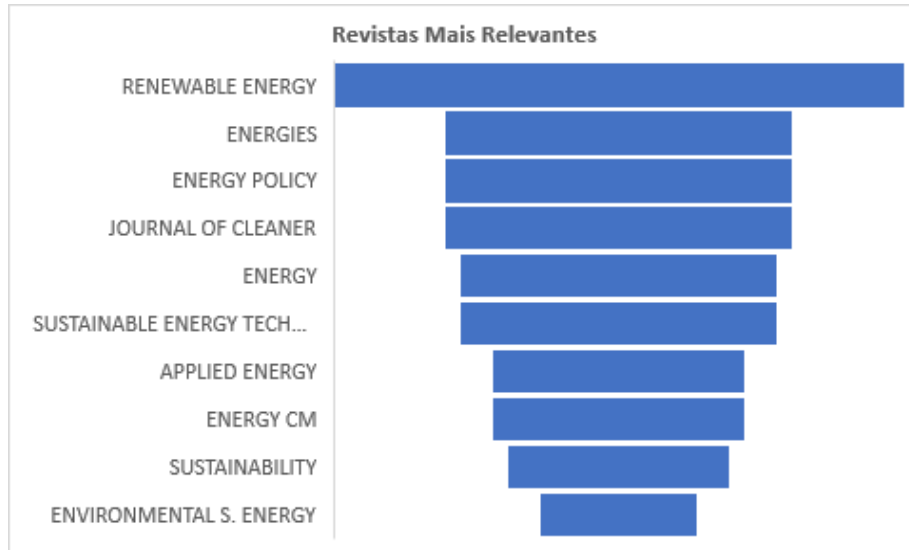
Dentre os países mais citados nas pesquisas realizadas sobre sustentabilidade energética, energia renovável e usinas solares, destacam-se a Malásia, seguido da Itália, Estados Unidos, China e Canadá, além da Romênia, Alemanha, Reino Unido, Portugal e Índia. Observa-se que o Brasil, embora tenha uma universidade destacada em terceiro lugar como uma das instituições que mais pesquisam sobre a temática, que é o caso da UFSM, não aparece entre os dez países mais citados em relação aos trabalhos publicados sobre o tema, contudo, mantém a sua classificação entre os dez principais países com produção científica na área, na posição 8, com frequência igual a 35. Neste quesito, de frequência de produção científica por países, a Itália se destaca em primeiro lugar, seguido de China, USA, Espanha, Canadá, Alemanha e Reino Unido, além de Brasil, Turquia e Índia.

Ao analisar os periódicos influentes na área, a fonte de pesquisa considerada mais relevante é a Renewable Energy, seguida da Energies, Energy Policy e Journal Of Cleaner Production (Figura 5). Segundo a Science Direct (2023), a Renewable Energy é uma revista internacional e multidisciplinar que promove a difusão de artigos na área de engenharia e pesquisas relacionadas a energias renováveis.

No que se refere ao surgimento e a evolução das revistas ao longo do tempo, observa-se que a Sustainable Energy Technologies and Assessments é a revista mais antiga sobre a temática e se manteve estável ao longo dos anos, com elevação nas publicações a partir de 2019. Por outro lado, verifica-se publicação contínua e em elevação da Revista Energy Policy, ao longo do tempo, desde 1999, enquanto de forma mais contemporânea, a Revista Renewable Energy ganhou destaques expressivos e ascendentes, em 2009, o que foi intensificado a partir

de 2019, contexto este que justifica a relevância da referida revista como um periódico influente.

Figura 5 - Revistas mais relevantes



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Todas as características e contextualizações apresentadas ao longo desta análise bibliográfica contribuem para o entendimento da evolução do tema, demonstrando o quanto tratar da sustentabilidade energética tem sido imprescindível, sobretudo na atualidade, visto que é perceptível a necessidade de redução do uso de combustíveis fósseis e da busca por energias limpas e renováveis, como a solar e a eólica.

Nesse contexto da sustentabilidade energética, Odou *et al.* (2020) relatam que a crescente atenção mundial à proteção ambiental, bem como o esgotamento das fontes de energia convencionais, como carvão, petróleo e gás natural, além de seu custo crescente, colocam as energias renováveis na vanguarda da transição energética mundial. Por outro lado, Bamisile *et al.* (2021) destacam que embora muitos países estejam desenvolvendo estratégias robustas e abrangentes para mitigar as suas emissões de carbono e reduzir as emissões de gases com efeito estufa (GEE) em geral, a eficácia destas estratégias de mitigação de GEE, no sentido da sustentabilidade ambiental, somente será avaliada com o tempo.

Tais aspectos se refletem na evolução da produção científica, com o aumento e o acúmulo de pesquisas na área e de citações destas produções científicas ao longo do tempo, sobretudo na contemporaneidade, na variedade de conceitos e tecnologias que estão surgindo, visando a eficiência energética, de modo a colaborar com a proteção do meio ambiente.

Observa-se nesta análise bibliométrica, a evolução, a frequência e a tendência dos termos, com fases distintas, visto que alguns termos, como é o caso de “proteção ambiental” são mais antigos e marcam presença, desde o ano de 2002. Outros apareceram em 2012 e estão presentes na literatura pesquisada até hoje, como é o caso dos termos “sustentabilidade”, “desenvolvimento sustentável” e “produção de energia renovável”. Contudo, há palavras ou expressões que passaram a ser utilizados com maior intensidade de forma contemporânea, como é o caso de “armazenamento de energia elétrica”, “geração de energia solar”, “energias alternativas” e “produção de hidrogênio”.

Pela avaliação da evolução destes termos e expressões, há que se considerar que os mesmos foram se adequando, paralelamente às preocupações da sociedade com o uso de mecanismos que promovam uma vida mais equilibrada ambientalmente, no que se refere à geração de energias alternativas, renováveis e limpas, colaborando para o alcance da sustentabilidade energética, através da redução de impactos ambientais negativos. São expressões muito comuns e presentes na sociedade atual que ressaltam a necessidade de ações efetivas, no âmbito da sustentabilidade, para além do discurso.

Abordagem de Revisão Sistemática

Em relação à análise dos artigos baseada em elementos da revisão sistemática, o Quadro 1 evidencia o protocolo utilizado na referida pesquisa.

Quadro 1 - Protocolo da revisão sistemática

TIPO DE DOCUMENTO	Artigos
PERÍODO	De 1998 até 2022
BASE DE DADOS	Scopus
CRITÉRIO DE INCLUSÃO	5% dos 247 artigos mais citados em cada década
DÉCADAS ANALISADAS	Quantidade de artigos pesquisados
1ª Década (1998 – 2000)	1 artigo
2ª Década (2001 – 2010)	1 artigo
3ª Década (2011 – 2020)	7 artigos
4ª Década (2021 – 2022)	4 artigos

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Conforme já indicado na metodologia deste trabalho, nesta fase foram examinados 13 artigos, os quais correspondem a 5% do total (247) de artigos mais citados, oriundos da pesquisa gerada na base de dados Scopus, a partir da string de busca inicial. O Quadro 1 apresenta a quantidade de trabalhos por décadas, bem como os critérios de inclusão utilizados.

As questões trabalhadas, a partir da leitura dos treze artigos, objetivaram identificar a região e a localidade do estudo; se há externalidades identificadas decorrentes do uso de energias renováveis, contemplando os possíveis impactos ambientais, econômicos e sociais; se são estabelecidas características de áreas para implantação de parques solares; se há indicação de políticas públicas na área de energias renováveis; quais os índices, indicadores e metodologias utilizadas na avaliação da sustentabilidade energética e a relação apresentada entre estes métodos e indicadores, com a sustentabilidade ao longo do tempo.

As pesquisas desenvolvidas sobre sustentabilidade energética, através do uso de energias renováveis, que foram avaliadas, as quais tratam dos variados tipos de fontes renováveis de energia, sobretudo em relação ao processo de implantação de energia solar ou fotovoltaica, enfocaram estudos nas localidades e regiões indicadas no Quadro 2.

Quadro 2 - Localidades e Regiões destacadas nas pesquisas

LOCALIDADES	REGIÕES ABORDADAS
Ambiente de Simulação	Zona Rural
Ambiente de Simulação	Sem região específica
Benin (África)	Aldeia de Fouay
Califórnia (Estados Unidos)	Daggett
Ghulam Shah (Paquistão)	Zona Rural
Ligúria (Itália)	Capo Vado
Madri	Madri
Malásia	Sudeste Asiático
Malásia	Área remota da estação KLIA, Sepang
Milão (Itália)	Planta fotovoltaica real no Solar Tech (Laboratório Politécnico de Milão)
Nigéria (África)	Nigéria
Romênia	Bucareste, Iasi, Timisoara e Cluj
Usina virtual	Sem região específica

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Ressalta-se que alguns estudos foram fruto de uma projeção de cenários, num ambiente de simulação, ou da percepção de acadêmicos sobre o tema. Outros foram decorrentes de aplicações de metodologias, como modelos e tecnologias específicas da área de energia, realizando observações dos métodos usados em comunidades rurais ou em regiões diversas, pertencentes a vários países, nos continentes existentes, com destaque para Europa, Ásia e África.

Em relação às metodologias e aos indicadores utilizados, envolvendo modelagens ou tecnologias ou mesmo modelos para avaliação da eficiência energética existente, e da viabilidade de utilização de outros critérios. com ênfase na geração de energia limpa, o Quadro 3 evidencia as metodologias apresentadas, bem como os indicadores utilizados.

Quadro 3 - Metodologias e indicadores ou critérios apresentados nas pesquisas analisadas

METODOLOGIAS	INDICADORES OU CRITÉRIOS APRESENTADOS
Abordagem Multicritério (MCDA) com AHP	Aspectos técnicos, econômicos, sociais e ambientais
Abordagem de tomada de decisão Multicritério (MCDM) com software HOMER, combinado com o Método Fuzzy F-AHP	Não apresenta indicadores ou critérios
Análise do ciclo de vida	Não apresenta indicadores ou critérios
Análise do ciclo de vida com MCDA e método SWING de ponderação	Indicadores agrupados em 4 dimensões: Econômica, tecnológica, ambiental e sociopolítica
Avaliação do ciclo de vida ambiental (ACV)	Não apresenta indicadores ou critérios
Avaliação do ciclo de vida híbrida (ACV)	Não apresenta indicadores ou critérios
Índice geral de sustentabilidade	Indicador de recursos, indicador ambiental, indicador social e indicador de eficiência
Modelagem com software HOMER	Não apresenta indicadores ou critérios
Modelo de decisão MPC (Controle preditivo de modelo)	Não apresenta indicadores ou critérios
Modelagem matemática combinando tecnologias de energias renováveis.	Não apresenta indicadores ou critérios
Modelagem matemática usando software EnergyPLAN no ambiente de programação MATLAB	Não apresenta indicadores ou critérios

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

A partir da avaliação dos métodos ou tecnologias utilizados, percebe-se uma preponderância de uso da Análise do Ciclo de Vida (ACV) e da Abordagem Multicritério (MCDA), os quais aparecem, às vezes, associadas a outras tecnologias, como o software Homer (Hybrid Optimization of Multiple Energy Resources), EnergyPLAN, o modelo AHP(analytic hierarchy process) e o método Fuzzy, que complementam os modelos para a escolha do tipo de energia renovável que mais se adéqua as características locais, ou mesmo na determinação da melhor combinação que colabore para a eficiência do sistema energético, a partir dos critérios ou indicadores utilizados. Tais indicadores e critérios contemplam os aspectos técnicos ou tecnológicos, econômicos, ambientais e sociais do sistema energético, vislumbrando as externalidades geradas pelo uso das diversas fontes de energias renováveis.

A abordagem multicritério é um ramo da pesquisa operacional que auxilia na tomada de decisão a partir de vários métodos, dentre os quais o AHP (Analytic Hierarchy Process), que permite ao gestor hierarquizar os critérios, subcritérios e alternativas disponíveis para analisá-los (AHMAD e TAHAR, 2014). Por outro lado, o modelo de análise do ciclo de vida (ACV), é

um método utilizado na avaliação dos impactos ambientais no setor da construção (Saiz; Kennedy; Baixo; Pressnail, 2006). Autores como Burkhardt, Heath e Turchi (2011) ampliam esta visão ao enfatizarem que a ACV é uma abordagem holística e padrão usada na quantificação de impactos ambientais também de energia renovável.

Ao tratar das externalidades geradas no âmbito dos impactos ambientais, sociais e econômicos, alguns autores incluem o critério tecnológico ou de recursos, embora estes aspectos possam ser observados no viés econômico, ampliando a visão específica de medição de custos enfatizada nos artigos, na caracterização do impacto econômico. As externalidades relacionam-se aos impactos gerados no ambiente externo das entidades, os quais podem ser benéficos ou não para o ambiente, para a economia e para a comunidade (Quadro 4).

As externalidades ambientais são os efeitos transversais de bens ou serviços sobre pessoas ou entidades que não estão diretamente envolvidas com a atividade. Relaciona-se com o impacto de uma decisão sobre aqueles que não participam dessa decisão, podendo gerar efeitos positivos ou negativos para a sociedade (Nascimento *et al.*, 2019).

Quadro 4 - Externalidades identificadas decorrentes do uso das energias renováveis

AMBIENTAIS	ECONÔMICAS	SOCIAIS
Redução das taxas de emissão de GEE	Custo inicial elevado	Geração de emprego
Redução das taxas de emissão de CO ₂	Custo de operação e manutenção menor para o sistema híbrido do que numa usina convencional.	Impactos na saúde
Problemas ambientais na produção de células solares	Custos de operação mais dispendiosas para pequenas centrais hidroelétricas, eólicas e solares	Instabilidade social
Mudanças climáticas	Custos decrescentes das energias renováveis	Redução da migração da população rural através da criação de empregos locais.
Perda da biodiversidade	Crescimento industrial	
Poluição atmosférica	Crescimento de emprego	
Sustentabilidade no fornecimento de energia	Criação de novas empresas locais	

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Os autores pesquisados foram unânimes em enfatizar que as fontes de energia baseadas em combustíveis fósseis ameaçam a civilização, pois prejudicam o meio ambiente, alteram as condições climáticas, aumentam a degradação ambiental e o aquecimento global, além de provocarem o esgotamento das reservas de combustíveis fósseis. As usinas convencionais que

dependem de combustíveis fósseis produzem enormes quantidades de gases de efeito estufa (GEE) e dióxido de carbono (CO₂).

Desta forma, a busca por uma eficiência energética equilibrada, com geração de energia elétrica que provoque externalidades positivas superiores às negativas, contribui para o equilíbrio ambiental e para a manutenção da vida, fomentando a sustentabilidade energética. Então, as fontes limpas e renováveis de energia podem auxiliar neste processo já que seu uso gera redução do GEE e do CO₂, melhora a eficiência e o fornecimento de energia, alcançando até mesmo comunidades rurais distantes, equilibram os impactos ambientais, colaboram para a sustentabilidade econômica e a eficiência energética. Percebe-se que muitos artigos utilizam estas abordagens de um modo geral, sem detalhar como isso acontece e quais são de fato os impactos gerados com maior especificidade.

O uso de energias renováveis e limpas é um fator preponderante para o desenvolvimento dos países, mesmo que ocorra de forma combinada com outros instrumentos de geração de energia tradicionais, ou entre as diversas fontes renováveis, como a coexistência de energia eólica, solar, bioenergia, biomassa e hidrogênio, dentre outras, sendo, portanto, uma combinação possível, visto que alguns locais podem não ter as condições ambientais, econômicas e estruturais necessárias para a implantação de fontes de energias renováveis, como a velocidade do vento e a irradiação solar, condizentes com uma produção de energia em larga escala que atendam as necessidades da comunidade, sem falar no alto custo inicial de implantação desses parques solares ou eólicos.

Por conta disso, Shezan *et al.* (2016) defendem a utilização de um sistema híbrido de energia renovável para eletrificação de áreas rurais e fora da rede e apresentam uma análise de desempenho, na Malásia, na qual retratam que o custo de operação e de manutenção para o sistema híbrido é menor do que numa usina convencional, além de permitir a combinação dos recursos abundantes na região, que é montanhosa, com condições meteorológicas adequadas, com grande radiação global, irradiação relevante mensal e anualmente, além de índice de claridade e de geração de ventos adequados. Esta defesa se coaduna com o entendimento de Odou, Bhandari e Adamou (2020), que no estudo de um sistema híbrido, em Benin, no continente africano, para além dos impactos econômicos e ambientais, também abordaram o impacto social da geração de energia elétrica, em comunidades rurais afastadas, por gerarem empresas e empregos locais, impedindo ou reduzindo a migração da população para as zonas urbanas.

Contudo, apesar das vantagens apresentadas em estudos diversos, Ullah *et al.* (2021) dizem que embora haja enormes benefícios para a mitigação climática, em virtude das energias

renováveis, não se pode deixar de atestar a existência de desvantagens que dificultam a utilização delas, como o fornecimento não confiável de eletricidade imposto pelos recursos climáticos flutuantes e exemplifica: irradiação solar e velocidade do vento, resultando em baixa satisfação do cliente; alto custo inicial e longo retorno do investimento; limitações geográficas, relacionadas à necessidade de uma grande área de terreno para capturar luz solar e energia eólica suficientes para produção da quantidade de eletricidade desejada.

A desvantagem decorrente da natureza intermitente das fontes de energias renováveis, para comunidades que estão distantes da rede, também é apontada por Odou, Bhandari e Adamou (2020), ao tratarem do processo de eletrificação rural para Benin, na África, além de Bamisile *et al.* (2021), no estudo na Nigéria, também no continente africano, que apontam a incapacidade de fornecimento de energia durante 24h, sem um sistema de armazenamento adequado.

Além desses aspectos, é relevante considerar a viabilidade econômica, que precisa ser verificada, utilizando parâmetros de custos que envolvam não só o gasto do investimento inicial, mas também os custos de operação e manutenção do sistema, fixos e variáveis. (Bamisile *et al.*, 2021).

Sobre isso, Afgan, Carvalho e Hovanov (2000), na década de 90, já tratavam, ao dizerem que a sustentabilidade energética precisa ser medida através de indicadores, basear-se em informações oportunas e confiáveis e refletir uma visão estratégica para otimizar o sistema de energia. Para Ahmad e Tahar (2014), não há recurso energético que sozinho satisfaça simultaneamente critérios técnicos, econômicos, ambientais e sociais. Isso torna a decisão difícil, então um modelo que evidencie informações qualitativas e quantitativas auxiliará neste processo.

Buscam-se, então, alternativas para o alcance da eficiência energética, utilizando fontes de energia renováveis, que reduzam os gases de efeito estufa e de dióxido de carbono e que atendam as demandas da população. Máximo (2014) classifica a hidrelétrica, eólica e solar como as tecnologias de geração mais sustentáveis e também defende o uso de modelos multipilares na avaliação das dimensões ambiental, econômica e social do processo energético.

Percebe-se, portanto, que a eficácia das estratégias implementadas para mitigação dos efeitos danosos, no viés da sustentabilidade ambiental, será avaliada ao longo do tempo (Bamisile *et al.*, 2021), contudo, o planejamento e a construção de cenários, no estudo e na caracterização das áreas a serem utilizadas na implantação de energias renováveis, são elementos vitais para a redução das desvantagens apresentadas na escolha da fonte de energia que mais se adéqua ao local.

No que se refere aos impactos vinculados ao uso da energia solar, alguns autores consideram-na a tecnologia mais limpa para a produção de eletricidade, superando outras tecnologias existentes, tendo em vista o potencial de recursos, o menor impacto ao meio ambiente e maior aceitação pública, muito embora tenha um custo inicial elevado (Ahmad; Tahar, 2014). Há autores que evidenciam que os custos de operação são mais dispendiosos para as centrais solares, eólicas e hidroelétricas (Burkhardt; Heath; Turchi, 2011).

Outros estudiosos da área entendem que os benefícios gerados, nos contextos ambientais e sociais, superam os custos de implantação e operação das usinas solares, visto que, tanto as energias solares quanto as eólicas estão disponíveis e são amigas do ambiente (Dagdougui *et al.*, 2012). Associado a isto, Bartie *et al.* (2021) comentam que novos modelos de negócios e novas tecnologias voltadas a energia solar fotovoltaica devem se concentrar em redução de custos, pela eficiência no processo de conversão de energia, associada a análise do ciclo de vida do produto, com estudos sobre a reutilização das placas fotovoltaicas, tratamento de resíduos gerados, avaliando as várias dimensões da sustentabilidade da energia solar.

No processo de caracterização das áreas para implantação de energias renováveis, incluindo a energia solar, percebe-se que boa parte dos artigos analisados não trata deste aspecto relacionado a busca de uma localização adequada e áreas que colaborem para minorar as desvantagens do processo e as externalidades negativas. Praticamente, 50 % dos artigos não apresentam nenhuma informação relacionada à caracterização de tais áreas. Os demais tratam de forma superficial.

Em relação às usinas que envolvem a produção de energia solar ou fotovoltaica, é necessário observar dados meteorológicos e o potencial de energia solar para a área, sendo que os aspectos destacados por alguns artigos, que precisam ser observados, são os seguintes: dados meteorológicos da área, como temperatura, umidade, potencial solar, velocidade e direção do vento; potencial solar, incluindo radiação global, irradiação solar diária, mensal e anual, irradiância normal direta (DNI) e cálculo do índice de claridade; proximidade com a rede elétrica; preferência por áreas remotas e descentralizadas; demanda de carga da região; dados de longitude e latitude da área considerada; uso de ferramentas de SIG e monitoramento feito por estação meteorológica.

Dentre as iniciativas relatadas nos textos pesquisados, destacam-se dois estudos feitos em áreas distintas, na Malásia (Malásia Peninsular e Estação Klia), um em Milão (Itália), um no município de Ghulam Shah (Paquistão) e outro na Nigéria (África), nos quais há um detalhamento maior dos dados usados como parâmetro de análise. A procura por eletricidade na Malásia aumentou, de forma expressiva, nos últimos anos (4,5% ao ano), sobretudo pelo

intenso desenvolvimento econômico e crescimento populacional. A Malásia tem abundante potencial de energia renovável, com maior radiação solar global em sua posição geográfica (Shezan *et al.*, 2016). Tem cerca de 12h de luz solar diária, com irradiação solar diária de 4,21–5,56 kwh/m² (Ahmad; Tahar, 2014), estes são, portanto, fatores que colaboram para o aumento de geração de energia renovável na região.

Em Milão, as condições ambientais foram monitoradas por uma estação meteorológica, sendo utilizada uma base de dados europeia (Dolara *et al.*, 2013) de radiação solar e dados climáticos integrados ao Sistema de Informação Geográfica Fotovoltaica (PVGIS). No Paquistão, município de Ghulam Shah, Ullah *et al.* (2021) destacam o uso de Sistemas de Informação Geográficas - SIG, associado ao AHP, no estudo de locais adequados para hospedar parques fotovoltaicos. Bamisile *et al.* (2021) apresentam o modelo EnergyPLAN, utilizado na Nigéria, como instrumento para investigação das áreas e para determinação da combinação tecnológica ideal para configuração do sistema energético local.

Contudo, no aspecto referente às políticas públicas, embora as iniciativas apresentadas permitam inferir uma preocupação dos gestores em buscar alternativas para superar ou mitigar os efeitos da crise energética, através da implantação de energias renováveis, não há, de forma evidente nestes estudos, definições de políticas públicas concretas. Planos neste sentido devem existir, mas os trabalhos não os expõem. Há comentários sobre a necessidade de incentivos governamentais, com proposição de subsídios ou subvenções para reduzir os custos de investimentos (Oudou; Bhandari; Adamou, 2020). Dagdougui *et al.* (2012) abordam a necessidade, de países desenvolvidos ou não, de implementarem políticas para melhorar a eficiência energética.

Ullah *et al.* (2021) citam que barreiras fiscais, políticas, técnicas e sociais têm dificultado a implantação de energias renováveis no Paquistão, destacando que há uma grave crise energética no país, o que levou o governo a implementar, de forma rápida e eficiente, energias renováveis. No estudo, sugere-se a criação de um plano de investimento prioritário para disseminar energias renováveis e gerar iniciativas de crescimento verde para mitigação do carbono.

Políticas de estímulo, através de benefícios fiscais, tarifas fed-in, adoção de medidas operacionais e regulamentares, concretização de acordo verde entre os países e foco nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - ODS são exemplos de políticas públicas energéticas citadas nos estudos investigados (Bartie *et al.*, 2021).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O artigo em questão se propôs a analisar o processo de implantação de energias renováveis, tendo como foco de estudo a energia solar, verificando a evolução e as tendências deste aspecto, sob a ótica da sustentabilidade energética. Para isso, foi feita uma análise bibliométrica com elementos de revisão sistemática, a partir de buscas geradas na base Scopus, utilizando uma abordagem estatística com organização dos dados em gráficos, quadros e figuras geradas, sobretudo no Vosviewer e no Bibliometrix.

Verificou-se que a sustentabilidade energética não é um conceito novo, mas vem evoluindo ao longo do tempo, especialmente pela agregação e expansão de novas tecnologias na geração de energia, a exemplo da eólica, solar, biomassa e hidrogênio verde, desde a década de 1990, até os dias atuais. Destacam-se temas emergentes vinculados, especialmente, a busca da sociedade pela redução dos gases de efeito estufa e do CO₂, que afetam sobremaneira o clima e o meio ambiente. Pesquisadores de várias partes do mundo têm buscado e proposto alternativas que contribuam para a redução dos impactos negativos ao meio ambiente, associado ao alcance de uma estrutura energética limpa e renovável, em comunidades diversas.

Os estudos avaliados evidenciaram vantagens no uso de energias limpas e renováveis, diante das externalidades geradas em níveis sociais, ambientais e econômicos, que colaboram para a sustentabilidade energética, muito embora políticas públicas contundentes e efetivas precisam ser criadas e implementadas, visto que se comenta muito sobre a necessidade de alcançar os ODS, de se promover acordos verdes, de reduzirem tributos e taxas de financiamento para energias renováveis, mas sem uma efetividade destas propostas.

Em relação ao processo de implantação de parques solares, há que se estabelecer com cautela e cientificidade os critérios para a escolha de locais adequados geograficamente, diante das características das áreas, além de se avaliar com maior profundidade os impactos positivos e negativos gerados, nos contextos social, econômico e ambiental. Não se identificou nos estudos um parâmetro criterioso e uniforme de avaliação das áreas, muito embora se estabeleçam alguns itens que devem ser observados, nas localidades estudadas, como índice de radiação, proximidade com a rede elétrica, priorização de áreas remotas mais distantes, por exemplo.

Além disso, destaca-se a importância de buscar alternativas de avaliação dos impactos gerados, criando novos métodos ou aperfeiçoando os já existentes, como a avaliação do ciclo de vida e a análise multicritério, os quais são muito usados nos artigos verificados, visto que não basta apenas identificar os impactos, é preciso evidenciá-los e avaliá-los adequadamente, a

fim de contribuir para a tomada de decisão e para a gestão do processo energético, no contexto da sustentabilidade.

Desta forma, entende-se que a integração das energias renováveis, especialmente a energia solar, pode contribuir para o desenvolvimento sustentável, mitigando as emissões de gases de efeito estufa, reduzindo a dependência de combustíveis fósseis e promovendo o bem-estar social e econômico.

REFERÊNCIAS

AFGAN, N.; CARVALHO, M. G.; HOVANOV, N. *Energy system assessment with sustainability indicators*. **Energy Policy**, v. 28, n.9, p. 603-612, jul. 2000.

AHMAD, S.; TAHAR, R. *Selection of renewable energy sources for sustainable development of electricity generation system using analytic hierarchy process: a case of Malaysia*. **Renewable Energy**, [S.l.], v.63, p. 458-466, 2014.

BAMISILE, O.; BABATUNDE, A.; ADUN, H.; YIMEN, N.; MUKHTAR, M.; HUNAG, Q.; HU, W. *Electrification and renewable energy nexus in developing countries; an overarching analysis penetration of hydrogen production and electric vehicles integrality in renewable energy*. **Energy Conversion and Management**, [S.l.], v.2, 36, n.114023, maio 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/journal/energy-conversion-and-management/vol/236/suppl/C>. Acesso em: 10 ago. 2023.

BARTIE, N.; COBOS-BECERRA, Y.; FROHLING, M. SCHLATMANN, R.; REUTER, M. *The resources, exergetic and environmental footprint of the silicon photovoltaic circular economy: Assessment and opportunities*. **Resources, Conservation and Recycling**, [S.l.], v. 169, n.105516, jun.2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344921001233>. Acesso em: 10 ago. 2023.

BIBLIOMETRIX. Disponível em: <https://www.bibliometrix.org/home/> . Acesso em: 10 ago. 2023.

BURKHARDT, J.; HEATH, G.; TURCHI, C. *Life Cycle Assessment of a Parabolic Trough Concentrating Solar Power Plant and the Impacts of Key Design Alternatives*. **Environmental Science and Technology**, [S.l.], v. 45, n. 6, p. 2457-2464, 2011.

BUSHUR, A. ; WARD, K.; FLAHAVEN, T; JO, J.H. ; ALDEMAN, M. Avaliação técnico-econômica da instalação de infraestrutura combinada de EV e PV em estacionamentos de instituições acadêmicas em Illinois, EUA. **Energia AIMS Press**, [S.l.], v.7, n.1, p.31-45, 2019. DOI 10.3934/energia.2019.1.31.

DAGDOUGUI, H.; MINCIARDI, R.; AHMED, O; ROBBA, M. SACILE, R. *Modeling and optimization of a hybrid system for the energy supply of a green building*. **Energy Conversion and Management**, [S.l.], v. 64, p. 351-363, dez. 2012.

DESIDERI, U. , PROIETTI, S. , SDRINGOLA, P. , TATICCHI, P; CARBONE, P. , TONELLI, F. Abordagem integrada a um complexo multifuncional: design sustentável, soluções construtivas e certificações. **Gestão da Qualidade Ambiental**, [S.l.], v.21, n.5, p. 659-679, 2010. DOI 10.1108/14777831011067944. Acesso em: 10 ago. 2023.

DESIDERI, U. , PROIETTI, S. , ZEPPARELLI, F. , SDRINGOLA, P. , BINI, S. *Avaliação do Ciclo de Vida de uma central fotovoltaica de 1778kWp montada no solo e comparação com sistemas tradicionais de produção de energia. **Applied Energy**, [S.l.], v. 97, p. 930-943, set. 2012. Disponível em: 10.1016/j.apenergy.2012.01.055. Acesso em: 10 ago. 2023.*

DIAS, R. R.; DEPRÁ, M.C.; ZEPKA, L.Q.; JACOB_LOPES. Estudo in silico de energia renovável híbrida em instalações de microalgas: um caminho para emissões líquidas zero. **Pesquisa de algas**, [S.l.], v. 63, abril.2022a. Disponível em: <https://doi-org.ez77.periodicos.capes.gov.br/10.1016/j.algal.2022.102661>. Acesso em: 10 ago. 2023.

DIAS, R. R.; DEPRÁ, M.C.; ZEPKA, L.Q.; SEVERO, I.A; JACOB_LOPES, E. Substituição inteligente da matriz energética em instalações comerciais de microalgas: um caminho de transição para uma bioeconomia de baixo carbono. **Tecnologias e avaliações de energia sustentável**, [S.l.], v. 52, n. 102073, p.1-12, ago. 2022b, Disponível em: <https://doi-org.ez77.periodicos.capes.gov.br/10.1016/j.seta.2022.102073>. Acesso em: 10 ago. 2023.

DOLARA, A.; LAZAROIU, G.; LEVA, S.; MANZOLINI, G. *Experimental investigation of partial shading scenarios on PV (photovoltaic) modules. **Energy**, [S.l.], v. 55, p. 466-475, 2013*

MAXIMO. A. *Sustainability assessment of electricity generation technologies using weighted multi-criteria decision analysis. **Energy Policy**, [S.l.], v.65, p. 284-297, 2014.*

NASCIMENTO, Andreia R. da C.; GRZEBIELUCKAS, Cleci; SILVA JR, Luciênio; OLIVEIRA, Fabiana P. L. Lancelotti de. Externalidades ambientais positivas e negativas identificadas nos relatórios contábeis em uma indústria do setor frigorífico. **Revista Educação Ambiental em Ação**, [S.l.], v. 14, n. 53, 2019. Disponível em <http://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=2116>. Acesso em: 10 ago. 2023.

ODOU, O.; BHANDARI, R.; ADAMOU, R. *Hybrid off-grid renewable power system for sustainable rural electrification in Benin. **Renewable Energy**, [S.l.], v.145, p. 1266-1279, 2020.*

SACHS, Ignacy. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. 4. ed. Rio de Janeiro: Garamond, 2002.

SAIZ, S.; KENNEDY, C.; BASS, B.; PRESSNAIL, K. *Comparative Life Cycle Assessment of Standard and Green Roofs. **Environmental Science and Technology**, [S.l.], v. 40, n. 13, p. 4312–4316, 2006.*

SCIENCE DIRECT. **Renewable Energy**, [2023?]. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/journal/renewable-energy>. Acesso em 2023.

SCOPUS ELSEVIER. **Base Scopus**. [2023?]. Disponível em: <https://www-scopus.ez77.periodicos.capes.gov.br/search/form.uri?display=basic#basic> . Acesso em: 10 ago. 2023.

SHEZAN, S.; JULAI, S.; KIBRIA, M.; ULLAH, K.; SAIDUR, R.; CHONG, W.; AKIKUR, R. Performance analysis of an off-grid wind-PV (photovoltaic)-diesel-battery hybrid energy system feasible for remote áreas. **Journal of Cleaner Production**, [S.l.], v. 125, p. 121-132, 2016.

SUN, S.; KAZEMI-RAZI, S.; KAIGUTHA, L. MARZBAND, M. *Day-ahead offering strategy in the market for concentrating solar power considering thermoelectric decoupling by a compressed air energy storage. **Applied Energy**, [S.l.; S.n.], 2022.*

THANKAN, C., WINTERS, A., Jo, J.H., ALDEMAN, M. *Feasibility of applying Illinois Solar for All (ILSFA) to the Bloomington Normal Water Reclamation District*. **AIMS Energy**, Illinois State University, Estados Unidos, 2021. DOI 10.3934/energy.2021007.

ULLAH, Z.; ELKADEEM, M.; KOTB, M.; TAHA, I.; WANG, S. *Multi-criteria decision-making model for optimal planning of on/off grid hybrid solar, wind, hydro, biomass clean electricity supply*. **Renewable Energy**, [S.l.], v. 179, p. 885-910, 2021.

VOSVIEWER. **Visualizing Scientific Landscape**, [2023?]. Disponível em: <https://www.vosviewer.com/>. Acesso em: 10 ago. 2023.

MAPEAMENTO DAS ÁREAS DE RISCO PARA TRANSMISSÃO DE ARBOVIROSES (DENGUE, CHIKUNGUNYA E ZIKA) NO TERRITÓRIO DE DESENVOLVIMENTO DOS COCAIS, PIAUÍ, BRASIL

Antonio Carlos dos **SANTOS**
Doutor em Desenvolvimento e Meio Ambiente - Rede PRODEMA/UFPI
Universidade Federal do Piauí (UFPI)
E-mail: baulive@hotmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-6979-9573>

Ivanilza Moreira de **ANDRADE**
Doutora em Botânica
Instituição: Universidade Federal do Delta do Parnaíba (UFDPA)
E-mail: ivanilzamoreiraandrade@gmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6059-8540>

Gustavo Souza **VALLADARES**
Doutor em Agronomia - Ciência do Solo
Instituição: Universidade Federal do Piauí (UFPI)
E-mail: valladares@ufpi.edu.br
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4884-6588>

Francílio de Amorim dos **SANTOS**
Doutor em Geografia
Instituição: Instituto Federal do Piauí (IFPI) / Campus Piripiri
Email: francilio.amorim@ifpi.edu.br
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0415-6673>

*Recebido
Junho de 2024*

*Aceito
Agosto de 2025*

*Publicado
Dezembro de 2025*

Resumo: No presente estudo, objetivou-se empregar um Sistema de Informação Geográfica (SIG) para mapear as zonas de risco de arboviroses no Território de Desenvolvimento dos Cocais - PI, considerando o intervalo de tempo de 2012 a 2019. Para essa finalidade, foi realizada uma análise ambiental e epidemiológica para geração do mapa do risco de ocorrência de arboviroses levando em consideração inventários envolvendo variáveis como infestação predial, temperatura média, pluviometria, umidade relativa do ar, NDVI e NDWI por

geoprocessamento e sensoriamento remoto. Os temas foram sobrepostos e analisados por meio do método multicritério aditivo para a elaboração do mapa de risco de ocorrência das doenças. Posteriormente, os óbitos registrados foram sobrepostos com o intuito de validar a metodologia proposta. O mapeamento de risco para transmissão de arboviroses resultou na identificação de três classes: média, alta, e muito alta, sendo que as classes alta e muito alta o risco de ocorrência de óbitos teve maior destaque. Cerca de 75% dos óbitos ocorreram em municípios em áreas de risco "Muito Alta" (Matias Olímpio, Pedro II e Piripiri), enquanto 25% dos óbitos ocorreram em área de risco "Alta" (Piracuruca). Além disso, 84% dos municípios com incidências cumulativas elevadas estão em áreas de risco "Muito Alta" ou "Alta". Os resultados sugerem que o modelo do método multicritério aditivo para determinar áreas de ocorrência de casos de dengue, chikungunya e zika vírus é altamente eficiente, indicando que os fatores entomológicos e ambientais elegidos para compor as análises apresentaram resultado satisfatório.

Palavras-chave: Arboviroses; epidemiologia; modelagem; validação; risco.

MAPPING OF THE RISK AREAS FOR ARBOVIRUSES TRANSMISSION (DENGUE, CHIKUNGUNYA AND ZIKA) IN THE COCAIS DEVELOPMENT TERRITORY, PIAUÍ, BRAZIL

Abstract: In the present study, it was aimed to use a Geographical Information System (SIG) to map the arboviruses risk zones in the Cocais Development Territory - PI, considering the time interval from 2012 to 2019. For this goal, an environmental and epidemiological analysis was produced for the creation of the arboviruses occurrence risk map taking into consideration inventories involving variables such as building infestation, average temperature, pluviometry, relative humidity, NDVI and NDWI by geoprocessing and remote sensing. The themes were overlapped and analyzed through the multicriteria additive method for the elaboration of the disease occurrence risk map. Afterwards, the registered deaths were overlapped with the intention to validate the proposed methodology. The mapping of the arboviruses transmission risk resulted in the identification of the three classes: medium, high and very high, considering that the high and very high had more emphasis. Around 75% of the deaths occurred in the cities in "very high" risk area (Matias Olímpio, Pedro II and Piripiri), while 25% of the deaths occurred in "high" risk area (Piracuruca). Besides that, 84% of the cities with high cumulative incidence are in "very high" or "high" risk areas. The results suggest that the model of the multicriteria additive method to determine occurrence areas of dengue, chikungunya and zika virus cases is highly efficient, indicating the entomological and environmental factors chosen to produce the analyses presented satisfactory result.

Keywords: Arboviruses; epidemiology; modeling; validation; risk.

MAPIAMIENTO DE LAS AREAS DE RIESGO PARA LA TRANSMISION DE ARBOVIROSIS (DENGUE, CHIKUNGUNA Y ZIKA) EN EL TERRITORIO DE DESENVOLVIMIENTO DE LOS COCALES, PIAUI, BRASIL

Resumen: Em el presente estudio, el objetivo es emplear el Sistema de Informacion Geográfica (SIG) para mapeamento de las zonas de riesgo de arbovirose, en el Territorio de Desenvolvimento de losCocalesPiauí, considerando el intervalo de tempo de 2012 -2019. Para esa finalidad fue realizada um análise ambiental y epidemiológico para la generación del mapa de riesgo de ocurrencia de arbovirose llevando en consideración inventarios envolvendo variables como infestación de los edificios, temperatura media, pluviometría, humedad relativa del aire, NDVI y NDWI por geoprocésamiento y sensoriamento remoto. Los temas fueron sobrepuestos y analizados por medio del método multicritério aditivo para la elaboración del mapa de riesgo

de ocorrência de las enfermedades. Posteriormente los óbitos registrados fueron sobrepuestos con intuito de validar la metodología propuesta. El mapeamiento del riesgo para la transmisión de arbovirosis resultó de la identificación de três clases, media, alta y mucho alta, siendo que las clases alta y mucho alta el riesgo de ocurrencia de los óbitos tuvo mayor destaque. Cerca del 75 por ciento ocurrieron en municipios de áreas de riesgo “mucho alta” (Matías Olímpio, Pedro II y Piripiri) enquanto el 25 por ciento de los óbitos ocurrieron en área de riesgo “alta” (Piracuruca). Además de eso 84 por ciento de los municipios de los municipios con incidências acumulativas elevadas están en áreas de riesgo “mucho alta” y “alta”. Los resultados sugieren que el modelo del método multicriterio aditivo para determinar áreas de ocurrencia de casos de dengue, chikungunya, y zika es altamente eficiente, indicando que los factores entomológicos y ambientales elegidos para componerlos análisis presentan resultado satisfactorio.

Palabras clave: Arbovirus; epidemiología; modelado; validación; riesgo.

INTRODUÇÃO

A dengue, uma doença viral transmitida pela picada do mosquito *Aedes aegypti*, representa um dos principais problemas de saúde pública no Brasil, com altas taxas de morbimortalidade em muitos municípios, tanto de forma endêmica quanto epidêmica (Brasil, 2009; Gubler, 2011, Castro; Wilson; Bloom, 2017; Valladares *et al.*, 2019). Além da dengue, a chikungunya, é outra virose febril aguda caracterizada por dor intensa e poliartralgia debilitante, transmitida não apenas pelo mosquito *Aedes aegypti*, mas também pelo *Aedes albopictus* (Pialoux *et al.*, 2007; Santos, 2018; Souza; Gabriel, 2023). Adicionalmente, o zika, identificado pela primeira vez em humanos em 1952, após sua descoberta em macacos no Uganda, em 1947, também é transmitido por este mosquito (World Health Organization, 2016).

As arboviroses dengue, chikungunya e zika apresentam uma ampla variedade de sintomas que podem variar de leves a graves, com potencial letalidade em casos mais severos. A dengue, por exemplo, é conhecida por causar febres agudas, dores musculares e articulares, podendo evoluir para formas mais graves, como a dengue hemorrágica, que pode ser fatal se não tratada adequadamente (Guzman; Harris, 2015). Da mesma forma, a chikungunya pode levar a complicações sérias, como artrite crônica e, em casos raros, encefalite, representando um risco significativo principalmente para idosos e pessoas com condições médicas preexistentes (Weaver; Lecuit, 2015). Quanto ao vírus Zika, embora frequentemente associado a complicações neurológicas como a síndrome de Guillain-Barré e microcefalia em bebês nascidos de mães infectadas durante a gravidez, é geralmente considerado menos letal em comparação com a dengue e a chikungunya (Wikan; Smith, 2016). Essas doenças destacam-se não apenas pelos sintomas variados que podem causar, mas também pelos diferentes impactos na saúde pública, exigindo abordagens específicas para prevenção, controle e tratamento em áreas afetadas.

Essas arboviroses, representam, portanto, desafios significativos para a saúde pública global, especialmente em regiões tropicais e subtropicais (Cardoso *et al.*, 2015). No Brasil, essas doenças têm sido uma preocupação crescente devido à sua rápida disseminação e aos impactos na saúde humana. O Território de Desenvolvimento dos Cocais, localizado no estado do Piauí, apresenta condições de riscos ambiental e epidemiológico para a proliferação dessas arboviroses. Fatores como altas temperaturas e umidade do ar, características típicas de regiões tropicais, são propícios para a reprodução dos mosquitos transmissores (*A. aegypti* e *A. Albopictus*). Além disso, aspectos socioeconômicos, como infraestrutura precária e condições de saneamento inadequadas, podem favorecer a presença de criadouros e aumentar a vulnerabilidade da população à transmissão dessas doenças. Portanto, é essencial implementar medidas eficazes de controle vetorial, campanhas educativas e melhorias nas condições de infraestrutura sanitária para mitigar os riscos e reduzir a incidência dessas arboviroses no Território de Desenvolvimento dos Cocais e em outras áreas afetadas pelo problema no Brasil.

Castro e Peixoto (2005) afirmam que o risco ambiental transcende aos eventos naturais ou tecnológicos catastróficos, como enchentes ou acidentes industriais graves e frequentes. Conforme os mesmos autores, o risco ambiental é um processo contínuo que resulta da interação complexa de diversos fatores ao longo do tempo, especialmente relacionados ao estilo de vida moderno e às atividades cotidianas nas áreas urbanas. Essa visão amplia a compreensão do risco ambiental para além de eventos isolados, enfatizando que as decisões de planejamento urbano, o uso de recursos naturais, a gestão de resíduos e o desenvolvimento de infraestrutura influenciam diretamente a vulnerabilidade das comunidades a problemas ambientais.

Nesse sentido, o conceito de risco abrange elementos de incerteza que impactam continuamente os objetivos, metas e meios estratégicos de uma organização, incluindo pessoas, processos, informações e comunicações, influenciando o ambiente e podendo resultar em prejuízos. No entanto, conforme Camargo Júnior *et al.* (2013), quando gerenciados de forma eficaz, esses riscos podem se transformar em oportunidades para obter ganhos financeiros, fortalecer a reputação e melhorar os relacionamentos. A compreensão do conceito de risco e as análises da estrutura social permitiram a identificação de subgrupos populacionais mais homogêneos, situados em áreas geográficas mais restritas, nos quais a incidência de doenças é mais acentuada (Barreto; Alves, 1994).

De forma concisa, o risco epidemiológico pode ser definido como a probabilidade de ocorrer um evento específico relacionado à saúde, baseado na análise de eventos passados recentes (Luiz; Cohn, 2006). É a probabilidade de transmissão de uma doença em regiões específicas, considerando a relação entre variáveis geográficas e epidemiológicas, tais como

altitude, inclinação do terreno, características do relevo, corpos d'água, infraestrutura viária e uso do solo (Santos; Valladares; Hassum, 2019).

Compreender os riscos ambientais associados às arboviroses implica na análise das características físicas do ambiente, tais como a existência de locais de reprodução de mosquitos, a presença de água estagnada e o tipo de vegetação, os quais podem facilitar a propagação dos vetores (Lima-Camara *et al.*, 2018).

De forma mais ampla, os conceitos de risco abordados por Barreto e Alves (1994), Castro e Peixoto (2005), Luiz e Cohn (2006), Camargo Júnior *et al.* (2013), Lima-Camara *et al.* (2018) e Santos, Valladares e Hassum (2019) frequentemente podem ser categorizados como: risco social, risco ambiental, risco de administrativo (gestão) e risco epidemiológico, entre outros, relacionados à segurança pessoal, saúde, condições de moradia, trabalho, transporte e outros aspectos que afetam o cotidiano da sociedade moderna.

Os Territórios de Desenvolvimento são unidades de planejamento e gestão regional que orientam a ação governamental para promover o desenvolvimento sustentável, reduzir desigualdades e melhorar a qualidade de vida da população. Essa abordagem articula municípios com características similares, permitindo a implementação de políticas públicas mais eficazes e integradas, considerando aspectos geográficos, socioeconômicos e culturais para fortalecer a governança e a participação social no desenvolvimento regional (Piauí, 2007; Santos, 2006).

No Piauí, os Territórios de Desenvolvimento foram instituídos para facilitar o planejamento e a implementação de políticas públicas alinhadas às realidades locais, promovendo inclusão social e dinamização da economia regional. O estado é dividido em 12 territórios, incluindo o Território de Desenvolvimento dos Cacaos (TDCPI), onde foi realizada a presente pesquisa (Piauí, 2017).

No TDCPI, tem ocorrido uma alta incidência de casos por dengue, zika e chikungunya, nos últimos anos, com ênfase no recorte temporal de 2012 a 2019. As maiores incidências de dengue e chikungunya no TDCPI ocorreram em aproximadamente 75% dos municípios com população de até 10.000 habitantes. Nossa Senhora dos Remédios registrou a maior incidência de casos de dengue (1684,5/100.000 habitantes), enquanto São João da Fronteira teve a maior incidência de chikungunya (1272,5/100.000 hab.) e Piripiri registrou a maior incidência de zika (175,6/100.000 hab.). As maiores taxas de mortalidade por dengue foram observadas em Piracuruca, enquanto Matias Olímpio apresentou a maior taxa de mortalidade por chikungunya (Santos; Andrade, 2022).

Após delinear a problemática da pesquisa, que trata da incidência de casos de arboviroses nos ambientes urbano e periurbano no Território de Desenvolvimento dos Cocais, desenvolveu-se a hipótese de que a modelagem de variáveis geoespaciais, ecoepidemiológicas e socioambientais por meio do Sistema de Informação Geográfica (SIG) pode oferecer uma abordagem preventiva para identificar cenários epidêmicos. Esse mapeamento preciso dos municípios com tendência de surto de arboviroses contribui para subsidiar os processos de tomada de decisão.

Nesse sentido, o SIG se destaca como uma tecnologia essencial, pois permite a coleta, armazenamento, análise, manipulação e visualização de dados espaciais, integrando informações georreferenciadas para apoiar estratégias de controle e prevenção. Segundo Longley *et al.* (2015), o SIG consiste em um conjunto de ferramentas que facilita a compreensão de padrões e relações espaciais, sendo amplamente aplicado em áreas como planejamento urbano, gestão ambiental e saúde pública.

Dessa forma, a presente pesquisa tem como objetivo principal utilizar o SIG para mapear as áreas de risco de ocorrência de arboviroses no Território de Desenvolvimento dos Cocais – PI, no período de 2012 a 2019, permitindo uma análise detalhada da distribuição espacial dessas doenças e fornecendo subsídios para a adoção de medidas eficazes de controle e prevenção.

Este estudo visa, portanto, fornecer subsídios para a elaboração de políticas públicas de saúde mais direcionadas e eficientes, além de contribuir para o avanço do conhecimento sobre a epidemiologia das arboviroses na região dos Cocais, possibilitando a adoção de medidas preventivas mais assertivas e o desenvolvimento de estratégias de intervenção mais eficazes. A compreensão das áreas de risco e dos fatores associados à transmissão dessas doenças é fundamental para o fortalecimento das ações de vigilância epidemiológica e controle vetorial, visando à proteção da saúde da população.

MATERIAIS E MÉTODOS

A escala regional de 30 metros foi escolhida para o mapeamento das áreas de risco de transmissão de arboviroses no Território de Desenvolvimento dos Cocais por proporcionar uma resolução adequada aos objetivos propostos. Essa escala permite uma análise detalhada dos fatores socioambientais e epidemiológicos, facilitando a identificação de áreas com maior concentração de vetores e risco de surtos. Além disso, possibilita a coleta de dados mais precisos, incluindo informações geográficas e ambientais que podem não ser perceptíveis em escalas maiores, garantindo uma abordagem regionalizada e eficaz.

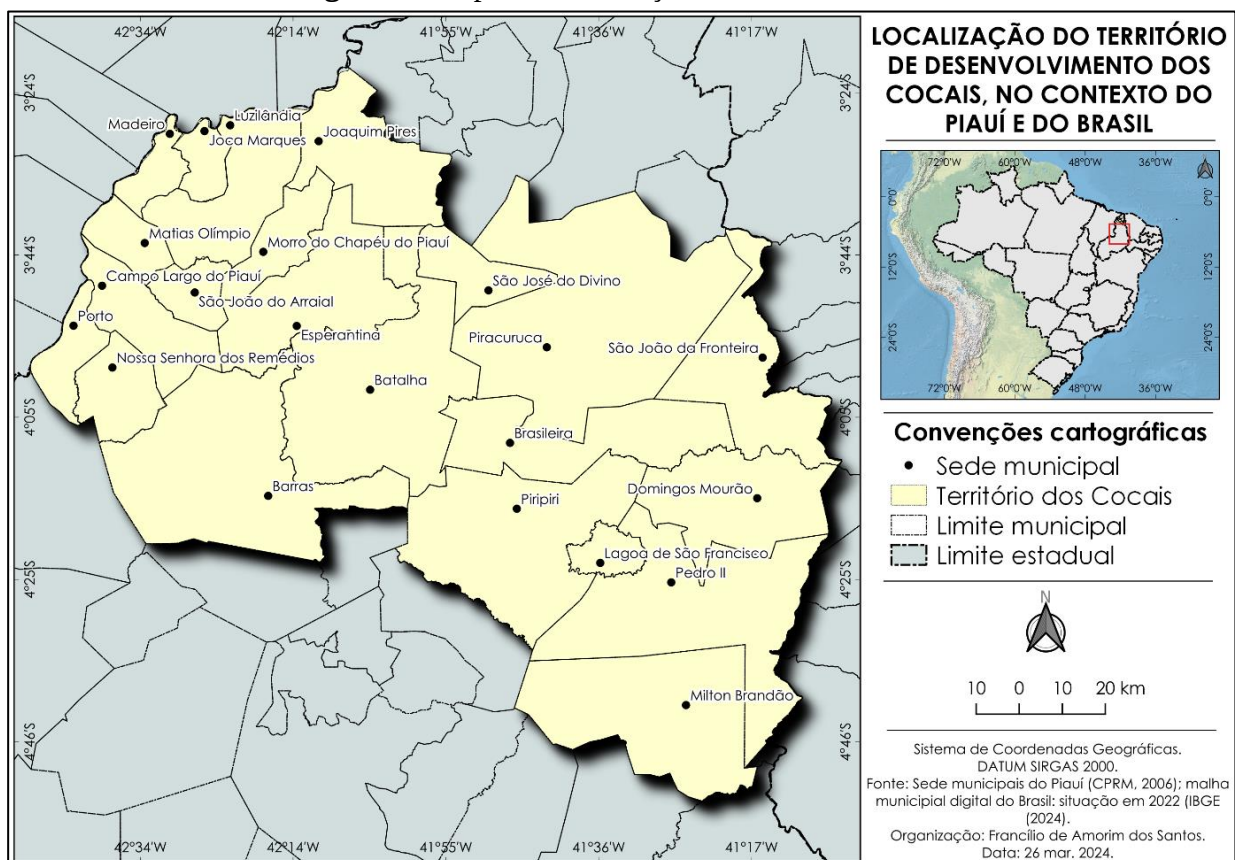
Tipo de estudo

Neste estudo, além da análise geográfica ambiental, foi adotada uma abordagem epidemiológica retrospectiva, de cunho ecológico e ambiental. A análise geográfica ambiental, de acordo com estudos de Cavalcanti (2006) e Valladares *et al.* (2019), permite compreender a dinâmica da organização espacial. A abordagem ecológica refere-se à área geográfica estudada (base municipal), incorporando variáveis ambientais, habitacionais e indicadores de saúde (Almeida Filho; Rouquayrol, 1990).

Área de estudo

O Território de Desenvolvimento dos Cocaís (TDCPI), localiza-se na Macrorregião Meio Norte, centro-norte do Estado (Figura 1), é composto pela união de dois conjuntos de municípios denominados aglomerados: Aglomerado Três (AG 3) e Aglomerado Quatro (AG 4). Esses dois aglomerados abrangem um total de 22 municípios, com uma população total de 374.119 habitantes, conforme o censo de 2010 (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2012).

Figura 1- Mapa de localização da área de estudo



Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2022). Organização: Santos (2024).

Coleta de dados e observação em campo

A coleta dos dados epidemiológicos e entomológicos foi realizada via Sistemas de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), do Programa Nacional de Controle da Dengue (SISPNCDD), e de Mortalidade (SIM), na Secretaria Estadual de Saúde do Piauí (SESAPI). Os dados meteorológicos – temperatura, pluviometria e umidade relativa do ar – foram adquiridos através do Sistema de Monitoramento Agrometeorológico Agritempo/Embrapa, 2023) e do site do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET (2023).

Para a construção do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e do Índice de Diferença Normalizada da Água (NDWI), foi necessário obter cenas do satélite *Landsat 8*, por meio do banco de dados do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS, 2023). Optou-se por selecionar imagens do segundo semestre devido à menor presença de nuvens. Além disso, foram realizadas pesquisas de campo nos meses de dezembro de 2021 e novembro de 2022 diretamente nos municípios do Território de Desenvolvimento dos Cocaís, onde ocorreram os casos de dengue, Chikungunya e Zika, bem como os óbitos relacionados a essas doenças. Nessa fase, foram conduzidas pesquisas de campo para validar algumas variáveis ambientais eleitas para o estudo, bem como georreferenciar os endereços dos casos e óbitos das arboviroses em estudo.

Mapeamento do risco de ocorrência das arboviroses Dengue, Chikungunya e Zika no Território de Desenvolvimento dos Cocaís (TDCPI)

Para a elaboração do mapa de risco, empregou-se um método multicritério aditivo, descrito por Xavier da Silva (2001) como média ponderada. A integração entre Sistema de Informação Geográfica (SIG) e apoio multicritério à decisão é discutida na literatura (Gomes; Estellita Lins, 2002). Aqui está a sugestão de um algoritmo (Equação 1), aplicável a estruturas matriciais ou de matrizes, adequado para os mapas raster utilizados:

n

$A_{ij} = \sum_{k=1}^n (P_k.N_k)$ (Eq. 1) sendo:

k = 1

A_{ij} = qualquer célula da matriz (alternativa);

n = número de parâmetros envolvidos;

P = peso atribuído ao parâmetro, transposto o percentual para a escala de 0 a 10;

N = nota na escala de 0 a 10, atribuída à categoria encontrada na célula.

Para a realização das avaliações, foi empregada álgebra de mapas. Foram utilizadas informações dos Índices de Infestação Predial (IIP) para *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*, médias anuais de temperatura, pluviométrica, umidade relativa do ar, Índice de Vegetação por Diferença Normalizada da Vegetação (NDVI) e Índice de Diferença Normalizada da Água (NDWI) na geração do mapa de risco de ocorrência de arboviroses.

O uso das variáveis NDVI e NDWI para o cálculo da média ponderada nesta pesquisa deve-se aos relevantes resultados obtidos em estudos como os de Valladares *et al.* (2019) e Santos, Andrade e Valladares (2024). O uso do NDVI se justifica por indicar áreas favoráveis à presença de mosquitos vetores, pois oferecem sombra e locais de reprodução, enquanto o NDWI pode revelar o acúmulo de água em poças e reservatórios, potenciais criadouros desses insetos. A associação dessas variáveis com dados de ocorrência de dengue, chikungunya e zika possibilita a identificação de padrões e correlações entre essas doenças e as características ambientais. (Valladares *et al.*, 2019; Santos, Andrade e Valladares, 2024).

Os pesos e notas foram atribuídos com base na experiência e por consenso de uma equipe multidisciplinar especializada em meio físico, biológico e epidemiológico, composta por um Sanitarista-SESAPI/Doutorando em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA/UFPI), uma Bióloga (UFDPar), um Geógrafo (IFPI) e um Engenheiro Agrônomo (UFPI).

Os resultados quantitativos foram transformados em classes qualitativas, tais como: baixa, moderada, alta, muito alta. Metodologia semelhante foi empregada em alguns trabalhos, nos quais podemos enumerar: Batistella *et al.* (2002); Crepani *et al.* (2002); Valladares e Faria, (2004); Valladares, Guimarães e Hassum, (2006); Vasconcelos *et al.* (2006); Santos, Valladares e Hassum (2019). O princípio metodológico foi baseado no conceito de ecodinâmica de Tricart (1977).

Para atribuir as notas a cada tema definido para o estudo, levou-se em consideração alguns fatores, entre os quais a densidade vetorial (mosquitos), as variáveis climatológicas (temperatura, pluviosidade e umidade relativa do ar), bem como índices espectrais de cobertura vegetal e de água que ocorrem na região de estudo. Esses fatores determinantes são descritos por Oliveira *et al.* (2004); Santos e Cavalcanti (2007); Brasil (2009); Souza, Silva e Silva (2010); Santos e Santos (2011); Santos, Valladares e Hassum (2015; 2019); Barros *et al.* (2019); Valladares *et al.* (2019); Ribeiro *et al.* (2021); Santos e Andrade (2022); entre outros, que contribuem para a transmissão de arboviroses e várias doenças endêmicas.

Com base na literatura consultada, como Crepani *et al.* (2002); Valladares e Faria,

(2004); Hassum e Valladares (2006); Vasconcelos, Novo e Donalisio (2006); e Santos, Valladares e Hassum (2019), as notas atribuídas aos temas variaram de 0 a 10. Os pesos dos temas foram considerados na seguinte ordem abaixo:

1. Índice de Infestação Predial para *Aedes aegypti*: Peso: 2,0
2. Índice de Infestação Predial para *Aedes albopictus*: Peso: 1,6
3. Média Anual de Temperatura: Peso: 1,4
4. Pluviometria: Peso: 1,4
5. Umidade Relativa do Ar: Peso: 1,4
6. Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI): Peso: 1,0
7. Índice de Água por Diferença Normalizada (NDWI): Nota: 1,2

Ressalta-se que os pesos e as notas foram definidos após trabalhos de campo em consenso da equipe especializada, que também definiu que os valores dos pesos fossem iguais somente para os temas média anual de temperatura, pluviometria e umidade relativa do ar.

As Tabelas 1, 2, 3, 4 e 5 apresentam a média total das notas de risco atribuídas a cada um dos parâmetros de análise, com exceção do NDVI e NDWI, ao longo dos oito anos da pesquisa (2012-2019), nos 22 municípios do TDCPI.

A média total das notas de risco foi calculada somando-se as notas adquirida dos oito anos de estudo e dividindo-se o resultado por 8. Em relação ao primeiro e segundo parâmetro de estudo, IIP para *Aedes aegypti* (Tabela 1) e IIP para *Aedes albopictus* (Tabela 2), as notas recebidas por cada município basearam-se no critério de classificação entomológica para monitoramento dos índices larvais definidos pelo Programa Nacional de Controle da Dengue (PNCD), da Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS) e do Ministério da Saúde (Brasil, 2009). Logo, foram atribuídas as seguintes classes e notas: IIP<1% - satisfatório, receberam nota 6; IIP≥1% e <4% - alerta, obtiveram nota 8; IIP≥4% - risco, tiveram nota 10, a máxima de risco em relação à infestação predial por larvas dos mosquitos *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*.

Tabela 1 – Notas de risco atribuídas às médias do Índice de Infestação Predial - IIP para *Aedes aegypti* por município do TDCPI no período de 2012-2019

MUNICÍPIOS	MÉDIA IIP% <i>Aedes aegypti</i>
	NOTAS (1-10)
Barras	6,0
Batalha	6,0
Brasileira	6,3
Campo Largo do Piauí	6,0
Domingos Mourão	6,3
Esperantina	6,0
Joaquim Pires	6,0
Joca Marques	6,3
Lagoa de São Francisco	7,0
Luzilândia	6,0
Madeiro	6,0
Matias Olímpio	6,8
Milton Brandão	7,0
Morro do Chapéu do Piauí	6,0
Nossa Senhora dos Remédios	6,0
Pedro II	8,0
Piracuruca	6,0
Piripiri	7,3
Porto	6,0
São João da Fronteira	6,8
São João do Arraial	6,0
São José do Divino	6,3

Fonte: SESAPI/LIRAA/Lia (2023/2024). Organização: Os autores (2024).

Tabela 2 – Notas de risco atribuídas às médias do Índice de Infestação Predial - IIP para *Aedes albopictus* por município do TDCPI no período de 2012-2019

MUNICÍPIOS	MÉDIA IIP% <i>Aedes albopictus</i>
	NOTAS (1-10)
Barras	6,0
Batalha	6,0
Brasileira	6,5
Campo Largo do Piauí	6,0
Domingos Mourão	6,0
Esperantina	6,0
Joaquim Pires	6,0
Joca Marques	6,0
Lagoa de São Francisco	6,0
Luzilândia	6,0
Madeiro	6,0
Matias Olímpio	6,0
Milton Brandão	6,0

Morro do Chapéu do Piauí	6,0
Nossa Senhora dos Remédios	6,0
Pedro II	6,0
Piracuruca	6,0
Piripiri	6,0
Porto	6,8
São João da Fronteira	6,0
São João do Arraial	6,0
São José do Divino	6,0

Fonte: SESAPI/LIRAA/Lia (2023/2024). Organização: Os autores (2024).

Na Tabela 3 estão descritas a média total das notas de risco atribuídas às médias anuais de temperatura por município do TDCPI, para o período de 2012-2019, a saber: 26°C (10,0); 27°C (10,0); 28°C (9,0); 29°C (8,0); 30°C (7,0); e < 26°C e > 30°C (6,0).

Tabela 3 – Notas de risco atribuídas às médias anuais de temperatura por município do TDCPI no período de 2012-2019

MUNICÍPIOS	MÉDIA ANUAL TEMPERATURA
	NOTAS (1-10)
Barras	8,7
Batalha	7,5
Brasileira	7,7
Campo Largo do Piauí	9,2
Domingos Mourão	5,9
Esperantina	8,6
Joaquim Pires	8,4
Joca Marques	8,9
Lagoa de São Francisco	7,9
Luzilândia	8,7
Madeiro	9,5
Matias Olímpio	9,1
Milton Brandão	7,6
Morro do Chapéu do Piauí	8,8
Nossa Senhora dos Remédios	9,5
Pedro II	7,7
Piracuruca	7,5
Piripiri	8,0
Porto	9,3
São João da Fronteira	6,2
São João do Arraial	9,4
São José do Divino	6,7

Fonte: Satélite NOAA (2024). Organização: Os autores (2024).

Nos anos da série de estudo foi atribuída nota 10 aos municípios do TDCPI que apresentaram média de temperatura variando de 26°C a 27°C, nota 9 aos que tiveram média de 28°C, nota 8 para os de temperatura de 29°C, nota 7 para os de média anual de temperatura de 30°C e nota 6 para os municípios com médias abaixo de 26°C e acima de 30°C. O critério de nota foi estabelecido de acordo com estudo de Oliveira *et al.* (2004), que aponta que a temperatura ideal para o desenvolvimento do *Aedes aegypti* e do *Aedes albopictus* oscila em torno de 26°C a 28°C, sendo que a faixa de temperatura ótima para a sua proliferação está entre 24°C e 30°C.

Na Tabela 4, estão identificadas a média total das notas de risco atribuídas às médias anuais pluviométricas por município no período de 2012-2019, quais sejam: ≥ 2000 mm, nota 10; ≤ 600 mm, nota 6. Foram atribuídas nota 10 aos municípios do TDCPI que tiveram um acumulado médio anual de chuvas maior ou igual a 2000 mm e nota 6 aos que apresentaram médias anuais iguais ou inferiores a 600 mm durante os oito anos do recorte temporal da pesquisa.

Tabela 4 – Notas de risco atribuídas às médias anuais de pluviometria por município do TDCPI no período de 2012-2019

MUNICÍPIOS	MÉDIA ANUAL PLUVIOMETRIA
	NOTAS (1-10)
Barras	8,5
Batalha	8,4
Brasileira	8,0
Campo Largo do Piauí	8,6
Domingos Mourão	7,5
Esperantina	8,3
Joaquim Pires	8,2
Joca Marques	8,4
Lagoa de São Francisco	8,4
Luzilândia	8,4
Madeiro	8,4
Matias Olímpio	8,5
Milton Brandão	7,3
Morro do Chapéu do Piauí	8,3
Nossa Senhora dos Remédios	8,6
Pedro II	7,4
Piracuruca	7,8
Piripiri	8,1
Porto	8,6
São João da Fronteira	7,6
São João do Arraial	8,5
São José do Divino	8,5

Fonte: Satélite CHIRPS (2024). Organização: Os autores (2024).

Notas de risco baseadas nos achados de Oliveira *et al.* (2004) e Lippi *et al.* (2018) descrevem a pluviometria como crucial para a proliferação de mosquitos como o *Aedes aegypti* e o *Aedes albopictus*, pois chuvas intensas enchem recipientes, criando criadouros. No entanto, esses mosquitos também sobrevivem em períodos de seca, desde que encontrem água parada para reprodução.

A Tabela 5 apresenta a média total das notas de risco atribuídas às médias anuais de umidade relativa do ar por município do TDCPI no período de 2012-2019. Durante cada ano da série de estudo (2012-2019), os municípios com média igual ou superior a 60% obtiveram nota 10, enquanto aqueles com média abaixo desse percentual receberam nota 7. A umidade relativa do ar ideal para a proliferação desses mosquitos é entre 60% e 80% (Oliveira *et al.*, 2004). De acordo com estudos de Ryan *et al.* (2019), altas taxas de umidade podem proporcionar um ambiente mais propício para o desenvolvimento de mosquitos.

Tabela 5 – Notas de risco atribuídas às médias anuais de umidade relativa do ar por município do TDCPI no período de 2012-2019

MUNICÍPIOS	MÉDIA ANUAL UMIDADE RELATIVA DO AR
	NOTAS (1-10)
Barras	10
Batalha	10
Brasileira	10
Campo Largo do Piauí	10
Domingos Mourão	10
Esperantina	9,6
Joaquim Pires	10
Joca Marques	10
Lagoa de São Francisco	10
Luzilândia	10
Madeiro	10
Matias Olímpio	10
Milton Brandão	10
Morro do Chapéu do Piauí	10
Nossa Senhora dos Remédios	10
Pedro II	10
Piracuruca	10
Piripiri	10
Porto	10
São João da Fronteira	10
São João do Arraial	10
São José do Divino	10

Fonte: INMET, Agritempo (2024). Organização: Os autores (2024).

Para atribuição das notas dos parâmetros espectrais de NDVI e NDWI por município do TDCPI utilizou-se as imagens de satélite do ano de 2019 devido a menor presença de nuvens em relação as imagens de 2016. As notas para o NDVI foram atribuídas aos valores de cada pixel se reescalando os valores de NDVI, onde o menor valor recebeu nota 0 e o maior valor nota 10. E os valores de NDWI foram reescalados seguindo a mesma lógica, o pixel de menor valor recebeu nota 0 e o de maior valor nota 10.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A noção conceitual de risco à saúde nesta pesquisa está relacionada às chances de ocorrência das arboviroses dengue, chikungunya e zika nos 22 municípios que compõem o Território de Desenvolvimento dos Cocais (TDCPI). Essas probabilidades foram estimadas a partir dos dados do período de 2012 a 2019, conforme Santos e Andrade (2022), e com base nos fatores ambientais de risco selecionados para este estudo. Nesse sentido, para avaliar o risco de transmissão dessas arboviroses, é crucial compreender a importância de alguns elementos relacionados à biologia das arboviroses, observando as correlações entre as diferentes variáveis (índice de infestação, médias de temperatura, pluviometria, umidade relativa do ar, NDVI e NDWI), que são indicadores entomológicos e fatores geográficos (Figura 2) capazes de monitorar e interferir no ciclo biológico do *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*, mosquitos transmissores da doença. Dessa maneira, o mapa de áreas de risco de transmissão de arboviroses do TDCPI (Figura 3) foi gerado a partir de um método multicritério aditivo ou média ponderada (Silva, 2001), método também utilizado por Vasconcelos *et al.* (2006) e Santos, Valladares e Hassum (2019).

Fatores geográficos socioambientais, epidemiológicos e entomológicos identificados pelas fichas dos programas SINAN, SIM e SISPNC, pelos Técnicos da SESAPI e das Secretarias Municipais de Saúde foram observados e validados na pesquisa de campo.

De acordo com Barros *et al.* (2019), Porto *et al.* (2019) e Santos e Andrade (2022), epidemiologicamente no estado do Piauí vários fatores são identificados como determinantes para transmissão das arboviroses, dentre os quais são presentes no Território de Desenvolvimento dos Cocais:

1. A Geografia e o clima tropical da região, que possibilitam a adaptação do vírus, enquanto as altas temperaturas e o índice pluviométrico contribuem na dinâmica dos vetores;

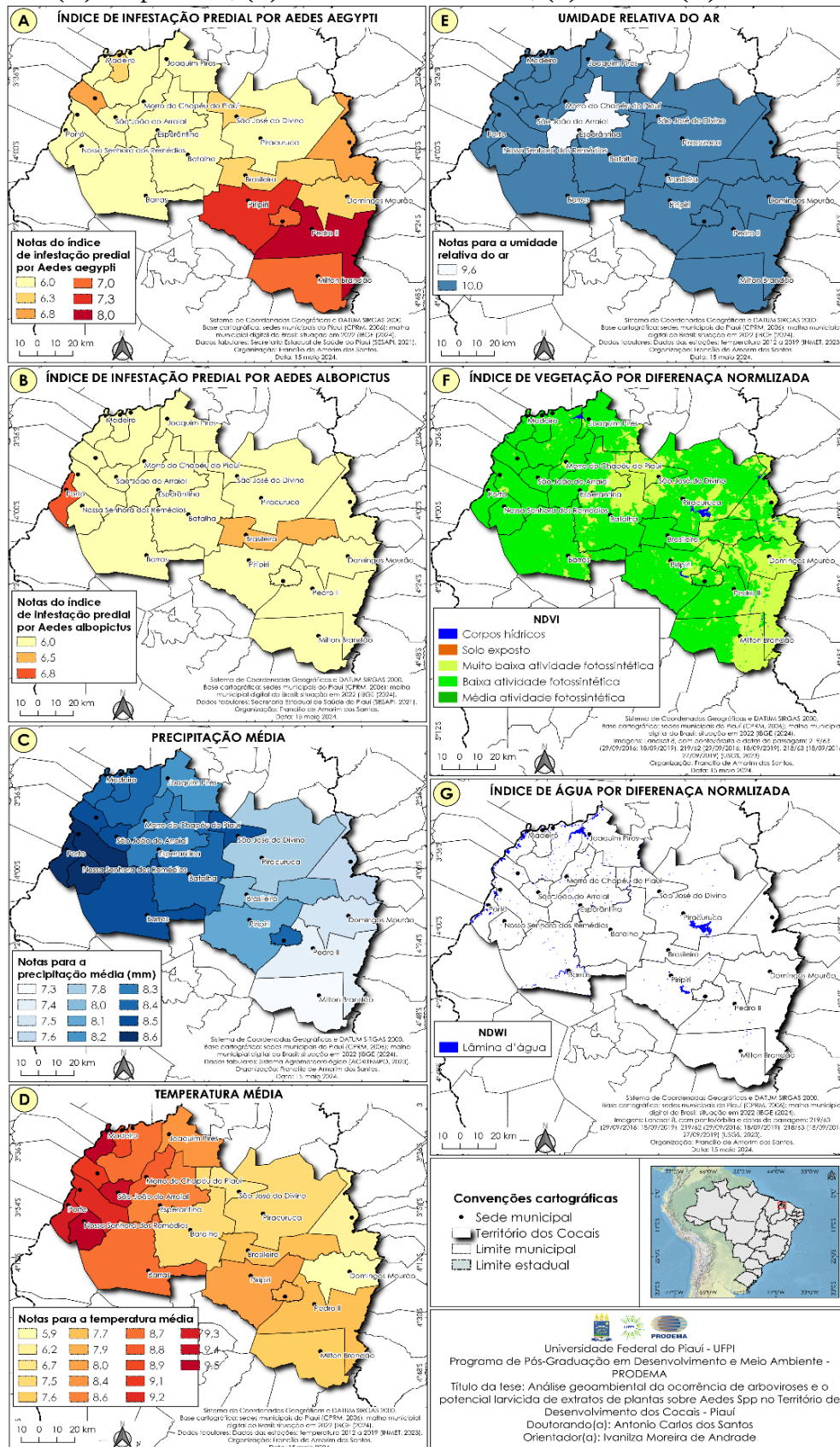
2. A alta densidade populacional em certos municípios do TDCPI pode aumentar a exposição das pessoas ao vetor transmissor, como o *Aedes aegypti*;
3. Fatores ambientais, como falta de saneamento básico e crescimento desordenado, podem favorecer a proliferação do mosquito vetor e a transmissão das arboviroses;
4. O comportamento humano, como o hábito inadequado de armazenar água e a falta de cuidado em trocar água e lavar principalmente os bebedouros de animais duas vezes na semana no mínimo, também, pode contribuir para a disseminação das arboviroses.

Na Figura 2 são apresentados todos os mapas das variáveis empregadas na modelagem espacial para risco da ocorrência de arboviroses, incluindo infestação predial para *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*, média de pluviometria, temperatura, umidade relativa do ar, NDVI e NDWI, com as notas atribuídas, conforme Tabelas de 1 a 7.

No mapa de risco para ocorrência de arboviroses nos 22 municípios do TDCPI, foram identificadas três classes de risco: média, alto e muito alto, conforme demonstrado na Figura 3. É importante destacar que o mapa de distribuição espacial de óbitos dos agravos não foi utilizado na modelagem, somente na validação do mapa de risco. Os resultados obtidos no mapa de áreas de risco de ocorrência de arboviroses são demonstrados nos Quadro 1 e 2.

Analisando os dados do Quadro 1, verificou-se que as classes de médio risco ocupam uma área de 18% do TDCPI. A classe média abrange cerca de 97,3% do perímetro municipal de Domingos Mourão, sem registro de óbitos por arboviroses no período de 2012-2019. Na classe de risco alta, que abrange nove municípios do TDCPI (41% da área), somente o município de Piracuruca registrou um óbito por dengue. A classe de risco muito alta abrange nove municípios (41% do TDCPI), sendo que três tiveram registros de óbitos: Matias Olímpio, com um óbito por chikungunya; Pedro II e Piripiri com um registro de óbito por dengue, no período estudado. Deste modo, a definição de áreas de risco para ocorrência de arboviroses, baseada nos princípios metodológicos da ecodinâmica de Tricart (1977), mostrou-se eficiente através do modelo proposto nos 22 municípios do TDCPI.

Figura 2 – Mapas mostrando as notas de risco atribuídas as variáveis entomológicas e ambientais. (A) IIP% para *Aedes aegypti*, (B) IIP% para *Aedes albopictus*, (C) pluviometria, (D) temperatura, (E) umidade relativa do ar, (F) NDVI e (G) NDWI



Quadro 1 – Relação das classes de risco com percentual de área ocupada para transmissão de arboviroses por município do Território de Desenvolvimento dos Cocais – PI com os óbitos

Município	Classes de risco (%)			Óbitos por arboviroses		
	Média	Alta	Muito alta	Dengue	Chikungunya	Zika
Barras	-	1,1	98,9	-	-	-
Batalha	0,5	97,7	1,8	-	-	-
Brasileira	0,4	20,6	79,0	-	-	-
Campo Largo do Piauí	-	1,6	98,4	-	-	-
Domingos Mourão	97,3	0,8	1,9	-	-	-
Esperantina	-	99,0	1,0	-	-	-
Joaquim Pires	0,4	99,3	0,3	-	-	-
Joca Marques	-	99,5	0,5	-	-	-
Lagoa de São Francisco	-	36,2	63,8	-	-	-
Luzilândia	-	98,2	1,8	-	-	-
Madeiro	-	9,3	90,7	-	-	-
Matias Olímpio	-	1,3	98,7	-	1	-
Milton Brandão	-	98,8	1,2	-	-	-
Morro do Chapéu do Piauí	-	3,6	96,4	-	-	-
Nossa Senhora dos Remédios	-	-	100,0	-	-	-
Pedro II	0,5	2,2	97,3	1	-	-
Piracuruca	1,5	98,3	0,3	1	-	-
Piripiri	-	23,4	76,6	1	-	-
Porto	-	0,3	99,7	-	-	-
São João da Fronteira	1,4	98,3	0,2	-	-	-
São João do Arraial	-	1,6	98,4	-	-	-
São José do Divino	0,7	99,3	-	-	-	-

Fonte: SESAPI/SIM (2023). Organização: Os autores (2024).

De acordo com os dados apresentados no Quadro 2, observa-se que cinco municípios que ocupam áreas de risco muito alto para transmissão de arboviroses no TDCPI registraram altas incidências cumulativas de dengue (valores iguais ou superiores a 300 casos por 100.000 habitantes), conforme a classificação epidemiológica do Brasil (2009), no período de 2016-2019. Esse recorte temporal, segundo Santos e Andrade (2022), registrou casos de chikungunya, bem como de zika, a partir de 2016, além dos de dengue, no TDCPI. As classes de risco alto compreendem quatro municípios (18% do TDCPI) com taxas de incidência cumulativa de dengue acima de 200 casos por 100.000 habitantes. O município de Domingos Mourão, onde as classes de risco médio ocupam mais de 90% da sua área, teve registro de incidência cumulativa baixa para dengue.

Quadro 2 – Relação das classes de risco com percentual de área ocupada para transmissão de arboviroses por município do Território de Desenvolvimento dos Cocais – PI com a Incidência Cumulativa 2016-2019

Município	Classes de risco (%)			Incidência Cumulativa 2016-2019		
	Média	Alta	Muito alta	Dengue	Chikungunya	Zika
Barras	-	1,1	98,9	58,6	10,9	2,2
Batalha	0,5	97,7	1,8	208,9	7,6	60,8
Brasileira	0,4	20,6	79,0	220,5	24,5	24,5
Campo Largo do Piauí	-	1,6	98,4	42,3	0	0
Domingos Mourão	97,3	0,8	1,9	93,3	0	0
Esperantina	-	99,0	1,0	48,9	12,9	10,3
Joaquim Pires	0,4	99,3	0,3	42,6	0	7,1
Joca Marques	-	99,5	0,5	75,4	0	0
Lagoa de São Francisco	-	36,2	63,8	378,2	136,2	30,3
Luzilândia	-	98,2	1,8	43,9	0	4
Madeiro	-	9,3	90,7	61,6	0	0
Matias Olímpio	-	1,3	98,7	93,3	214,7	0
Milton Brandão	-	98,8	1,2	168,9	15,4	0
Morro do Chapéu do Piauí	-	3,6	96,4	466,1	15	30,1
Nossa Senhora dos Remédios	-	-	100,0	647,9	0	0
Pedro II	0,5	2,2	97,3	754,4	189,3	10,5
Piracuruca	1,5	98,3	0,3	383,5	21,3	3,6
Piripiri	-	23,4	76,6	156,5	126,1	175,6
Porto	-	0,3	99,7	32,6	8,1	8,1
São João da Fronteira	1,4	98,3	0,2	712,6	1272,5	0
São João do Arraial	-	1,6	98,4	309,6	619,3	38,7
São José do Divino	0,7	99,3	-	457,3	0	0

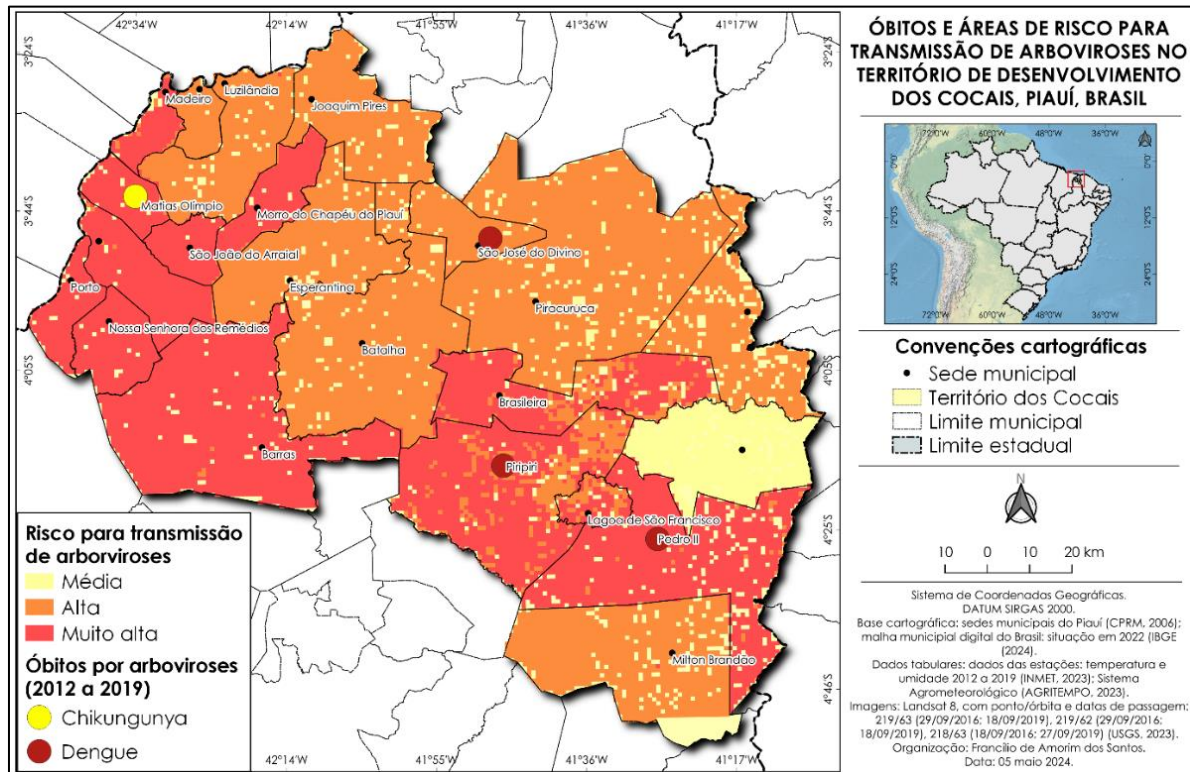
Fonte: SESAPI/SINAN (2023). Organização: Os autores (2024).

Em relação às arboviroses chikungunya e zika, observa-se pelo Quadro 2 que cinco municípios (23% do TDCPI) possuem taxa de incidência cumulativa acima de 100 casos por 100.000 habitantes para chikungunya, considerada de risco epidemiológico de médio a alto segundo Brasil (2009), e concentram-se em áreas de risco muito alto para transmissão no Território dos Cocais. O município de São João da Fronteira (4,5% do TDCPI), localizado em área de risco alto no TDCPI, teve registro de incidência cumulativa alta para febre chikungunya. Somente o município de Piripiri, que possui 76,6% de sua área classificada como de risco muito alto para a transmissão de arboviroses no TDCPI, registrou a taxa de incidência cumulativa de zika vírus de 175,6 casos por 100.000 habitantes, a mais alta no período de estudo para essa arbovirose.

Na Figura 3, além das classes de grau de risco de ocorrência para transmissão de arboviroses nos municípios do território de estudo, apresenta também os óbitos por arboviroses

dengue e chikungunya registrados no período de 2012-2019 no Território de Desenvolvimento dos Cocais, onde os pontos vermelhos representa os óbitos por dengue e o amarelo por febre chikungunya.

Figura 3 – Mapa de risco de ocorrência de arboviroses x número de óbitos de arboviroses (dengue e chikungunya) entre 2012-2019 no Território de Desenvolvimento dos Cocais, Piauí



Fonte: SESAPI/SIM, Satélites NOAA e CHIRPS, Agritempo (2023). Organização: Santos (2024).

As análises do mapa de risco (Figura 3) demonstraram que no Território de Desenvolvimento dos Cocais 75% dos óbitos (três) ocorreram em municípios em áreas de risco "muito alta" para transmissão de arboviroses (Matias Olímpio, Pedro II e Píripiri), enquanto 25% dos óbitos (1 óbito) ocorreram em área de risco "alta" (Piracuruca). A classificação de risco "muito alta" em Matias Olímpio, Pedro II e Píripiri e a ocorrência de óbitos, sugeriu uma correlação direta entre áreas de alto risco e mortalidade. A ausência de óbitos nos outros oito municípios com áreas extensas de risco "muito alta" podem ser atribuídos a fatores como vigilância e controle de vetores eficazes, menor incidência de casos graves ou infraestrutura de saúde adequada. O registro de um óbito em Piracuruca, uma área de risco "alta", mostra que a mortalidade pode ocorrer mesmo em regiões com classificações ligeiramente menores de risco.

Todos os óbitos por arboviroses que ocorreram entre os anos de 2012 e 2019 estão situados nas áreas de alto e muito alto risco para a ocorrência de arboviroses, conforme o modelo multicritério aditivo empregado. Estes resultados indicam que o modelo foi validado e

tem uma alta confiabilidade, com 100% dos óbitos localizados nas áreas de maior risco. Vale ressaltar que a localização dos óbitos não entrou no modelo empregado no mapa de risco, sendo totalmente independentes.

Destaca-se, ainda, que 11 municípios do TDCPI, entre os quais Batalha, Brasileira, Lagoa do São Francisco, Matias Olímpio, Morro do Chapéu, Nossa Senhora dos Remédios, Pedro II, Piracuruca, São João da Fronteira, São João do Arraial e São João do Divino, obtiveram incidências cumulativas ≥ 200 casos por 100.000 habitantes (Quadro 2) e estão em áreas de risco "alta" ou "muito alta". Esses dados reforçam a necessidade de medidas intensificadas de controle e prevenção em áreas de risco "alta" e "muito alta", além de vigilância contínua e gestão eficaz das arboviroses em regiões com menores classificações de risco.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O mapeamento das áreas de risco para transmissão de arboviroses (dengue, chikungunya e zika) no Território de Desenvolvimento dos Cocais revelou importantes conhecimentos sobre a dinâmica de transmissão dessas doenças. A noção de risco à saúde nesta pesquisa está relacionada às chances de ocorrência das arboviroses nos 22 municípios que compõem o TDCPI, com base em dados históricos, epidemiológicos, entomológicos e fatores ambientais.

O mapa de risco foi gerado usando um método multicritério aditivo, levando em consideração variáveis como infestação predial, temperatura média, pluviometria, umidade relativa do ar, NDVI e NDWI. Este modelo mostrou-se eficiente na definição de áreas de risco, validado pela correlação com dados de óbitos e incidências cumulativas de arboviroses.

As classes de risco "alta" e "muito alta" correspondem a áreas com alta incidência cumulativa de dengue (≥ 300 casos por 100.000 habitantes) e maior mortalidade. Matias Olímpio, Pedro II e Piripiri, classificados como risco "muito alta", registraram óbitos por arboviroses, sugerindo uma correlação direta entre áreas de alto risco e mortalidade. A ausência de óbitos em outros municípios de risco "muito alta" pode ser atribuída a fatores como vigilância epidemiológica/ambiental eficazes e infraestrutura de saúde adequada. O registro de um óbito em Piracuruca, uma área de risco "alta", indica que a mortalidade, também, pode ocorrer em regiões com classificações ligeiramente menores de risco.

A distribuição espacial mostra que a classificação de risco identifica eficazmente regiões prioritárias para intervenções. Municípios em risco alto e muito alto necessitam de medidas preventivas e de controle intensificadas, enquanto áreas de risco médio, como Domingos Mourão, requerem monitoramento contínuo, mas menos intervenções emergenciais. Os

resultados enfatizam a importância de intensificar o controle e a prevenção em áreas de risco "alta" e "muito alta", além de manter vigilância contínua e gestão eficaz das arboviroses em regiões com menor risco. O modelo de mapeamento de risco utilizado neste estudo é confiável, com 100% dos óbitos ocorrendo nas áreas de maior risco, validando sua eficácia para orientar políticas de saúde pública no combate às arboviroses no TDCPI.

O uso do Sistema de Informação Geográfica (SIG), técnicas de sensoriamento remoto e Geoprocessamento podem contribuir para o monitoramento de situações de risco, auxiliando nas ações de controle da dengue, chikungunya e zika nas esferas federal, estadual e municipal de governo. Essas ferramentas são particularmente úteis em regiões de risco ambiental e epidemiológico significativo, onde ações específicas de proteção e assistência às populações mais vulneráveis podem ser priorizadas. Recomenda-se que os órgãos de gestão em saúde, especialmente nos municípios que compõem o Território de Desenvolvimento dos Cocaís, invistam na implementação dessas tecnologias, adquirindo equipamentos e capacitando técnicos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA FILHO, N.; ROUQUAYROL, M. Z. **Introdução a epidemiologia moderna**. [S. l.]: ABRASCO, 1990.

BARRETO, M. L.; ALVES, P. C. O coletivo versus individual na epidemiologia: contradição ou síntese? In: COSTA, M. F. L.; SOUZA, R. P. (org.). **Qualidade de vida: compromisso histórico da epidemiologia**. Belo Horizonte: Coopmed, 1994. p.129-136.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Diretrizes nacionais para prevenção e controle de epidemias de dengue**. Brasília: Ministério da Saúde, 2009.

CAMARGO JÚNIOR, J. B. D.; VITORINO FILHO, V. A.; PIRES, S. R. I.; VIVALDINI, M. Utilização da Coopetição na Gestão de Riscos em Cadeias de Suprimentos. **Enanpad**, [S. l.], v. 13, p. 1-16, 2013.

CARDOSO, C. W.; PAPLOSKI, I. A.; KIKUTI, M.; RODRIGUES, M. S.; SILVA, M. M.; CAMPOS, G. S.; SARDI, S. I.; KITRON, U.; REIS, M. G.; RIBEIRO, G. S. *Outbreak of Exanthematous Illness Associated with Zika, Chikungunya, and Dengue Viruses, Salvador, Brazil*. **Emerg Infect Dis**, [S. l.], v. 21, n. 12, p. 2274-2276, dez. 2015.

CASTRO, C. M.; PEIXOTO, M. N. O.; RIO, G. A. P. Riscos ambientais e geografia: conceituações, abordagens e escalas. **Revista Anuário do Instituto de Geociências**, Rio de Janeiro, v. 28, n. 2, p. 11-30, 2005. Disponível em: http://www.anuario.igeo.ufrj.br/anuario_2005/Anuario_2005_11_30.pdf. Acesso em: 14 mar. 2024.

CASTRO, M. C.; WILSON, M. E.; BLOOM, D. E. Disease and economic burdens of dengue. *The Lancet. Infectious diseases*, [S. l.], v. 17, n. 3, p. 70–78, 2017. Disponível em: [https://www.thelancet.com/journals/laninf/article/PIIS1473-3099\(16\)30545-X/abstract](https://www.thelancet.com/journals/laninf/article/PIIS1473-3099(16)30545-X/abstract). Acesso em: 14 mar. 2024.

CAVALCANTI, A. P. B. **Métodos e técnicas da pesquisa ambiental**. Teresina: UFPI/CCHL/DGH, 2006.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S.; AZEVEDO, L. G.; DUARTE, V.; HERNANDEZ, P.; GOMES, E. G.; ESTELLITA LINS, M. P. *Integrating Geographical Information Systems and Multi-criteria Methods: a case study. Annals of Operations Research*, [S. l.], v. 116, p. 243-269, 2002.

EMPRESA BRASILEIRA DE AGROPECUÁRIA. Sistema de Monitoramento Agrometeorológico. **Estatísticas**: dados de precipitação e temperatura para 2012 a 2019. [2023?]. Disponível em: <http://sisdagro.inmet.gov.br/sisdagro/app/climatologia/bhclimatologicomensal/index>. Acesso em: 16 set. 2023.

GOMES, E. G.; ESTELLITA LINS, M. P. *Integrating Geographical Information Systems and Multi-criteria Methods: a case study. Annals of Operations Research*, [S. l.], v. 116, p. 243-269, 2002.

GUBLER, D. J. *Dengue, Urbanization and Globalization: The Unholy Trinity of the 21(st) Century. Tropical medicine and health*, [S. l.], v. 39, n. 4, p. 3-11, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.2149/tmh.2011-S05>. Acesso em: 14 mar. 2024.

GUZMAN, M. G.; HARRIS, E. Dengue. *Lancet*, London, England, v. 385, n. 9966, p. 453–465, 2015. Disponível em: [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(14\)60572-9/abstract](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(14)60572-9/abstract). Acesso em: 15 mar. 2024.

HASSUM, I. C.; VALLADARES, G. S. **Pedologia e SIG na estimativa de áreas de risco de contaminação por Schistosoma mansoni na Bacia do Rio Coruripe, Alagoas**. Campinas: CNPM, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo demográfico - 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. **Tabela de dados das estações para umidade relativa do ar**: série histórica de 2012 a 2019, [2023?]. Disponível em: <http://sisdagro.inmet.gov.br/sisdagro/app/climatologia/bhclimatologicomensal/index>. Acesso em: 16 set. 2023.

LIMA CAMARA, T. N.; LIMA, J. W. D. O.; MONTARROYOS, U. R.; GUEDES, D. R. D. *Social and environmental determinantsofthepopulationvulnerabilitytoarbovirusesinfections in the tropical zone: A case-controlstudy in northeastBrazil. International Journal of Environmental Research and Public Health*, [S. l.], v. 15, n. 7, p. 1483, 2018.

LIPPI, C. A. M.; NETTO, S. A. S.; BRITO, S. M. S.; MOREIRA, H. C.; LIMA, J. F.; GOMES, R. G. F.; ZANELLA, L. F. *Rainfall, abundance of Aedes aegypti and dengue infection in the*

State of Amazonas, Brazil. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, [S. l.], v. 51, n. 1, p. 47-51, 2018.

LONGLEY, P. A.; GOODCHILD, M. F.; MAGUIRE, D. J.; RHIND, D. W. *Geographic information science and systems*. 4. ed. Hoboken: Wiley, 2015.

LUIZ, O. C.; COHN, A. Sociedade de risco e risco epidemiológico. *Revista Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 22, n. 11, p. 2339-2348, 2006.

OLIVEIRA, R. L.; VASCONCELOS, P. F. C.; OLIVEIRA, G. M. R. V.; GONÇALVES, J. I.; SILVA, A. M. V. Ecologia e controle do *Aedes aegypti* no Brasil. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, [S. l.], v. 37, n. 3, p. 191-198, 2004.

PIALOUX G, GAÜZÈRE, B. A. JAURÉGUIBERRY, S. STROBEL, M. Chikungunya, anepidemicarbovirosis. *Lancet Infect Dis*, [S. l.], v. 7, n. 5, p. 319-327, 2007. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17448935/> . Acesso em: 14 mar. 2024.

PIAUÍ. **Leis, decretos, etc. Lei Complementar nº 87, de 22 de agosto de 2007**. Estabelece o planejamento participativo para o desenvolvimento sustentável do Estado do Piauí e dá outras providências. Diário Oficial do Estado do Piauí, Teresina, 22 ago. 2007.

PIAUÍ. Secretaria de Estado de Planejamento – SEPLAN/Fundação CEPRO. **Compatibilização entre Territórios de Desenvolvimento e Instâncias de Gestão Regionais**: Nota Técnica. Teresina – PI. 2017.

RIBEIRO, M. S.; FERREIRA, D. F.; CAMPOS AZEVEDO, R. C.; SANTOS, G. B. G.; MEDRONHO, R. A. Índices larvais de *Aedes aegypti* e incidência de dengue: um estudo ecológico no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, [S. l.], v. 37, n. 7, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0102-311X00263320>. Acesso em: 29 set. 2023.

RYAN, S. J.; CARLSON, C. J.; MORDECAI, E. A.; JOHNSON, L. R. Global expansion and redistribution of *Aedes*-borne virus transmission risk with climate change. *PLoS Negl Trop Dis*, [S. l.], v. 13, n. 3, 2019. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0007213>. Acesso em: 14 mar. 2024.

SANTOS, A. C.; ANDRADE, I. M. Distribuição espacial e temporal da ocorrência de arboviroses no território de desenvolvimento dos Cocaís (Piauí). *Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais*, [S. l.], v. 13, n. 8, p. 48-64, 2022. Disponível em: DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2022.008.0004>. Acesso em: 14 mar. 2024.

SANTOS, A. C.; ANDRADE, I. M.; VALLADARES, G. S. Aspectos geoambientais e a transmissão de arboviroses no Território de Desenvolvimento dos Cocaís – PI. *Contribuciones A Las Ciencias Sociales*, [S. l.], v. 17, n. 5, [S.p.], 2024. Disponível em: <https://ojs.revistacontribuciones.com/ojs/index.php/clcs/article/view/6981>. Acesso em: 10 mar. 2025.

SANTOS, A. C.; CAVALCANTI, A. P. B. Análise do Controle Ambiental realizado no Igarapé Mirandinha, Boa Vista - RR, 1999. *Caminhos de Geografia*, Uberlândia, v. 7, n. 20, p. 53-61, 2007.

SANTOS, A. C.; SANTOS, J. P. Estudo Geoespacial da Prevalência da Leishmaniose Visceral Americana no Bairro Promorar, Teresina-Piauí, 2000/2004. **Hygeia**, Uberlândia, v. 7, n. 13, p. 83-93, 2011.

SANTOS, A. C.; VALLADARES, G. S. ; HASSUM, I. C. Método multicritério aditivo no mapeamento das áreas de risco para transmissão de malária em Campo Largo do Piauí e Porto, Piauí, Brasil., **Caminhos da Geografia**, Uberlândia, v. 29, p. 300-316, 2019.

SANTOS, A. C.; VALLADARES, G. S.; HASSUM, I. C. Distribuição espaço-temporal da malária no Piauí de 2002 a 2013. **Hygeia**, Uberlândia, v. 11, p. 1-19, 2015.

SANTOS, L. B. **Contribuição às estratégias de prevenção e controle da dengue, chikungunya e zika no município de Cruz das Almas-BA**. Dissertação (Mestrado em Gestão de Políticas Públicas e Segurança Social) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2018.

SANTOS, M. **A Natureza do Espaço: Técnica e Tempo, Razão e Emoção**. São Paulo: Edusp, 2006.

SILVA, J. X. V. **Geoprocessamento para Análise Ambiental**. Rio de Janeiro, Ed. do Autor, 2001.

SOUZA, F. W; GABRIEL, Í. W. M. **Estratégias efetivas em Educação em Saúde desenvolvidas junto à população Idosa com diagnóstico de Chikungunya**. 2023. Trabalho de Conclusão do Curso (Especialização em Vigilância e Cuidado em Saúde no Enfrentamento da Covid-19 e de outras doenças virais) – Fiocruz Mato Grosso do Sul. Campo Grande, 2023.

SOUZA, S. S. da; SILVA, I. G. da .; SILVA, H. H. G. da. Associação entre incidência de dengue, pluviosidade e densidade larvária de *Aedes aegypti*, no Estado de Goiás. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, [S. l.], v. 43, n. 2, p. 152-155, 2010.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE, 1977.

UNITED STATES GEOLOGICAL SERVICE - Serviço Geológico dos Estados Unidos. **Collection**: Landsatarchive, [2023?]. Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Acesso em: 16 set. 2023.

VALLADARES, G. S.; FARIA, A. L. L. SIG na análise do risco de salinização na bacia do Rio Coruripe, AL. **Engevista**, [S. l.], v. 6, p. 86-98, 2004.

VALLADARES, G. S.; GUIMARÃES, M; BATISTELLA, M. **Susceptibilidade à erosão das terras na Região Oeste do Estado da Bahia**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2002. (Comunicado Técnico 10).

VALLADARES. G. S.; HASSUM, I. C.; ALBUQUERQUE. E. L. S.; SANTOS, A. C. Influência de variáveis ambientais na ocorrência da dengue utilizando geoprocessamento em Teresina, Piauí. Uberlândia, **Hygeia**, v. 15, n. 34, p. 102-114, 2019. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/hygeia>. Acesso em: 5 jun. 2020.

VASCONCELOS, C. H.; NOVO, E. L. M.; DONALISIO, M. R. Uso do sensoriamento remoto para estudar a influência de alterações ambientais na distribuição da malária na Amazônia brasileira. Rio de Janeiro, **Caderno de Saúde Pública**, v. 22 n. 3, p. 517-526, 2006.

WEAVER, S. C.; LECUIT, M. Chikungunya virus and the global spread of a mosquito-borne disease **The New England Journal of Medicine**, [S. l.], v. 372, n. 13, p. 1231-1239, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1056/NEJMra1406035>. Acesso em: 15 mar. 2024.

WHO. World Health Organization. **Arthropod-borne and rodent-borne viral disease**, 1985 Disponível em: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/40293/1/WHO_TRS_721.pdf .Acesso em: 10 mar. 2016.

WIKAN, N.; SMITH, D. R. Zika virus: history of a newly emerging arbovirus. **The Lancet Infectious Diseases**, [S. l.], v. 16, n. 7, p. 119–126, 2016. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(16\)30010-X](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(16)30010-X). Acesso em: 15 mar. 2024.

**MAPPING OF ABOVE-GROUND BIOMASS BY REMOTE SENSING AND
MACHINE LEARNING IN MANGROVES OF THE PARNAÍBA RIVER DELTA,
NORTHEASTERN BRAZIL**

Jéssica Cristina Oliveira **FROTA**
Doutoranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA/UFPI)
E-Mail: Jessicauapi@Gmail.Com
Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5314-8058>

Gustavo Souza **VALLADARES**
Professor Doutor Associado da UFPI. Departamento de Geografia
E-mail: valladares@ufpi.edu.br/
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4884-6588>

Rabech Grasiely Gomes **MARQUES**
Professora na Secretaria Municipal de Teresina (SEMEC) E-mail:
rabechgrasiely1998@hotmail.com;
Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3597-8634>

Léya Jéssika Rodrigues Silva **CABRAL**
Doutoranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente- E-mail:
leyarodriguescabral@gmail.com;
Orcid: <http://orcid.org/0000-0001-7141-9210>

Mirya Grazielle Torres **PORTELA**
Professora EBTB Universidade Federal do Piauí (UFPI), Floriano, Brasil
E-mail: mirya.portela@ufpi.edu.br/
Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5605-7151>

*Recebido
Novembro de 2024*

*Aceito
Junho de 2025*

*Publicado
Dezembro de 2025*

Abstract: Mangrove ecosystems represent important carbon sinks, known as blue carbon. They promote climate balance by regulating greenhouse gas concentrations. Methods that use allometric equations, remote sensing and machine learning have been increasingly employed to quantify biomass. Thus, the objective of this study was to estimate the spatial distribution of

above-ground plant biomass (AGB) present in mangroves of the Parnaíba River Delta, located in northeastern Brazil. For this, 27 plots were sampled, each measuring 200 m². In each plot, data of diameter at breast height and height of each individual, and AGB was estimated using allometric equations. The spatial distribution of AGB was mapped by means of modeling, and it was possible to extract and select spectral variables obtained from images from the Landsat 8-9 and Sentinel-2 satellites. For the predictive analysis, the algorithms were used: Multiple Linear Regression, XGBoost, Random Forest, Cubist, Earth and Support vector machine (linear, radial and polynomial). It was observed that the mangrove vegetation of the species *Rhizophora mangle* obtained the highest AGB, with 790 Mg ha⁻¹, and the model that best fitted the prediction to was XGB, but the best fit was obtained for the dry period, with R²= 0.93, RMSE = 66.74 Mg ha⁻¹ and MAE of 49.42 Mg ha⁻¹. The MSI sensor also showed a very strong fit for the XGB model, with R² = 0.92 Mg ha⁻¹, RMSE = 64.02 Mg ha⁻¹ and MAE of 46.31 Mg ha⁻¹, indicating lower errors, probably due to its higher spatial resolution.

Keywords: allometry; *blue carbon*; carbon stock; ecological stress; modeling.

MAPEAMENTO DA BIOMASSA ACIMA DO SOLO POR SENSORIAMENTO REMOTO E APRENDIZADO DE MÁQUINA EM MANGUEZAIS DO DELTA DO RIO PARNAÍBA, NORDESTE DO BRASIL

Resumo: Os ecossistemas de mangue representam importantes sumidouros de carbono, conhecidos como carbono azul. Promovem o equilíbrio climático regulando as concentrações de gases com efeito de estufa. Métodos que utilizam equações alométricas, sensoriamento remoto e aprendizado de máquina têm sido cada vez mais empregados para quantificar a biomassa. Assim, o objetivo deste estudo foi estimar a distribuição espacial da biomassa vegetal acima do solo (BGA) presente em manguezais do Delta do Rio Parnaíba, localizado no Nordeste do Brasil. Para isso foram amostradas 27 parcelas, cada uma medindo 200 m². Em cada parcela foram estimados os dados de diâmetro à altura do peito e altura de cada indivíduo, e AGB por meio de equações alométricas. A distribuição espacial do AGB foi mapeada por meio de modelagem, sendo possível extrair e selecionar variáveis espectrais obtidas a partir de imagens dos satélites Landsat 8-9 e Sentinel-2. Para a análise preditiva foram utilizados os algoritmos: Regressão Linear Múltipla, XGBoost, Random Forest, Cubista, Terra e Máquina de vetores de suporte (linear, radial e polinomial). Observou-se que a vegetação de manguezal da espécie *Rhizophora mangle* obteve o maior AGB, com 790 Mg ha⁻¹, e o modelo que melhor se ajustou à previsão foi o XGB, mas o melhor ajuste foi obtido para o período seco, com R²= 0,93, RMSE = 66,74 Mg ha⁻¹ e MAE de 49,42 Mg ha⁻¹. O sensor MSI também apresentou ajuste muito forte para o modelo XGB, com R² = 0,92 Mg ha⁻¹, RMSE = 64,02 Mg ha⁻¹ e MAE de 46,31 Mg ha⁻¹, indicando menores erros, provavelmente devido à sua maior resolução espacial.

Palavras-chave: alometria; carbono azul; estoque de carbono; estresse ecológico; modelagem.

MAPEO DE LA BIOMASA AÉREA MEDIANTE TELEDETECCIÓN Y APRENDIZAJE AUTOMÁTICO EN MANGLARES DEL DELTA DEL RÍO PARNAÍBA, NORESTE DE BRASIL

Resumen: Los ecosistemas de manglares representan importantes sumideros de carbono, conocidos como carbono azul. Promueven el equilibrio climático regulando las concentraciones de gases de efecto invernadero. Para cuantificar la biomasa se han utilizado cada vez más métodos que utilizan ecuaciones alométricas, teledetección y aprendizaje automático. Así, el

objetivo de este estudio fue cuantificar y estimar la distribución espacial de la biomasa vegetal aérea (BGM) presente en los manglares del delta del río Parnaíba, ubicado en el noreste de Brasil. Para ello se muestrearon 27 parcelas de 200 m² cada una. En cada parcela se estimaron datos de diámetro a la altura del pecho y altura de cada individuo, y AGB mediante ecuaciones alométricas. Se mapeó la distribución espacial del AGB mediante modelación y fue posible extraer y seleccionar variables espectrales obtenidas de imágenes de los satélites Landsat 8-9 y Sentinel-2. Para el análisis predictivo se utilizaron los siguientes algoritmos: Regresión Lineal Múltiple, XGBoost, Random Forest, Cubista, Tierra y Máquina de Vectores de Soporte (lineal, radial y polinómico). Se observó que la vegetación de manglar de la especie *Rhizophora mangle* obtuvo el mayor AGB, con 790 Mg ha⁻¹, y el modelo que mejor ajustó la predicción fue el XGB, pero el mejor ajuste se obtuvo para el período seco, con $R^2 = 0.93$, RMSE = 66.74 Mg ha⁻¹ y MAE de 49.42 Mg ha⁻¹. El sensor MSI también mostró un ajuste muy fuerte para el modelo XGB, con $R^2 = 0.92$ Mg ha⁻¹, RMSE = 64.02 Mg ha⁻¹ y MAE de 46.31 Mg ha⁻¹, lo que indica errores menores, probablemente debido a su mayor ajuste espacial y resolución.

Palabras clave: alometría; carbono azul; stock de carbono; estrés ecológico; modelación.

INTRODUCTION

Coastal environments are areas of relevant environmental fragility, where the elements that make up the functioning and stability of the systems respond to a complex dynamic, resulting from the interaction of continental and coastal agents. These environments are home to a set of ecosystems of high environmental relevance that end up performing extremely important functions, whether of ecological, social or economic nature. The mangrove, for example, is a coastal ecosystem that is located in a zone of transition between the terrestrial and marine environments and that provides favorable conditions for the development of many animal species, besides being considered an important transformer of nutrients in organic matter (Pinto *et al.*, 2017).

Mangroves also represent important carbon sinks, known as blue carbon (Kuwae *et al.* 2022; Tang *et al.*, 2016). In other words, this vegetation plays an important role in sequestering carbon from the atmosphere and can regulate greenhouse gas concentrations.

With the increase in carbon levels in the atmosphere, it has become necessary to understand the capacity of mangroves to store carbon, in order to bring alternatives to the climate imbalance caused in the environment (Adame *et al.*, 2015; Donato *et al.*, 2011). Although studies on this topic are still limited, especially with regard to the behavior of carbon in mangrove vegetation in the most diverse biomes, some studies seek to understand the occurrence of this dynamic. To this end, strategies have been developed to overcome these obstacles, applying methodologies with the use of allometric equations, empirical studies, and simple and complex models associated with sensing through machine learning (ML).

The establishment of allometry is of fundamental importance, as it contributes to the floristic knowledge and evaluation of the plant species present, thus providing elements for developing the ordering of quantitative aspects of the vegetation that is still little known, especially the mangrove vegetation (Arruda; Daniel, 2007).

In addition, geotechnologies and the use of modeling, which are important tools to facilitate environmental analysis, have been bringing relevance in the analysis and mapping of mangrove areas, enabling the generation of products with good cartographic accuracy and precision. Different parametric and non-parametric statistical models have been used to predict mangrove biomass. However, as pointed out by Tian *et al.* (2022), the prediction precision of non-parametric approaches is often better because they do not make assumptions about the distribution of the data, as is the case with many ML methods.

The ML algorithm is characterized by making predictions on data through training and making independent decisions based on the construction of a model based on a set of selected predictors. Models such as XGB, RF and CB are based on a decision tree and are widely used in AGB estimation.

MLR is a statistical technique that simultaneously analyzes more than one variable related to an object of study. The ET model, according to Kuhn and Johnson (2013), seeks to model the nonlinear relationships between predictors and continuous responses that do not require specifications of the exact form of nonlinearity before its application to training data, while the SVM model tries to find hyperplanes that separate the data and, according to dos Santos (2018), this algorithm differs from others by not directly estimating probabilities but the class of the response of interest for a new observation.

These models use terrestrial data and allometric equations to develop biomass estimates to train those models that best fit, based on remote sensing data (Jachowski *et al.*, 2013; Wu *et al.*, 2016; Pham *et al.*, 2018; Meier *et al.*, 2018; Li *et al.*, 2017; Li *et al.*, 2020; Ghosh; Behera, 2021; Siqueira *et al.*, 2021).

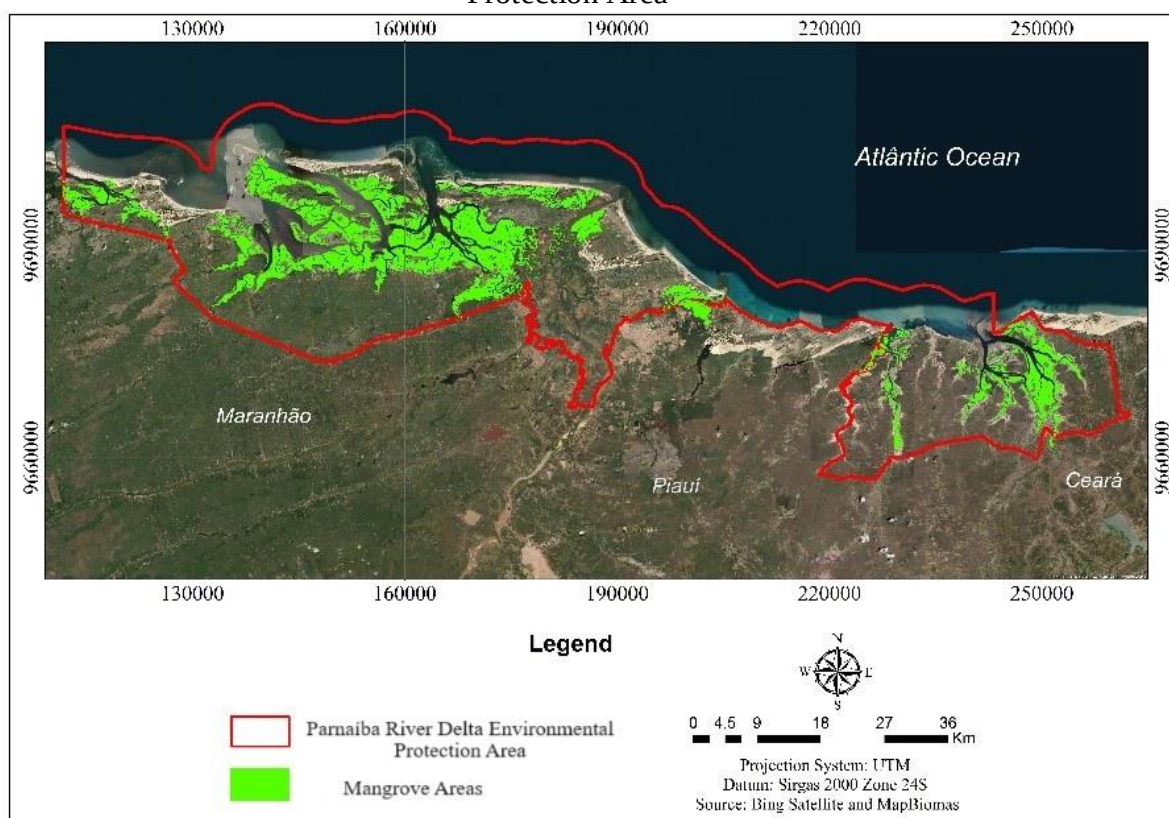
Given the above, the study raises the hypothesis that the application of machine learning algorithms to remote sensing data significantly improves the accuracy of mangrove vegetation biomass estimates compared to traditional field data collection methods. Thus, knowing that biomass estimation studies help in better understanding and finding solutions to climate issues, the present study aims to estimate the spatial distribution of AGB present in the mangroves of the Parnaíba River Delta Environmental Protection Area, located on the coast of northeastern Brazil, through the use of machine learning.

MATERIAL AND METHODS

Characterization of the study area

The area under study corresponds to the mangroves present in the Parnaíba River Delta Environmental Protection Area (PRD EPA), which is located in the lower Parnaíba sub-basin. The PRD EPA comprises the extreme west coast of Ceará, portions along the entire length of the coast of Piauí and the extreme east coast of Maranhão. It occupies an approximate area of 313,809 hectares, with a perimeter of 472.80 km, entirely covering the municipalities of Cajueiro da Praia (PI) and Ilha Grande (PI) and partially covering the municipalities of Parnaíba (PI), Luís Correia (PI), Barroquinha (CE), Chaval (CE), Água Doce do Maranhão (MA), Araioses (MA), Paulino Neves (MA) and Tutóia (MA) (Figura 1).

Figure 1 – Map of location map of mangroves in the Parnaíba River Delta Environmental Protection Area



Fonte: Os autores (2024).

In addition to the conservation unit (CU) of the PRD EPA, in the study area there is also an overlap of three other CUs: EPA of Foz do Rio Preguiças – Pequenos Lençóis, a CU of the Maranhão state (State Decree 11.899 of June 11, 1991); Parnaíba River Delta Marine Extractive Reserve (RESEX) (Federal Decree of November 16, 2000); and the Ilha do Caju Private Natural

Heritage Reserve (RPPN) (Ordinance 96-N-DOU 214-E -0 9/11/1999 - section/pg. 1/26) (ICMBIO, 2020).

The PRD EPA was created through the Federal Decree of August 28, 1996 and is under the responsibility of the Chico Mendes Institute for Biodiversity Conservation (ICMBIO). According to Guzzi (2012), this area is characterized by having a mosaic of ecosystems intersected by bays and estuaries, in addition to being a dynamic fluvial-marine region, formed by the ecological tension between Cerrado, Caatinga and marine systems. In addition, it has a strong Amazonian influence in its portion of Maranhão (west) and the semi-arid region in Ceará (east). Almost 25% of its territory is made up of jurisdictional waters and with a population of approximately 360,000 inhabitants (ICMBIO, 2020).

Considering the hydrological, geological, pedological and geomorphological factors, there are four landscape units within the EPA area: dune field, fluvial-marine plain, river plain and coastal tablelands. The areas of the fluvial-marine plain are responsible for transporting matter and energy carried by the rivers, tides, and rainfall that are so important for that system (da Silva, 2020)

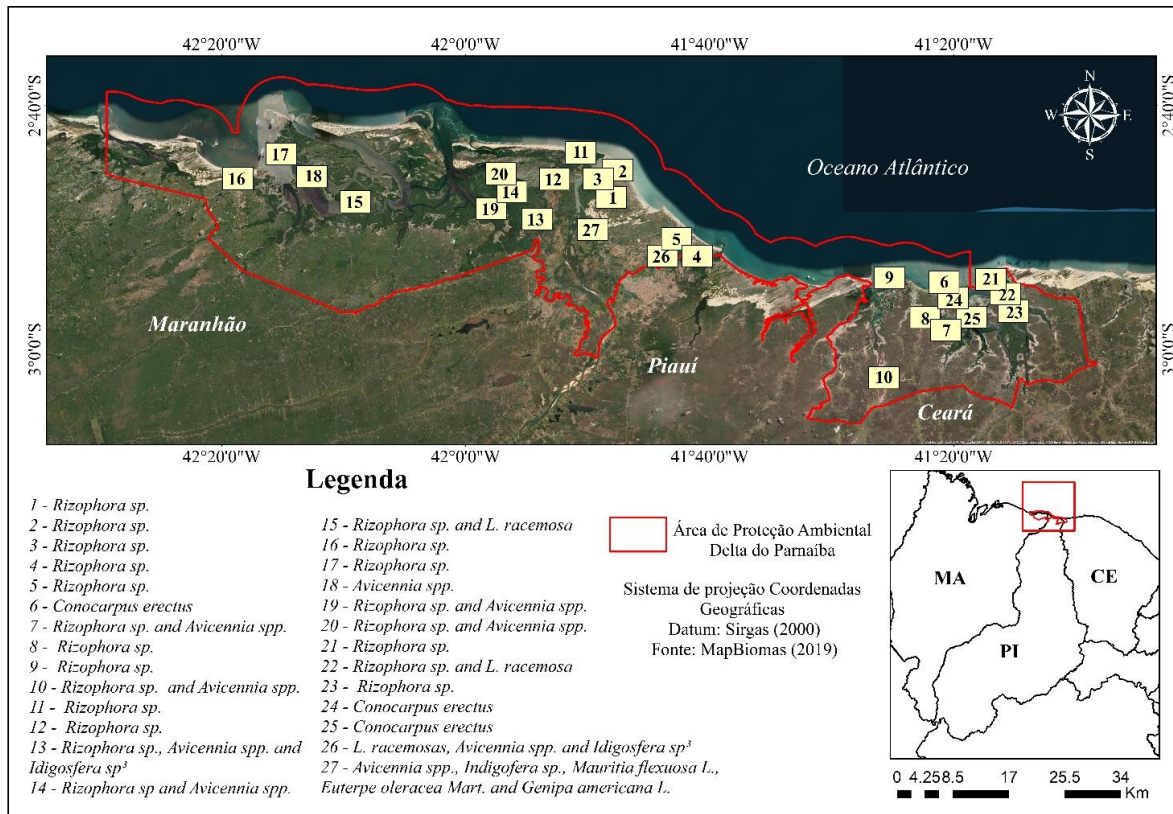
Although the area under study is located in representative areas of Cerrado and Caatinga vegetation, it has a continuous system of mangroves, which help in the control of coastal erosion and in the stabilization of fine sediments, hence reducing the capacity and competence of rivers in the transport of sediments. The main mangrove species observed in the EPA area are: red mangrove (*Rhizophora mangle*), white mangrove (*Laguncularia racemosa*), button mangrove (*Conocarpus erectus*), ‘siriba’ or ‘sereiba’, black mangrove or ‘siriba’ mangrove and white ‘siriba’ (*Avicennia germinans* and *Avicennia schaueriana*) (Guzzi, 2012; Andrade *et al.*, 2014; Flora do Brasil, 2020; Nascimento, 2021).

Abreu *et al.* (2019) point out that the EPA area has a varied rainfall regime with isohyets between 1000 and 1600 mm per year, which goes from January to May. From August to November, lower rainfall indices are recorded, demonstrating that the monthly rainfall regime has a unimodal distribution with minimum rainfall in August and maximum in April, and the main atmospheric system acting in the region is the Intertropical Convergence Zone (ITCZ). The main economic activity carried out in the study area is subsistence fishing, which involves the collection of fish, crabs, shrimps, oysters and shellfish, family farming, animal husbandry and the extractivism of seeds and fruits. It is worth mentioning that the EPA is also part of the Route of Emotions tourist itinerary, which also covers the Jericoacoara National Park, in Ceará, and the Lençóis Maranhenses National Park, in Maranhão.

Choice of sampling points to define the plots

The sampling points were defined based on a random stratified strategy, considering the areas with greater representativeness in relation to vegetation structure. Maps were produced using images from the orbital sensors of the Landsat-8 OLI (Operational Land Imager) and RapidEye images as a way to better visualize the geographical area that corresponds to the EPA area. To choose the points, the of mangrove vegetation was also spatialized by interpreting the normalized difference vegetation index (NDVI), using the same strategy adopted by Portela *et al.* (2020), sampling plots with variability for NDVI. Thus, 27 plots were installed (Figura 2), each measuring 200 m² (10x20), and all of which are representative of the mangrove vegetation.

Figure 2 - Map of distribution of plots in mangrove areas of the Parnaíba River Delta Environmental Protection Area



Fonte: Os autores (2024).

Procedures for field determination of AGB data

To determine the above-ground plant biomass (AGB), a survey on the characteristics of the vegetation was carried out through a population census, collecting information regarding the height of trees and diameter at breast height (DBH) of each individual. The AGB of the

mangrove area of the EPA was calculated based on allometric equations for living vegetation (Table 1), according to the species identified and adopted in other similar studies (Kauffman & Donato, 2012; Portela *et al.*, 2020; Nascimento, 2021).

Table 1 - Allometric equations used to determine living plant biomass in different mangrove species

SPECIES	EQUATIONS	REFERENCES
<i>Laguncularia recemosa</i>	Biom (kg)= 0,1023 X DBH ^{2.5}	(Fromard <i>et al.</i> , 1998)
<i>Avicennia sp.</i>	Biom (kg)= 0,14 x DBH ^{2.4}	(Fromard <i>et al.</i> , 1998)
<i>Conocarpus erectus</i>	Biom (kg)= 0,1023 X DBH ^{2.5}	(Fromard <i>et al.</i> , 1998)
<i>Rizophora sp.</i>	ln (Biom. (kg)) = 14,867663 = 0,5132 ln (área basal ² x H)	(Santos <i>et al.</i> , 2017)
Other species (DBH 3≥30 cm)	Biom (kg) = 0,1730 x DBH ^{2,2950}	(Lima Júnior <i>et al.</i> 2014)

To analysis the AGB of dead species standing or fallen within the plots, the equation proposed by Fundación Solar (2000) was used in an adapted form. The litter biomass was determined by the direct method (Fundación Solar, 2000), where, in each plot, a 0.3 m² circumference was randomly thrown three times, collecting all the material contained within it.

AGB estimation by remote sensing and machine learning

The analysis of spatial distribution of AGB by remote sensing was carried out using the method proposed by Lu *et al.* (2005) and Lima Júnior (2014) with adaptations, with extraction and selection of spectral variables from images from the Landsat 8-9 OLI sensor, orbit/point 218/62 and the Sentinel-2 satellite. These data were correlated with the field biomass estimates, because according to Naessens *et al.* (2012), in the process of calibration and validation of the data, the model used is confronted with the field data and the prediction can be confirmed.

In the case of the Landsat 8-9 images, they were downloaded from the USGS (United States Geological Survey) website and correspond to the dry season on 09/15/2018 and the rainy season on 03/22/2023. It is important to highlight that both data were collected at Level-2, taking into account the occurrence of atmospheric correction. Acquisition and pre-processing of the Sentinel-2/MSI images were carried out on the GEE (Google Earth Engine) platform, where the chosen historical series dates from August 1 to November 30, 2021, also with atmospheric correction. Processing of the images and obtaining of the final products from the methodological procedures were carried out using the following software programs: ESRI ArcGIS® 10.3, QGIS and R Studio version 4.3.2 (R Core Team, 2020).

After acquisition of the images, the bands B1, B2, B3, B4, B5, B6 and B7 (OLI) were grouped in a single file called “Stack” in the statistical program R to perform a composition of bands. The same procedure was performed for bands B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8A, B11 and B12 of Sentinel-2. From the bands, the following spectral indices were calculated based on the literature by George *et al.* (2018), Tran, Ruth and Zuh (2022), Santos (2018) and Ramírez (2015) serving as input data to estimate biomass: RVI, NDVI, EVI, NDWI, SAVI, GNDVI, MNDWI, CTVI, CLAY and IRON (Table 2).

Table 2 - Representation of the equations used to determine spectral indices

ÍNDICE	EQUATION	REFERENCES
Ratio Vigor Index (RVI)	$RVI = \frac{NIR}{RED}$	Pearson e Miller (1972)
Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)	$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$	Rouse <i>et al.</i> , (1973)
Soil-adjusted Vegetation Index (SAVI)	$SAVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED + L} * (1 + L)$	Huete (1988)
Enhanced Vegetation Index (EVI)	$EVI = G \left(\frac{NIR - RED}{NIR + C1 * RED - C2 * BLUE + L} \right)$	Huete <i>et al.</i> , (1997)
Normalized difference water index (NDWI)	$NDWI = \frac{GREEN - NIR}{GREEN + NIR}$	Gao (1996)
Green Normalized Difference Vegetation Index (GNDVI)	$GNDVI = \frac{NIR - GREEN}{NIR + GREEN}$	Gitelson <i>et al.</i> , (1996)
Modified Normalized Difference Water Index (MNDWI)	$MNDWI = \frac{GREEN - Swir2}{GREEN + Swir2}$	Xu (2006)
Corrected Transformed Vegetation Index (CTVI)	$CTVI = \frac{(NDVI + 0,5)}{ NDVI + 5 } * \sqrt{ NDVI + 5 }$	Perry e Lautenschlager (1984)
Clay Minerals (CLAY)	$CLAY = \frac{BANDA\ 6}{BANDA\ 7}$	Sabins (1997)
Iron Oxide (IRON)	$IRON = \frac{RED}{BLUE}$	Sabins (1997)

Nota: NIR: Banda infravermelha próxima; RED: Faixa vermelha; GREEN: Faixa verde; BLUE: Faixa azul; Swir2: Faixa infravermelha de onda curta (1400-1800nm); G: Fator de ganho = 2,5; L: Fator de correção para solo, onde foi utilizado o valor = 0,25 no índice SAVI e o valor = 1 no índice EVI; C1 e C2: Coeficientes de ajuste para efeito de aerossol atmosférico, onde C1 = 6 e C2 = 7,5; As bandas 6 e 7 no cálculo de Clay podem variar dependendo do satélite (Landsat 8-9 ou Sentinel-2). Fonte: Adaptado de Portela, 2019; Amorim, 2019.

To calculate these indices, it was necessary to install the *raster* package through the *install.packages* (“*raster*”) tool and use R software. For the predictive analysis, the following machine learning algorithms were used: Multiple Linear Regression (MLR), Random Forest (RF), XGBoost (XGB), Cubist (CB), Earth (ET) and Support vector machine (SVM – linear, radial and polynomial), adapted from the literature, in order to test and investigate which model had the best prediction performance.

In addition, it is worth mentioning that the models were tested using all variables (bands and indices) and all algorithms were implemented through the Caret package. Prediction error

was calculated by the *leave-one-out cross-validation* (LOOCV) methodology, as employed by Jachoswi *et al.* (2013) and Selvaraj and Pérez (2023).

The performance of the estimates, i.e., how the algorithm is performing, was evaluated using validation measures recommended by Whang *et al.* (2016) such as the coefficient of determination (R^2), root mean squared error (RMSE) and mean absolute error (MAE). In addition to these statistical metrics, the evaluation of the models was performed through the visual analysis of the scatter plots between the observed AGB values and the values predicted by the models. After that, AGB was mapped for the entire study area, for models with better performance and using R software.

RESULTS AND DISCUSSION

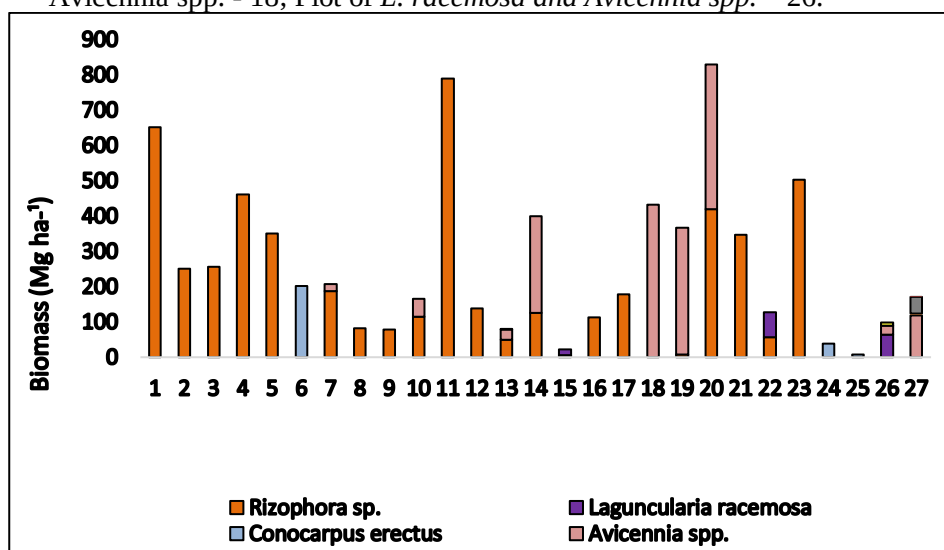
Estimation of mangrove biomass using field data and allometry

For the estimation of AGB in the field, through the survey of the species carried out in the 27 plots, it was possible to observe the presence of 626 individuals, distributed in four genera and five species of mangrove: *Rhizophora* spp., *Laguncularia racemose*, *Conocarpus erectus*, *Avicennia germinans* and *Avicennia schaueriana*. It is worth pointing out that these last two species were not differentiated through taxonomic study and, for the estimation of AGB, they were considered only as *Avicennia* spp. The same occurs with the genus *Rhizophora* spp.

In some plots, 23 individuals of species such as: *Indigofera* sp; *Mauritia flexuosa* L., *Euterpe oleracea* Mart. and *Genipa americana* L. Totaling 649 individuals. It is also important to highlight that the survey covers an area of 5,400 m² of a total of approximately 413 km² of mangrove areas included in the PRD APA (MapBiomass Project, 2021). Through the (Figura 3) it is possible to observe the biomass value found in each of the sampled plots.

Figure 3 shows a minimum of 8 Mg ha⁻¹, a maximum of 789 Mg ha⁻¹ and a mean of 258 Mg ha⁻¹. Similar data were also found by Jachowski *et al.* (2013), who estimated the plant biomass of mangroves in southwestern Thailand and found an average value of 250 Mg ha⁻¹. These data are higher than those reported by Wong *et al.* (2020), who found average AGB of about 197 Mg ha⁻¹ in northern Malaysia.

Figure 3 - Distribution of above-ground biomass stock observed in the field in different plots. Plot of *Rizophora* sp. - 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 11, 12, 16, 17, 21, 23; Plots of *Rizophora* sp. and *Avicennia* spp. - 7, 10, 13, 14, 19, 20; Plots of *Rizophora* sp. and *L. racemosa* - 15, 22; *C. erectus* plots - 6, 24, 25; *Avicennia* spp. - 18; Plot of *L. racemosa* and *Avicennia* spp. - 26.



Fonte: Os autores (2024).

(2018) in their studies concluded that a semi-arid community in northwestern Australia contained an average of 70 Mg ha⁻¹ of AGB. Tian *et al.* (2022), when evaluating the AGB of mangroves in a subtropical estuary of the Maoling River, Guangxi, China, observed that the AGB of the invasive mangroves showed a high spatial distribution pattern in the northwest and low spatial distribution pattern in the southeast, and its value ranged from 7 Mg ha⁻¹ to 114 Mg ha⁻¹, with an average of 26 Mg ha⁻¹. Fujimoto *et al.* (2022), in a study conducted in the mangrove forests of Micronesia, observed that, in the *Rhizophora stylosa* community characterized by stilt roots, the highest AGB was estimated at 895 Mg ha⁻¹, a value considered the highest of all existing data from terrestrial survey in the tropics. Through this study it can be observed that tropical areas also present relevant values and averages of AGB in mangroves.

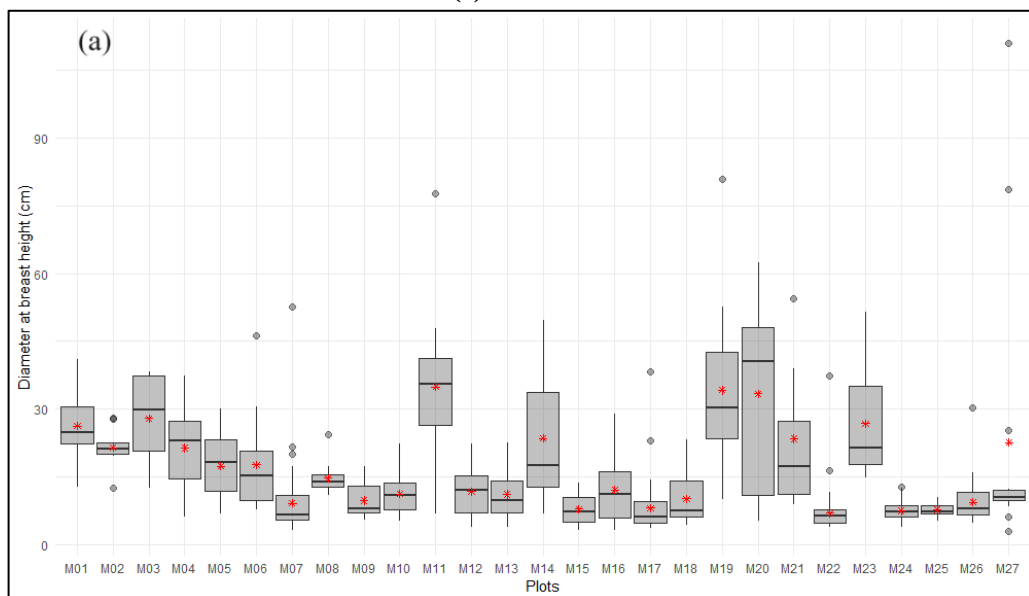
In Brazil, estimates of blue carbon stocks do not include the entire area of mangroves present, but studies such as the one conducted by Bernadino *et al.* (2024) reveal an estimate of AGB in a portion of the mangrove vegetation in the Amazon ranging from 29 to 335 Mg C ha⁻¹. Kalffman *et al.* (2018), in turn, found a mean AGB value of 290 Mg ha⁻¹ for the Amazon region. Santos and Beltrão (2019) estimated and compared AGB on Ajuruteua Island, Bragança, PA, in 2008 and 2018, and found values of approximately 451 Mg ha⁻¹ for 2008 and 290 Mg ha⁻¹ for 2018, which points to a reduction of approximately 35.7% in biomass between 2008 and 2018.

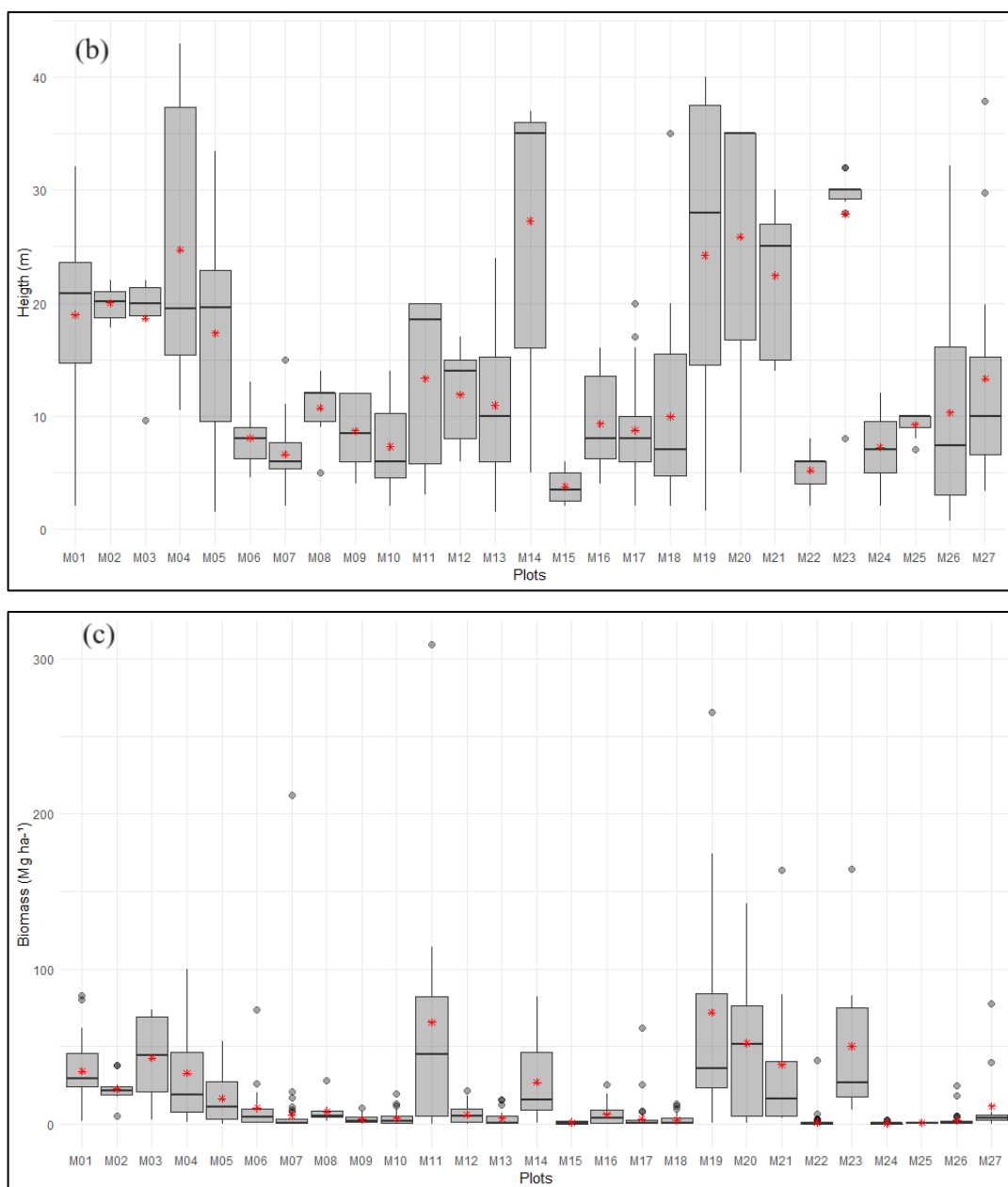
Portela *et al.* (2020) point out that the evergreen mangrove vegetation in the Parnaíba River Delta had the highest mean value for plant biomass, 517.43 Mg ha⁻¹. Braga *et al.* (2024), when estimating AGB in the mangrove forest of the Pacoti River, in the State of Ceará, found that 16.60 tons were stored in the 1,119 plants analyzed. The species with the highest amount of biomass was *Rhizophora mangle*, which accounted for about 71% of the total mass found.

The plot under study with the highest value of AGB (plot 11) has 12 predominant individuals of the same genus (*Rizophora sp.*), mean diameter of 35 cm and mean height of 13.33 m, indicating greater biomass in species that have larger diameters, as observed in the boxplot (Figura 4) through the maximum, minimum, mean and standard deviation values presented. This result was also observed by Pinto *et al.* (2017), who analyzed the sequestration of atmospheric carbon in the mangrove forest of the EPA of Serra do Guararú, in São Paulo, and pointed out that the carbon stored in the form of biomass is directly proportional to DBH.

Similar data were also presented by Fontoura *et al.* (2017), who observed biomass variations between the compartments of the mangrove vegetation, according to the increase in DBH. In the study area, the number of individuals and height were also important attributes in the composition of AGB.

Figure 4 - Boxplot of different values of maximum, minimum, mean and standard deviation in the mangrove plots of Parnaíba River Delta Environmental Protection Area. (a) DHP values, (b) height values, (c) biomass values





Fonte: Os autores (2024).

By observing these data, it was possible to confirm that the highest biomass estimates are associated with *Rizophora sp.* and *Avicennia spp.*, since both reached values above 700 Mg ha⁻¹. These species, represented in plots 11 and 19, also had in some individuals DBH of 77.67 cm for *Rizophora sp.* (plot 11) and maximum height of the individuals of 20 m and DBH of 80.85 cm for *Avicennia spp.* (plot 19), with mean of 34.14 cm, maximum height of 40 m reached in their individuals and mean of 24.23 m (Figura 5).

Figure 5 - A: Representation of the species *Rizophora* sp.; B: Representation of *Avicennia* spp



Fonte: Os autores (2024).

Plots 25, 15 and 24 were the ones with the lowest biomass values compared to the others, respectively 8 Mg ha^{-1} , 23 Mg ha^{-1} and 38 Mg ha^{-1} . These plots, in turn, have a mean DBH ranging from 7.41 cm to 8 cm and mean height ranging from 4 m to 9.22 m. Two of these plots (24 and 25) together with plot 6 are representative of *C. erectus* and have mostly crooked and thin trunks and branches (Figura 6).

Figura 6 - Diameter measuring the height of the breast of the representative portion of *Conocarpus erectus*; B: fruit of the species *Conocarpus erectus*



Fonte: Os autores (2024).

C. erectus has greenish flowers and gray or brown bark. They occupy elevated portions of the terrain and are rarely hit by the tides. They are also considered species that have the

highest resistance among mangrove woods and were widely used for the manufacture of shipbuilding parts and firewood production (ICMBIO, 2018).

It is worth mentioning that, in the study area, these species were only found in mangroves that comprise the East side of the PRD EPA area, with plots 6 and 24 installed in the municipality of Cajueiro da Praia, PI, and plot 25 in the municipality of Barroquinha, CE. In mangrove forests in southeastern Mexico, AGB was higher in this species (*C. erectus*) ($253.18 \pm 32.17 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$) and lower in other species, such as *A. germinans* ($161.93 \pm 12.63 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$). This occurred because the species *C. erectus* grew on more elevated terrains in the region, where soils were richer in nutrients (Santos *et al.* 2014).

Avicennia spp. only occurred predominantly in plot 18 and had AGB value of $79 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$, while *L. racemosa* vegetation was mixed with other species, in three plots (15, 22 and 26), thus contributing to the biomass estimate.

Based on the survey carried out and the species found, it can be highlighted that the species *R. mangle* is responsible for 75% of the AGB produced, followed by *Avicennia* spp. with approximately 19%, *C. erectus* with 4% and *L. racemosa* with 2%. In addition, the variation of biomass in the analyzed plots is directly linked to the changes in the variables involved in the allometric equations presented in this study. Therefore, it can be seen that the oscillation of biomass throughout the area is also linked to the different species of mangrove and their characteristics.

Estimation of mangrove biomass using Landsat 8-9/OLI and Sentinel-2/MSI remote sensing images and machine learning.

For biomass estimation using Landsat 8-9 and Sentinel-2 remote sensing images, the biomass obtained in the field was considered a dependent variable and the reflectance values (bands) and spectral indices derived from the images were considered independent variables. Once all the covariates were selected, it was possible to evaluate the most important ones presented by the ML models in R software. When the most important variables for the model resulted in better validation, these models were presented (Table 3).

Table 3 – Erros estatísticos de predição calculados para cada modelo representando a AGB de bosques de mangue da APA do Delta de Parnaíba, PI com imagens do Landsat 8-9 e Sentinel-2

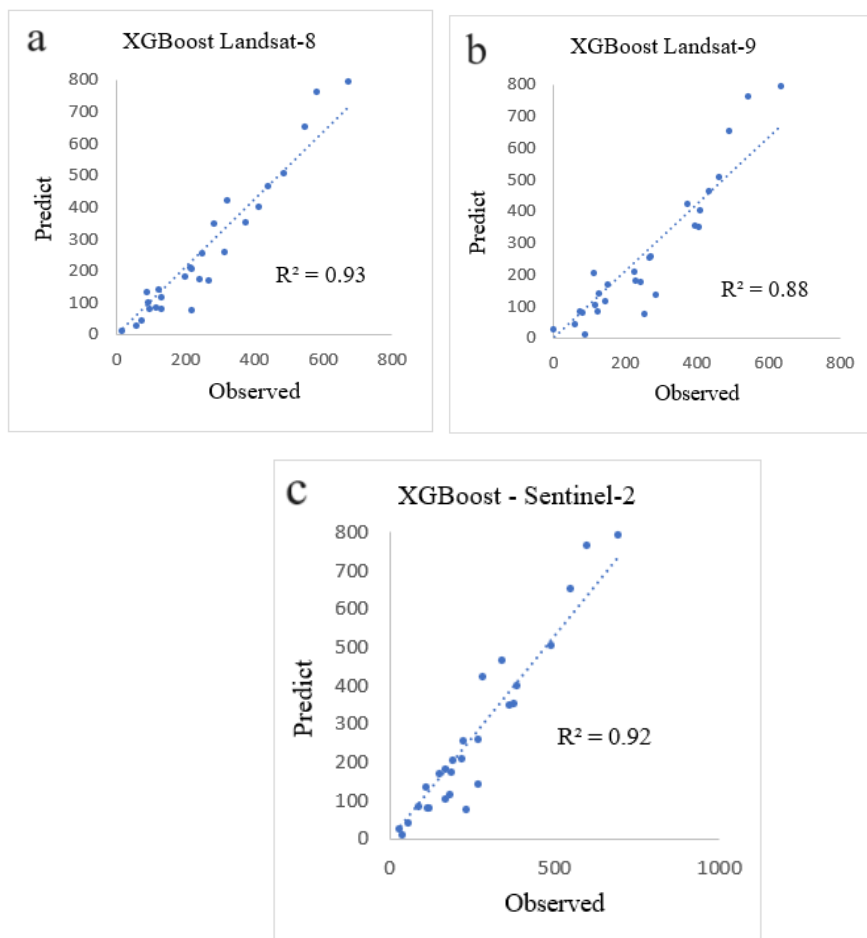
Machine Learning Model	Variables explanatory	RMSE (Mg/ha)	MAE (Mg/ha)	R ²	Máx.	Mín.
Landsat -8/ OLI						
<i>Random Forest</i>	B2 + NDWI+ B1 + B3 + IRON+B4	107.24	87.36	0.86	522.43	73.33
<i>Random Forest</i>	All	110.37	88.25	0.86	520.10	80.51
XGBoost	All	66.74	49.42	0.93	677.29	20.04
<i>Regressão Linear</i>	All	134.31	89.92	0.61	676.97	-2.16
<i>Multipla</i>						
<i>Cubist</i>	All	207.3	147.3	0.16	287.44	75.29
<i>Regresão Earth</i>	All	196.46	157.06	0.17	312.64	-27.2
<i>SVM Linear</i>	All	195.77	129.29	0.20	441.53	-13.83
<i>SVM Radial</i>	All	169.98	96.94	0.48	453.63	30.07
<i>SVM Polinomial</i>	All	206.65	144.43	0.18	266.39	30.12
Landsat - 9/ OLI						
<i>Random Forest</i>	B2+B3+B4+B5+IRON +CLAY	107.86	84.7	0.87	-	-
<i>Random Forest</i>	All	115.47	93.57	0.85	502.55	82.14
XGBoost	All	84.20	60.24	0.88	639.16	2.21
<i>Regressão Linear</i>	All	134.78	97.42	0.61	652.42	-50.41
<i>Multipla</i>						
<i>Cubist</i>	All	200.86	148.98	0.17	310.35	105.63
<i>Regresão Earth</i>	All	197.56	159.44	0.16	306.56	-1.29
<i>SVM Linear</i>	All	197.46	130.66	0.22	368.41	-65.06
<i>SVM Radial</i>	All	152.21	87.92	0.56	-	-
<i>SVM Polinomial</i>	All	201.51	132.33	0,20	-	-
Sentinel -2 /MSI						
<i>Random Forest</i>	B5 +B11+ IRON+ EVI+B12+ B8A	100.09	71.87	0.86	552.63	56.2
<i>Random Forest</i>	All	99,32	69.51	0.88	539.07	61.29
<i>XGBoost</i>	All	71.89	51.58	0.92	695.23	32.65
XGBoost	B5 + B4 + B6 + B11 + B3 + IRON	64.02	46.31	0.92	716.53	41.17

Fonte: Os autores (2024).

Knowing that ML algorithms are used with the objective of estimating and minimizing the reducible error, it can be observed in Table 2 that the best model trained for AGB estimation, using all covariates, was that obtained with XGB during the dry season with Landsat-8 images, showing very good values of validation and maximum and minimum. XGB was also the best model when using Landsat-9 data from the rainy season, with very good performance.

In relation to the MSI sensor, the XGB model also showed a very strong performance, using all the variables and also taking into account the important variables. In the selection, lower MAE and RMSE values were obtained when compared to the OLI sensor, which can be explained by the higher spatial resolution compared to the Landsat 8-9 images (10 m and 30 m); however, all predictions produced strong fits, emphasizing the quality of ML modeling (Figura 7 and Table 3).

Figure 7 - Validação cruzada dos valores de AGB usando diferentes dados de sensores remoto



Fonte: Os autores (2024).

The distribution of most of the points around the trend line confirms the ability of the XGB model to predict with a high degree of accuracy the AGB of the mangroves in the study area. However, our results showed only a slight difference in prediction performance between the XGB and RF models. RF had excellent performance and fit in the class of very strong fit, which can also be confirmed by the studies conducted by Askne *et al.* (2017) in northern Sweden, Tian *et al.* (2021) in the Beibu Gulf, David *et al.* (2022) in Chobe National Park, Botswana, and Fararoda *et al.* (2021) in forests of India.

Li *et al.* (2020), when estimating the biomass of subtropical forests in Hunan Province, China, observed that after performing parameter fitting, there was a significant effect on the performance of the XGB algorithm compared to RF and after fitting, the R^2 of the XGB model achieved the best results ($R^2 = 0.75$).

Tian *et al.* (2021) used eight ML models to estimate the AGB of different mangrove species in the Beibu Gulf and also compare their accuracy. The best fit model found by the

authors, as well as in the study carried out, was also the XGB, with $R^2 = 0.83$ and $RMSE = 22.76 \text{ Mg ha}^{-1}$, followed by the RF model ($R^2 = 0.78$, $RMSE = 25.51 \text{ Mg ha}^{-1}$).

Luo *et al.* (2021), when comparing the performance of different combinations of resource selection methods and algorithms, observed that the XGB model also showed an excellent performance in the estimation of AGB, with $RMSE$ of 28.81 Mg ha^{-1} .

It is also worth mentioning that the other models presented in Table 1 were tested, but were not successful, showing low coefficient of determination with the remote sensing data variables for the Landsat 8-9 images and increasingly high errors, providing no explanations for the research data, except for the MLR model, which had $R^2 = 0.61$ in the Landsat 8-9 images with a moderate fit. Thus, due to the poor performance of the other models, only the XGB and RF models were fitted for the Sentinel-2 images.

The results also reveal that, among the fitted models, the correlation between AGB and the oxide index indicated that more hydromorphic soils, with few oxides, result in higher values of AGB. For Sentinel-2, band 5 (*Vegetation Red Edge 1*) played a major role in the estimation of AGB, which was also identified by (Astola *et al.*, 2019).

Da Silva *et al.* (2021), when analyzing the potential of Sentinel-2 images in estimating the biomass of *Tectona grandis L.f.* in the Western Amazon, found that Sentinel-2 images are accurate and useful for monitoring forest biomass. Pandit *et al.* (2018), when estimating AGB in protected forest areas in Nepal, pointed out that in these areas the problem of multispectral data saturation due to the large amount of biomass is common, but the Sentinel-2 data were able to overcome this problem due to the high spatial resolution and *red-edge* bands of the MSI sensor, which reinforces its capacity and effectiveness in biomass estimates.

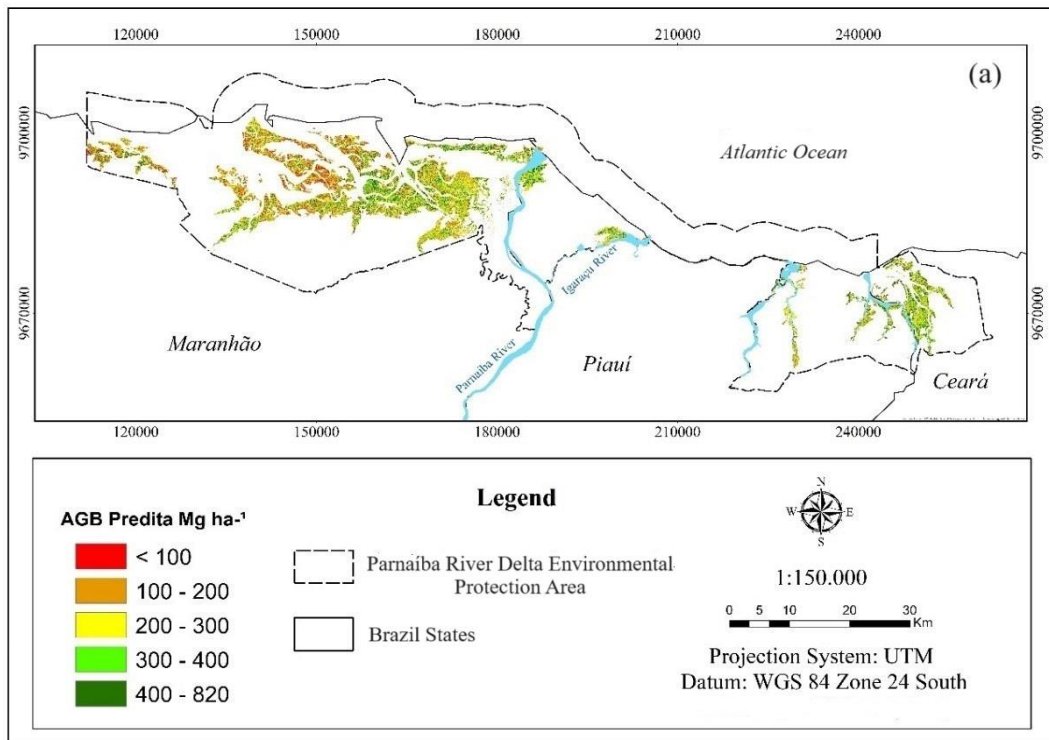
Dang *et al.* (2019), when estimating AGB in Yok Don National Park, Vietnam, using ML, observed that in validation, the RF model developed with 11 variables was able to predict AGB with $R^2 = 0.81$, $RMSE = 36.67 \text{ Mg ha}^{-1}$ and $RMSE = 19.55\%$ using both Landsat and Sentinel-2 images.

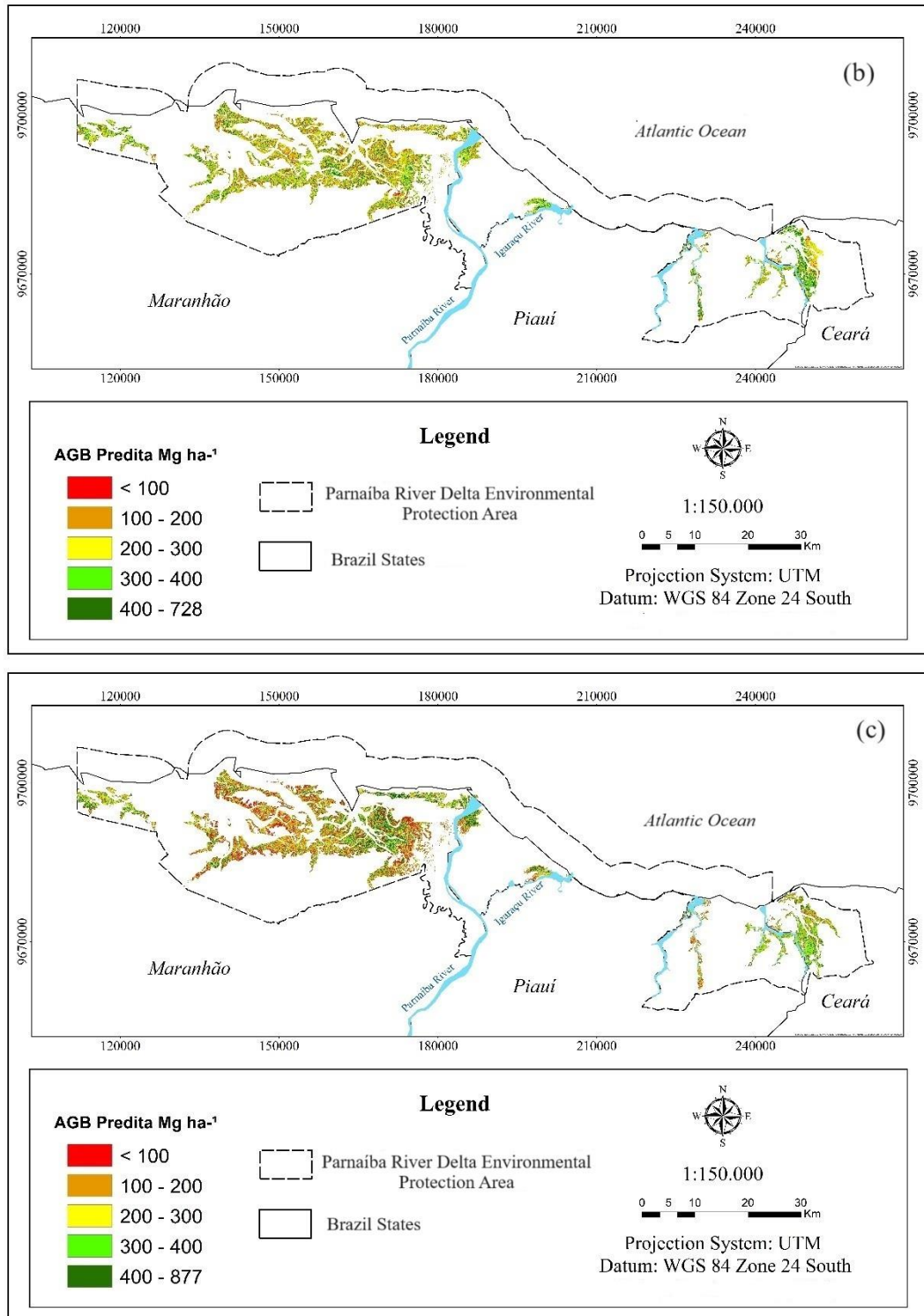
The results found in the present study demonstrated exactly the same; the two sensors acted with great potential, and in the dry season this estimate is more representative, with this model, since, according to (Fitz, 2008), the decrease in the amount of water causes degradation of the photosynthetic pigments, making the leaf less likely to absorb electromagnetic radiation, which in turn will result in increased reflectance values by the sensors. Thus, as the moisture of the leaf decreases, the reflectance power in the infrared increases, proving the results found.

The map (Figura 8) shows the final result of the estimation of AGB of the PRD EPA mangrove through the Landsat 8-9 and Sentinel-2 satellites. On the maps, it is possible to observe variability of biomass and spatial distribution.

Thus, it can be observed that for the two sensors and seasons (dry and rainy) there is a large spatial correlation that coincides, where areas that correspond to the northwest of the municipality of Araioses, MA, northwest region of the municipality of Ilha Grande, PI, areas close to the Parnaíba River and a good part of the mangroves located in Barroquinha, CE, are the ones with the highest estimates of AGB, since the indices and bands show a higher spectral reflectance in the near-infrared region, resulting in a greater interaction of the incident energy.

Figure 8 - AGB estimation map in APA DPHB mangrove areas using different sensors and machine learning. (a): XGBoost model using Landsat-8 imagery, (b): XGBoost model using Landsat-9 imagery, (c): XGBoost model using Sentinel-2 images





Fonte: Os autores (2024).

In addition, most of them are areas close to the mouth of rivers, where there is a large input of sediments and consequent production of nutrients that can contribute to a higher production of AGB. It can be observed that the model brought an estimate very close to the observed value, predicting biomass values of approximately 800 Mg ha⁻¹.

CONCLUSION

The estimation and spatialization of AGB in the mangroves of the study area, through remote sensing and machine learning, was efficient and indicated low uncertainty in the estimates.

The fitted models indicated good performances of OLI and MSI sensors in AGB estimation. The XGB model fitted better to the data from the two sensors, but obtained better accuracy during the dry season, with $R^2 = 0.93$, RMSE = 66.74 Mg ha⁻¹ and MAE = 49.42 Mg ha⁻¹. It is worth pointing out that the Landsat-9 and Sentinel-2 images also produced excellent results, indicating a strong fit according to the literature, which highlights the quality that can be obtained from freely available images. Due to the higher spatial resolution of Sentinel-2, this sensor can be considered as the most suitable and reliable in AGB mapping.

The RF model also showed very strong fit results, especially when using Sentinel-2 images, representing the best fit of this model, with $R^2 = 0.88$ when using all variables, which can probably be explained by its better spatial resolution compared to the Landsat images. These results suggest that the XGB and RF regression models generated have a satisfactory capacity to predict the AGB of the Parnaíba River Delta EPA, providing the basis for the planning of the relevant forestry decision-making departments.

REFERÊNCIAS

- ABREU, J. M. S.; CRAIG, J. M.; ALBERT, J. S; PIOESKI, N. M. *Historical biogeography of fishes from coastal basins of Maranhão State, northeastern Brazil. Neotropical Ichthyology*, [S. l.], v. 1, n. 2, p. 1-10, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/1982-0224-20180156>. Acesso em: 18 fev. 2023.
- ADAME, M. F; SANTINI, N. S; TOVILLA, C.; VÁSQUEZ-LULE; CASTRO, L.; GUEVARA, M. *Carbon stocks and soil sequestration rates of tropical riverine wetlands. Biogeosciences*, [S. l.], v. 12, n. 12, p. 3805-3818, 2015. DOI: <https://doi.org/10.5194/bg-12-3805-2015>. Acesso em: 18 fev. 2023.
- ANDRADE A. J.P. de; SILVA, N. M. da; SOUZA, C. R. de. As percepções sobre as variações e mudanças climáticas e as estratégias de adaptação dos agricultores familiares do Seridó potiguar. **Desenvolvimento e Meio ambiente**, [S. l.], v. 31, n. 3, p. 77-96, ago. 2014. DOI: 10.5380%2Fdma.v31i0.32955. Acesso em: 18 fev. 2023.
- ARRUDA L., OMAR, D. Florística e diversidade em um fragmento de floresta estacional semidecidual aluvial em Dourados, MS. **Floresta**, Curitiba, v. 37, n. 2, p. 189-199, mai./ago. 2007. DOI: <https://doi.org/10.5380/rf.v37i2.8649>. Acesso em: 18 fev. 2023.

ASKANE JAN, I. H.; SOJA, M. J.; ULANDER, L. M. H. *Biomass estimation in a boreal forest from Tan DEM-X data, lidar DTM, and the interferometric water cloud model*. **Remote Sensing Environment**, [S. l.], v. 196, p. 265-278, Jul. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.05.010>. Acesso em: 18 fev. 2023.

ASTOLA, H.; HAME, T.; SIRRO, L.; MOLINIER, M.; KILPI, J. *Comparison of Sentinel-2 and Landsat 8 imagery for forest variable prediction in boreal region*, **Remote Sensing of Environment**, [S. l.], v. 223, p. 257-273. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2019.01.019>. Acesso em: 18 fev. 2023.

BERNARDINO, A. F; MAZZUCO, A. C. A; COSTA, R. F.; SOUZA, F.; OWUOR, M. A.; NOBREGA, G. N.; SANDERS, C. J; FERREIRA, T. O.; KAUFFMAN, J. B. *The inclusion of Amazon mangroves in Brazil's REDD+ program*. **Nature Communications**, [S. l.], v. 15, n. 1549, p. 2024). DOI: <https://doi.org/10.1038/s41467-024-45459-w>. Acesso em: 18 fev. 2023.

BRAGA, M. M.; OLIVEIRA, J.; MORO, M. F.; BRANCO, M. S. D. Manguezais como estoques de carbono: biomassa acima do solo e o potencial econômico desse estoque na floresta de mangue do rio Pacoti, Ceará. **Caderno de Geografia**, [S. l.], v. 34, n. 77. DOI: <https://doi.org/10.5752/p.2318-2962.2024v34n77p450>. Acesso em: 18 fev. 2023.

BRASIL. **Decreto nº 11.900 de 11 de junho de 1991**. Cria a Área de proteção ambiental da Foz do Rio Preguiça, abrangendo parte dos municípios de Barreirinhas, Paulino Neves, Água Doce do Maranhão, Tutóia e Araióses, Diário Oficial da União, Brasília, DF, 1991. Disponível em: https://documentacao.socioambiental.org/ato_normativo/UC/303_20100823_145738.pdf. Acesso em: 18 fev. 2023.

BRASIL. **Decreto de 28 de Agosto de 1996**. Dispõe sobre a criação da Área de Proteção Ambiental Delta do Parnaíba, nos Estados do Piauí, Maranhão e Ceará e da outras providências, Diário Oficial da União, Brasília, DF, 1996.

BRASIL. **Portaria nº 96 de 9 de novembro de 1999**. Reconhece, mediante registro, como Reserva Particular do Patrimônio Natural a Reserva denominada Ilha do Caju, situado no Município de Araióses Estado do Maranhão, Diário Oficial da União, Brasília, DF, 1999. Disponível em: <https://sistemas.icmbio.gov.br/simrppn/publico/detalhe/290/>. Acesso em 18 de fev. de 2023.

BRASIL. **Decreto de 16 de novembro de 2000**. Cria a Reserva Extrativista Marinha do Delta do Parnaíba, no Município de Ilha Grande de Santa Isabel, Estado do Piauí e nos Municípios de Araióses e Água Doce, Estado do Maranhão, e da outras providências, Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2000. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/DNN/DNN9084. Acesso em 28 de março de 2023.

DANG, A.T. N.; NANDY, S.; SRINET, R.; LOUNG, N.V.; GHOSH, S.; KUMAR, A. S. *Forest aboveground biomass estimation using machine learning regression algorithm in Yok Don National Park, Vietnam*. **Ecological Informatics**. [S. l.], v. 50, p. 24-32, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2018.12.010>. Acesso em 18 de fev. de 2023.

DAVID, R.M., ROSSER, N. J.; DONOGHUE, D. N. M. *Improving above Ground Biomass Estimates of Southern Africa Dryland Forests by Combining Sentinel-1 SAR and Sentinel-2 Multispectral Imagery*. **Remote sensing of environment**. [S. l.], v. 282, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2022.113232>. Acesso em 18 de fev. de 2023.

DONATO, D. C.; KAUFFMAN, J. B.; MURDIYARSO, D.; KURNIANTO; S.; STIDHAM, M.; KANNINEN, M. *Mangroves among the most carbon-rich forests in the tropics. Nature Geoscience*, [S. l.], v. 4, p. 293-297, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/ngeo1123>. Acesso em 18 de fev. de 2023.

FARARODA, R.; REDDY, R. S.; RAJASHEKAR, G.; KIRAN CHAND, T. R., JHA, C. S.; DADHWAL, V. K. *Improving forest above ground biomass estimates over Indian forests using multi source data sets with machine learning algorithm. Ecological Informatics*, [S. l.], v. 65, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2021.101392>. Acesso em: 7 nov. 2024.

FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008

FONTOURA, M. R.; CARON, B. O.; ELOY, E.; TREVISAN, R.; TRAUTENMÜLLER, J. W.; BEHLING, A. Modelos alométricos para estimativa de biomassa em área de regeneração natural de Ateleia Glazioviana Baill. **Floresta**, [S.l.], v. 47, n. 4, p. 469-478. Disponível em: <https://doi.org/10.5380/rev.v47i4.53988>. Acesso em: 7 nov. 2024.

FORZZA, R. C. Projeto coordenado pelo Jardim Botânico do Rio de Janeiro. **Flora do Brasil**, 2020. Disponível em: <https://dSPACE.jbrj.gov.br/jspui/handle/doc/118>. Acesso em: 04 out. 2022.

FROMARD, F.; PUIG, H.; MARTY, J.; BETEOULLE, L.; CADAMURO, L. *Structure, above-ground biomass and dynamics of mangrove ecosystems: new data from French Guiana. Oecologia*, [S.l.], , v. 115, p. 39-53, 1998. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s004420050>. Acesso em: 4 out. 2022.

FUJIMOTO, K.; ONO, K.; TABUCHI, R., LIHPAI, S. *Findings from long-term monitoring studies of Micronesian mangrove forests with special reference to carbon sequestration and sea-level rise. Ecological Research*, [S.l.], 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/1440-1703.12346>. Acesso em: 4 out. 2022.

FUNDACIÓN SOLAR. **Elementos técnicos para inventários de carbono em uso do solo**. Colaboração Andrew Roy Edwin Castellanos. Guatemala, 2000.

GAO, B. *A normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space. Remote Sensing of Environment*, [S.l.], v. 58, n. 3, p. 257-266, 1996. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(96\)00067-3](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(96)00067-3). Acesso em: 4 out. 2022.

GHOSH, S. M., BEHERA, M. D. *Aboveground Biomass Estimates of Tropical Mangrove Forest Using Sentinel-1 SAR coherence data - The superiority of deep learning over a semi-empirical model. Computers & Geosciences*, [S.l.], v. 150, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2021.104737>. Acesso em: 4 out. 2022.

GITELSON, A. A; KAUFMAN, Y. J.; MERZLYAK, M. N. *Use of a green channel in remote sensing of global vegetation from EOS-MODIS. Remote Sensing of Environment*, [S.l.], v. 58, p. 289-298, 1996. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(96\)00072-7](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(96)00072-7). Acesso em: 4 out. 2022.

GUZZI, A. **Biodiversidade do Delta do Parnaíba**: litoral piauiense. EDUFPI, Parnaíba, 2012. 466p.

HICKEY, S. M.; CALLOW, N. J.; PHINN, S.; LOVELOVK, C. E.; DUARTE, C. M. Spatial complexities in aboveground carbon stocks of a semi-arid mangrove community: *a remote sensing height-biomass-carbon approach. Estuarine, Coastal and Shelf Science*, [S.l.], v. 200,

p. 194-201, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2017.11.004>. Acesso em: 4 out. 2022.

HUETE, A.R.; LIU, H. Q.; BATCHILY, K.; LEEUWEN, W.V. *A comparison of vegetation indices over a global set of TM images for EOS-MODIS*. **Remote Sensing of Environment**, [S.l.], v. 59, n. 3, p. 440-451, 1997. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(96\)00112-5](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(96)00112-5). Acesso em: 4 out. 2022.

HUETE, A. R. *A soil adjusted vegetation index (SAVI)*. **Remote sensing of Environment**, [S.l.], v. 25, n. 3, p. 295-309, 1988. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0034-4257\(88\)90106-X](https://doi.org/10.1016/0034-4257(88)90106-X). Acesso em: 4 out. 2022.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBIO). **Atlas dos manguezais do Brasil**, Brasília: ICMBIO, 2018. ISBN 978-85-61842-75-8

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBIO). **Plano de manejo da área de proteção ambiental Delta do Parnaíba**, Brasília: ICMBIO, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/icmbio/pt-br>. Acesso em: 4 out. 2022.

JACHOWSKI, N. R. A; QUAK, M. S. Y; FRIESS, D. A.; DUANGNAMON, D.; WEBB, E. L.; ZIEGLER, A. D. *Mangrove biomass estimation in Southwest Thailand using machine learning*. **Applied Geography**, [S.l.], v. 45, 311-321, p. 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2013.09.024>. Acesso em: 4 out. 2022.

KAUFFMAN, J. B.; DONATO, D. C. *Protocols for the measurement, monitoring, and reporting of structure, biomass and carbon stocks in mangrove forests*. **CIFOR Working Paper 86. Environmental Science**. Center for International Forest Research, Bogor, Indonesia, 2012.

KAUFFMAN, J. B.; BERNARDINO, A. F.; FERREITA, T. O.; GIOVANNONI, L. R.; GOMES, L. E. de; ROMERO, D. J.; JIMENEZ, L. C. Z; RUIZ, F. *Carbon stocks of mangroves and salt marshes of the Amazon region. Brazil*. **Biol Lett**, [S.l.], v. 14, p. 1–4, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1098/rsbl.2018.0208>. Acesso em: 4 out. 2022.

KUWAE, T.; WATANABE, A.; YOSHIHARA, S.; SUEHIRO, F. *Implementation of blue carbon offset crediting for seagrass meadows, macroalgal beds, and macroalgae farming in Japan*. **Revista Marine Policy**, [S.l.], v. 138, p. 1-11, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2022.104996>. Acesso em: 4 out. 2022.

KUHN, M. J. K. **Applied Predictive Modeling**. New York Springer, 2013. ISBN: 978-1-4614-6848-6

LI, A.; DHAKAL, S.; GLEN, N. F.; SPAETE, L. P.; SHINNEMAN, P. D. S.; ARKLE, R. S.; MCLLOY, S. K. *et al. Lidar Aboveground vegetation biomass estimates in Shrublands: prediction, uncertainties and application to coarser scales*, **Remote Sensing**, [S.l.], v. 9, p1-19, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/rs9090903>. Acesso em: 4 out. 2022.

LIMA JÚNIOR, C. de; ACCIOLY, L. J. de; GIONGO, V.; LIMA, R. L. F de A.; SAMPAIO, E. V. de S.; MENEZES, R. S. C. *Estimation of “caatinga” woody biomass using allometric equations and vegetation index*. **Forest Sciences**. [S.l.], v. 42, n. 102, p. 289–298, 2014. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/114649/1/ScientiaForestalis.pdf>. Acesso em: 27 maio 2022.

LI, Y.; LI, C.; LIU, Z. *Forest aboveground biomass estimation using Landsat 8 and Sentinel-1A data with machine learning algorithms*. **Scientific Reports**, [S.l.], v. 10, p. 1-22, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-67024-3>. Acesso em: 27 maio 2022.

LUO, M.; WANG, Y.; XIE, Y.; ZHOU, L.; QIÃO, J.; QIU, S.; SUN, Y. *et al. Combination of Feature Selection and CatBoost for Prediction: The First Application to the Estimation of Aboveground Biomass*. **Forests**, [S.l.], v. 216, p. 1-21, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/f12020216>. Acesso em: 27 maio, 2022.

LU, D. B. M.; MORAN, E. *Satellite estimation of aboveground biomass and impacts of forest stand structure*. *Photogr Eng Remote Sens*, [S.l.], v. 71, p. 967–974, 2005. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/106870/1/1801.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2023.

MEIER, M.; SOUZA, E. de; FRANCELINO, M. R.; FERNANDES FILHO, I. E.; SCHAEFER, C. E. G. R. *Digital Soil Mapping Using Machine Learning Algorithms in a Tropical Mountainous Area*. **Rev Bras Cienc Solo**, [S.l.], v. 42, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/18069657rbcs20170421>. Acesso em: 4 out. 2022.

NAESSENS W, M. T.; NOPENS, I. *Critical review of membrane bioreactor models. Part 1: Biokinetic and filtration models*. **Bioresource Technology**, [S.l.], v. 122, p. 95–106, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2012.05.070>. Acesso em: 4 out. 2022.

NASCIMENTO, M. G. P. **Ecologia sistemática e sequestro de carbono em áreas de manguezal do Delta do Parnaíba, Maranhão, Brasil**. 2021. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Piauí, Centro de Ciências da Natureza, Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Teresina, 2021.

PANDIT, S. T. S.; DUBY, T. *Estimating Above-Ground Biomass in Sub-Tropical Buffer Zone Community Forests, Nepal, Using Sentinel 2 Data*. **Remote sensing**, [S.l.], v. 10, n. 4, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/rs1004060>. Acesso em: 4 out. 2022.

PEARSON, R. L.; MILLER, L. D. *Remote mapping of standing crop biomass for estimation of the productivity of shortgrass prairie, Pawnee National Grasslands, Colorado*. In: **Proceedings of the 8th International Symposium on Remote Sensing of the Environment**, [S.l.], Ann Arbor, MI, v. 2, p. 1355-1379, 1972.

PERRY, C. R.; LAUTENSCHLAGER, L.F. *Functional equivalence of spectral vegetation indices*. **Remote Sensing of Environment**, [S.l.], v. 14, p. 169-182, 1984. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0034-4257\(84\)90013-0](https://doi.org/10.1016/0034-4257(84)90013-0). Acesso em: 4 out. 2022.

PHAM, T. D.; YOSHINO, K.; LE, N. N.; BUI, D. T. *Estimating aboveground biomass of a mangrove plantation on the Northern coast of Vietnam using machine learning techniques with an integration of ALOS-2 PALSAR-2 and Sentinel-2A data*. **Remote Sens**, [S.l.], v. 39, n. 28, p. 7761-7788, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/01431161.2018.1471544>. Acesso em: 4 out. 2022.

PINTO, L. M; VICENTE, A. F. C; VILLAÇA, I. M; BARAÇA, R.A. F; GOMES, R. L; MAGENTA, M. A. G; GIORDANO, F. *et al. Sequestro de carbono atmosférico no bosque do manguezal da APA da Serra do Guararú, Guarujá-SP*. **UNISANTA Bioscience**, [S.l.], v. 6 n. 1, p. 51-57, 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/315225250>. Acesso em: 4 out. 2022.

PORTELA, M. G. T.; ESPINDOLA, G. M. de; VALLADARES, G. S.; AMORIM, J. V. A.; FROTA, J. C. O. *Vegetation biomass and carbon stocks in the Parnaíba River Delta, NE Brazil. Wetlands Ecology and Management*, [S.l.], v. 1, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11273-020-09735-y>. Acesso em: 4 out. 2022.

PROJETO MAPBIOMAS. Coleção 4.0 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil. **Mapbiomas**, 2021. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas/>. Acesso em: 15 out. 2023.

R CORE TEAM R: *A Language and Environment for Statistical Computing*. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2020. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 15 out. 2023.

ROUSE, J. W.; HAAS, R. H.; SCHELL, J. A.; DEERING, D.W.; HARLAN, J. C. *Monitoring the vernal advancement of retrogradation (greenwave effect) of natural vegetation*. NASA/GSFC, Type III, Final Report, Greenbelt, MD, 1974.

SABINS, F. F. *Remote sensing: principles and interpolation*. 3rd ed. New York : W. H. Freeman and Company, 1997.

SANTOS, I. R.; BELTRÃO, N. E. S; TRINDADE, A. R. Carbono “azul” nos manguezais amazônicos: conservação e valoração econômica. **Revista Iberoamericana de Economía Ecológica**, [S.l.], v. 31, n. 1, p. 18-28 . 2019. Disponível em: <https://redibec.org/ojs>. Acesso em: 15 out. 2023.

SANTOS, J. J. G.; BRETÓN, R. M. C.; BRETÓN, J. G. C.; HERNÁNDEZ, D. L. D.; JUNCO, R. C. S.; CARRIÓ, E. C. G. *Estimation of the carbon pool in soil and above-ground biomass within mangrove forests in Southeast Mexico using allometric equations. Journal of Forestry Research*, [S.l.], v. 25 , n.1, p. 129-134, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11676-014-0437-2>. Acesso em: 15 out. 2023.

SANTOS, H. G. dos. **Comparação da performance de algoritmos de machine learning para a análise preditiva em saúde pública e medicina**. 2018. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/T.6.2018.tde-09102018-132826>. Acesso em: 7 nov. 2024.

SANTOS, H. V. S.; HOLLANDA, F. S. R.; SANTOS, T. de O.; ANDRADE, K. V. S. de; SANTA, M. B. S.; ESTRADA, G. C. D.; SOARES, M. L. G. *Allometric models for estimating the aboveground biomass of the mangrove Rhizophora mangle. Brazilian Journal of Oceanography*, [S.l.], v. 65, n. 1, p. 44-53, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1679-87592017127006501>. Acesso em: 15 out. 2023.

SELVARAJ, J. J.; PÉREZ, B. E. G. *Estimating mangrove aboveground biomass in the Colombian Pacific coast: A multisensor and machine learning approach. Heliyon*, [S.l.], v. 9, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e20745>. Acesso em: 15 out. 2023.

SIQUEIRA, R. G.; VELOSO, G. V.; FERNANDES FILHO, E. I.; FRANCELINO, M. R. *Evaluation of machine learning algorithms to classify and map landforms in Antarctica Earth Surf. Process. Landforms*, [S.l.], v. 47, p. 367-382, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/esp.5253>. Acesso em: 15 out. 2023.

SILVA, E. R. da. **Caracterização da área de proteção ambiental do delta do rio Parnaíba através de geotecnologias**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Economia Ecológica, Fortaleza, 2020.

SILVA, E. J. da; ROSA, D. M.; VENDRUSCOLO, J.; CAVALHEIRO, W. C. S. Potencial de imagens do Sentinel-2 na estimativa da biomassa de *Tectona grandis* L.f. a Amazônia Ocidental Research, ***Society and Development***, [S.l.], v. 10, n. 11, p. 1-19, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i11.19491>. Acesso em 18 de fev. de 2023.

TANG, W.; JIA, M.; SHI, J.; FRENG, W.; ZUO, H.; TRETTIN, C. *The assessment of mangrove biomass and carbon in west Africa: A spatially explicit analytical framework*. ***Wetlands Ecology Manage***, [S.l.], v. 24, p. 153-171, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11273-015-9474-7>. Acesso em: 15 out. 2023.

TIAN, L.; TONG, Y.; CHENG, Y.; LI, M. *Drought diminishes aboveground biomass accumulation rate during secondary succession in a tropical forest on Hainan Island, China*. ***Forest Ecology and Management***, [S.l.], v. 544, p. 121-221, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2023.121222>. Acesso em: 15 out. 2023.

TIAN, Y.; HUANG, H.; ZHOU, G.; ZHANG, Q.; TAO, J.; ZHANG, Y. *Aboveground Mangrove Biomass Estimation in Beibu Gulf Using Machine Learning and UAV Remote Sensing*. ***The Science of the total environment***, [S.l.], v. 781, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146816>. Acesso em: 15 out. 2023.

WANG, L.; ZHOU, X.; ZHU, X.; DONG, Z.; GUO, W. *Estimation of biomass in wheat using random forest regression algorithm and remote sensing data*. ***The Crop Journal***, [S.l.], v. v. 4, p. 212-219, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cj.2016.01.008>. Acesso em: 15 out. 2023.

WONG, C. J; JAMES, D.; BESAR, N. A; KAMLUN, K. U; TANGAH, J.; TSUYUKI, S.; PHUA, M. *Estimating Mangrove Above-Ground Biomass Loss Due to Deforestation in Malaysian Northern Borneo between 2000 and 2015 Using SRTM and Landsat Images*. ***Forests***, [S.l.], v. 11, n. 9, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/f11091018>. Acesso em: 15 out. 2023.

WU, C.; SHEN, H.; SHEN, A.; DENG, J. *Comparison of machinelearning methods for above-ground biomass estimation based on Landsat imagery*. ***Journal Appl Remote Sens***, [S.l.], v. 10, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1117/1.JRS.10.035010>. Acesso em: 15 out. 2023.

XU, H. *Modification of normalised difference water index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imagery*. ***International Journal of Remote Sensing***, [S.l.], v. 27, n.14, p. 3025-3033, 2006. <https://doi.org/10.1080/01431160600589179>. Acesso em: 15 out. 2023.

O ENIGMA DA GEOESTRATÉGIA ESTADUNIDENSE À LUZ DA GUERRA NA UCRÂNIA: DESACOPLAMENTO GEOECONÔMICO E CONTENÇÃO GEOPOLÍTICA

João Paulo Rabello de Castro **CENTELHAS**

Doutor em Geografia Humana (USP). Professor Adjunto do Curso de Geografia (UESPI)

E-mail: joaoacentelhas@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5142-6966>

Recebido
Novembro de 2023

Aceito
Agosto de 2025

Publicado
Dezembro de 2025

Resumo: A tese do presente estudo sustenta que a emulação da guerra na Ucrânia, e de um possível conflito envolvendo Taiwan, têm por fim ser um vetor de catalisação e indução ao desacoplamento geoeconômico de regiões mundiais em relação ao bloco russo-chinês. Um amplo acervo de evidências fundamenta o argumento apresentado neste artigo, que é resultado da análise multidimensional das possibilidades geoestratégicas dos EUA em face a debilitação de sua centralidade na acumulação capitalista mundial. Para tanto, foram analisadas as consequências geoeconômicas produzidas pelo conflito, os estudos estratégicos dos *think tanks* encomendados pelo Departamento de Defesa dos EUA, os planos e os relatórios plurianuais de defesa e dissuasão nuclear, bem como a literatura especializada no tema em questão.

Palavras-chave: Geoestratégia; Estados Unidos; Ucrânia; desacoplamento geoeconômico; fragmentação.

THE PUZZLE OF U.S. GEOSTRATEGY IN LIGHT OF THE WAR IN UKRAINE: GEOECONOMIC DECOUPLING AND GEOPOLITICAL CONTAINMENT

Abstract: The thesis of the present study argues that the emulation of the war in Ukraine, and a possible conflict involving Taiwan, is intended to be a vector for catalyzing and inducing the geoeconomic decoupling of world regions in relation to the Russian-Chinese bloc. A broad body of evidence supports the argument presented in this article, which is the result of the multidimensional analysis of the geostrategic possibilities of the USA owing to the weakening of its centrality in global capitalist accumulation. To this end, the geoeconomic consequences produced by the conflict were analyzed, as well as strategic studies by think tanks commissioned by the US Department of Defense, multi-annual defense and nuclear deterrence

plans and reports, as well as specialized literature on the topic in question.

Keywords: Geostrategy; United States; Ukraine; geoeconomic decoupling; fragmentation.

EL ENIGMA DE LA GEOESTRATEGIA ESTADOUNIDENSE A LA LUZ DE LA GUERRA EN UCRANIA: DESACOPAMIENTO GEOECONÓMICO Y CONTENCIÓN GEOPOLÍTICA

Resumen: La tesis del presente estudio sostiene que la emulación de la guerra en Ucrania, y un posible conflicto que involucre a Taiwán, pretende ser un vector para catalizar e inducir el desacoplamiento geoeconómico de las regiones del mundo en relación con el bloque ruso-chino. Un amplio cuerpo de evidencia respalda el argumento presentado en este artículo, que es el resultado del análisis multidimensional de las posibilidades geoestratégicas de Estados Unidos frente al debilitamiento de su centralidad en la acumulación capitalista global. Para ello se analizaron las consecuencias geoeconómicas producidas por el conflicto, así como estudios estratégicos realizados por think tanks encargados por el Departamento de Defensa de Estados Unidos, planes e informes plurianuales de defensa y disuasión nuclear, así como literatura especializada sobre el tema en cuestión.

Palabras clave: Geoestrategia; Estados Unidos; Ucrania; desacoplamiento geoeconómico; fragmentación.

INTRODUÇÃO

A lógica autorreferente dos capitais individuais, caracterizada por sua alta mobilidade geográfica à procura de crescentes taxas de rentabilidade, em parte fundamentou o forte movimento migratório dos investimentos produtivos ocidentais em direção à Ásia, em especial à China. Esta tendência foi acompanhada pela desindustrialização de vários segmentos econômicos dos países centrais e semiperiféricos do capitalismo ocidental, atingindo as bases materiais de sustentação da hegemonia estadunidense. O que se observa como antítese a esta dinâmica volátil dos fluxos de reprodução do capital é a ação política coordenada dos Estados-nacionais norte-americanos e europeus na tentativa de coagir tais fluxos de investimento a repatriar sua atuação produtiva nos países sede de suas matrizes, em especial, nos EUA.

Este tensionamento entre a lógica transnacional do capital e a lógica territorial do Estado (Arrighi, 1996; Harvey, 2004) tem se intensificado em face da célere perda de competitividade industrial, científica e tecnológica da economia estadunidense ante a ascensão chinesa como principal centro industrial do mundo. Soma-se a este cenário dois fatos de extrema relevância geoestratégica: o movimento dos BRICS e de países aliados com vistas a estabelecer um padrão monetário próprio, que permita transações internacionais não-dolarizadas; e a condição tecnológica disruptiva dos atuais sistemas de mísseis balísticos russos e chineses com capacidade nuclear, que possuem efetividade superior aos sistemas correspondentes dos EUA (Cohn *et al.*, 2019).

Tais elementos impõem um crítico cenário de possibilidades à manutenção do poderio ocidental, impulsionando o *establishment* estadunidense a elaborar alternativas de contenção e reestruturação da tendência em curso. Considerando que os EUA não dispõem no atual momento de competitividade de preços ante os industrializados chineses e de superioridade de ataque e defesa nuclear em relação aos sistemas de mísseis e antimísseis russos e chineses (Cohn *et al.*, 2019), sobre quais termos as alternativas estadunidenses consistiriam? Neste sentido, observa-se que a atuação geoestratégica dos EUA tem caminhado no sentido de promover um desacoplamento geoeconômico do bloco russo-chinês em relação a determinadas regiões mundiais e segmentos tecnológicos, ao passo que busca implementar a maior soma de investimentos públicos direcionada à reindustrialização do país desde o *New Deal* (o robusto programa de investimentos públicos que ocorreu entre 1933 e 1937, nos Estados Unidos, sob o governo de Franklin Delano Roosevelt). Para a consecução de tal projeto geoeconômico, observa-se a utilização de uma estratégia militar com o fito de provocar instabilidades regionais (Ucrânia e Taiwan) que sirvam como instrumentos catalisadores ao desacoplamento, bem como à garantia do controle de corredores comerciais e o acesso a mercados e recursos minerais estratégicos.

Por conseguinte, tal hipótese se fundamenta no princípio realista de que os atores geopolíticos agem em grande medida por cálculos racionais, objetivando lograr benefícios ao menor custo possível. Entende-se este princípio como uma lógica tendencial e orientadora, mas não necessariamente axiomática, pois está sujeita às vicissitudes do processo histórico doméstico e internacional. Além disso, a hipótese em questão não é um argumento de natureza apriorística, ao contrário, emergiu como resultado da sistematização de uma multiplicidade de evidências e acontecimentos que denotam uma ordem de coerência geoestratégica.

O primeiro ponto de aproximação investigativa à geoestratégia em curso emerge a partir de duas questões elementares: por que os Estados Unidos se recusaram a se engajar em negociações efetivas com a Rússia para estabelecer uma arquitetura de segurança comum na Europa? Por que os pleitos de segurança interna da Rússia relativos à expansão a leste dos sistemas militares da OTAN foram ignorados pelo Ocidente? A desconfiança que as respectivas questões despertam com relação aos interesses geopolíticos dos EUA, associados então à tradição geoestratégica de cerco e contenção ao *Heartland* euroasiático, incontornavelmente, provocam mais indagações à medida que novas evidências emergem no decurso da guerra na Ucrânia, e das provocações eventuais circunscritas ao estreito de Taiwan e ao mar da China.

O escrutínio e a sistematização dos acontecimentos factuais vão afastando dúvidas, e, hoje, pode-se constatar que a deflagração da intervenção militar russa na Ucrânia foi provocada

intencionalmente pela política externa estadunidense em conluio com os governos ucranianos (Poroshenko e Zelensky) e Estados membros da OTAN (Organização do Tratado do Atlântico Norte). Este ponto de partida ganha sustentação em razão das múltiplos indícios e evidências que fazem transparecer a intencionalidade ocidental em provocar uma resposta armada russa. Tais evidências, que serão objeto de explanação a seguir, revelam não só uma indisfarçável intenção em estimular e conservar o conflito, mas evocam, por consequência lógica, um “enigma” que é central para se compreender os termos da geoestratégia em questão e do atual reordenamento geoeconômico mundial: a incitação de uma reação russa produziria qual benefício tático à estratégia estadunidense?

O objetivo deste trabalho visa responder à questão supramencionada mediante o escrutínio realista das opções geoeconômicas, geopolíticas e militares dos EUA, em contexto de crise de sua posição central na dinâmica da acumulação capitalista mundial. Para tanto, serão analisadas as consequências geoeconômicas produzidas pelo conflito, os estudos estratégicos dos ‘*think tanks*’ encomendados pelo Departamento de Defesa dos EUA, os planos e os relatórios plurianuais de defesa e dissuasão nuclear, bem como a literatura de analistas e pesquisadores especializados no tema em questão. Entende-se que tais referenciais denotam indicativos altamente relevantes para se compreender o planejamento estratégico da política externa estadunidense.

BREVE REGRESSÃO AOS CLÁSSICOS

Em 1904, na Royal Geographical Society de Londres, o geógrafo inglês Halford Mackinder apresentava sua conferência seminal intitulada “O pivô geográfico da história”. Nesta foi exposta uma compreensão geopolítica de mundo, que mais tarde será a base da geoestratégia Ocidental nos séculos XX e XXI. O Logus mackinderiano se estrutura sob o imperativo da disputa mundializada entre potências imperiais; trata-se de considerar as relações de poder por uma perspectiva de longa abrangência histórica, cuja ênfase está na configuração geográfica do mundo como condicionante às possibilidades estratégicas na disputa por hegemonia mundial.

Na transição entre os séculos XIX e XX, o paradigma vigente das geoestratégias ocidentais em grande medida era influenciado pelas obras de Alfred Mahan (Mello, 1999). Este via no “poder marítimo”, mediante o controle naval das rotas comerciais, a chave da hegemonia mundial. Após quase dois séculos de domínio britânico sobre os mares e os povos, a conferência de Mackinder sinalizava uma possível reviravolta a favor do que ele definia como “poder

terrestre”. Segundo o geógrafo britânico, o desenvolvimento técnico das ferrovias transcontinentais modificou as condições do poder terrestre, permitindo uma capacidade crescente de mobilidade nas estepes asiáticas, o que em nenhum lugar traria efeitos tão profícuos do que no “fechado coração terrestre da Eurásia” (Mackinder, 2011, p. 97), região que abriga fortes atributos defensivos ao poder marítimo (cuja supremacia ainda era exercida pelos britânicos). Neste contexto, Mackinder, como um estrategista à serviço do império britânico, alertava de modo patente sobre os riscos da potencial ascensão da “região pivô” (*Heartland*), sinalizando especialmente os riscos de uma possível aliança entre Alemanha e Rússia, pois tal fato permitiria a articulação dos poderes industriais germânicos aos recursos minerais e terrestres da Rússia, constituindo a maior ameaça à hegemonia atlântica. Tal elaboração ganhou tamanha influência no âmbito das estratégias geopolíticas dos Estados, que a geoestratégia da Alemanha nazista na 2ª Guerra Mundial fundamentou-se no domínio da Europa Central, e posterior invasão da União Soviética com vistas a dominar o *Heartland*, amplificar o acesso a recursos estratégicos como energia, e consolidar a hegemonia alemã sobre o mundo.

A importância em considerar a teoria do *Heartland* como forma introdutória à compreensão da rivalização mundial e da guerra na Ucrânia deve-se à existência secular de uma prática ativa do Ocidente em estabelecer linhas de cerco e contenção à Rússia. Tais práticas geopolíticas possuem uma historicidade que é fundamento a uma compreensão mais abrangente e realista sobre o conflito em questão. O trabalho de Mackinder será reformulado por Nicolas Spykman, na década de 1940. Este tomará como ponto de partida a macro-regionalização do mundo por Mackinder em “Região pivô” (*Heartland*), “arco interior” ou “crescente interior ou marginal” e “Ilhas exteriores”. Ao longo da Guerra Fria, a geoestratégia de Spykman orientou a política externa estadunidense, seja pelo *front* europeu, via Plano Marshall e OTAN, seja pelo *front* indo-pacífico, via políticas bilaterais com Japão, Coreia do Sul, Filipinas e Malásia.

As atualizações à geopolítica de cerco e contenção à “ameaça” euroasiática foram parte do expediente de análise estratégica nos institutos e departamentos de Estado, nos centros de inteligência das forças armadas do Ocidente e nos “*think tanks*” contratados pelos órgãos de defesa dos EUA. Neste sentido, se destacam as intervenções de Henry Kissinger, Paul Wolfowitz e Zbigniew Brzezinski (Mello, 1999; Thomann, 2024).

À luz das teorias geopolíticas ao longo do século XX, observa-se, portanto, que não é de hoje que a intenção em oferecer obstáculos à articulação euroasiática sempre foi um objetivo da geopolítica “atlanticista”, em especial, na obstaculização de uma parceria comercial e produtiva entre Rússia e Alemanha, temor já expresso desde as obras de Mackinder.

Nos anos 1990, Zbigniew Brzezinski, geoestrategista polaco-estadunidense e ex-conselheiro de Segurança Nacional dos Estados Unidos, é enfático ao afirmar que a ameaça à supremacia norte-americana emergiria dos principais atores estatais do “tabuleiro euroasiático”, e a continuidade da hegemonia estadunidense dependeria fundamentalmente do modo como o país exerceria sua prática geoestratégica e sua influência sobre tal região (Brzezinski, 1998). O autor argumenta sobre a importância estratégica para o Ocidente em assegurar a separação e a independência da Ucrânia em relação à Federação Russa, tanto no sentido de conter e impossibilitar a ameaça do ressurgimento do poderio russo pós-URSS, como também para inviabilizar uma possível “integração eurasiática” (Brzezinski, 1998, p. 112-113).

Portanto, considerando o cenário posto, e contemplando algumas análises recentemente divulgadas pelo FMI, em janeiro de 2023, que informam que a economia mundial sofre grande risco de “fragmentação geoeconômica” em razão da deflagração da guerra na Ucrânia, do crescimento exponencial de sanções e da rivalização comercial entre EUA e China, é imperioso o escrutínio sobre as atuais transformações em marcha que oferecem grande risco de deterioração à atual configuração e integração geoeconômica do mundo.

METODOLOGIA DE PESQUISA

A metodologia de pesquisa consistiu na análise e na revisão de material bibliográfico concernente às temáticas abordadas, optando por uma perspectiva fundamentada no realismo político e na sistematização de referenciais teóricos da Geografia Crítica, da Geopolítica Clássica e Contemporânea, das Relações Internacionais, da Economia Política e da Teoria do Sistema-Mundo, articulando-se com a leitura das notícias e reportagens a respeito das políticas internacionais, dos acordos comerciais e militares, da guerra na Ucrânia, como também das disputas concernentes ao mar da China e Taiwan. Neste sentido, o seguinte procedimento de pesquisas bibliográficas foi realizado:

- 1) A análise de referências concernentes aos acontecimentos internos na Ucrânia prévios à deposição do governo nacional em 2014, e análise dos desdobramentos da guerra na Ucrânia e da trama dos atores geopolíticos regionais e globais, utilizando-se das seguintes referências: (Pereira, 2014; Plekhanov, 2015; Fernandes, 2022; Roberts, 2022; Callinicos, 2022);

- 2) A análise das dinâmicas concernentes ao desacoplamento geoeconômico, diversas bibliografias foram investigadas, como, (Steinbock, 2018; Inkster, 2020; Demarais, 2022; Fabry, 2022; Krpata, 2022; Monan, 2022; Aiyar, Shekhar, Ilyna, Anna et al, 2023);
- 3) A análise da geoestratégia militar fundamentou-se nos relatórios publicados oficialmente pelos Departamentos de Defesa, Segurança e Inteligência dos EUA, a saber, os relatórios plurianuais “*National Defense Strategy*”, “*Nuclear Posture Review*”, “*Missile Defense Review*”, entre outros. Além dos relatórios oficiais, foram analisados alguns estudos estratégicos encomendados pelo Departamento de Defesa dos EUA para os “*think tanks*” (*Rand Corporation; Center for Strategic & Internacional Studies; Institute for the Study of War*), institutos de pesquisas independentes com vasto corpo de profissionais e analistas, que são prioritários ao entendimento do planejamento efetuado nas instâncias da alta política;
- 4) Além do suporte bibliográfico mais contemporâneo, foi realizado o estudo da bibliografia clássica em matéria de geopolítica, abordando autores como Alfred Mahan, Halford Mackinder, Karl Haushofer, Nicolas Spykman, entre outros;

Análise da bibliografia contemporânea produzida por analistas geopolíticos, como: Agnew (2003), Brzezinski (2012), Hudson (2022); Baracuhy (2021); Thomann (2022; 2024); Carmona (2022); Fiori (2023), e outros.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As evidências de uma estratégia

A atuação mais efetiva dos interesses ocidentais na Ucrânia já é patentemente reconhecida a partir das aproximações diplomáticas entre Ucrânia e União Europeia realizadas no governo de Viktor Yushchenko (2005-2010). Ao longo deste período, um forte conjunto de práticas, acordos e narrativas são operados no sentido de fomentar uma identificação pró-Europa Ocidental entre a população ucraniana e afastar a influência russa. O antagonismo entre ucranianos russófonos e ucranianos pró-Occidente foi ganhando intensificação neste período. Em 2010, Viktor Yanukovych é eleito presidente da Ucrânia, retomando a política exterior de aproximação com a Rússia e arrefecendo o estreitamento das relações com o Ocidente,

sobretudo, após a sua negativa em assinar o *Acordo de Associação Ucrânia-União Europeia*, em novembro de 2013, que obrigava o país a estabelecer algumas reformas de caráter neoliberal. A posição de Yanukovytch não foi aceita por facções políticas pró-União Europeia, o que recrudesceu ainda mais o antagonismo presente no país, levando grupos organizados e partidos políticos de extrema-direita, como Pravy Sektor, Partido Svoboda e Partido Terra-Pátria, a mobilizar manifestações anti-governo, como, também, atos de vandalismo, guerrilha, invasão de prédios públicos, ataques a postos policiais, provocações a forças policiais em manifestações políticas, atos terroristas contra manifestantes, entre outros (Fernandes, 2022; Plekhanov, 2015; Pereira, 2014).

Ao longo dos eventos envolvendo a rebelião e a deposição de Viktor Yanukovytch, os principais veículos jornalísticos no Ocidente (NYT, The Washington Post, Reuters, BBC, CNN etc.) deram forte apoio aos manifestantes liderados por forças da oposição, representando-os como “revolucionários” ante à influência do Estado russo, e, por consequência, ratificou o golpe de Estado sofrido por Yanukovytch, assim como as autoridades nacionais do Ocidente. Os detalhes sobre a participação e a importância de atores do alto-escalão dos EUA na dinâmica de rebelião e deposição ao governo de Viktor Yanukovytch pode ser verificada nos trabalhos de Fernandes (2022), Plekhanov (2015) e Pereira (2014).

Este é o primeiro ponto para contextualizar o cenário político na Ucrânia pós-golpe de 2014, e como o país desde então converteu-se a uma política exterior aliada aos interesses estadunidenses, tornando-se objeto de uma acirrada disputa territorial entre atores geopolíticos globais.

Muitas evidências sugerem uma ordem de coerência entre práticas, discursos e ações das lideranças ocidentais na direção deliberada de provocar um conflito armado entre Rússia e Ucrânia. A primeira delas é a revelação da ex-Chanceler da Alemanha, Angela Merkel, ao jornal alemão *Die Zeit*, numa entrevista publicada em 07 de dezembro de 2022, na qual afirma que “Os Acordos de Minsk de 2014 foi uma tentativa de dar tempo à Ucrânia. Eles usaram esse tempo para ficarem mais fortes, como você pode ver hoje. A Ucrânia de 2014 e 2015 não é a Ucrânia de hoje”. Além da declaração de Merkel, François Hollande, presidente da França entre 2012 e 2017, concedeu uma entrevista ao jornal *The Kyiv Independent*, em 28 de dezembro de 2022. Nesta, foi indagado se concordava com as afirmações de Merkel, de que as negociações dos Acordos de Minsk (2014 e 2015) objetivavam apenas conquistar um “tempo precioso” à Ucrânia. Hollande não hesitou em defender as afirmações de Merkel. É importante lembrar que ambos atuaram como mediadores nas negociações dos referidos acordos.

Segundo Fiori (2023), em artigo publicado um ano após o início da guerra na Ucrânia, as declarações de Merkel e Hollande representam uma linha de coerência com as ações dos governos estadunidense e britânico:

Declarações inteiramente coerentes com o comportamento dos **Estados Unidos**, que boicotaram as negociações de paz entre **russo e ucranianos**, realizadas na fronteira da **Bielorrússia**, em 28 de fevereiro de 2022, cinco dias depois de iniciada a operação militar russa no território ucraniano. E da **Inglaterra** que boicotou diretamente a negociação de paz iniciada em **Istambul**, no dia 29 de março de 2022, e que foi interrompida pela intervenção pessoal do primeiro-ministro inglês, realizada numa visita-surpresa de **Boris Johnson** a **Kiev** feita no dia 9 de abril de 2022 (Fiori, 2023, s.p.)

O Departamento de Estado dos EUA, mediante o *Bureau of Political-Military Affairs*, publicou uma ficha técnica intitulada “*U.S. Security Cooperation with Ukraine*” (em 07 de julho de 2023), na qual afirma que, desde 2014 até o início da guerra, os EUA já teriam fornecido um montante de 44,1 bilhões de dólares em armamentos e qualificação às forças armadas da Ucrânia, sendo que desse total 42 bilhões foram enviados a partir de janeiro de 2021.

Soma-se a estes fatos a diplomacia beligerante de Volodymyr Zelensky nas semanas anteriores ao início da guerra: na 58ª Conferência de Segurança de Munique, em 19 de fevereiro de 2022, Zelensky afirmou que os Memorandos de Budapeste de 1994 não serviam mais à garantia de segurança da Ucrânia. Os Memorandos definiam a Ucrânia como um país não-nuclear, o que resultou na eliminação e na concessão de seus armamentos nucleares desde então. Além disso, foi noticiado por diversas mídias não-alinhadas ao oligopólio financeiro ocidental, como também por testemunhas oculares e pelo Ministério das Relações Exteriores da Rússia um aumento expressivo de bombardeios no Donbass desde o dia 16 de fevereiro de 2022. Embora este último fato seja objeto de controvérsia entre as partes, a conduta de Zelensky desde sua eleição e especialmente nas semanas anteriores ao início da guerra caminhou no sentido de acirrar o antagonismo e as tensões com a Rússia, o que demonstra não só a segurança num apoio indireto do Ocidente, como também a ausência de uma postura diplomática em salvaguardar a Ucrânia do provável desastre da guerra com um país fronteiriço notoriamente superior em matéria de capacidades militares, territoriais e demográficas.

A negligência dos principais atores internacionais ocidentais para se estabelecer uma resolutive pacífica entre as partes torna-se ainda mais explícita ao se constatar o fato informado por Carmona (2022, p. 92), de que, em 17 de dezembro de 2021, o governo russo propôs um acordo entre a Federação Russa e os Estados membros da OTAN para preservar seus interesses de segurança em seu entorno imediato. O acordo propunha a neutralidade militar da Ucrânia e

a não concentração de mísseis nas fronteiras russas. A proposta foi ignorada por representantes de Washington e Bruxelas.

Este cenário de elementos em curso tem sua relevância como contexto às tomadas de decisão dos principais atores envolvidos. Uma pesquisa de primeira ordem realizada por Geoffrey Roberts (2022), “*Now or never’: the immediate origins of Putin’s Preventative War on Ukraine*”, analisou todos os registros das falas e enunciações de Putin, bem como suas ações, concluindo que a decisão de invadir a Ucrânia foi pautada num cálculo estratégico de longo prazo em razão das ameaças objetivas oferecidas por um possível armamento nuclear da Ucrânia articulada à geopolítica da OTAN. Seguindo este raciocínio de Putin, segundo Roberts (2022:04), quanto mais se retarda o início da guerra, maior seria o perigo e o custo para a Rússia. O que em certa medida era corroborado pelas evidências acima, de que um amplo arsenal de equipamentos militares vinha sendo consolidado na Ucrânia desde 2014, e mais intensamente a partir de 2021. A posição tomada por Putin já era previsível pela burocracia estadunidense, prova disso foi o documento confidencial (vazado pelo *Wikileaks*) elaborado pelo então embaixador dos EUA em Moscou, William Burns, hoje diretor da CIA, chamado “*Nyet means nyet: Russia’s Nato enlargement red lines*” (2008), no qual afirma que a possibilidade da anexação da Ucrânia à OTAN muito provavelmente poderia despertar uma intervenção russa, e que havia temores na Ucrânia de que o país poderia ser dividido.

Um estudo que não pode passar despercebido na compreensão deste cenário chama-se “*Extending Russia: competing from advantageous ground*” (Dobbins *et al.*, 2019), elaborado pela *RAND Corporation*, maior “*think tank*” dos Estados Unidos, com mais de 1200 experts dedicados à elaboração de estudos estratégicos encomendados pelo Departamento de Defesa dos EUA. O referido estudo é claro em seu objetivo: “examinar uma série de meios possíveis para estender a Rússia. Com isso, queremos dizer medidas não violentas que possam prejudicar as forças armadas ou a economia da Rússia ou a posição política do regime em casa e no exterior.” (Dobbins *et al.*, 2019, p.3).

Neste sentido, o estudo elabora proposições de ação em quatro dimensões: econômica, geopolítica, ideológico-informacional e militar (esta última dividida em seus clássicos setores, aéreo-espacial, marítimo e terrestre). Na dimensão econômica, sugere impedir as exportações de petróleo russo, a redução das exportações de gás, impedir expansões de gasodutos (*Nord Stream 2*), impor sanções e estimular a “fuga de cérebros” da Rússia para o Ocidente. Na dimensão geopolítica, as seguintes medidas são recomendadas: prover armamentos à Ucrânia (política levada a efeito desde 2014), ampliar o suporte a “rebeldes” sírios, promover mudança de regime na Bielorrússia, explorar tensões no sul do Cáucaso, reduzir a influência russa na Ásia

Central e desafiar a presença russa em Moldova (Transnístria). Na dimensão ideológico-informacional, desacreditizar a imagem da Rússia e do governo Putin nos cenários internacional e doméstico. Na dimensão estratégico-militar, sugere, dentre diversas medidas, a retirada dos EUA do Tratado de Forças Nucleares de Alcance Intermediário (Tratado INF, 1987), referente à proibição de mísseis lançados por terra com alcance entre 500km e 5.500km, decisão levada a efeito no governo Trump, ainda em 2019. É significativa a correspondência entre as medidas propostas no estudo e as medidas executadas pelos governos de Trump e Biden.

Por conseguinte, esses elementos e evidências ganham uma conotação ainda mais evocativa se os posicionarmos nos quadros estruturais de reorganização geopolítica, geoeconômica e geoestratégica a nível mundial. Desde o fim da URSS, a célebre promessa do secretário de Estado dos EUA, James Baker, a Mikhail Gorbatchev, de que a OTAN não avançaria sobre o leste europeu após o fim do Pacto de Varsóvia, foi sistematicamente descumprida pelos EUA em cinco ondas de expansão da OTAN. A posição da burocracia russa a respeito da expansão dos sistemas militares da OTAN em países circunvizinhos ao seu território já foi amplamente manifesta em instâncias internacionais de discussão ao longo das últimas duas décadas, especialmente nas Conferências de Segurança de Munique. Na perspectiva russa, a expansão dos sistemas militares da OTAN ganha um aspecto ainda mais ameaçador a partir do momento que a política nuclear dos EUA começa a sofrer uma mudança de paradigma a partir de 2002, no governo de George W. Bush.

Novo paradigma nuclear?

O paradigma da Guerra Fria concernente à defesa e à dissuasão nuclear foi a “Doutrina da Destruição Mútua Assegurada” (MAD – *Mutually Assured Destruction*). Esta doutrina estabelece que, em um cenário de guerra entre duas potências nucleares, o primeiro ataque nuclear de qualquer uma das partes envolvidas seria falho em desarmar as capacidades de retaliação do oponente, tornando ambas as partes vulneráveis a uma possível reação, o que por sua vez asseguraria o conceito de que uma guerra nuclear jamais pode ser vencida. Tal estatuto lógico desabilitaria, por silogismo, qualquer animosidade nesta direção.

Não obstante, este paradigma foi substituído pela “Doutrina do Ataque Nuclear Preventivo” (*Preemptive Nuclear Strike/War e First Strike Theory*), fruto de uma reorientação da política nuclear realizada a partir do governo de George W. Bush (Mueller, 2006). Esta nova postura é manifesta em três documentos oficiais estratégicos publicados entre os anos de 2001

e 2002: o “*Quadrennial Defense Review*”, produzido pelo Departamento de Defesa dos EUA; o “*National Security Strategy*” (NSS), elaborado pelo *National Security Council*; e o “*Nuclear Posture Review*”, documento produzido pelo Departamento de Defesa dos EUA, mas nunca inteiramente publicado, apenas fragmentos vazados em razão de ser um documento classificado. A doutrina arroga a viabilidade da destruição da capacidade de resposta do inimigo mediante um “ataque nuclear preventivo” (massivo e simultâneo), e mesmo considerando a hipótese de uma retaliação, teoricamente, esta seria suscetível à interceptação por sistemas integrados de defesa anti-aérea.

Tal elaboração é reflexo de vários componentes do contexto tecnológico e geopolítico à época. O ataque às Torres Gêmeas, em 11 de setembro de 2001, gerou forte impacto na opinião pública estadunidense e abriu espaço na burocracia dos EUA para a invocação de uma política externa mais interventiva, na salvaguarda da supremacia norte-americana, que até então gozava de ampla vigência. Além disso, o grau de desenvolvimento dos sistemas de mísseis e anti-mísseis encontrava-se, formalmente, congelado pelos tratados nucleares e balísticos assinados entre EUA e URSS/Rússia nas décadas de 70, 80 e 90. O que era lido como uma janela de oportunidade pelo Departamento de Defesa, pois a possibilidade do engajamento técnico-científico dos EUA neste campo, em tese, posicionaria o país a uma condição de superioridade no âmbito dos sistemas de ataque e defesa nuclear, degradando o equilíbrio nuclear estratégico com a Rússia, e permitindo virtualmente a subsunção do Heartland aos desígnios imperiais do Ocidente.

Em 13 de junho de 2002, Bush unilateralmente retira os EUA do Tratado Antibalístico Intercontinental. O tratado foi assinado entre Estados Unidos e União Soviética, em 1972, visando impor dispositivos jurídicos internacionais que freassem a corrida armamentista nuclear, proibindo a sofisticação de sistemas de defesa antiaéreos para mísseis intercontinentais. A retirada dos EUA representou um forte sinal negativo ao Estado russo, pois a manutenção de um equilíbrio estratégico na esfera nuclear não seria mais respeitada pelo lado estadunidense. Alexei Arbatov, vice-presidente do Comitê de Defesa da Câmara Baixa da Legislatura da Rússia, no ano de 2002, afirmou que a saída dos EUA do Tratado Antibalístico era “um evento extremamente negativo de escala histórica” (Boese, 2002). Associada à contínua expansão da OTAN, a mudança da postura nuclear estadunidense obrigou a reorientação da estratégia de defesa russa. A estratégia A2/AD (*Anti-Acess/Area Denial*) seria a principal representante desta reorientação da dissuasão russa, cujo investimento se concentrou sobretudo no desenvolvimento de mísseis balísticos e antimísseis de curto, médio e longo alcances. Tal feito

criava uma forte adversidade operacional às ameaças que se aproximavam territorialmente de oeste para leste.

Em 2019, o governo Trump decide unilateralmente abandonar o Tratado de Forças Nucleares de Alcance Intermediário (1987), sob a alegação de que os russos já estavam fabricando mísseis de médio alcance. Alegação procedente, visto que a tecnologia de lançamento e operação de mísseis balísticos e antimísseis russa apresenta um patamar de sofisticação e efetividade em vasta medida superior aos sistemas estadunidenses (Cohn *et al.*, 2019). A transgressão russa ao Tratado INF acompanhou a postura nuclear dos EUA assumida a partir de 2002, e da contínua expansão das bases e sistemas militares da OTAN na circunvizinhança continental russa. Sob o ponto de vista tático, quanto mais próxima é a base de ataque ao alvo, menor é o tempo de resposta para os sistemas de defesa anti-aérea. Esta era uma das principais questões que alimentavam as reiteradas demandas por segurança da Rússia.

O posicionamento de sistemas militares da OTAN em marcha para leste não é, sob o ponto de vista da Geopolítica Clássica, um fenômeno estranho, muito pelo contrário. A elaboração de “estratégias de contenção” ao “*Heartland*” já possui mais de um século de existência, sendo década a década revisitada, reelaborada em termos de política exterior britânica e estadunidense, de modo que a expansão da atual presença militar estadunidense na Europa ou no Indo-Pacífico representa em parte a continuidade do mesmo propósito estratégico de outrora, isto é, cercar, dividir e conter a ascensão de potências euroasiáticas. Entretanto, o contexto contemporâneo traz novos elementos em cena, a saber, a parceria estratégica russo-chinesa, a emergência da China como maior potência industrial do planeta e a superioridade dos mísseis balísticos hipersônicos russos sobre qualquer sistema de defesa antiaéreo no mundo. A objetividade de tais elementos impedem o êxito de duas vias estratégicas tradicionais à manutenção da hegemonia estadunidense: a supressão de rivais em ascensão pelo jugo militar; a fragilização das capacidades produtivas do adversário pela lógica da livre concorrência de preços.

Logo, voltamos às questões iniciais desta pesquisa: por que os EUA se negaram a estabelecer acordos diplomáticos com a Rússia por um equilíbrio de segurança na Europa? Por que o estímulo a uma resposta armada russa seria taticamente interessante para a geoestratégia estadunidense? Para Pierre-Emmanuel Thomann, “A estratégia dos Estados Unidos visa, portanto, retardar a emergência do mundo multicêntrico que ameaça o legado unipolar do pós-Guerra Fria” (Thomann, 2018, p. 02). Em outro estudo, Alex Callinicos (2022, p. 48) afirma que “Washington está usando a Ucrânia para agrupar o bloco capitalista ocidental contra Pequim”. Apesar das afirmativas corroborarem à tese de uma explícita intenção da política

exterior estadunidense na dinâmica da guerra russo-ucraniana, pouco se avançou a respeito das razões táticas e estratégicas subjacentes a tal intenção. A seguir, buscar-se-á contribuir nesta direção mediante a análise dos processos geoeconômicos e geopolíticos articulados ao desenvolvimento da guerra na Ucrânia.

Os fundamentos geoeconômicos

A análise apresentada por Michael Hudson (2022) traz argumentos convincentes quanto aos benefícios colhidos da operação, nomeada por ele, de “cutucando o urso” (“*prodding the bear*”). Segundo o autor, o objetivo estratégico em incitar uma reação russa seria o embaraçamento da progressiva integração infraestrutural da Eurásia (ex. Rota da Seda, Nord Stream 2 etc.), conservando a maior parte do continente europeu como região de forte influência e controle estadunidense. Esta influência corroboraria aos interesses econômicos de grupos oligárquicos, como o complexo industrial-militar (via ampliação da demanda em gastos militares de países integrantes da OTAN, como a Ucrânia – via expansão fiscal dos Estados Unidos), o complexo das multinacionais de petróleo e gás (pela mudança na política energética da UE, com vistas a reduzir as importações de gás e óleo russos em favor de empresas estadunidenses) e o complexo monetário-financeiro (via empréstimos em dólar e controle financeiro do mercado de capitais na Europa).

Além destas vantagens econômicas imediatas sinalizadas por Hudson (2022), no plano estrutural ou da “grande estratégia”, observa-se que a reação russa serviu como um excelente instrumento indutor, mesmo que parcial, ao desacoplamento geoeconômico entre Europa e Ásia. A emulação da guerra permitiu um ambiente psicossocial de aceitação internacional ao choque de sanções contra a Rússia, sobretudo, entre os governos e as populações de países diretamente prejudicados por elas, leia-se, países europeus. A política de sanções, por mais permeável que seja pelas formas indiretas de comércio, impactou fortemente a articulação infraestrutural, comercial e produtiva entre Rússia e Europa, cujo intercâmbio comercial de bens movimentava 257,5 bilhões de euros em 2021, segundo a Comissão Europeia (2023).

Por fim, a explosão dos gasodutos Nord Stream consolidou o quase total encerramento da entrega de gás barato às indústrias alemãs e o processo inflacionário em toda União Europeia, favorecendo a realocização de capitais produtivos europeus, que em boa medida migraram para o território estadunidense. Segundo a reportagem do *The Wall Street Journal*, de 21 de setembro de 2022, é noticiado que empresas europeias estão ampliando e transferindo capitais produtivos para os EUA: a empresa química OCI, com sede em Amsterdã, anunciou a ampliação de sua

fábrica no Texas e a redução de sua produção na Europa; a joalheria dinamarquesa Pandora e a fabricante alemã de veículos Volkswagen anunciaram aumento de suas instalações nos EUA; a siderúrgica ArcelorMittal, com sede em Luxemburgo, anunciou o corte de duas fábricas alemãs e ampliou investimentos no Texas; a empresa Tesla suspendeu os planos de produzir células de bateria na Alemanha e buscará redirecionar os investimentos aos EUA, aproveitando incentivos fiscais (IRA, *Inflation Reduction Act*).

O Instituto Econômico Alemão (IW – *Institut der Deutschen Wirtschaft*), em junho de 2023, publicou um estudo baseado nos fluxos de investimentos diretos na economia alemã em 2022. Os resultados são expressivos, a retirada de capitais totalizou 132 bilhões de dólares de déficit na comparação entre o que foi investido por empresas estrangeiras no país e o que foi investido por empresas alemãs no estrangeiro (Rusche, 2023). A mais recente divulgação sobre a atividade industrial holandesa feita pelo CBS (Instituto Central de Estatísticas/*Central Bureau voor de Statistiek*) revela uma contínua queda do volume da produção média diária em 2023 comparada ao ano anterior. O PMI Industrial (*Purchasing Manager's Index*) da Zona do Euro tem apresentado forte queda desde janeiro de 2023, indicando contração da atividade industrial, e, mais recentemente, o PMI Composto dos meses de junho e julho de 2023 também apresentou queda, indicando uma desaceleração do setor de serviços (S&P Global, 2023).

Por conseguinte, a evolução da guerra e a política de sanções ocidentais propiciaram não apenas um impulso a favor do desacoplamento euroasiático, mas também forjaram a desestruturação da seguridade energética da União Europeia e de suas vantagens e condições locacionais de produção, fragilizando-a face à competição mundializada pelo capital circulante. Vale ressaltar que a disputa comercial e produtiva entre EUA e União Europeia já era objeto de tensão nos fóruns internacionais que tinham por objetivo estabelecer acordos econômicos entre as partes. Desde 2013, a partir do governo Obama, já se discutia a criação do Acordo de Parceria Transatlântica de Comércio e Investimento (*Transatlantic Trade and Investment Partnership* - TTIP). Uma tipologia de acordo de livre-comércio entre União Europeia e Estados Unidos, que nunca se efetivou oficialmente em razão das discordâncias sobre o impacto do acordo na manutenção das indústrias e dos empregos sediados em ambas as regiões.

A orientação da política de comércio exterior mudou drasticamente a partir do governo Trump, com o esmorecimento das negociações do TTIP, e a retirada unilateral dos EUA da Parceria Trans-Pacífica (*Trans-Pacific Partnership* - TPP), em 2017. A Parceria Trans-Pacífica foi efetivada entre 2015 e 2016, envolvia Estados Unidos, Chile, Nova Zelândia, Brunei, Singapura, Austrália, Canadá, Japão, Malásia, México, Peru e Vietnã. Tal como o Acordo Transatlântico, a Parceria Trans-Pacífica visava eliminar barreiras comerciais e tributárias,

reduzindo juridicamente as possibilidades de intervenção governamental dos Estados membros, beneficiando, entre outros, as indústrias e os serviços alocados nos EUA. Ou seja, a elaboração de estratégias comerciais e geoeconômicas com o fito de contrapor a desindustrialização nacional estadunidense e assegurar regiões econômicas fortemente integradas e dependentes dos sistemas produtivos do país já vem sendo ensaiada, pelo menos, nos últimos 10 anos.

Todavia, o que antes era buscado via liberalização comercial e produtiva no campo diplomático e jurídico internacional, agora, se efetiva por métodos híbridos e extralegais, que envolvem a criação de instabilidades políticas regionais (tal como a guerra na Ucrânia ou os atritos no estreito de Taiwan), a vasta produção de sanções econômicas direcionadas às economias de Rússia, China, Irã e outros, e também às empresas estadunidenses, europeias, sul-coreanas e japonesas que exportam produtos de vanguarda tecnológica para as economias sancionadas.

Ao passo que as medidas de Trump tenham criado um desvio em relação ao viés liberalista dos governos Obama no âmbito do comércio exterior, intensificando a guerra comercial com a China, acionando políticas protecionistas à indústria estadunidense e pautando uma política industrial de caráter “nacionalista”, tendo alcançado inclusive forte crescimento da produção industrial entre os anos de 2017 e 2018, o movimento de resgate não encontrou sustentação subsequente, verificando-se no mesmo período um aumento de 12,5% no déficit comercial com a China, e um quadro de estagnação econômica e industrial em 2019.

A insuficiência das medidas protecionistas de Trump em relação ao comércio exterior demandaram um resgate pujante das políticas macroeconômicas de teor keynesiano. Após o período pandêmico (Covid-19), sob a vigência do governo Biden, três relevantes projetos de lei foram aprovados pelo Congresso dos EUA: *Infrastructure Investment and Jobs Act*, *CHIPS and Science Act* e o *Inflation Reduction Act*. Eles constituem os maiores pacotes de investimento público desde o *New Deal*, abrangendo um total de 2,27 trilhões de dólares direcionados a subsidiar a reconstrução da infraestrutura no país e a impulsionar a produção e a pesquisa em energia renovável, semicondutores, microchips, inteligência artificial, computação quântica, biotecnologia, comunicação avançada etc.

O *CHIPS and Science Act* foi assinado por Joe Biden em 02 de agosto de 2022, garante o subsídio de 280 bilhões de dólares para incentivo à produção, ao desenvolvimento e ao controle dos sistemas de CHIPS sediados em território estadunidense, com o fim de salvaguardar setores tecnológicos sensíveis e estratégicos à soberania nacional, como a produção de semicondutores, e estabelecer forte atuação em pesquisa e desenvolvimento. O *Inflation Reduction Act* (IRA) tem como um dos objetivos formais reduzir os efeitos

inflacionários mediante a redução da emissão de dívida pública e o subsídio nos preços de medicamentos, e, simultaneamente, garantir forte investimento no desenvolvimento tecnológico de energia limpa e outros setores de importância ambiental e científica.

Segundo os dados apresentados pelo *U.S. Bureau of Economic Analysis* (2023), a formação bruta de capital fixo no trimestre finalizado em julho de 2023 apresentou um crescimento de mais de 42 bilhões de dólares em comparação ao trimestre anterior, indicando uma reorientação da dinâmica econômica nos EUA. Simultaneamente, no período de janeiro a julho de 2023, comparado ao mesmo período de 2022, houve queda de 24,8% das exportações chinesas aos EUA (U.S. Census Bureau, 2023). As estimativas mais recentes de crescimento do PIB dos EUA, publicadas pelo *Center for Quantitative Economic Research*, do *Federal Reserve Bank of Atlanta*, indicam um crescimento de mais de 5% para o ano de 2023.

Em resumo, se os fatos possuem alguma concatenação intencional ou não, isto não é possível atestar, contudo, é deveras funcional sua confluência no sentido de favorecer um processo de re-alavancagem industrial, científica, militar e tecnológica sediado nos EUA. Ou seja, em novembro de 2021, é aprovado e autorizado o maior pacote de infraestrutura da história recente dos EUA (*Infrastructure Investment and Jobs Act*); em 24 de fevereiro de 2022, é deflagrada oficialmente a invasão militar russa na Ucrânia após as negativas dos EUA em efetivar um pacto de segurança comum; nos dias 02 e 16 de agosto de 2022, são sancionados os maiores pacotes de investimento público em ciência, pesquisa e desenvolvimento desde o New Deal (*CHIPS Act* e *IRA*); no dia 26 de setembro de 2022, são explodidos os gasodutos Nord Stream, que entregavam gás barato à Europa; no dia 07 de outubro de 2022, o governo dos EUA impôs o mais forte pacote de sanções contra a China dos últimos 10 anos, impedindo que as indústrias de semicondutores e de fabricação de chips vendam equipamentos, peças e chips para o país asiático, impactando a cadeia global de produção dos mesmos. Segundo o US Bureau of Industry and Security's Entity List, 59 empresas chinesas estão proibidas de receberem exportações oriundas dos EUA em razão de possuírem vínculos com a indústria militar chinesa (Fabry, 2022).

A presidente da Comissão Europeia, Ursula von der Leyen, afirmou na Cúpula da União Europeia, em 24 de março de 2023 (Reuters, 2023), que a região necessita criar mecanismos de “redução de riscos” em relação à China, “rebalanciando” sua dependência econômica de importações chinesas, como de minerais raros e estratégicos (p. ex. o lítio). Tal posicionamento, localizado no atual cenário de acirramento da rivalização sistêmica entre EUA e China, soma-se ao fato da Europa gradativamente intensificar sua condição de dependência à economia chinesa e ampliar anualmente seu déficit na balança comercial com o gigante asiático. Em 2016,

a Europa alcançou um déficit comercial com a China no valor de 145 bilhões de euros. Em 2022, este déficit subiu para 396 bilhões de euros, ao passo que no mesmo intervalo suas exportações para a China cresceram 50%. Atualmente, a China responde por 20% dos bens importados pela União Europeia, e 9% dos bens exportados pela UE (Comissão Europeia, 2022).

A União Europeia vê-se assim reduzida ao estatuto de zona tampão, como teatro da manobra americana na Eurásia, e de periferia cada vez mais dividida e explorada pelos Estados Unidos. Um cenário euro-atlanticista exclusivo, mas assimétrico e hierárquico em benefício dos Estados Unidos e não equilibrado segundo o ideal euro-atlantista, está assim a ser posto em prática (Thomann, 2022, s.p.).

Não obstante, a hipótese de um desacoplamento com a China resultaria num choque econômico brutal à Europa, eliminando o terceiro maior mercado de suas exportações e seu principal fornecedor de importações (o dobro do que é fornecido pelos EUA). A falta de acesso a itens estratégicos fundamentais à indústria europeia, sobretudo, no terreno dos minerais raros, tornaria as indústrias de carros elétricos e supercondutores extremamente prejudicadas (Demarais, 2023). Neste sentido, é possível observar, como afirma Krpata (2022), que EUA, Europa e China estão cada vez mais focados em proteger suas cadeias de abastecimento e acesso a fontes de minerais raros.

Como consequência, o conjunto desses acontecimentos tem favorecido um processo parcial de desacoplamento geoeconômico do Ocidente em relação ao bloco russo-chinês, beneficiando a economia estadunidense mediante a criação de vantagens artificiais de mercado, dada sua perda de competitividade em relação à indústria e aos serviços chineses. Este desacoplamento “pretendido” possui correspondência territorial com o anterior projeto geoeconômico do governo Obama, quando foram criados os dois grandes tratados de livre-comércio previamente mencionados (TPP e TTIP).

A “captura” do mercado europeu e de países aliados do indo-pacífico denota ser um dos objetivos geoestratégicos dos EUA face à ameaça de desindustrialização e da perda de competitividade industrial e técnico-científica. Além disso, faz-se mister salientar a posição geoestratégica que tais regiões assumem enquanto “*Rimland*” de contenção territorial ao bloco russo-chinês e de demarcação dos espaços de influência sobre rotas comerciais e recursos estratégicos, como já foi amplamente descrito e endossado pelos autores da Geopolítica Clássica (Mahan, Mackinder e Spykman).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas últimas três décadas, a configuração espacial da acumulação capitalista em escala global tem se reestruturado a partir do deslocamento de capitais produtivos para a Ásia em busca de maiores taxas de rentabilidade. A contraparte desta tendência significou uma forte desindustrialização do Ocidente, fragilizando as condições materiais que garantiam a manutenção de sua hegemonia. A lógica territorial do Estado e a reprodução das oligarquias nacionais a ele vinculadas se encontram no ardil de estabelecer coerções à dinâmica autorreferente dos capitais empresariais, com vistas a recuperar os investimentos produtivos em território nacional. Dada a incapacidade de competição em face dos preços das exportações chinesas, Estados Unidos e Europa têm se direcionado a uma postura de ruptura aos preceitos de livre-mercado que eles próprios evocaram historicamente. Como esta reorientação político-econômica tem como centro de organização e benefício as oligarquias estadunidenses, a posição da Europa na geoestratégia dos EUA é de subalternidade, isto é, o ônus de ser instrumentalizada como “zona tampão” e front de desgaste com a Rússia (Thomann, 2022), além de ter seus capitais produtivos coagidos a se realocizarem.

Por isso, vamos ao encontro de alguns autores (Fabry, 2022; Riecke, 2020; U.S. Chamber of Commerce, 2021; Aiyar *et al.*, 2023; e outros) que discutem a possibilidade de um desacoplamento geoeconômico entre o Ocidente e o bloco russo-chinês induzido por força política e diplomática, com a diferença, no caso do presente estudo, em demonstrar que a via militar indireta também está sendo acionada, mediante a guerra na Ucrânia, e calibrada para servir como fonte “permanente” de atrito e instabilidade, com o fim de legitimar psicossocialmente a continuidade das sanções comerciais e engajar a neutralização da articulação infraestrutural euroasiática. É neste sentido que a perpetuação da guerra se torna taticamente interessante para o governo de Joe Biden, que já tornou manifesto não apenas nas comprovadas investidas em impedir acordos de paz entre Rússia e Ucrânia, como também na própria conduta de entrega paulatina de armamentos à Ucrânia no curso da guerra.

Esta dinâmica geoestratégica visa estabelecer a partilha territorial sobre o espaço internacional em disputa, definindo a hegemonia estadunidense sobre recortes espaciais do globo, com vistas a consolidar suas cadeias de abastecimento em relação a recursos estratégicos e garantir o controle e o acesso a mercados de consumo. Além disso, trata-se de reordenar os circuitos globais de produção e consumo mediante redes industriais e tecnológicas politicamente articuladas e exclusivas. Isso já se constata na “guerra dos Chips” (Monan, 2022) e tende a se intensificar em outros segmentos produtivos, como nos setores automotivo,

aeroespacial, sistemas de informação e telecomunicação, computação avançada, engenharia genética, agricultura industrial, entre outros.

Neste sentido, a nova geografia econômica derivada do contexto de rivalização sistêmica caminha para uma configuração tendencialmente fragmentária em escala global, com novos arranjos regionais seletivos e forte intervenção estatal. Este quadro, ainda em caráter transitório e instável, tende a se recrudesacer caso novas frentes de conflito em potencial possam ser acionadas (Taiwan e Oriente Médio), impulsionando a política exterior estadunidense para uma atuação incisiva sobre os eixos de conexão da economia mundial, sobretudo, aqueles dependentes de circulação naval, haja visto que 80% do comércio internacional se efetiva por transporte marítimo (ONU, 2021). Isto já se constata pela forte presença militar dos EUA no “*Rimland*” euroasiático (Mar Mediterrâneo, Golfo Pérsico, Mar Árábico, Golfo de Bengala, Oceano Índico, Sudeste Asiático, Mar do Sul da China, Pacífico Ocidental etc.), servindo como potencial ameaça à integração geoeconômica da Eurásia com o resto do mundo.

REFERÊNCIAS

- AIYAR, Shekhar *et al.* ***Geoeconomic Fragmentation and the Future of Multilateralism***. Staff Discussion Note SDN/2023/001. Washington: FMI, 2023.
- ARRIGHI, Giovanni. **O longo século XX: dinheiro, poder e as origens de nosso tempo**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- BARACUHY, Braz (org.). **Os fundamentos da geopolítica clássica: Mahan, Mackinder, Skykman**. Brasília: Funag, 2021.
- BOESE, Wade. *U.S. withdraws from ABM Treaty: Global response muted*. **Arms Control Association**, 2002. Disponível em: <https://www.armscontrol.org/act/2002-07/news/us-withdraws-abm-treaty-global-response-muted>. Acesso em: 12 nov. 2022.
- BRZEZINSKI, Zbigniew. ***The grand chessboard: american primacy and its geostrategic imperatives***. New York: Basic Books, 2016.
- BURNS, Willian. ***Nyet means Nyet: Russia's NATO enlargement redlines***. Wikileaks, 2008. Disponível em: https://wikileaks.org/plusd/cables/08MOSCOW265_a.html. Acesso em: 17 jul. 2022.
- CALLINICOS, Alex. Ucrânia: a nova face do imperialismo. **Margem Esquerda – Revista da Boitempo**, n. 39, jul. /dez. 2022.
- CARMONA, Ronaldo. A guerra na Ucrânia: uma análise geopolítica. **CEBRI-Revista**, Ano 1, n. 3, jul./set. 2022.

CENTER FOR QUANTITATIVE ECONOMIC RESEARCH. **GDPNow**. Federal Reserve Bank of Atlanta, 2023. Disponível em: <https://www.atlantafed.org/cqer/research/gdpnow> Acesso em: 20 out. 2023.

COHN, Jacob *et al.* **Leveling the playing field: reintroducing U.S. theater-range missiles in a post-INF world**. CSBA, Center for Strategic and Budgetary Assessments, 2019.

DIE, Zeit. **Hatten Sie gedacht, ich komme mit Pferdeschwanz**, 2022. Disponível em: <https://www.zeit.de/2022/51/angela-merkel-russland-fluechtlingskrise-bundestkanzler/seite-3> Acesso em: 15 jan. 2023.

DOBBINS, James *et al.* **Extending Russia: competing from advantageous ground**. Santa Monica: RAND Corporation, 2019.

EUROPEAN COMMISSION. **China: EU trade relations with China. Facts, figures and latest developments**, 2023. Disponível em: https://policy.trade.ec.europa.eu/eu-trade-relationships-country-and-region/countries-and-regions/china_en . Acesso em: 12 ago. 2023.

EUROPEAN COMMISSION. **Russia: EU trade relations with Russia. Facts, figures and latest developments**, 2023. Disponível em: https://policy.trade.ec.europa.eu/eu-trade-relationships-country-and-region/countries-and-regions/russia_en Acesso em: 22 mar. 2023.

FABRY, Elvire. *Building strategic autonomy of Europe while global decoupling trends accelerate. CES Discussion Paper*, [S.l.], n. 9, dec. 2022.

FERNANDES, Roberto Mauro da Silva. A Guerra Híbrida no século XXI: o caso da Ucrânia em 2013/14. **Revista de Geopolítica**, [S.l.], v. 13, n. 4, p. 1-18, out./dez. 2022.

FIORI, José Luis. **Um ano depois: EUA dobram sua aposta, mas Rússia já ganhou o que queria**, 2023. Disponível em: <https://www.ihu.unisinos.br/626424-um-ano-depois-eua-dobram-sua-aposta-mas-russia-ja-ganhou-o-que-queria-artigo-de-jose-luis-fiori>. Acesso em: 26 fev. 2023.

KYIV INDEPENDENT. **Hollande: There will only be a way out of the conflict When Russia fails on the ground**, 2023. Disponível em: <https://kyivindependent.com/hollande-there-will-only-be-a-way-out-of-the-conflict-when-russia-fails-on-the-ground/>. Acesso em: 15 jan. 2023.

HARVEY, David. **O novo imperialismo**. São Paulo: Loyola, 2004.

HUDSON, Michael. **The American Empire self-destructs. But nobody thought that it would happen this fast**, 2022. Disponível em: <https://thesaker.is/america-shoots-its-own-dollar-empire-in-economic-attack-on-russia>. Acesso em: 25 mar. 2022.

MACKINDER, Halford. O pivô geográfico da história. **GEOUSP - Espaço e Tempo**, São Paulo, v. 29, p. 87 - 100, 2011.

MAHAN, Alfred. **The influence of sea power upon history: 1660-1783**. London: Sampson Low, Marston & Company, 1897.

MELLO, Leonel Itaussu A. **Quem tem medo da Geopolítica?** São Paulo: Hucitec, 1999.

MONAN, Zhang. *U.S. Chips Strategy, Global Fragmentation*. **China - US Focus**, Oct. 2022. Disponível em: <https://www.chinausfocus.com/finance-economy/us-chip-strategy-global-fragmentation>. Acesso em: 14 jul. 2023.

MUELLER, Karl *et al.* **Striking first: preemptive and preventive attack in U.S. national security policy**. Santa Monica: RAND Corporation, 2006.

PEREIRA, C. Ucrânia: crônica de uma crise anunciada. **Revista de Ciências Militares**, [S. l.], v.2, n.2, p. 337-359, 2014.

PLEKHANOV, S. *Assisted Suicide: Internal and External Causes of the Ukrainian Crisis*. In: Black, Joseph; and Michael Johns. **The Return of the Cold War: Ukraine, the West and Russia**. Nova York: Routledge, 2015.

RIECKE, Torsten. *Resilience and decoupling in the era of great power competition*. **Merics: Mercator Institute for China Studies**, Aug. 2020.

ROBERTS, Geoffrey. *Now or never: The Immediate Origins of Putin's Preventative War on Ukraine*. **Journal of Military and Strategic Studies**, v. 22, n. 2, p. 3-27, dez. 2022.

S&P GLOBAL. **HCOB Flash Eurozone PMI**, 2023. Disponível em: <https://www.pmi.spglobal.com/Public/Home/PressRelease/503ec7d1cabb49db8cd8eb10adf4d454>. Acesso em: 13 ago. 2023.

THOMANN, Pierre-Emmanuel. **Stratégie géopolitique des États-Unis en Eurasie et Rimland européen**. *Eurocontinent - Enjeux géopolitiques européens et mondiaux*, 2018. Disponível em: <https://www.eurocontinent.eu/strategie-geopolitique-des-etats-unis-en-eurasie-et-rimland-europeen/> Acesso em: 17 de abril de 2022. Acesso em: 13 ago. 2023.

UNITED NATIONS. **Review of maritime transport**. New York: United Nations Publications, 2021.

U.S. CENSUS BUREAU. **Trade in goods with China**, 2023. Disponível em: <https://www.census.gov/foreign-trade/balance/c5700.html>. Acesso em: 16 de agosto de 2023.

U.S. CHAMBER OF COMMERCE. **Understanding U.S.China decoupling: macro trends and industry impacts**, 2021.

U.S. DEPARTMENT OF DEFENSE. **National Defense Strategy of The United States of America**, 2022.

U.S. DEPARTMENT OF DEFENSE. **Nuclear Posture Review Report**, 2010.

U.S. DEPARTMENT OF DEFENSE. **Nuclear Posture Review**, 2018.

U.S. DEPARTMENT OF STATE. *U.S. Security Cooperation with Ukraine*. **Fact Sheet**. Bureau of Political-Military Affairs, 2023. Disponível em: <https://www.state.gov/u-s-security-cooperation-with-ukraine/>. Acesso em: 9 mar. 2022.

THE WALL STREET JOURNAL. **High natural-gas prices push european manufacturers to shift to the U.S**. Disponível em: <https://www.wsj.com/articles/high-natural-gas-prices-push-european-manufacturers-to-shift-to-the-u-s-11663707594>. Acesso em: 8 out. 2022.

PATRIMÔNIO HIDROLÓGICO E SUAS POTENCIALIDADES: ESTUDO SOBRE O MUNICÍPIO DE PIRIPIRI, PIAUÍ

João Cassiano Pinto de **AMORIM**
Mestre em Geografia pela Universidade Federal do Piauí (UFPI)
E-mail: amorimcassiano@gmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1484-7320>

Cláudia Maria Sabóia de **AQUINO**
Docente do Curso de Geografia da Universidade Federal do Piauí (UFPI)
E-mail: cmsaboia@gmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3350-7452>

Helena Vanessa Maria da **SILVA**
Docente do Curso de Geografia da Universidade Estadual do Piauí (UESPI)
E-mail: helenavanessa95@hotmail.com
Orcid: <http://orcid.org/0000-0001-9086-2808>

Renê Pedro de **AQUINO**
Doutorando em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal do Piauí (UFPI)
E-mail: reneuespi@hotmail.com
Orcid: <http://orcid.org/0000-0003-4142-6764>

*Recebido
Janeiro de 2024*

*Aceito
Fevereiro de 2025*

*Publicado
Dezembro de 2025*

Resumo: A água é um bem de extrema importância para a vida na Terra, não só por cobrir grande parte do planeta, mas também por ser a maior constituinte dos fluídos dos seres vivos e por constituir uma força modificadora do relevo. Dada esta relevância a água pode ser estudada do ponto de vista patrimonial, o chamado Patrimônio Hidrológico. Este trabalho realizou uma breve revisão do conceito, além de inventariar – segundo Araújo (2021) - o patrimônio hidrológico do município de Piripiri, Piauí analisando seu potencial científico e didático. Foram inventariados oito hidrossítios no município, todos apresentando potencial turístico e didático que necessitam de uma intervenção da gestão pública para que possam ser utilizados por turistas e pirienses através de um turismo sustentável.

Palavras-chave: Patrimônio hidrológico; inventário; hidrossítios.

HYDROLOGICAL HERITAGE AND ITS POTENTIALITIES: A STUDY ON THE MUNICIPALITY OF PIRIPIRI, PIAUÍ

Abstract: Water is an extremely important asset for life on Earth, not only because it covers a large part of the planet, but also because it is the largest constituent of the fluids of living beings and is a modifying force of the relief. Given this relevance, water can be studied from a heritage point of view, the so-called Hydrological Heritage. This work carried out a brief review of the concept, besides inventorying - according to Araújo (2021) - the hydrological heritage of the municipality of Piripiri, Piauí, analyzing its scientific and didactic potential. Eight hydrosites were inventoried in the municipality, all of them presenting touristic and didactic potential that need public management intervention so that they can be used by tourists and Piripirienses through sustainable tourism.

Keywords: Hydrological heritage; inventory; hydrosites.

PATRIMONIO HIDROLÓGICO Y SU POTENCIAL: UN ESTUDIO EN EL MUNICIPIO DE PIRIPIRI, PIAUÍ

Resumen: El agua es un bien de suma importancia para la vida en la Tierra, no sólo porque cubre gran parte del planeta, sino también porque es el mayor constituyente de los fluidos de los seres vivos y porque constituye una fuerza modificadora de relieve. Dada esta relevancia, el agua puede ser estudiada desde el punto de vista patrimonial, el llamado Patrimonio Hidrológico. Este trabajo realizó una breve revisión del concepto, además de inventariar - según Araújo (2021) – el patrimonio hidrológico del municipio de Piripiri, Piauí analizando su potencial científico y didáctico. Se inventariaron ocho hidrositios en el municipio, todos presentan potencial turístico y didáctico que requieren una intervención de gestión pública para que puedan ser utilizados por turistas y piripirienses a través del turismo sostenible.

Palabras clave: Patrimonio Hidrológico; inventario; hidrositios.

INTRODUÇÃO

Palavras como patrimônio e água aparentemente não possuem relação, no entanto, quando se busca o significado no dicionário percebe-se um elo entre elas. Patrimônio pode ser entendido como uma herança comum, com valor e importância, que é transmitida de uma geração para outra, devendo, portanto ser protegida e preservada. Já a água é um líquido natural e incolor indispensável para a sobrevivência da maior parte dos seres vivos. Logo, percebe-se que água é um bem comum e de grande valor a todos os seres vivos, devendo ser encarada do ponto de vista patrimonial, possibilitando sua transmissão para as próximas gerações. A esse tipo de patrimônio dá-se o nome de Patrimônio Hidrológico.

Segundo Rodrigues e Fonseca (2008), o Patrimônio Hidrológico integra – ao lado do Patrimônio Geológico, do Patrimônio Geomorfológico, do Patrimônio Pedológico – o denominado

Geopatrimônio. Brilha (2005) também menciona o Patrimônio Hidrológico como um dos elementos notáveis que integram a Geodiversidade.

Com base nessa discussão, a existência de um conceito guarda-chuva que é o de geopatrimônio considera como patrimônio todos os elementos abióticos da natureza dotados de algum tipo de valor, considerados integrantes da geodiversidade (Bento *et al.*, 2017). Esses locais devem ser preservados devido ao seu valor patrimonial (Rodrigues; Fonseca, 2008).

O patrimônio hidrológico faz parte desse conjunto, é um segmento da diversidade hidrológica de uma área, engloba elementos relacionados com os lugares que incluem:

[...] águas subterrâneas (unidades hidromorfológicas) e superficiais (bacias hidrográficas, lagos, rios e outras formas de escoamento), geossítios hídricos (cascatas, zonas húmidas, zonas de descarga e recarga difusas, etc.), áreas e nascentes termais e outros pontos de interesse hidrológico (nascentes secas por sobre-exploração ou por causas naturais, nascentes fluviais ou cárnicas (superficiais ou subterrâneas), como as cavidades cárnicas (grutas e galerias) ou outros fenómenos hidrológicos típicos das áreas cárnicas, como as perdas, exurgências, ressurgências ou canhões cárnicos e, mesmo, zonas húmidas classificadas ou a necessitar de medidas de protecção (Azevedo; Rodrigues, 2015, p. 208).

Como todos os conceitos (Patrimônio Geológico, Patrimônio Geomorfológico), esse novo patrimônio – agora atrelado ao fator água – também passou por uma série de modificações e evoluções, com o intuito de abranger cada vez mais elementos notáveis que circundam a Geodiversidade.

Nos primeiros escritos sobre o patrimônio da água, a literatura geológica restringia o patrimônio hidrogeológico a fontes, águas termais, águas minero medicinais frias e águas de nascente, no entanto, a partir dos anos 2000, ampliou-se o leque de elementos da natureza inseridos no patrimônio da água, dando atenção à espetacularidade das formas (cachoeiras, corredeiras, lagos), ao valor medicinal da água (águas termais), ao valor ecológico (nascentes e locais particulares das bacias hidrográficas), ao seu valor econômico (águas subterrâneas e superficiais) e, atualmente, ao valor científico, que justifica todos os demais e deverá ser sempre o valor primeiro da seleção patrimonial (Pereira; Cunha; Theodoro, 2016).

Como definição de Patrimônio Hidrológico, Foletto e Costa (2021) e Silva (2021) abordam que o mesmo é um segmento da diversidade hidrológica da Terra, onde seus valores ambientais, científicos, educacionais, socioculturais e estéticos o tornam único estando inclusos neste conceito as nascentes, representando a interface das águas superficiais com as subsuperficiais, as quedas d'água, lagos, porções de rios, entre outros, cuja proteção formaria as reservas de água, com o papel de obter o máximo de qualidade das fontes de água doce.

Rodrigues (2019) considera uma série de elementos abióticos de caráter hidrológico que enriquecem a geodiversidade da Terra, destacando as águas oceânicas e sua dinâmica, as águas doces, salgadas ou salobras localizadas à superfície dos continentes, água contida sob a forma de gelo no oceano e nos continentes dentre outros exemplos. Contudo, nem todos os exemplos integram o Patrimônio Hidrológico, apenas aqueles que pelo seu valor patrimonial devem ser preservados para o nosso próprio usufruto bem como das gerações vindouras. Como exemplos ela cita:

Os cursos de água que, embora de diferentes dimensões, são responsáveis por formidáveis formas de erosão (estuários, gargantas, canhões, cachoeiras e quedas de água, marmitas) e de acumulação (ilhas barreira, deltas) [...];

As águas associadas a fenômenos vulcânicos, como as hidrotermais quentes ou frias com composição diversificada (sendo os aquíferos particularmente espetaculares), que podem ocorrer à superfície ou em profundidade, incluindo as submarinas;

As águas subterrâneas que formam aquíferos de desigual importância e tochas freáticas suspensas em função da litologia e do relevo. Inclui-se aqui a drenagem cárstica subterrânea constituída por cursos de água e lagos (típicos da zona vadosa) ou por galerias completamente preenchidas por água (zona de saturação ou saturada);

As águas doces superficiais não fluviais como os lagos (superficiais ou de gruta), pântanos, nascentes e exurgências (olhos de água) ou ressurgências e *ponors* (Rodrigues, 2019, p. 274).

Se no Patrimônio Geológico e Geomorfológico existem os geossítios e os geomorfossítios como locais de expressão desse tipo de patrimônio, em nível Hidrológico existem os hidrossítios ou locais de interesse hidrogeológico. Para Pereira, Cunha e Deodoro (2016) são os locais de interesse patrimonial no domínio da água, que são representativos pela sua condição de exclusividade e representatividade, importância científica, por exemplo, como definidor (paleo)ambiental, de suporte ecológico, de valor estético.

Pode-se inferir então que os Hidrossítios (HI) são locais com valor patrimonial em que o elemento água é o protagonista das ações e observações, seja promovendo diferentes formas de erosão e/ou acumulação (estuários, cachoeiras, quedas d'água, deltas), seja por sua associação a fenômenos vulcânicos (hidrotermais) ou, por fim, sua associação a fenômenos subterrâneos e superficiais (formação de aquíferos, galerias, lagos, pântanos, nascentes e olhos d'água).

Amorim *et al.*, (2022), após inventário, afirmam que o município de Piripiri, Piauí apresenta uma geodiversidade com diferentes potenciais (patrimônio arqueológico, feições geomorfológicas) sendo um dos grandes destaques as cachoeiras com potenciais geomorfológicos e hidrológicos. No presente artigo o objeto de estudo será esse patrimônio hidrológico referenciado anteriormente

buscando entender o potencial didático e turístico desses locais e como contribuir com o desenvolvimento sustentável do turismo do município.

METODOLOGIA

O caminho metodológico consistiu primeiramente no levantamento bibliográfico sobre a definição do termo patrimônio hidrológico e conceitos correlatos. Com o auxílio das coordenadas geográficas colhidas em campo e com o uso do Qgis (código aberto) produziu-se um material cartográfico para localizar os Hidrossítios dentro do território do município de Piripiri, Piauí. O trabalho de campo (realizado no mês de Junho de 2021) contribuiu também para os registros fotográficos e preenchimento das fichas de inventário e qualificação geomorfológica baseadas em Araújo (2021).

Adotou-se a metodologia de Araújo (2021), dado o fato de a mesma permitir uma qualificação geomorfológica mais robusta e completa. Com base nessas informações, os Hidrossítios foram caracterizados quanto ao seu potencial científico/didático e turístico.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Área de estudo

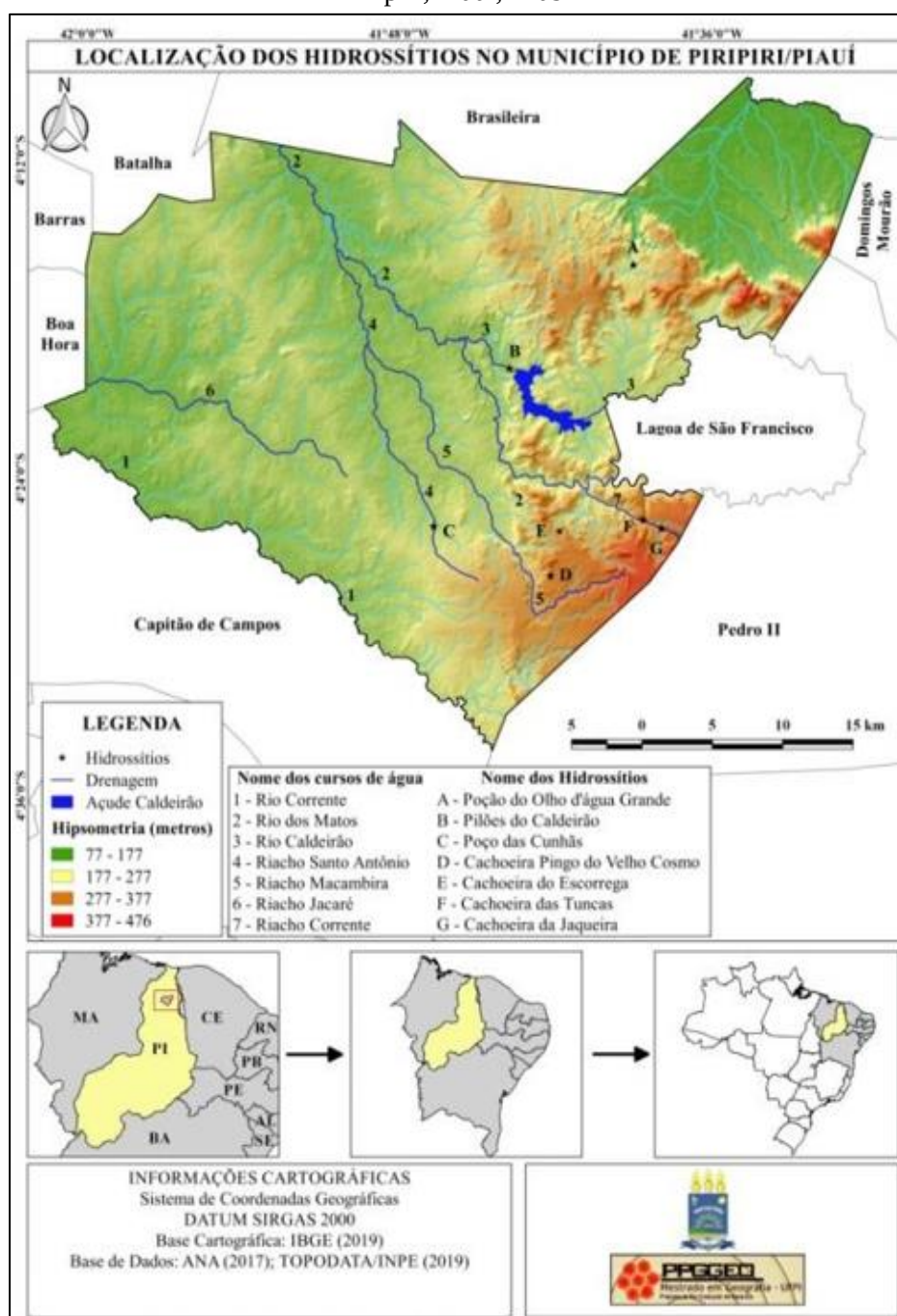
O município de Piripiri/PI (Figura 1) distante 160 km da capital Teresina, localiza-se na Região Geográfica Intermediária de Parnaíba, de acordo com a nova divisão regional proposta pelo IBGE em 2017. A sede municipal tem as coordenadas geográficas de 04° 16'24" S e 41°46'37" W de Greenwich. Compreende uma área irregular de 1.302 km², tendo como limites os municípios de Batalha e Brasileira ao Norte, ao Sul com Capitão de Campos e Pedro II, a Oeste com Barras, Boa Hora, Batalha e Capitão de Campos e, a Leste com Domingos Mourão, Pedro II e Lagoa de São Francisco (Aguilar; Gomes, 2004).

Vale destacar também que o setor leste do município está inserido dentro da Área de Proteção Ambiental da Serra da Ibiapaba, local importante para a proteção e conservação da fauna, flora, dos elementos culturais e outros que contribuem para a qualidade de vida das pessoas. Todos os hidrossítios estão inseridos dentro da APA Serra da Ibiapaba, com exceção do Poço das Cunhãs.

Foram inventariados 08 Locais de Interesse Hidrogeológico dentro do território do município, estando sete deles inseridos dentro da APA Serra da Ibiapaba: Cachoeira do

Escorrega, Poção do Olho d'água Grande, Pilões do Caldeirão, Cachoeira Pingo do Velho Cosmo, Cachoeira da Jaqueira, Cachoeira das Tuncas e Açude Caldeirão. Vale destacar que o Poço das Cunhas encontra-se fora da Área de Proteção Ambiental. A seguir a caracterização dos referidos hidrossítios.

Figura 1 - Mapa de localização dos hidrossítios com destaque a rede hidrográfica do município de Piripiri, Piauí, Brasil



Fonte: IBGE (2019); ANA (2017); TOPODATA (2019). Organização: Os autores (2021).

Hidrossítio Cachoeira do Escorrega

Localizada na comunidade Pé do Morro, a cachoeira encontra-se a uma altitude de 265 metros, nas coordenadas 4°25'55.2''S e 41°41'47.8''W. Com acessibilidade moderada, o local tem tipologia sedimentar e conteúdo de interesse geomorfológico, estratigráfico e hidrológico (Figura 2). A cachoeira dista 22,3 km do centro de Piripiri até o local de estacionamento dos transportes, sendo o restante do percurso realizado por uma trilha de aproximadamente 760 metros.

Figura 2 – Fotografia do Hidrossítio Cachoeira do Escorrega, Piripiri, Piauí



(A): A marcação indica a área do escorrega; (B): Poço da Cachoeira do Escorrega e margem direita.

Fonte: Os autores (2021).

O local possui uso turístico, com presença de trilha linear, com alguns desníveis íngremes. As rochas do entorno da cachoeira datam do Paleozóico e são derivadas da Formação Cabeças. Quanto à qualificação geomorfológica, o local possui formas fluviais do tipo cachoeira e cascatas, com o relevo classificado como suave ondulado. Apresenta feições de dissecação do tipo escarpa, com feições de deposição do tipo colúvio, além de feições residuais em escarpamento. Os processos morfodinâmicos aparentes são intemperismo (descamação), ações pluviais (canelura, sulco de erosão), movimento de massa (solapamento, quedas de bloco), ações fluviais (corrosão, corrasão).

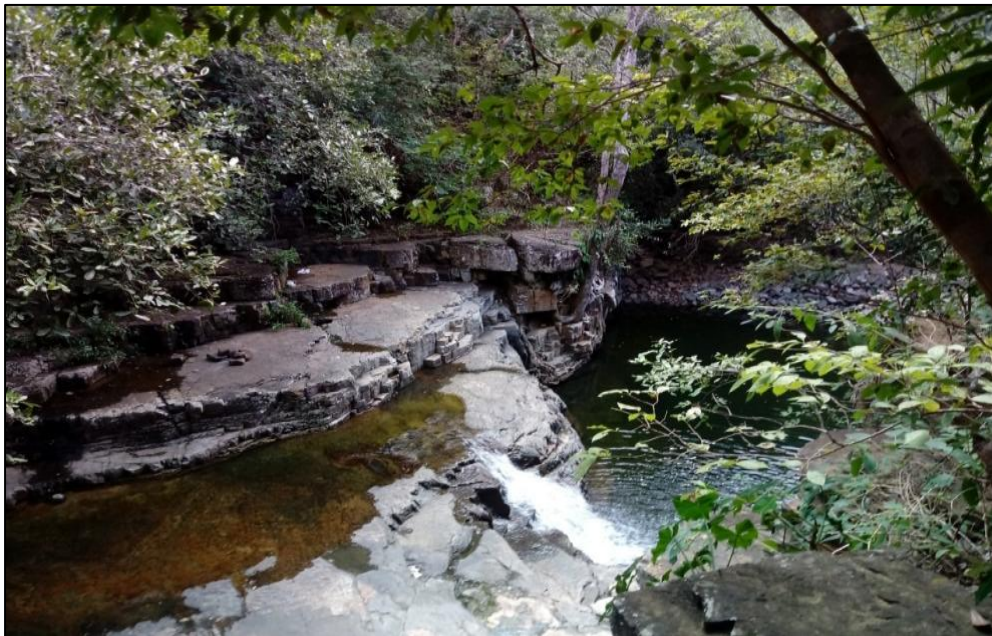
Essa qualificação garante a cachoeira um potencial didático, pois permite trabalhos de campo com todos os públicos (do ensino superior ao público em geral), com temáticas relacionadas aos processos erosivos, tipo de estratificação, processos de evolução geomorfológica, dentre outros temas que permitem associar o didático e o turístico.

Hidrossítio Poção do Olho D'água Grande

O local conhecido como “Poção” encontra-se se na comunidade Olho d’água Grande – zona rural de Piripiri – nas coordenadas 4°15’50.6”S e 41°39’00.3”W, a uma altitude de 174 metros e distante, aproximadamente, 25,4 km do centro da cidade.

A acessibilidade é moderada, sendo parte do percurso realizada pela BR-222 (sentido Fortaleza – CE) e outra parte por carroçal em bom estado de conservação, além de uma trilha de curta distância (1,26 km) a pé e de dificuldade moderada (exigindo um bom condicionamento físico, já que o setor final da trilha é bem íngreme e sobre rochas soltas). Por conta de esse declive final ser acentuado, o senso popular passou a chamar o local de “Poção” (Figura 3).

Figura 3 - Fotografia do Hidrossítio Poção Do Olho D’água Grande, Piripiri, Piauí



Fonte: Os autores (2021).

O local – em propriedade particular – é de tipologia sedimentar, com conteúdos de interesse geomorfológico, estratigráfico e hidrológico e rochas datando do Paleozóico (litologia terrígena). Com boas condições de observação dos conteúdos citados, possui como uso atual o turístico com potencial para outros tipos de atividades (aventura, ecoturismo, sol/banho, geoturismo), além do caráter científico e didático que o hidrossítio possui.

Quanto à qualificação geomorfológica, o local apresenta formas erosivas em estruturas sedimentares do tipo depressões, além de formas fluviais do tipo cachoeira e cascatas. Sobre as feições, apresenta dissecação em escarpa e vale com deposição em colúvio e residuais do tipo escarpamento. Têm-se ainda processos morfodinâmicos aparentes como termoclastia, caneluras e sulcos de erosão, solapamento e queda de blocos, além de corrasão, corrosão (Figura 4).

Figura 4 - Fotografia de vista de outros ângulos do Hidrossítio Poção Do Olho D'água Grande, Piripiri, Piauí



(A): Piscina natural do Poção; (B): Caos de blocos. Fonte: Os autores (2021).

Com relação à hidrologia do local identificou-se que o riacho é um curso de primeira ordem que deságua no Riacho Baixão, um afluente do Riacho dos Cavalos (que integra a bacia do Rio Piracuruca). A erosão dos solos pode ser classificada do tipo pluvial, sulcos e ravinas, fluvial, reforçando a ação hídrica no sítio.

O potencial didático existe para todos os graus de conhecimento, desde o ensino superior até o público geral, sendo possível educar/conscientizar processos erosivos existentes no sítio, diferentes tipos de rochas, feições geomorfológicas, recursos minerais, bacia de drenagem e outros temas.

Hidrossítio Pilões do Caldeirão

Localizados nas coordenadas 4°19'45.9''S e 41°43'45.4''W, a uma altitude de 164 metros, os Pilões do Caldeirão distam 9 km do centro de Piripiri, sendo necessário percorrer uma trilha de aproximadamente 850 metros até o local. Dentre as características do sítio, ele apresenta tipologia sedimentar, com conteúdos de interesse geomorfológico, estratigráfico e hidrológico, podendo ser caracterizado como um “mini cânion”, isto é, um vale encaixado, gerado pela drenagem das águas Rio Caldeirão (represado a montante) que escavou o substrato rochoso, desintegrando o arenito (Figura 5).

Figura 5 - Fotografia do Hidrossítio Pilões Do Caldeirão, Piripiri, Piauí



Fonte: Os autores (2021).

O uso potencial é turístico (aventura, ecoturismo, geoturismo, esporte), além do científico e didático, que possibilitam a realização de aulas de campo sobre os elementos geomorfológicos, processos erosivos, sobre a litologia do local (terrígena), sobre a idade das rochas (Paleozóico), assim como da estratificação das rochas presentes no local.

Há ainda a ocorrência de marmitas elaboradas pelo processo de erosão, que segundo Bastos, Maia e Cordeiro (2015, p. 102) trata-se de um “tipo especial de corrasão, originado pelo movimento turbilhonar sobre as rochas no fundo do leito” (Figuras 6).

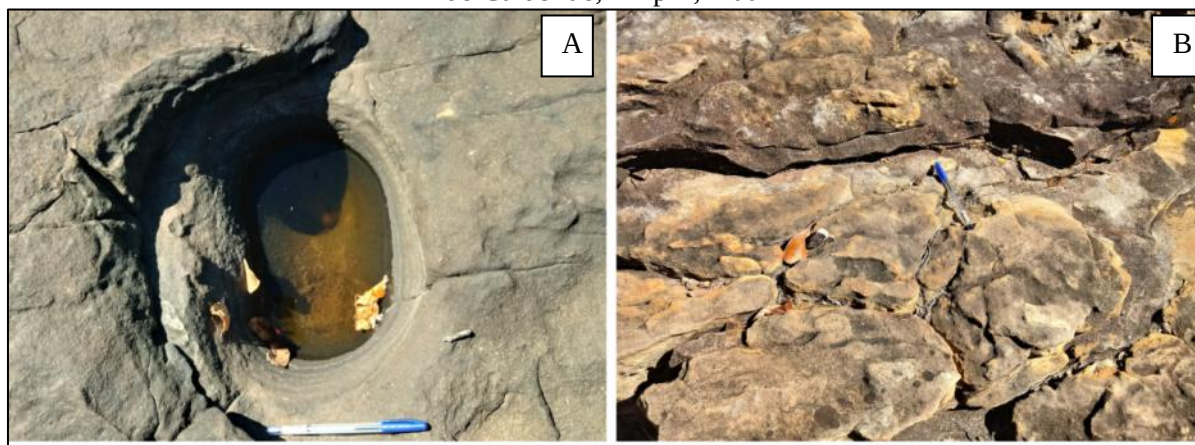
Figura 6 - Fotografia mostrando a presença de “Painéis” e Marmitas nos Pilões do Caldeirão, Piripiri, Piauí



A seta amarela indica o sentido da erosão fluvial “turbilhonar”. Fonte: Os autores (2021).

Quanto à qualificação geomorfológica, o local possui formas erosivas em estruturas sedimentares dos tipos relevo ruiforme e depressões; além das formas fluviais cachoeira e cascatas. Sobre os processos morfodinâmicos associado à ação hídrica notou-se a degradação granular (responsável pelos efeitos de poligonação), a ação fluvial favorecendo a ocorrência de caneluras e sulcos de erosão e por fim a ação hidráulica com corrosão e corrasão (Figura 7).

Figura 7 - Fotografias mostrando os processos intempéricos visíveis nas rochas do Hidrossítio Pilões do Caldeirão, Piripiri, Piauí



(A): Os “pilões” (marmitas) que nomeiam o local; (B): Princípio de efeito de poligonação.

Fonte: Os autores (2021).

Com relação à hidrologia de superfície, as águas pertencem ao Rio Caldeirão (represado a jusante), que tem sua foz na margem direita do Rio dos Matos (Gomes, 2015), rio esse que faz parte da Bacia Longá-Parnaíba. A erosão dos solos é pluvial e fluvial, com alguns sulcos.

Apresenta potencial didático para todos os níveis de conhecimento (do superior ao público), existindo diferentes abordagens (uma linguagem mais acessível, por exemplo) sobre geologia, geomorfologia e outros conteúdos que contemplem os diferentes públicos.

Hidrossítio Cachoeira Pingo do Velho Cosmo

Localizada na comunidade Pé do Morro, a cachoeira apresenta como coordenadas geográficas: 4°27'36.2'' S e 41°42'36.2'' W. A uma altitude de 330 metros, a queda d'água temporária (utilizável para banho apenas no período chuvoso) tem mais de 6 metros de altura e dista 25,6 km de distância do centro de Piripiri. O acesso é realizado pela BR- 404 até a comunidade e os 2,5 km finais por estrada carroçável em bom estado de conservação (Figura 8). Apesar de o uso turístico existir, é possível melhorá-lo com investimento em infraestrutura e nas modalidades: aventura, ecoturismo, sol/banho, esporte, geoturismo; além do científico e didático para realização de estudos e aulas de campo. Está inserido em área de ocorrência da Formação Cabeças, datada do Paleozóico, com presença de estratificação e litologia terrígena.

Figura 8 - Fotografia mostrando vista geral do Hidrossítio Cachoeira Pingo Do Velho Cosmo, Piripiri, Piauí



Fonte: Os autores (2021).

Quanto à qualificação geomorfológica, o local apresenta dois tipos de formas. As formas erosivas são estruturas sedimentares dos tipos relevo ruiniforme, chapadas e tabuleiros. Já as formas fluviais são do tipo cachoeiras e cascatas. Sobre as feições presentes, o local apresenta feição de dissecação (escarpa), feição de deposição (colúvio) e feições residuais (testemunho).

Os processos morfodinâmicos aparentes relacionados aos eventos hídricos são: a degradação granular, ações pluviais (canelura, sulco de erosão), ações fluviais (corrasão) (Figura 9).

Figura 9 - Fotografias mostrando fraturamento colunar em arenito da Formação Cabeças na Cachoeira Pingo do Velho Cosmo, Piripiri, Piauí



Fonte: Os autores (2021).

A cachoeira só apresenta fluxo d'água no período chuvoso, que no contexto geral vai de dezembro a maio. O local apresenta hidrologia de superfície por apresentar no patamar inferior a queda d'água algumas nascentes (Figura 10) que contribuem com um riacho de primeira ordem que deságua no Riacho Macambira, um dos subafluentes do Rio dos Matos. Com relação à erosão dos solos constata-se a ocorrência de sulcos ocasionados por ação pluvial.

Figura 10 - Fotografias mostrando nascentes localizadas no patamar inferior da Cachoeira Pingo do Velho Cosmo, Piripiri, Piauí



Fonte: Os autores (2021).

Sobre o grau de conhecimento, o local possui potencial didático para todos os públicos, do ensino superior ao público em geral, pois graças aos elementos já citados é possível trabalhar conteúdos em campo relacionados à litologia, a feições geomorfológicas, processos de intemperismo e outros temas.

Hidrossítio Cachoeira da Jaqueira

Trata-se de uma cachoeira localizada nas coordenadas 4°25'47.5'' S e 41°37'53.1'' W, a 325 metros de altitude, com acessibilidade moderada, tipologia sedimentar e com conteúdos do tipo geomorfológico e hidrológico.

Apresentando boas condições de observação de seus conteúdos, dista 29,6 km do centro de Piripiri, sendo parte do percurso realizado por rodovia estadual (PI-327) e outra parte por trilha de curta distância e dificuldade nível médio, pois apesar de curta, apresenta rochas soltas, necessidade de transpor árvores e galhos caídos e por ser um tanto íngreme (Figura 11).

Tem uso turístico e potencial de desenvolvimento de outras modalidades turísticas (aventura, esportes, geoturismo, ecoturismo, sol/banho), além do científico e didático para aulas de campo (já que possui rochas datando do Paleozóico integrando a Formação Cabeças e de litologia terrígena).

Sobre a qualificação geomorfológica, o local apresenta formas fluviais (cachoeira e cascata), além de depósitos fluviais (terraços). Com relação às feições do ambiente, identificaram-se as de dissecação (vale), de deposição (colúvio).

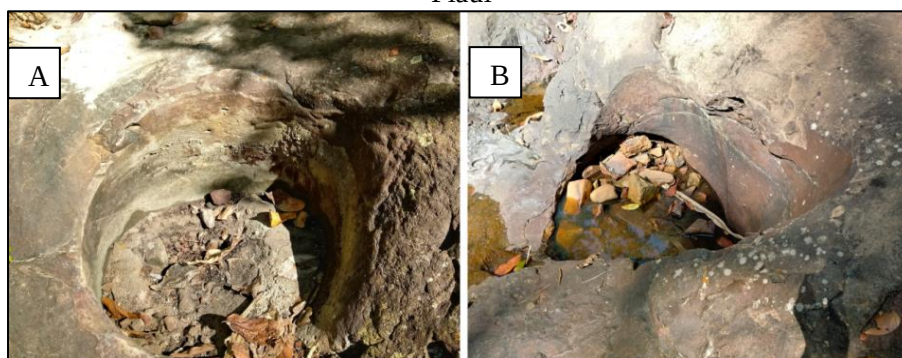
Figura 11 - Fotografias do Hidrossítio Cachoeira da Jaqueira, Piripiri, Piauí



Fonte: Os autores (2021).

Apresentando processos morfodinâmicos aparentes, constatarem-se ações pluviais (sulco de erosão), ações fluviais (ação hidráulica – formando marmitas – além de corrasão), sendo erosão dos solos do tipo pluvial, sulcos e fluvial. A hidrologia de superfície é representada pelo Riacho Corrente (riacho inserido numa falha geológica) que deságua no Rio dos Matos (integrante da bacia do Rio Longá) (Figura 12).

Figura 12 - Fotografias mostrando os processos erosivos nas rochas da Cachoeira da Jaqueira, Piripiri, Piauí



A e B: Marmitas presentes na parte superior da Cachoeira da Jaqueira. Fonte: Os autores (2021).

No local destaca-se a presença da mata nativa e mata ciliar protegendo local. O sítio apresenta potencial didático para o nível superior e ensino médio, por demandar um

conhecimento prévio sobre processos erosivos, bacias hidrográficas, não sendo facilmente explicável ao público em geral.

Hidrossítio Cachoeira das Tuncas

Localizada na comunidade Corrente e nas coordenadas 4°25'28.2'' S e 41°38'35.7'' W, trata-se de uma cachoeira com três quedas d'água a uma altitude de 287 metros com uma piscina natural e distante 28.3 km do centro de Piripiri.

Apresenta uma tipologia sedimentar e conteúdo de interesse geomorfológico, estratigráfico e hidrológico com boas condições de observação dos elementos que a qualificam. Tendo como uso atual o turístico (uma das cachoeiras mais visitadas do município), é acessada por uma trilha de curta distância (390 metros aproximadamente) de mediana dificuldade, pois demanda algum condicionamento físico por possuir uma descida bem íngreme sob rochas soltas.

O local apresenta como usos potenciais o turístico (aventura, sol/banho, geoturismo), científico e didático, com rochas datando do Paleozóico, com presença de estratificação. Quanto à qualificação geomorfológica, apresenta formas fluviais do tipo cachoeiras (Figura 13).

Figura 13 - Fotografia do Hidrossítio Cachoeira das Tuncas, Piripiri, Piauí



Fonte: Os autores (2021).

Destacam-se processos morfodinâmicos a degradação granular, movimentos de massas (solapamento, queda de blocos – Figura 14) e ações fluviais (ação hidráulica, corrosão).

Figura 14 - Fotografias mostrando solapamento e queda de blocos nas margens da Cachoeira Das Tuncas, Piripiri, Piauí



Fonte: Os autores (2021).

Apresenta hidrologia de superfície associada ao Riacho Corrente (riacho inserido numa falha geológica), um dos afluentes do Rio dos Matos e que integra a Bacia Longá-Parnaíba. Os solos são de natureza eluvial/coluvial e a erosão dos solos associada ao regime pluvial com formação de sulcos.

Apresenta potencial didático para todos os níveis de conhecimento (do ensino superior ao público em geral), que podem aprender sobre o processo de formação de uma cachoeira, processos erosivos – que ocorrem num sítio dessa categoria – falhas geológicas, bacias de cabeceiras, estratificação e preservação ambiental.

Hidrossítio Açude Caldeirão

O Açude Caldeirão está situado a 9,3 km da sede do município, no local denominado Lagoa, a uma altitude de 172 metros e coordenadas: 4°19'43.9" S e 41°43'22.2" W. O sítio é um dos mais visitados do município e possui acesso por vias em bom estado de conservação: a primeira é (I) Rodovia Vicente Fialho para quem vem pela BR-343 ou BR-222; a outra é a PI-327, para quem vem pelo município de Lagoa de São Francisco (Figura 15).

Figura 15 - Fotografias do Hidrossítio Açude Caldeirão, Piripiri, Piauí



(A): “Chapéu” do Açude Caldeirão (torre de medição do nível da água); (B): Morros presentes no entorno do açude. Fonte: O autor (2021).

De natureza sedimentar, com conteúdo do tipo geomorfológico (morros, vertentes, cascata), estratigráfico e hidrológico, o local possui boas condições de observação dos afloramentos, do corpo hídrico e de outros elementos da paisagem.

Segundo o Departamento Nacional de Obras contra as Secas - DNOCS, o Açude Caldeirão tem como finalidade básica a regularização do rio de mesmo nome, garantindo a irrigação das férteis várzeas da região, que se tornava inabitável nos períodos de seca, tal como se verificou em 1900, 1908, 1915, 1919, 1927 e 1932 (Dnocs, 2019). Graças a essa disponibilidade de água o uso atual é turístico (Sol/Banho), agrícola (agricultura), piscicultura, além do abastecimento de água para a zona urbana de Piripiri/PI.

O uso potencial é científico/didático (com a possibilidade de estudos científicos a nível superior, assim como a realização de aulas de campo com alunos de todos os níveis), econômico, além do turístico que pode ser melhorado e diversificado com o turismo de aventura, geoturismo, lazer e recreação.

O Açude Caldeirão apresenta além de formas fluviais – originadas pelo barramento de um rio (açudamento) – depósitos fluviais em planícies de inundação. Com relação às feições destaca-se a dissecação nos morros presentes nas adjacências do açude e a deposição dos sedimentos nas áreas de planície (Figura 16).

Sobre os processos morfodinâmicos aparentes, vários foram identificados no açude, sendo eles: ações fluviais (escoamento difuso, sulco de erosão, ravina), movimentos de massa (reptação, deslizamento), ações fluviais (corrosão, corrasão, transporte, acumulação).

Sobre os demais elementos da paisagem, a hidrologia de superfície do local é “contemplada pelo Rio Caldeirão (deriva daí o nome do açude), cujas nascentes localizam-se a Norte-Noroeste da cidade de Pedro II, nas localidades Caldeirão, Uruçuí, Gado Bravo, Morro Redondo e Chã da Toca” (Gomes, 2015, p. 64). A natureza dos solos é de caráter aluvial/coluvial, estando à erosão dos solos relacionada aos regimes pluvial e fluvial com sulcos e ravinas a mostra.

Figura 16 - Fotografia mostrando morros presentes no entorno do Açude Caldeirão, Piripiri, Piauí



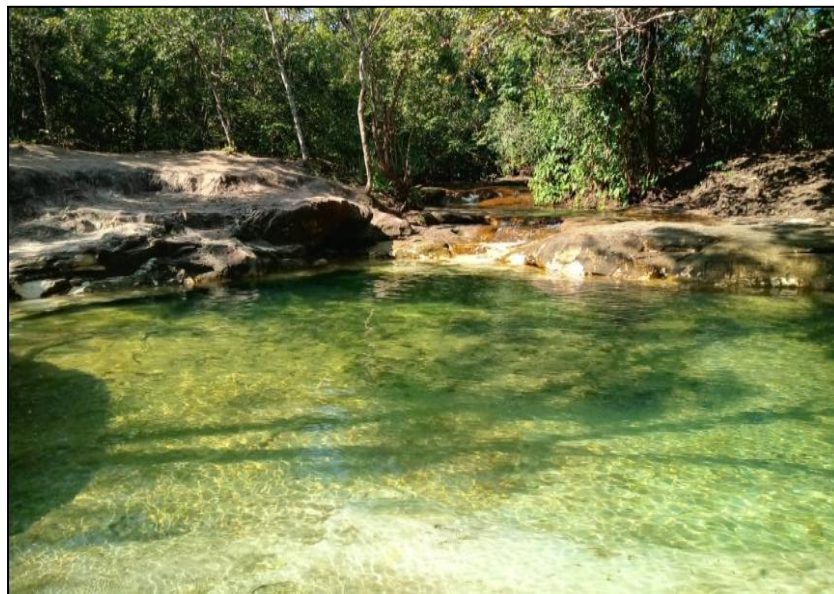
Fonte: Os autores (2021).

Possui potencial didático para todos os níveis (do superior ao público em geral), possibilitando aulas de campo sobre geologia/geomorfologia, hidrografia, os tipos de lagos, fauna e flora, secas do Nordeste, qualidade e conservação de recursos hídricos, áreas de preservação permanente, vegetação marginal, processos erosivos.

Hidrossítio Poço das Cunhãs

O local situa-se a 20,6 km do centro de Piripiri, na comunidade Tocaia, nas coordenadas 4°25'44.8''S e 41°46'38.1''W, a uma altitude de 172 metros de altitude. O acesso é fácil sendo realizado pela BR-404/PI-216 e por carroçável em bom estado de conservação (Figura 17). Com relação ao enquadramento geral, tem-se uma tipologia sedimentar com conteúdo geomorfológico (cascatas), estratigráfico e hidrológico com boas condições de observação do conteúdo já mencionado.

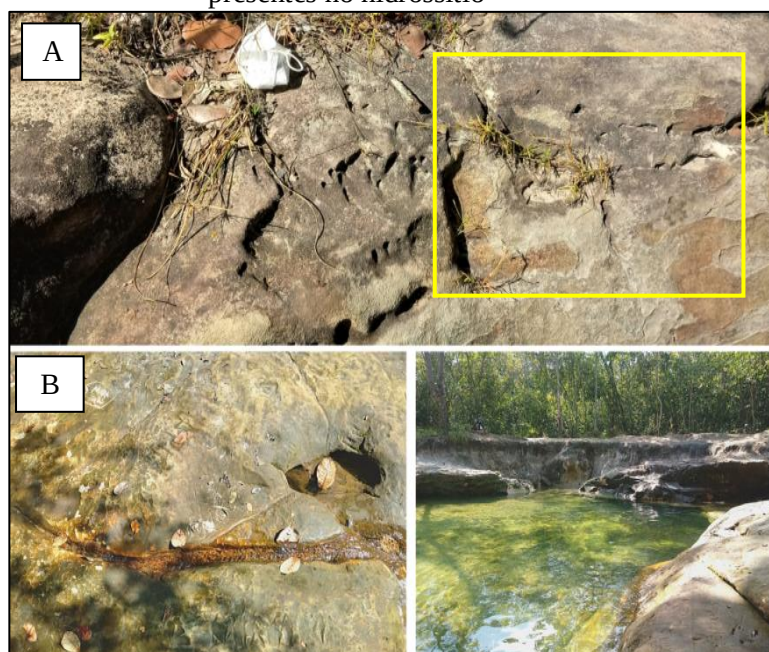
Figura 17 - Fotografia do Hidrossítio Poço das Cunhãs, Piripiri, Piauí



Fonte: Os autores (2021).

O local tem como uso atual o turístico e agrícola nas adjacências. É possível destacar que o sítio tem potencial para outros tipos turísticos (sol/banho, geoturismo, ecoturismo). Apresenta rochas do período Paleozóico em área da Formação Cabeças, com litologia terrígena (Figura 18).

Figura 18 - Fotografias mostrando afloramento rochoso e processos morfodinâmicos presentes no hidrossítio



A: Descamação da rocha em destaque amarelo; B: Pequenos sulcos de erosão na rocha e uma pequena marmitta. Fonte: Os autores (2021).

Os solos têm sua formação associada a materiais de natureza coluvial estando à erosão dos solos relacionada à atividade fluvial com formação de ravinas. O uso é turístico, com mata nativa no entorno. O potencial didático existente é direcionado ao público em geral, ensino fundamental e médio, que podem aprender sobre tipos de intemperismo, bacias hidrográficas e de cabeceiras, formas fluviais, tipos de solos e estratificação.

Quanto à qualificação geomorfológica, o local possui formas fluviais do tipo cachoeira e cascatas com depósitos fluviais em planície de inundação. Não apresenta feições de dissecação e residuais, apenas de deposição do tipo colúvio. Os processos morfodinâmicos aparentes são termoclastia e descamação, além daqueles derivados de ações pluviais (canelura, sulco de erosão) e de ações fluviais (como pode ser visto na Figura 18).

Com relação à hidrologia do sítio, o Poço das Cunhãs está localizado no Riacho Santo Antônio, que posteriormente recebe as águas do Riacho Macambira, desaguando no Rio dos Matos cuja bacia se encontra na “zona rural dos municípios de Batalha, Barras, Piracuruca, Brasileira, Piripiri, Lagoa de São Francisco e Pedro II” (Gomes, 2015). O sítio integra a Bacia Longá-Parnaíba e, por se tratar de um riacho de segunda ordem e que é alimentado por canais de primeira ordem, o entorno pode ser tratado como uma cabeceira de drenagem do Rio dos Matos.

Diante desse cenário, vale ressaltar que o potencial dos locais aqui identificados é restrito aos meses de janeiro, fevereiro, março e abril uma vez que há disponibilidade hídrica no referido município. Dessa forma, a sazonalidade de precipitação tem um papel importante sobre a dinâmica das bacias hidrográficas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do que foi visto no referencial deste trabalho, analisar o patrimônio hidrológico engloba uma série de patrimônios e elementos relacionados à água: à espetacularidade das cachoeiras, corredeiras e lagos; o valor medicinal da água; o valor ecológico de nascentes e locais particulares das bacias hidrográficas; o seu valor econômico de águas subterrâneas e superficiais e, atualmente seu valor científico.

A partir deste inventário conclui-se que o município de Piripiri é rico quando se fala em patrimônio hidrológico já que existem formas de erosão associadas aos cursos d'água como as cachoeiras, as cascatas/quedas d'água, possuindo também um rio represado que alterou a paisagem local e, por fim, as nascentes e olhos d'água associadas às bacias de cabeceira.

Ao todo foram identificados oito hidrossítios, estando sete deles inseridos na APA Serra da Ibiapaba, o que deve lhe conferir uma proteção legal. Vale frisar que o elemento água nesses locais contribuiu para importantes processos erosivos (marmitas, sulcos, panelas) nas rochas e solos desses hidrossítios.

Essas informações contribuem para constatar que além do potencial turístico desses lugares (recreação, sol/banho, apreciação) é possível utilizá-los do ponto de vista científico/didático para a realização de aulas de campo com estudantes do ensino básico ao superior, além do ensinar e conscientizar turistas sobre o que os elementos da Geodiversidade e da Geografia.

Por fim é necessária uma maior atenção por parte da gestão pública municipal (e até estadual) sobre a importância de se garantir um uso sustentável desse patrimônio natural e como ele pode contribuir com o desenvolvimento econômico do município e das comunidades locais.

Cabe ressaltar a necessidade de investimentos na infraestrutura desses locais através de melhores acessos (vias carroçáveis de melhor qualidade e trilhas sinalizadas), proteção dos elementos naturais (rochas, mata ciliar) e informações sobre geodiversidade (objetivando a conscientização). Estas e outras ações por parte da gestão pública estará não só possibilitando um desenvolvimento econômico em bases sustentáveis, mas estará garantindo uma preservação da natureza para as próximas gerações.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, R. B. de; GOMES, J. R. de C. (org.). **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, estado do Piauí: diagnóstico do município de Piripiri**. Fortaleza: CPRM, 2004. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/handle/doc/16395>. Acesso em: 20 jan. 2023.

AMORIM, J. C. P. de; AQUINO, C. M. S. de; SILVA, H. V. M. da; AQUINO, R. P. de. Inventory and geomorphological qualification of geodiversity of the municipality of Piripiri-Piauí / Inventariação e qualificação geomorfológica da geodiversidade do município de Piripiri-Piauí. **William Morris Davis - Revista de Geomorfologia**, [S. l.], v. 3, n. 2, p. 1–40, 2022. V.3, n. 2. 2022.. Disponível em: <https://williammorrisdavis.uvanet.br/index.php/revistageomorfologia/article/view/193>. Acesso em: 26 jan. 2023.

ARAÚJO, I. G. D. de. **Geomorfodiversidade da zona costeira de Icapuí, Ceará**: definindo geomorfossítios pelos valores científico e estético. 2021. Dissertação (Mestrado em Geografia - Ceres) - Centro de Ensino Superior do Seridó, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/32871>. Acesso em: 20. jan. 2023.

AZEVEDO, I. S.; RODRIGUES, M. L. Nascentes cárnicas do Maciço Calcário Estremenho Inventariação, classificação e avaliação. Lisboa, **Geonovas**, [S. l.], v. 28, p. 207- 220, 2015.

Disponível em:
https://www.researchgate.net/publication/294943614_Nascentes_carsicas_do_Macico_Calcario_Estremenho_Inventariacao_classificacao_e_avaliacao. Acesso em: 10 jan. 2024.

BASTOS, F. de H.; MAIA, R. P.; CORDEIRO, A. M. N. C. **Geomorfologia**, Fortaleza: EdUECE, 2015. 138 p.: il. ; 20,0cm x 25,5cm. I. Maia, Rubson Pinheiro. II. Cordeiro, Abner Monteiro Nunes. Disponível em:
<https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/432890/2/Livro%20Geografia%20-%20Geomorfologia.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2023.

BENTO, L. C. M., BRITO, A. L., SEVERINO, E. A. S., JUNIOR, I. B. S., LISBOA, ANDRADE, R.; V.C. S. Metodologias de avaliação do patrimônio Geomorfológico com vistas ao seu aproveitamento Geoturístico – um estudo aplicado às quedas d’água do município de Indianópolis (Minas Gerais – Brasil). **Rev. Bras. Geomorf. (Online)**, São Paulo, v.18, n.3, p.657-670, Jul./Set. 2017. Disponível em:
<https://pdfs.semanticscholar.org/9860/48ceb950999338de38aea973b310f53c5f50.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2024.

BRILHA, J. B. R. **Patrimônio geológico e geoconservação**: a conservação da natureza na sua vertente geológica. Braga: Palimage, 2005. Disponível em:
http://www.dct.uminho.pt/docentes/pdfs/jb_livro.pdf. Acesso em: 20 jan. 2023.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS. **Açude Caldeirão**. Disponível em: <https://www.dnocs.gov.br/barragens/caldeirao/caldeirao.htm>. Acesso: 23 set. de 2019.

FOLETO, E. M.; COSTA, F. S. Metodologia para classificação de hidrossítios: rio Selho, no Concelho de Guimarães, distrito de Braga, Portugal. **Geosp**, [S. l.], v. 25, n. 1, p. 1-24, 2021. ISSN 2179-0892. Disponível em:
<https://www.revistas.usp.br/geosp/article/view/172586/170759>. Acesso em: 10 jan. 2024.

GOMES, É. R. **Diagnóstico e avaliação ambiental das nascentes da Serra dos Matões, município de Pedro II, Piauí**. 2015. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2015. Disponível em:
<https://hdl.handle.net/11449/139401> .Acesso em: 20 jan. 2023.

PEREIRA, L. S.; CUNHA, L.; THEODORO, J. Um Olhar sobre o Patrimônio Hidrológico do Município de João Pessoa, Paraíba, Nordeste do Brasil. In: NUNES, A.; MOREIRA, C. O.; PAIVA, I. R.; CUNHA, L. S. da. (org.). **Territórios de Água/Water Territories**. 1ed. Coimbra: CEGOT - Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território/F. de Letras da Univ. de Coimbra, 2016, v. Único, p. 294-305. Disponível em:
https://www.researchgate.net/publication/309787994_um_olhar_sore_o_patrimonio_hidrologi_codomuniciopiodejoaopessoaparaibanordestedobrasil. Acesso em: 20 jan. 2023.

RODRIGUES, M. L.; FONSECA, A. A valorização do Geopatrimônio no desenvolvimento sustentável de áreas rurais. In: COLÓQUIO IBERICO DE ESTUDOS RURAIS, 7. 2008, Coimbra. **Anais** [...]. Coimbra, Portugal, 2008. Disponível em:
http://www.sper.pt/oldsite/actas7cier/PFD/Tema%20II/2_14.pdf. Acesso em: 20 jan. 2023.

RODRIGUES, M. L. Importância do patrimônio hidrológico para o geopatrimônio e o geoturismo. In: **Água e Território**: um tributo a Catarina Ramos. Lisboa: Centro de Estudos Geográficos, IGOT, Universidade de Lisboa. p. 269-278. 2019. Disponível em:
https://www.researchgate.net/publication/334770590_Importancia_do_Patrimonio_Hidrologi

co_para_o_Geopatrimonio_e_o_Geoturismo_Hydrological_Heritage_importance_for_Geoheritage_and_Geotourism. Acesso em: 20 Jan. 2023

SILVA; H. V. M. da. Geodiversidade, avaliação e classificação de hidrossítio: aplicação no segmento do Parque Ambiental Encontro dos Rios, Teresina, Piauí, Brasil. *In*: PONTE, M. L. da; WENCESLAU, E. C. (org.). **Sustentabilidade: conceito articulador de saberes e práticas**. São José do Rio Preto, SP: Reconecta Soluções, 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/361729989_geodiversidade_avaliacao_e_classificacao_de_hidrossitio_aplicacao_no_segmento_do_parque_ambiental_encontro_dos_rios_teresina_piaui_brasil. Acesso em: 10 jan. 2024.

TERRITÓRIO E TERRITORIALIDADE NO CASSIPORÉ, OIAPOQUE/AP

Ivanildo Luciano Da **Luz**
Mestre em Geografia do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal
do Amapá
E-mail: luzivanildo@gmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0009-0002-1683-2947>

Daguinete Maria Chaves **BRITO**
Docente do Programa de pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Amapá
E-mail: dagnete@uol.com.br
Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9856-4290>

Recebido
Agosto de 2024

Aceito
Agosto de 2025

Publicado
Dezembro de 2025

Resumo: O propósito da pesquisa que subsidiou este artigo foi analisar as características socioterritoriais e socioeconômicas do distrito de Vila Velha do Cassiporé, localizado no município de Oiapoque, no Amapá. Os comunitários possuem, pelo menos, cinco séculos de ocupação e dinamicamente constroem relações com povoados, localidades e comunidades ribeirinhas e indígenas e são reconhecidos como Comunidade Remanescente de Quilombo; constituem um Projeto de Assentamento de Reforma Agrária; estão assentados sobre área com vários vestígios arqueológicos e se localizam na área de entorno do Parque Nacional do Cabo Orange e próximo a Terra Indígena Uaça, tornando-a uma área com gestão e manejo específicos. Como objetivo da pesquisa buscou ‘Analisar a formação do território e da territorialidade na comunidade de Vila Velha do Cassiporé’. Como resultado, infere-se que a comunidade não dispõe de assistência governamental, o que traz como principais consequências o abandono socioterritorial da população, desencadeando em processo intenso de emigração e reduzida qualidade de vida.

Palavras-chave: População Tradicional; Áreas protegidas; Cultura.

TERRITORY AND TERRITORIALITY IN CASSIPORÉ, OIAPOQUE/AP

Abstract: The purpose of the research that supported this article was to analyze the socioterritorial and socioeconomic characteristics of the district of Vila Velha do Cassiporé, located in the municipality of Oiapoque, in Amapá. The community members have at least five centuries of occupation and dynamically build relationships with villages, localities and riverside and indigenous communities and are recognized as the Remaining Quilombo Community; constitute an Agrarian Reform Settlement Project; they are settled on an area with several archaeological remains and are located in the area surrounding the Cabo Orange National Park and close to the Uaçá Indigenous Land, making it an area with specific management and management. The objective of the research was to 'Analyze the formation of territory and territoriality in the community of Vila Velha do Cassiporé'. As a result, it is inferred that the community does not have government assistance, which has as its main consequences the socio-territorial abandonment of the population, triggering an intense process of emigration and reduced quality of life.

Keywords: Traditional Population; Protected Areas; Culture.

TERRITOIRE ET TERRITORIALITÉ À CASSIPORÉ, OIAPOQUE/AP

Résumé: L'objectif de la recherche qui a soutenu cet article était d'analyser les caractéristiques socioterritoriales et socioéconomiques du district de Vila Velha do Cassiporé, situé dans la municipalité d'Oiapoque, dans l'Amapá. Les membres de la communauté ont au moins cinq siècles d'occupation et établissent des relations dynamiques avec les villages, les localités et les communautés riveraines et autochtones et sont reconnus comme la communauté Quilombo restante ; constituer un projet de réforme agraire ; ils sont installés sur une zone avec plusieurs vestiges archéologiques et sont situés dans la zone entourant le parc national de Cabo Orange et à proximité de la terre indigène Uaçá, ce qui en fait une zone avec une gestion et une gestion spécifiques. L'objectif de la recherche était d'« analyser la formation du territoire et de la territorialité dans la communauté de Vila Velha do Cassiporé ». En conséquence, on en déduit que la communauté ne bénéficie pas de l'aide gouvernementale, ce qui a pour principales conséquences l'abandon socio-territorial de la population, déclenchant un processus intense d'émigration et une diminution de la qualité de vie.

Mots-clés: population traditionnelle; aires protégées; culture.

INTRODUÇÃO

A região onde se encontra o distrito de Vila Velha do Cassiporé por longo período foi palco de disputas pelo domínio territorial. Entre 1700 e 1900 houve o entrevero entre Portugal/Brasil (colônia/independente) e França, conhecido na literatura e na história brasileira como a 'Questão do Amapá' ou 'Entrevero Amapaense' e foi o penúltimo limite a ser definido do Brasil, em 1900, com base no Laudo de Berna ou Laudo Suíço (Brito; Palhares; Farias, 2020).

Mesmo com a resolução do litígio franco-brasileiro, desde o final do século XIX, percebe-se que a população do Cassiporé não conquistou avanços significativos nas condições

de desenvolvimento social e econômico, embora tenha passado por alguns momentos de crescimento econômico, especialmente quando, a ocorrência de exploração de ouro na região era atividade preponderante na sua socioeconomia.

Vila Velha do Cassiporé viveu ciclos de apogeu econômicos no comércio e ocupação, especialmente nos ciclos do ouro entre 1890 e 1893 e 1980 e 1995 (Lima; Jucá, 2015). Entretanto, esse dinamismo foi inferior a outros locais, onde a gestão pública se instalou com maior eficiência. As consequências da falta de políticas públicas na região do Cassiporé promoveram a estagnação e o atraso socioeconômico e nas últimas décadas o elevado índice de emigração, que influencia na deterioração de construções antigas e no baixo índice populacional, característica de locais de repulsas sociais, não atraente para jovens que na medida do possível migram em busca de melhores condições de vida.

Atualmente o distrito de Vila Velha do Cassiporé é habitado por um grupo de famílias que têm o reconhecimento como Comunidade Remanescente de Quilombo (CRQ); constitui um Projeto de Assentamento de Reforma Agrária; está assentada sobre uma área com vários vestígios arqueológicos, se localiza na área de entorno do Parque Nacional (PARNA) do Cabo Orange e próximo a Terra Indígena Uaçá, tornando-a uma área com gestão e manejo específicos.

Com base neste cenário, questiona-se: Como a população de Vila Velha do Cassiporé, no município de Oiapoque/AP, vem construindo seu território e sua territorialidade e quais suas perspectivas de desenvolvimento socioeconômico e sustentabilidade socioambiental obedecendo às limitações impostas pelas legislações de proteção de áreas? Com base nesta problemática, estruturou-se como objetivo geral: ‘Analisar a formação do território e da territorialidade na comunidade de Vila Velha do Cassiporé’.

A expressão território comumente designa determinada porção do espaço delimitada por relações de posse, soberania e poder. O termo território vem do latim *territorium*, expressão que se referia a uma terra delimitada ou sob dada jurisdição administrativa. Assim, o termo território se constrói pela adição à terra do sufixo *torium*, que designa o lugar como: dormitório, lugar de dormir, lugar da terra e pedaço de terra apropriada. Na acepção mais antiga significa uma porção delimitada da superfície terrestre (Haesbaert, 2007), ou seja,

Desde a origem, o território nasce com uma dupla conotação, material e simbólica, pois etimologicamente aparece tão próximo de terra-territorium quanto de terreo-territor (terror, aterrorizar), ou seja, tem a ver com dominação

(jurídico-política) da terra e com a inspiração do terror, do medo – especialmente para aqueles que, com esta dominação, ficam alijados da terra, ou no ‘territorium’ são impedidos de entrar. Ao mesmo tempo, por extensão, podemos dizer que, para aqueles que têm o privilégio de usufruí-lo, o território inspira a identificação (positiva) e a efetiva “apropriação” (Haesbaert, 2007, s.p.).

Neste contexto, a noção de território é oferecer chances de inclusão do particular no global, pelas oportunidades de desenvolvimento de potencialidades locais e regionais que as valorizam e lhes fornecem visibilidade. A partir deste cenário, “a noção de território apresenta controvérsias porque amplifica nosso olhar e diversifica as possibilidades de compreender, sistematizar e modificar a realidade complexa” (Haesbaert, 2007, p. 20).

Quanto a definição de territorialidade, pode-se inferir que são as relações que se encontram em um território e estão sujeitas à sua gestão, pode ser definida, também, como o próprio conteúdo do território e suas relações sociais cotidianas que oferecem sentido, valor e função aos objetos espaciais, como as relações socioeconômicas e ambientais que a população do distrito de Vila Velha do Cassiporé desenvolve. Considerando este aspecto e autores que discutem este tema, pode-se concluir que a territorialidade é o espaço geográfico apropriado por relações de poder, ou seja, quando uma pessoa ou uma organização exerce o domínio ou o poder sobre determinada área, esta área passa a ser o seu território.

Em síntese, a territorialidade envolve as relações sociais e as atividades diárias que os humanos têm com o ambiente. Territorialidade é uma categoria de análise da geografia que deriva de território, uma zona ou região que estabelece uma jurisdição, pertence a um determinado Estado ou serve como campo de ação. Neste sentido, ratifica-se as relações ocorridas no espaço e outros sujeitos que estão intimamente ligados à organização do espaço com a territorialidade (Becker, 2001), isto é, a organização do espaço em diferentes territórios.

A abordagem teórica-metodológica para a execução da pesquisa priorizou o enfoque qualitativo, com a finalidade de subsidiar e responder às indagações da pesquisa, além de auxiliar nas discussões e análises dos resultados. A pesquisa utilizou, também, o método quantitativo, baseando-se em dados públicos e informações verbais e visuais, coletados de maneira sistemática nas pesquisas em campo.

Para o construto teórico-metodológico da pesquisa foi considerada a abordagem qualitativa. Pois, é o momento em que se apropria do universo de significados, que supre as exigências de responder diferentes momentos da pesquisa e corroborar nas discussões e nos resultados do estudo. Condição que não eliminou a importância e alcance da pesquisa

quantitativa. Neste sentido, foi necessário a comunicação e percepção nos processos de coleta e análises dos dados para se obter resultados confiáveis (Sampieri; Collado; Lucio, 2006).

Na abordagem qualitativa, utilizou-se levantamentos bibliográficos em livros, teses, dissertações e artigos científicos consultados nas plataformas de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e Google acadêmico, além de pesquisa documental, em especial, a legislação federal.

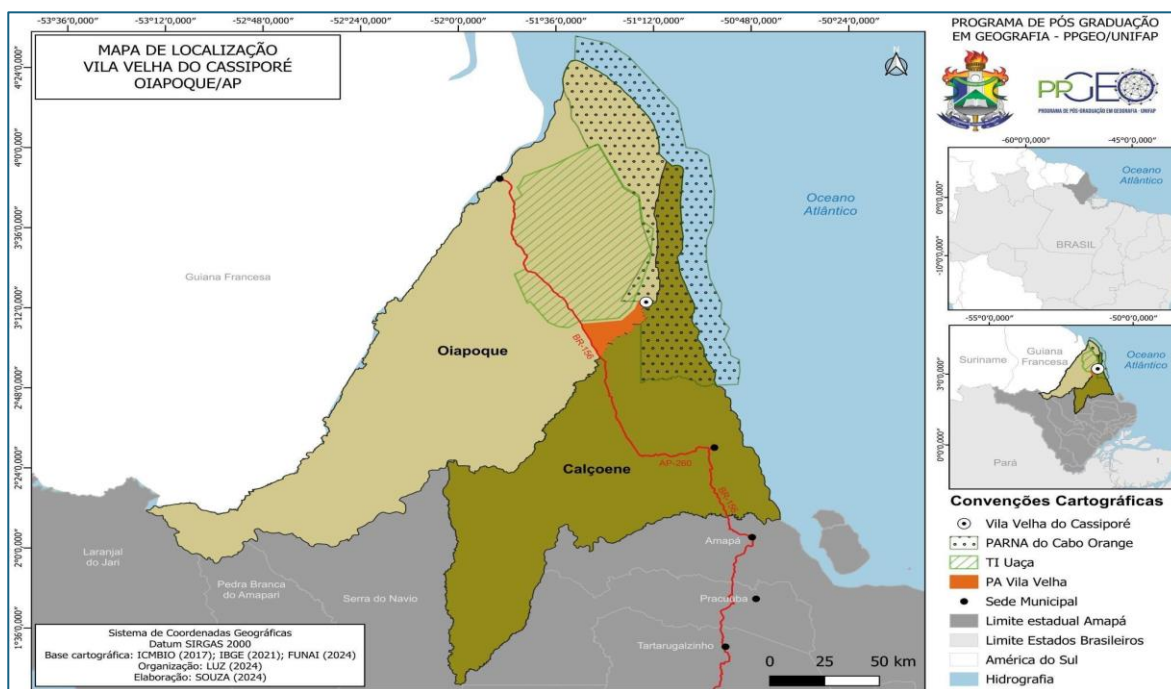
A pesquisa em campo foi executada em acordo com os critérios éticos, previstos nas Resoluções do Conselho Nacional de Saúde (CNS) nº 466/2012, 510/2016 e complementares. Assim, para a realização desta etapa foi necessário submeter o projeto ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), da Universidade Federal do Amapá (UNIFAP), o qual foi aprovado de acordo com o Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (CAAE) nº 74080323.1.0000.0003. A coleta de dados em campo ocorreu por meio da aplicação de questionário, mediante assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

VILA VELHA DO CASSIPORÉ E SUA DINÂMICA TERRITORIAL

O distrito de Vila Velha do Cassiporé (Figura 1) pertence politicamente ao município de Oiapoque/AP, mas, localiza-se no limite do município de Calçoene/AP. Oiapoque faz fronteira internacional com o Departamento Ultramarino da Guiana Francesa, tendo como divisor o rio Oiapoque. Esta especificidade proporciona à área condição geopolítica importante, pois as faixas de fronteiras internacionais apresentam dinamicidade diferenciada do restante do território. Assim, sua gestão deve ser, também, distinta.

A comunidade de Vila Velha do Cassiporé, como mostra o mapa da Figura 01, está situada na parte nordeste do projeto de assentamento de Vila Velha do Cassiporé, que é limitado a sudoeste pela principal via de acesso do estado, a BR-156. Devido a esta especificidade e as dificuldades de acesso à comunidade principal, vários moradores se deslocaram e formaram a comunidade denominada de Vila Primeiro do Cassiporé, estruturada no cruzamento da BR-156 com um afluente da margem esquerda do rio Cassiporé. Os moradores desta vila justificam a sua fundação pelo fato de apresentar maior mobilidade devido ao fluxo facilitado pela rodovia que liga a sede do município de Oiapoque à capital do Estado, além de ser via de acesso a outros municípios.

Figura 1 – Mapa de localização da Vila Velha do Cassiporé, Oiapoque/AP



Fonte: ICMBIO (2017); IBGE (2021); FUNAI (2024); Organização Luz (2024), Elaboração Souza (2024).

Vila Velha do Cassiporé está ambientada há vários séculos em uma porção de terra firme às margens esquerda do rio Cassiporé. Seu território faz limites com o PARNA do Cabo Orange e está próximo a Terra Indígena Uaçá. A relação dos comunitários com essas áreas são intensas, seja por meio de conflitos por uso do território ou para a comercialização de produtos.

No que concerne às características da comunidade, pode-se destacar, que as famílias estão assentadas sobre uma área com vestígios arqueológicos, significando que este patrimônio deve ser protegido, preservado e conservado. É, também, uma comunidade que desenvolve suas atividades socioeconômicas há vários séculos na mesma área, isto é, tem uma historicidade importante no contexto da territorialidade amapaense.

Na Figura 01 é possível identificar a comunidade principal do distrito de Vila Velha do Cassiporé, que, também, é uma CRQ e um sítio arqueológico; o Projeto de Assentamento de Reforma Agrária Vila Velha do Cassiporé; o PARNA do Cabo Orange e a Terra Indígena Uaçá. A área é rica em biodiversidade e em recursos hídricos, com lagos e rios importantes para as comunidades locais, no que concerne ao deslocamento e fornecimento da ictiofauna para a alimentação e comercialização, além de apresentar campos alagados, floresta de terra firme e diversidade da fauna amazônica.

CONTEXTUALIZAÇÃO DE VILA VELHA DO CASSIPORÉ

A comunidade de Vila Velha do Cassiporé foi elevada ao posto de distrito do município de Oiapoque, pela Lei Federal nº 1.503, de 15 de dezembro de 1951, que fixa a divisão administrativa e judiciária do Território Federal do Amapá, para o quinquênio de 1949/1953. Localizado na margem esquerda no médio rio Cassiporé, no limite com o município de Calçoene, no estado do Amapá. O rio Cassiporé nasce na Serra Lombarda, centro-norte do estado e deságua no oceano Atlântico, no seu percurso segue em direção a nordeste do estado, no curso médio, margeia o rio Cunani, segue margeando o oceano atlântico por aproximadamente 70 km até desaguar. Portanto, é um rio que pertence inteiramente a bacia independente do Amapá.

A ocupação da região remonta ao passado pré-Colombiano, era habitado por ameríndios e a existência de sítios arqueológicos, descobertos a mais de sete décadas, demonstram essa condição. Exploradores da costa amapaense, em 1596, produziram um relatório sistemático apontando a geografia da região, os produtos naturais e a população local. Nos relatos dos exploradores consta a presença de indígenas que chamaram de ‘província de Maraviena’ entre o rio Cassiporé e Uaçá-Urucaú (Hilbert, 1957).

Em 1604, Robert Harcourt indicou a localização da ‘província Marownia’ que era ocupada por indígenas a direita do rio Oiapoque, que antecede ao povo Palikur mencionados por Vicente Pinzon, em 1511, denominando de ‘província Palicura’, na região da costa norte da foz do Amazonas. Posteriormente, em 1652, o padre Antoine Biet indicou como ocupantes das terras entre o rio Amapá e Uaçá os Palikur (Hilbert, 1957).

Ainda em 1604, Charles Leigh fundou a companhia holandês-inglês no rio Oiapoque que favoreceu a ampliação de contatos com a população local e o comércio nas áreas circunvizinhas. Essa região atraiu chineses (que se estabeleceram no rio Uaçá), árabes e franceses para a região do Cassiporé, proporcionando a expansão comercial na região, sendo um lugar de intensa movimentação humana, conflitos territoriais e comércio entre povos distintos. Essas narrativas são comprovadas a partir das descobertas de cerâmicas, utensílios, Igaçabas e ‘muiraquitã’ em urnas funerárias, principalmente da fase Aristé (Hilbert, 1957).

Porém, a origem da sedentarização populacional de Vila Velha do Cassiporé se deu a partir das incursões de mercadores franceses e das missões religiosas ibéricas que aconteceram na área. A primeira missão religiosa que chegou ao Cassiporé foi a dos padres franciscanos, em 1618. Os religiosos vieram catequizar os indígenas caraíbas, os povos autóctones desse território (Gomes, 1999). A respeito da formação territorial da Vila Velha do Cassiporé o autor

afirma que “A formação da Vila do Cassiporé remonta em sua fundação datada à época da instalação de missões religiosas na Há, onde alguns Frades Franciscanos do Pará, no início do ano de 1618, século XVII, organizaram visitas e fundaram a vila” (Gomes, 2007, s. p.).

Muitos povos indígenas como Emerillon (emerinhosn - habitavam a bacia do rio Oiapoque na margem esquerda) e Oiampí (Wajãpi – que atualmente ocupa vasta área, desde o centro do Amapá, Oeste do Pará a Guiana Francesa) emigraram do lado sul do Oiapoque para o lado norte empurrados pelos colonizadores portugueses, porém há registros que mais tarde fizeram aliança com os europeus e ajudaram nas caçadas de escravos. As principais vítimas foram as tribos do grupo Karíb (Evans, 1950 apud Hilbert, 1957).

Por outro lado, na região da Guiana Francesa a escravidão foi adotada até 1794, sendo revogada durante a Revolução Francesa, mas voltou a ser estabelecida em 1804, por Napoleão Bonaparte, durante a invasão à Portugal. A abolição definitiva foi assinada em 1848. Muitos homens livres saíram em busca por locais para habitação, acelerando a migração entre povos dos dois lados da fronteira, quando ocorre a exploração de ouro na região do Cassiporé (Soares, 1995).

Com a declaração da Independência do Brasil, em 1822, diversos grupos, ainda favoráveis à manutenção da colônia, permaneciam na região da província do Grão-Pará. A população local, auxiliada pela elite, começou então a promover diversas ações na tentativa de expulsar os revolucionários portugueses, o que provocou a revolta da Cabanagem, entre 1835 e 1840. Os Cabanos se insurgiram contra o domínio político e econômico na região, provocando o conflito regional, abrangendo, também, a região do extremo norte da Amazônia brasileira (atual Amapá), que naquele período fazia parte do estado do Pará (Soares, 1995).

Parte dos perdedores do conflito fugiram e se estabelecer às margens do rio Cassiporé, corroborado pelas alianças com os franceses que, em 1840, construíram um forte na margem direita do rio Oiapoque, para proteger a Guiana Francesa da agitação e por vezes da violência decorrente da revolta da Cabanagem. Tal conflito ocasionou instabilidade política na região, oportunidade em que os franceses aproveitaram para implantar uma guarnição militar no Lago dos Bagres (município do Amapá). A aliança dos Cabanos com os franceses foi duramente combatida pelas forças imperiais, pois seria um perigo para alavancar o movimento em toda região (Zaghetto, 2019).

No período da revolta, Vila Velha do Cassiporé era um lugar muito próspero, estava posicionada no caminho por onde garimpeiros acessaram as minas de ouro nos rios da região. Condição que oportunizou que inúmeros comerciantes fornecessem suprimentos a essa

população. Partes dos estabelecimentos comerciais eram de propriedade de franceses que atuavam na região fazendo intercâmbio comercial, especialmente de alimentos, vestuários e bebidas, além da compra de ouro que era levado para a cidade de Caiena, na Guiana Francesa. Mas o ouro, também, era exportado clandestinamente para a Europa (Soares, 1995).

Neste contexto, os moradores estabeleceram relações com mercadores de várias nacionalidades que dinamizaram o território, pois havia o trânsito entre os colonizadores que pleiteavam a posse da região, fato que ocorreu no mesmo período que outros centros amazônicos, como: Caine, Macapá, São Luís e Belém, tinham as mesmas condições de importância na ocupação territorial da Amazônia.

Por muitos anos a região do Cassiporé foi próspera, entretanto, com a resolução do conflito territorial franco brasileiro, em 01 de dezembro de 1900, (momento do reconhecimento oficial do Laudo Suíço), os estrangeiros da Vila Velha do Cassiporé emigraram, ficando apenas a população local, paraenses refugiados da cabanagem, descendentes de indígenas e trabalhadores do garimpo. A partir daquele período, diminuíram, significativamente, a população local, o fluxo de pessoas e as atividades comerciais em Vila Velha do Cassiporé (Granato, 2009).

O momento de retomada na dinâmica local ocorreu com a criação, nessa região, do município de Oiapoque Lei nº 7.578, de 23 de maio de 1945. Com a instituição do município, o governador do Pará nomeou o primeiro prefeito do Oiapoque, Amadeu Bulamarque Simões. Morador e conhecedor da região e já exercia a função de chefe telegrafista e radiofonia, além de prestar assistências nas usinas termelétricas de várias localidades, inclusive de Vila Velha do Cassiporé (Zaghetto, 2019).

Em 1949, quando o Amapá já tinha sido transformado em território (1943), Roque Pennafort foi nomeado prefeito de Oiapoque e seu filho, Hélio Pennafort, passou a exercer a função de Secretário do município, mas também, desempenhava o posto de radiotelegrafista em Vila Velha do Cassiporé. A partir deste momento a comunidade, por meio da gestão municipal e do governo do Território Federal do Amapá (TFA), acessou benfeitorias estruturantes, construindo e melhorando as já existentes, como: escola e posto de saúde, mas também, a construção de vilas de casas, campo de futebol e pista de pouso para pequenas aeronaves. Neste período a comunidade passou a integrar o sistema de comunicação por meio do telégrafo (Zaghetto, 2019).

O prefeito e o secretário de Oiapoque, costumeiramente, vistoriavam os serviços e até operavam máquinas e trator de esteira, buscavam, assim, interagir com os moradores da

comunidade e destacavam a importância da região para o desenvolvimento do município. Politicamente o prefeito mantinha boas relações com o governador do território (Janary Gentil Nunes) e ocasionalmente o levava para inaugurações e festejos na comunidade (Zaghetto, 2019).

Com relação às atividades econômicas, a região permanecia tendo como maior destaque, a garimpagem de ouro, ou seja, a população local sempre foi relativamente ligada a economia da extração aurífera, que foi facilitada pela mobilidade de brasileiros entre os territórios da França (Guiana Francesa) e do Brasil (Amapá). Na região do Cassiporé a principal reserva de ouro ocorre nas imediações da vila do Lourenço, em Calçoene e em menor escala, em outros rios da região. Entretanto, essas áreas de exploração são acessadas, geralmente, pelo rio Cassiporé (Costa; Lima, 2021).

Na década de 1980, com novas descobertas e mecanização da extração, houve o pico de aceleração da emigração para as minas. Mais de cinco mil homens trabalhavam nas áreas auríferas dos municípios de Oiapoque e Calçoene, neste período, entre 1984 e 1994, a região abrigou as empresas de mineração, Novo Astro e Yukio Yoshdome, que aproveitaram o conhecimento tradicional dos garimpeiros para exploração do ouro e aferir alta lucratividade (Costa; Lima, 2021).

Neste período da história, segundo informações colhidas em campos, a região atraiu volume expressivo de mão de obra, o que se tornou um marco da mineração de ouro no Amapá, porém, gerando impactos socioambientais inerentes à estas atividades. Entretanto, o distrito de Vila Velha do Cassiporé foi influenciado diretamente por este processo, com aumento populacional e dinamização socioeconômica. O período do auge da mineração tornou a comunidade próspera novamente.

ÁREAS PROTEGIDAS EM VILA VELHA DO CASSIPORÉ

Atualmente um aspecto importante da população do distrito é sua condição como comunidade autenticada como Remanescente de Quilombo. Em 30 de dezembro de 2015, a Fundação Cultural Palmares (FCP) emitiu a Portaria nº 201 que dentre outras determinações, certificou Vila Velha do Cassiporé como CRQ. A certificação foi emitida após reivindicação de um grupo de famílias que se autodeclararam descendentes de populações refugiadas em quilombos. Embora, essa condição não seja consenso entre os comunitários de Vila Velha do Cassiporé.

O processo de certificação ocorreu conforme determina o Decreto nº 4.887, de 20 de novembro de 2003, da Presidência da República, que regulamenta o Artigo 68 do Ato das Disposições Constitucionais Transitórias (ADCT), da Constituição da República Federativa do Brasil (CRFB), de 1988. Este decreto delibera os procedimentos para identificação, reconhecimento, delimitação, demarcação e titulação das terras ocupadas por populações remanescentes de quilombo.

Outra condição da comunidade de Vila Velha do Cassiporé é que em seu território, também, foram encontrados artefatos arqueológicos. Segundo pesquisas realizadas com financiamento do ItaúCultural, a comunidade guarda em seu solo, próximo à margem do rio Cassiporé, objetos arqueológicos, como vasilhas de cerâmicas que eram utilizadas em sepultamentos, além de machados de rocha polida e guizos de cobre. Os materiais encontrados ainda não foram datados, porém é consenso entre os pesquisadores, que são de períodos anteriores à colonização brasileira (ItaúCultural, 2021).

Os objetos encontrados na área, segundo as pesquisas, atestam a presença de populações na região antes da chegada dos europeus e a partir de estudos podem revelar como as pessoas viviam naquele território. Entretanto, esse patrimônio não está sendo protegido e preservado pelo poder público, em especial, pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), ao contrário, segundo informações dos moradores estão ocorrendo escavações ilegais e destruição do patrimônio.

Também, em Vila Velha do Cassiporé foi constituído um projeto de assentamento de reforma agrária, instituído pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), em 27 de dezembro de 1999, e compreende um conjunto de unidades agrícolas que foram destinadas às famílias de agricultores que já residiam no distrito e não tinham o título de posse da terra (INCRA, 2019). Neste sentido, o objetivo principal da criação do assentamento foi fomentar a agricultura local, vislumbrou-se a perspectiva de uso dos recursos naturais no assentamento rural e a manutenção do próprio modo de vida, com especificidades nos traços culturais, crenças, práticas de trabalho e produção.

O assentamento tem área de 28.000 ha e capacidade de assentar 170 famílias em lotes com tamanho médio de 165 ha, porém, somente foram assentadas 146 famílias. Em 2019, a taxa de ocupação era de 87,67%. No tocante ao corte raso da floresta existem 770,20 ha sendo utilizado para agricultura e pastagem, indicando que o desmatamento ocorreu em 2,75% da área do assentamento (INCRA, 2019).

Outra característica importante do distrito de Vila Velha do Cassiporé é ser ambientado no entorno do PARNA do Cabo Orange (Figura 01). Neste sentido, a gestão e manejo da unidade de conservação (UC) coloca a comunidade como uma área de gestão especial, como determina a Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que regulamentou o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da CRFB/1988 e instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC). A Lei determinou que na zona de amortecimento das UC, ou seja, nas áreas ao seu entorno “as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a unidade” (Brasil, Lei nº 9.985/2000, Art, 2º, Inciso XVIII).

O PARNA do Cabo Orange é uma UC integrante do grupo de proteção integral, gerida pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), foi a primeira unidade criada no Amapá, em 1980, com área de 619.000 ha e tem como objetivo proteger ambientes marinhos e costeiros. Com a instituição do parque, a comunidade de Vila Velha do Cassiporé perdeu parte de seu território, o que impactou diretamente a sobrevivência e a subsistência da população local. Em geral, os residentes desenvolvem, dentro da área do PARNA, atividades de subsistência como: pesca, caça e cultivo agrícola (ICMBio, 2011).

Com a criação da unidade, a dinâmica socioeconômica e ambiental da comunidade foi alterada, devido a fiscalização e a proibição imposta pelos órgãos públicos a quem adentrar a área. A partir de então, iniciou-se o processo de restrição aos moradores, com a finalidade assegurar o estabelecido nas legislações ambientais em especial as UC de proteção integral. É comum acontecerem conflitos entre a gestão do parque e os moradores de Vila Velha do Cassiporé, principalmente, com relação ao uso dos recursos naturais e das diversas regras que lhes são impostas (ICMBio, 2011).

Outra área legalmente protegida que matem vínculos com a população de Vila Velha do Cassiporé é a Terra Indígena Uaçá, fruto de esforços e organização dos povos Galibi-Marworno, em comum acordo com os Palikus e Karipunas que conseguiram por meio do Decreto nº 22 de fevereiro de 1991, a homologação da Terra Indígena Uaçá. A área possui 470.164 ha. Grande parte da sua extensão é coberta por águas, pois sua superfície consiste em rios e igarapés, lagos e áreas sujeitas à inundação sazonal. Na extensão norte em direção à foz dos rios Uaçá e Cassiporé há açais nativos e, onde recebem influência das marés, há predominância de manguezais (Vidal, 2016).

Na parte do médio rio Uaçá está situada a maior aldeia dos Galibi-Marworno, a Kumarumã, mesmo com infraestrutura de serviços e equipamentos públicos, nos últimos anos

várias famílias indígenas migraram e formaram novas aldeias (Paramwaka, Flama, Karibuene, Kaxiuahi, Tucuiui, Aruatu, Paraiko, Magi e Manaú) a montante do rio em relação a Kumarumã. A relação mais próxima dos indígenas com os comunitários de Vila Velha do Cassiporé é um caminho que parte da Aldeia Flama para a Santa Helena, que é utilizado, principalmente, nos períodos de estiagem prolongadas, quando se pode fazer o percurso de motocicleta.

Considerando todas as especificidades do distrito de Vila Velha do Cassiporé é possível deduzir que a população está sob a proteção de várias legislações, o que torna a área com várias restrições de uso, mas também, possibilita que a comunidade desenvolva atividades sustentáveis, tanto ambiental, como social. Neste sentido, a população local vive em um modelo socioeconômico com ênfase na produção agrícola familiar, no extrativismo vegetal de baixo impacto e na pesca artesanal.

Atualmente, de acordo com observações em campo e informações coletadas com os moradores, é possível inferir que existem movimentos em prol da elaboração de propostas de novos pactos sociais, baseados nas demandas políticas, econômicas e culturais dos comunitários, visando o desenvolvimento social, crescimento econômico e sustentabilidade ambiental. Há, também, mobilização das lideranças locais para que a comunidade possa ser abrangida com medidas mitigadoras e políticas integrativas como a ampliação de campanhas contra a violência infanto-juvenil, cursos para produção de objetos e alimentação, estímulos às atividades de economia doméstica para complementação de renda.

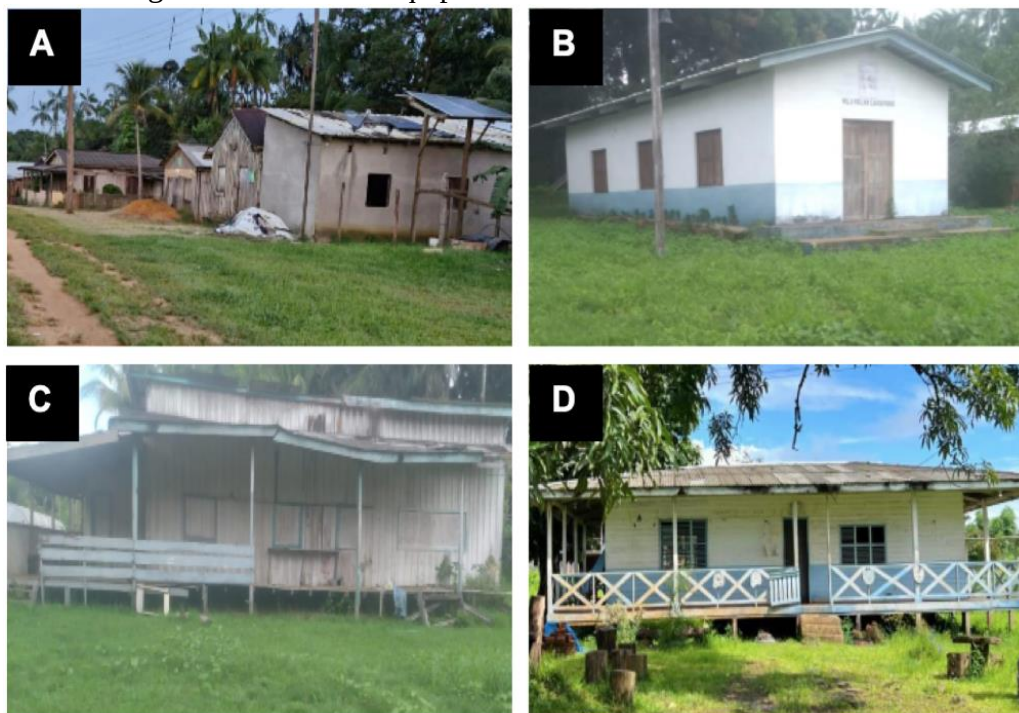
O AMBIENTE DE VILA VELHA DO CASSIPORÉ

Atualmente, com base nas informações coletadas no trabalho de campo, são residentes do distrito pouco mais de trezentas (300) pessoas, sendo a maioria adultos. A explicação deste panorama é que os jovens, com precário atendimento dos serviços públicos, como saúde e educação, migram para outros lugares, como as sedes dos municípios de Oiapoque, Calçoene e Macapá, além de se deslocarem para outros estados. Essa população que sai não perde os vínculos com a comunidade e voltam, esporadicamente, à sede do distrito.

Com a pesquisa em campo foi possível levantar, também, que várias estruturas estão abandonadas, como: residências e a igreja católica (que no passado era referência nos festejos religiosos, mas que com a ação do tempo e falta de manutenção, caiu e foi reconstruída há pouco tempo), ou em péssimas condições, como é o caso da escola municipal. Estas construções

se encontram em estado precário e muitas sem condições de uso pela população local, como mostra a Figura 2.

Figura 2 – Fotografias mostrando equipamentos comunitários da Vila Velha do Cassiporé



(A) Residências; (B) Igreja Católica; (C) Casa de hospedagem comunitária; (D) Escola municipal.

Fonte: Acervo dos autores (2024).

A Figura 2-A, mostra as residências em má conservação na comunidade, mas também, demonstra a disposição do núcleo da vila que segue arruamento desordenado, com assentamento das residências em terra firme e com relativo distanciamento da orla do rio, que é intensamente utilizada pelos comunitários como meio de deslocamento para suas atividades produtivas, como a agropecuária e o extrativismo. Entretanto, a maioria das casas estão próximas aos equipamentos públicos como: as escolas, o posto de saúde, o campo de futebol, a usina termoeletrica e a antiga pista de pouso de pequenas aeronaves, o que demonstra que o poder público ao planejar a infraestrutura da comunidade não atendeu as especificidades da comunidade que é ribeirinha.

A Figura 2-B expõe a igreja católica, tendo como padroeiro São José, que outrora havia novenas e arraiais em períodos festivos. Com ausência de manutenção o prédio foi se deteriorando e chegou a cair, consequentemente as famílias deixaram de fazer as comemorações católicas e o culto dominical. Recentemente pós-período pandêmico o padre da Paróquia de Oiapoque em parceria com algumas famílias (mesmo aquelas que não moram mais no lugar)

revitalizaram e construíram uma nova capela que eventualmente acontece missa quando ocorre a visita do padre à comunidade.

A Figura 2-C apresenta uma casa que foi residência e comércio de um ex-morador que não deixou herdeiros no lugar. Atualmente serve de apoio e hospedagem a visitantes e funciona, também, como centro comunitário, visto que a comunidade não dispõe de um prédio próprio e a Figura 2-D exibe a escola municipal que atende os primeiros segmentos da educação básica. Como a demanda de alunos é baixa, há professores que nucleiam por aproximação de ano e desenvolvimento dos alunos. São poucos professores, nem mesmo há corpo administrativo e pedagógico na escola.

A comunidade principal do distrito de Vila Velha do Cassiporé possui duas escolas do ensino básico, uma sob gestão do município (Figura 2-D), que de acordo com as pesquisas *in loco*, atende setenta alunos da pré-escola aos anos iniciais do ensino fundamental e conta com três professores. A escola é construída em madeiras, com pouca mobília e está em condições precárias. E outra, sob gestão do estado, foi reconstruída e inaugurada em 27 de abril de 2024 (Figura 3), onde estão matriculados oitenta alunos, sendo 43 dos anos finais do ensino fundamental e 37 do ensino médio.

Figura 3 – Fotografia da Escola Estadual da Vila Velha do Cassiporé



Fonte: <https://www.portal.ap.gov.br/noticia/2704> (2024).

A escola foi reconstruída a partir de uma ação pública que obrigou o governo do estado a recuperar a estrutura física da unidade educacional e estabelecer condições dos professores permanecerem na comunidade. Porém, de acordo com as pesquisas em campo, é possível inferir que a escola não funciona nas condições ideais, falta eletrificação, equipamentos mobiliários e corpo docente.

Esta situação dificulta e, em alguns casos, impede o acesso e a continuação da formação educacional dos jovens que moram em Vila Velha do Cassiporé. O deslocamento para as cidades nem sempre é possível, o acesso à universidade é prejudicado, mesmo com os jovens concluintes do ensino médio a capacidade competitiva na seleção é determinante e excludente em razão da baixa qualidade do ensino na comunidade.

Outro assunto importante neste estudo é a paisagem social da comunidade, que é composta de residências, essencialmente de madeira, porém, algumas em alvenaria. Com relação aos ambientes da casa, é comum a presença de pátio, sala e quartos. A cozinha é geralmente uma área livre (às vezes coberta de palha) nos fundos da residência, onde se encontra a mesa de refeição e serve como espaço para as reuniões familiares.

Neste contexto, foi possível observar, também, as condições infraestruturais das ruas, em especial a rua principal, que não receberam serviço de terraplanagem, o que dificulta o trânsito de pessoas e no período chuvoso cresce vegetação nas suas laterais e vários trechos ficam submersos. Outras vias, com destaque para as vias secundárias continuam constituindo verdadeiros caminhos, sem atenção do poder público. Não há serviços de roçagem ou capina (Figura 4).

Figura 4 – Fotografias mostrando arruamentos da Vila Velha do Cassiporé



(A) Via principal; (B) Via secundária.

Fonte: Acervo dos autores (2024).

A concentração populacional da comunidade tem ocorrido, fundamentalmente, na rua principal (Figura 4-A), com acesso direto ao ramal que liga a comunidade à BR-156. Nesta área é visível a construção e melhorias nas residências com material de melhor durabilidade e a presença de comércio de gêneros de primeira necessidade. A revitalização e construção de novas casas está ocorrendo na parte mais alta do terreno da comunidade, que tem solos argilosos

grossos, do tipo laterita, comumente chamada de piçarra. Na parte mais baixa em direção ao rio, há predominância de casas mais antigas, em madeira (Figura 04-B).

O ABANDONA DE VILA VELHA DO CASSIPORÉ

Outra característica da comunidade é o estado de abandono das infraestruturas, tendo como consequência o declínio demográfico (principalmente vinculado à qualidade da educação e da saúde) e o empobrecimento na dinamicidade socioeconômica da população. A partir das observações *in loco* e de informações coletadas com os moradores é possível inferir que as reduzidas estruturas públicas não melhoram as condições de vida dos comunitários, em especial, quanto ao fornecimento de energia elétrica (Figura 5), ou seja, o não funcionamento da iluminação pública e, por longo período, a falta de manutenção ou troca do gerador de energia trazem transtornos aos comunitários. Para minorar essas condições, em 27 de abril de 2024, o governo amapaense entregou um novo gerador de energia elétrica. Uma ação importante, mas chega com atraso significativo.

Figura 5 - Fotografias mostrando a presença de energia elétrica na Vila Velha do Cassiporé



(A) Iluminação pública; (B) Gerador de energia.

Fonte: (A) Acervo dos autores (2024); (B) Disponível em: <https://www.amapa.gov.br/noticia/2804/> (2024).

O serviço de iluminação é precário, ainda usam alguns postes de madeira e a fiação está em péssimas condições. Em período chuvoso e com ventanias é comum curtos-circuitos, causando danos e interrupções no fornecimento de energia elétrica nas residências. Outro problema relatado são árvores que interferem na rede elétrica por não há poda regular. A ausência de medidas de conservação dos equipamentos elétricos causa transtornos aos comunitários que veem a qualidade de vida deteriorando, ocasionando a intensificação do

processo de saída dos residentes. A eletricidade regular e permanente é imprescindível para o desenvolvimento da comunidade.

A comunidade é atendida pelo programa Luz para Todos, do governo federal, mas a escassez de combustível e a reduzida cota mensal de diesel disponibilizada pelo governo é insuficiente para as necessidades dos comunitários. Quando o motor apresenta defeitos a comunidade fica sem energia elétrica, motivo pelo qual, vários moradores possuem pequenos motores para gerar eletricidade em suas residências.

A união, em parceria com a Prefeitura Municipal de Oiapoque, implementou um pequeno sistema de energia fotovoltaica nas residências, composto de um kit/módulo dotado de duas placas solares, quatro baterias estacionárias e um inversor. No entanto, a baixa capacidade de geração e armazenamento não supre a demanda de uma família. Essa condição frustrou vários moradores que fizeram aquisição de eletrodomésticos.

As dificuldades em obter combustível são grandes, especialmente, devido às normas impostas pela legislação nacional (Decreto Presidencial, Agência Nacional de Transportes Terrestres - ANTT e Agência Nacional do Petróleo - ANP), que proíbem a circulação de combustível em transporte não adequado (ANTT, Resolução nº 5.998/2022; ANP, Portaria nº 251/2000; Brasil, Decreto nº 96.044/1988). Porém, não existe transporte regular de combustível para o distrito, assim, quando os moradores conseguem dispor de combustível, o custo do produto é elevado, razão que os motores nem sempre são ligados, reduzindo o conforto das famílias.

Outra dificuldade que afeta os comunitários, é com relação às comunicações. Há um sistema precário de telecomunicação na sede do distrito de Vila Velha do Cassiporé, com dois orelhões públicos que transmitem as ligações por meio de um sistema de antenas via satélite, usando energia fotovoltaica. Porém, sem manutenções necessárias as antenas e as placas solares deixam de funcionar, como no período da coleta de dados na comunidade, quando o sistema se encontrava inoperante. Com este cenário a população de Vila Velha do Cassiporé vive um certo isolamento.

Alguns moradores com melhores condições financeiras conseguem obter internet, via antenas de satélites, embora, com alto custo para os padrões socioeconômicos da população. Porém, é a única alternativa para comunicação rápida externa à comunidade. Os moradores que não têm condições de custear a internet por este meio, pagam aos que têm, a partir de uma taxa de uso. Considerando estas condições é possível inferir que a comunidade vive em um espaço opaco buscando mecanismos para comunicação externa.

No atendimento à saúde, a única unidade é de pequeno porte, que atende precariamente a população e dispõe apenas de um técnico de enfermagem e de um agente de saúde, que com poucos insumos hospitalares não conseguem suprir as demandas dos comunitários. Entretanto, há em andamento, (como pode ser observado na Figura 6, a reconstrução e ampliação da estrutura, que será elevada à categoria de Unidade Básica de Saúde (UBS) e, segundo o planejamento da gestão do município de Oiapoque, será atendido por mais profissionais, recursos financeiros e insumos de saúde.

Figura 6 – Fotografia mostrando o Posto de saúde da Vila Velha do Cassiporé



Fonte: Acervo dos autores (2024).

Quando ocorrem casos mais graves de saúde, os pacientes buscam de alguma maneira se deslocar para a sede do município de Oiapoque ou para Macapá. Os profissionais que desempenham suas atividades no posto raramente têm condições de fazer algum procedimento, fazem apenas algumas aplicações de injetáveis e pequenos curativos. O agente de saúde tem a responsabilidade de distribuir hipocloroso, uma solução de sódio para tratamento d'água, para tornar propícia ao consumo humano. A água consumida pela população, em geral, é colhida de poços amazonas, pois na comunidade não há rede de atribuição de água, neste sentido, os moradores são responsáveis pela produção de água que será consumida pelas famílias.

Além deste cenário de reduzida presença de infraestrutura pública na comunidade, Vila Velha do Cassiporé, também, enfrenta outros problemas, como por exemplo, a deficiência na conservação do ramal que liga a comunidade principal do distrito à BR-156, que no período chuvoso se torna intransitável, com a presença de trechos submersos e atolamentos, impedindo o tráfego (Figura 7).

Figura 7 – Fotografia de ramal de acesso à Comunidade Vila Velha do Cassiporé



Fonte: Acervo dos autores (2024).

As dificuldades de acesso à comunidade sempre foi um elemento de contenda ao desenvolvimento local, mesmo com abertura do ramal de 38 km, que liga a BR-156 até a comunidade. O deslocamento até a cidade de Oiapoque exige transportes de grande porte, os quais os comunitários não possuem e as alternativas de transporte privado são escassas e onerosas para o padrão social, sendo que a maioria dos moradores não possui condições de custear.

Em período de muitas chuvas o ramal pode ficar interditado por atoleiros e muitas vezes submerso em alguns pontos e para suprir as necessidades de deslocamento até a sede do município de Oiapoque, neste período, as viagens são realizadas por meio de canoas até a ponte do Cassiporé sobre a BR-156, uma viagem demorada e onerosa. A partir deste ponto os comunitários usam o transporte terrestre. Entretanto, as condições são precárias, pois, os viajantes não contam com pontos de apoio para guardar as canoas e os motores e, ainda, enfrentam transtornos na espera do transporte terrestre.

Os deslocamentos precisam ser cuidadosamente planejados, especialmente no período chuvoso, há formação de poças de água, voçorocas e atoleiros escorregadios. No período do inverno amazônico para o acesso a comunidade é necessário optar por carros altos e para-choques pouco proeminentes para minimizar danos e, deve-se evitar o período noturno, visto que é comum árvores caírem sobre o ramal, interrompendo o percurso.

ASPECTOS ECONÔMICOS DE VILA VELHA DO CASSIPORÉ

Com relação ao aspecto econômico do distrito de Vila Velha do Cassiporé, de acordo com as coletas de dados em campo, se concentra no setor primário. A agropecuária, mesmo

constituindo um projeto de assentamento, é pouco diversificada. Se concentra na produção para subsistência e pouco excedente é escoado para a sede do município de Oiapoque. As principais culturas desenvolvidas são: banana, melancia e mandioca.

Os moradores, também, costumam cultivar árvores e palmeiras frutíferas nos quintais e áreas adjacentes, contribuindo para o sombreamento e ajuda na dieta alimentar das famílias. Com relação ao processamento da mandioca, que é cultivada nas roças, próximas às casas dos comunitários, ocorrem em pequenas instalações denominadas de casa de farinha, dotadas de instrumentos, como: tipiti (instrumento de palha para drenar a massa da mandioca), fornos para torrar farinha e recipiente para extrair a tapioca.

Com respeito à pecuária, destaca-se a criação de patos, porcos, galinhas (criados nos quintais das residências), bovinos e bubalinos, criados ao longo da margem do rio Cassiporé, inclusive na área de entorno do PARNA do Cabo Orange. Entretanto, a principal fonte de alimentação dos comunitários é oriunda da pesca, que na região é artesanal e ocorre por meio de apetrechos diversos, como: redes de pesca, tarrafas, anzóis, arpões, zagaia e espinheis.

A atividade extrativa, que complementa a alimentação e renda familiar, tem como destaque a extração de açaí, azeite de andiroba (semiprocessados) e, especialmente, cacau. Este último é nativo da região e ocorre nas margens do rio Cassiporé e se sobressai no setor econômico da comunidade, pois vem ganhando destaque no mercado brasileiro e, até europeu, como cacau orgânico da Amazônia. Os frutos colhidos nas áreas úmidas da comunidade são transportados para um local à margem do rio Cassiporé, onde são despulpados por grupos de pessoas (Figura 8). As amêndoas são transportadas para a cidade de Oiapoque, onde são secas e moídas para serem comercializadas.

Figura 8 – Fotografias mostrando a produção chocolate do Cassiporé



Fonte: Acervo dos autores (2024).

Entretanto, a maior dificuldade da comunidade na produção do cacau é a falta de espaço e de equipamentos para o seu beneficiamento. Segundo os moradores, no final do século passado existiu uma infraestrutura (galpão) que foi doado pelo governo do Amapá à associação agroextrativista do assentamento, para beneficiamento das amêndoas do cacau. Na época, o estado ampliou a capacidade do motor de luz e disponibilizou um caminhão para transporte da produção agrícola a partir da ponte do rio Cassiporé. Atualmente por falta de manutenção não está em funcionamento e grande parte da produção do cacau *in natura* é comercializada e processada fora da comunidade.

O cenário atual tem como consequência a piora das condições econômicas e sociais da população, que ainda vive em relativo isolamento geográfico e acumula poucas evoluções técnicas e informacionais, com reduzida atratividade para atividades econômicas e de desenvolvimento. Em síntese, a economia do distrito de Vila Velha do Cassiporé é, sobretudo, de subsistência e várias famílias passam por dificuldades e é difícil manter o suprimento alimentar. Assim, de acordo com o trabalho de campo, a maioria das famílias são beneficiárias de pelo menos um dos programas públicos de transferência de renda, como: Auxílio Brasil, Seguro Defeso (união) e Programa Renda para Viver Melhor (governo do Amapá).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em Vila Velha do Cassiporé é perceptível a necessidade por novas alternativas socioeconômicas, considerando a diversificação da produção e as características socioambientais, o que teria como consequência, alterações na dinâmica local com perspectiva de incrementar a renda familiar. Uma das viabilidades é a possibilidade do turismo ecológico de contemplação e imersão nos hábitos da população local, para conhecer e participar da vida ribeirinha que é comum à área.

É possível mencionar, também, que existem poucos investimentos públicos com objetivo de implementações de políticas que visem o desenvolvimento da comunidade, seja na prestação de serviço ou fomentos. É plausível, ainda, inferir que, com relação às áreas legalmente protegidas, as quais o distrito está vinculado, é preciso que órgãos gestores não promovam apenas ações repressivas, é necessário a implementação de um programa de educação ambiental. A partir da construção deste cenário é possível que o morador passe a se sentir parte do ambiente e possa buscar alternativas produtivas sustentáveis e a permanência no lugar, a partir da sustentabilidade socioeconômica e ambiental.

Neste sentido, é necessário que a assistência governamental passe a ser irmanada com investimentos em uma agricultura mais rentável, visto que o modelo atual não proporciona boa produtividade, sendo onerosa e de difícil execução para o agricultor, o que não garante a segurança alimentar. Portanto, é necessário criar condições, por meio de políticas públicas, que ressalta a sustentabilidade socioeconômica, a preservação ambiental, minimizando os conflitos socioambientais no Cassiporé.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO - ANP. **Portaria nº 251, de 07 de novembro de 2000**. Trata da regulamentação do uso de terminais aquaviários para movimentação de petróleo, seus derivados, gás natural líquido e biocombustíveis, [...]. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=182288#:~:text=Regulamenta%20o%20uso%20por%20terceiros,de%20petr%C3%B3leo%20e%20seus%20derivados>. Acesso em: 28 set. 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES - ANTT. **Resolução nº 5.998, de 3 de novembro de 2022**. Atualiza o Regulamento para o Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos e aprova suas instruções complementares que detalham requisitos técnicos e operacionais. ANTT, 2022. Disponível em: https://anttlegis.antt.gov.br/action/ActionDatalegis.php?acao=detalharAto&tipo=RES&numeroAto=00005998&seqAto=000&valorAno=2022&orgao=DG/ANTT/MI&codTipo=&desItem=&desItemFim=&cod_menu=5408&cod_modulo=161&pesquisa=true. Acesso em: 28 set. 2024.

BECKER, B. K. Revisão das políticas de ocupação da Amazônia: é possível identificar modelos para projetar cenários? **Parcerias Estratégicas**, Brasília, v. 6, n. 12, p. 135-159, 2001

BRASIL, **Decreto-Lei Nº 7.578, de 23 de maio de 1945**. Fixa a divisão administrativa e judiciária do Território Federal do Amapá. Diário Oficial da União, 1945. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/declei/1940-1949/decreto-lei-7578-23-maio-1945-417350-publicacaooriginal-1-pe.html#:~:text=Fixa%20a%20divis%C3%A3o%20administrativa%20e%20judici%C3%A1ria%20do%20Territ%C3%B3rio%20Federal%20do%20Amap%C3%A1>. Acesso em: 15 nov. 2024.

BRASIL. **Lei nº 1.503, de 15 de dezembro de 1951**. Fixa a divisão administrativa e judiciária do Território Federal do Amapá, para o quinquênio de 1949/1953. Diário Oficial da União, 1951. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1950-1969/l1503.htm#:~:text=LEI%20N%C2%BA%201.503%2C%20DE%2015,O%20Q%C3%9CINQ%C3%9C%C3%8ANIO%20DE%201949%2F1953. Acesso em: 20 out. 2023.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil** de 1988. Brasília, 1988a. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 15 fev. 2024.

BRASIL. **Decreto nº 96.044, de 18 de maio de 1988.** Aprova o Regulamento para o Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 1988b. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/antigos/d96044.htm. Acesso em: 11 nov. 2024.

BRASIL. **Decreto nº 22, de 04 de fevereiro de 1991.** Dispõe sobre o processo administrativo de demarcação das terras indígenas e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 1991. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1990-1994/d0022.htm#:~:text=DECRETO%20No%2022%2C%20DE,vista%20o%20disposto%20no%20art. Acesso em: 15 nov. 2024.

BRASIL, **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000.** Regulamenta o artigo 225, § 1º, incisos I, II, III e IV, da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2000. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm. Acesso em: 11 nov. 2022.

BRASIL, **Decreto nº 4.887, de 20 de novembro de 2003.** Regulamenta o procedimento para identificação, reconhecimento, delimitação, demarcação e titulação das terras ocupadas por remanescentes das comunidades dos quilombos de que trata o art. 68 do Ato das Disposições Constitucionais Transitórias. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2003. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2003/d4887.htm. Acesso em: 15 nov. 2024.

BRITO, D. M. C; PALHARES, J. M; FARIAS, R. T. S. Uma trajetória histórica da territorialidade amapaense. **Ciência Geográfica**, Bauru, v. 24, n. 3, jan./dez. 2020. Disponível em: https://www.agbbauru.org.br/publicacoes/revista/anoXXIV_3/agb_xxiv_3_web/agb_xxiv_3-32.pdf. Acesso em: 20 set. 2024.

CONSELHO NACIONAL DE SAÚDE - CNS. **Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012.** Disponível em: <https://www.gov.br/conselho-nacional-de-saude/pt-br/acao-a-informacao/legislacao/resolucoes/2012/resolucao-no-466.pdf/view>. Acesso em: 20 de nov. 2024.

CONSELHO NACIONAL DE SAÚDE – CNS. **Resolução nº 510, de 07 de abril de 2016.** Disponível em: <https://www.gov.br/conselho-nacional-de-saude/pt-br/acao-a-informacao/legislacao/resolucoes/2016/resolucao-no-510.pdf/view>. Acesso em: 20 de nov. 2024.

COSTA, R. S. da; LIMA, R. Â. P. Territorialidade e Conflitos em Vila Velha do Cassiporé: Políticas Públicas para o Desenvolvimento. In: BASQUEROTE, A. T. **Geografia: a terra como palco das relações entre sociedade e meio/** Ponta Grossa - PR: Atena, 2021. Disponível em: <https://atenaeditora.com.br/catalogo/post/territorialidade-e-conflitos-em-vila-velha-do-cassipore-politicas-publicas-para-o-desenvolvimento>. Acesso em: 04 out. 2022.

FUNDAÇÃO CULTURAL PALMARES - FCP. **Portaria Nº 201, de 29 de dezembro de 2015.** Certidão emitida pela Fundação Cultural Palmares, 2015. Disponível em: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=30/12/2015&jornal=1&pagina=23&totalArquivos=200>. Acesso em: 20 nov. 2023.

GOMES, F. dos S. (org.). **Nas Terras do Cabo Norte: Fronteiras, Colonização e Escravidão na Guiana Brasileira, Séculos XVIII-XIX.** Editora Universitária/UFPA, 1999. Disponível em:

<https://dokumen.pub/qdownload/nas-terras-do-cabo-norte-fronteiras-colonizaao-e-escravidao-na-guiana-brasileira-seculos-xviii-xix.html>. Acesso em: 25 out. 2023.

GRANATO, F. Por um fio. **Revista Globo Rural**, Editora Globo, Rio de Janeiro, edição 285, jul. 2009. Disponível em: https://www.assineglobo.com.br/hotsite/globorural-copo/?site_par=1&origem_par=1&formato_par=gr_copoSEARCH&versao_par=GOOGLE_CPC&utm_source=google_cpc&utm_medium=search&utm_campaign=eg_gr_coposearch&ad_source=1&gclid=Cj0KCQiA3sq6BhD2ARIsAJ8MRwUvuxrDFPKWM2RG7lP30a5oJzJflf3Xxgp4hqkPrnCogvpixcnSeFMApvpfEALw_wcB. Acesso em: 15 mar. 2024.

HAESBAERT, R. Território e multiterritorialidade: um debate. **Terra Livre**, São Paulo, v. 1, n. 18, jan. /jun. 2007, p.37- 46. Disponível em: <https://publicacoes.agb.org.br/terralivre/article/download/141/133>. Acesso em: 28 set. 2024.

HILBERT, P. P. Contribuição à arqueologia do Amapá. Fase Aristé. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, Nova Série, Antropologia, Belém, n. 1, p. 1-37, 1957. Disponível em: <https://repositorio.museu-goeldi.br/bitstream/mgoeldi/733/1/B%20MPEG%20Ant%20n1%201957%20HILBERT.pdf>. Acesso em: 23 out. 2023.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE - ICMBio. **Portaria ICMBio nº 9, de 20 de janeiro de 2011**. ICMBio, 2011. Disponível em: <file:///C:/Users/Cliente/Downloads/PORTARIA%20N%C2%BA%2006,%20DE%2017%20DE%20JANEIRO%20DE%202011..pdf>. Acesso em: 20 mar. 2023.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA - INCRA. **Auditorias**, 2019. Disponível em: https://www.gov.br/incra/pt-br/acesso-a-informacao/auditorias/sr21-ap_2019.pdf. Acesso em: 01 nov. 2023.

ITAUCULTURAL. **Patrimônio arqueológico de Vila Velha do Cassiporé é foco de projeto de valorização**, 02 maio 2021.

LIMA, R. Â. P. de; JUCÁ, T. S. da S. Conflitos entre o Parque Nacional do Cabo Orange e a Comunidade Remanescente do Quilombo de Cunani, no Estado do Amapá. **Boletim Amazônico de Geografia**, Belém, v. 2, n. 3, p. 153-174. jan./jun. 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/291423964_conflitos_entre_o_parque_nacional_do_cabo_orange_e_a_comunidade_remanescente_do_quilombo_de_cunani_no_estado_do_ama pa. Acesso em: 15 ago. 2023.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, M. D. P. B. **Metodologia de pesquisa**. Tradução: Daisy Vaz de Moraes. 5. ed. Porto Alegre: Penso, 2013.

SOARES, A. P. A. **Travessia**: Análise de uma situação de passagem: Oiapoque e Guiana Francesa. 1995. Dissertação (Mestrado em Geografia Humana) da Faculdade de filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo – USP. São Paulo 1995. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/000745014>. Acesso em: 15 jan. 2024.

VIDAL, L. B. Galibi do Oiapoque: história do contato e aspectos contemporâneos. 2016. In: VIDAL, L. B; LEVINHO, J. C; GRUPIONI, L. D. B. (org.). **A presença do invisível**: vida cotidiana e ritual entre os povos indígenas do Oiapoque, Rio de Janeiro: Editora do Museu do Índio, 2016.

ZAGHETTO, S. **História de Oiapoque**: como arquivo e as memórias de Roque Pennafort. Brasília: Senado Federal, Conselho Editorial, 2019. Disponível em: <https://www.lexml.gov.br/urn/urn:lex:br:redede.virtual.bibliotecas:livro:2019;001145393>. Acesso em: 15 jan. 2024.

UTILIZAÇÃO DE IMAGENS PLANET SCOPE COMO SUBSÍDIO PARA ANÁLISE DE QUANTIFICAÇÃO DE ÁREAS DE FLORESTA

Arthur Gutemberg Andion Farias **MOURA**

Doutorando no Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais (PPGCA) do Instituto de
Geociências (IG) da Universidade Federal do Pará (UFPA), campus Belém, Brasil.
Pesquisador do Laboratório de Estudos e Modelagem Hidroambientais (LEMHA/IG/UFPA).

E-mail: arthurandio@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2218-1266>

Yuri Antonio da Silva **ROCHA**

Doutorando no Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais (PPGCA) do Instituto de
Geociências (IG) da Universidade Federal do Pará (UFPA), campus Belém, Brasil.
Pesquisador do Laboratório de Estudos e Modelagem Hidroambientais (LEMHA/IG/UFPA).

e-mail: eng.yurirocha@gmail.com

orcid: <https://orcid.org/0009-0004-3055-5653>

Aline Maria Meiguins de **LIMA**

Docente da Universidade Federal do Pará (UFPA), campus Belém, Brasil.
Vice-coordenadora do Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais (PPGCA) do Instituto de
Geociências (IG) da Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém Brasil.
Coordenadora do Laboratório de Estudos e Modelagem Hidroambientais (LEMHA/IG/UFPA).

E-mail: ameiguins@ufpa.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0594-0187>

*Recebido
Outubro de 2024*

*Aceito
Agosto de 2025*

*Publicado
Dezembro de 2025*

Resumo: O presente trabalho explorou o uso de imagens de alta resolução da constelação PlanetScope para o monitoramento e quantificação de áreas florestais na Ilha de Cotijuba, localizada no estado do Pará, Brasil. Utilizando o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e técnicas avançadas de geoprocessamento, o objetivo foi quantificar a cobertura florestal da ilha usando imagens de alta resolução espacial. As imagens PlanetScope, com resolução espacial entre 3 e 5 metros, foram fundamentais para realizar uma análise detalhada da vegetação, facilitando a identificação de áreas florestais. A classificação supervisionada apresentou em uma acurácia de 97,47%, comprovando a eficácia dessas tecnologias no monitoramento florestal. Os resultados indicam que mais de 62% da ilha permanece coberta por florestas, apesar do crescimento urbano e das atividades agrícolas. De acordo com esse cenário, este estudo reforça a relevância das geotecnologias no planejamento territorial e na preservação ambiental, demonstrando como a combinação de imagens de satélite

de alta resolução com índices como o NDVI pode aprimorar a quantificação na cobertura florestal e apoiar a gestão sustentável dos recursos naturais.

Palavras-chave: Planet Scope; monitoramento florestal; NDVI.

USE OF PLANET SCOPE IMAGES AS A SUBSIDY FOR QUANTIFICATION ANALYSIS OF FOREST AREAS

Abstract: This study explored the use of high-resolution images from the PlanetScope constellation for monitoring and quantifying forest areas on Cotijuba Island, located in the state of Pará, Brazil. Using the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and advanced geoprocessing techniques, the objective was to quantify the island's forest cover using high spatial resolution images. PlanetScope images, with spatial resolution between 3 and 5 meters, were essential to perform a detailed analysis of the vegetation, facilitating the identification of forest areas. The supervised classification resulted in an accuracy of 97,47%, proving the effectiveness of these technologies in forest monitoring. The results indicate that more than 62% of the island remains covered by forests, despite urban growth and agricultural activities. According to this scenario, this study reinforces the relevance of geotechnologies in territorial planning and environmental preservation, demonstrating how the combination of high-resolution satellite images with indices such as NDVI can improve quantification of forest cover and support the sustainable management of natural resources.

Key words: Planet Scope; forest monitoring; NDVI.

USO DE IMÁGENES DE ALCANCE DEL PLANETA COMO SUBSIDIO PARA EL ANÁLISIS DE CUANTIFICACIÓN DE ÁREAS FORESTALES

Resumen: El presente trabajo exploró el uso de imágenes de alta resolución de la constelación PlanetScope para monitorear y cuantificar áreas forestales en la isla Cotijuba, ubicada en el estado de Pará, Brasil. Utilizando el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) y técnicas avanzadas de geoprocésamiento, el objetivo era cuantificar la cubierta forestal de la isla utilizando imágenes de alta resolución espacial. Las imágenes de PlanetScope, con una resolución espacial de entre 3 y 5 metros, fueron fundamentales para realizar un análisis detallado de la vegetación, facilitando la identificación de zonas forestales. La clasificación supervisada arrojó una precisión del 97,47%, lo que demuestra la eficacia de estas tecnologías en el seguimiento forestal. Los resultados indican que más del 62% de la isla permanece cubierta de bosques, a pesar del crecimiento urbano y las actividades agrícolas. Según este escenario, este estudio refuerza la relevancia de las geotecnologías en la planificación territorial y la preservación ambiental, demostrando cómo la combinación de imágenes satelitales de alta resolución con índices como el NDVI puede mejorar la cuantificación de la cubierta forestal y apoyar la gestión sostenible de los recursos naturales.

Palabras-claves: Planet Scope; monitoreo forestal; NDVI.

INTRODUÇÃO

Os ambientes naturais e seus recursos têm sido progressivamente explorados e degradados por atividades antrópicas ao longo das décadas, impactando significativamente a resiliência dos ecossistemas envolvidos, com relação direta com os efeitos de variabilidade

climática (Copertino *et al.*, 2019; Raqeeb *et al.*, 2024). Como um dos componentes mais importantes dos ecossistemas terrestres, a vegetação florestal conecta elementos ecológicos como hidrologia, solo e atmosfera, fornecendo inúmeros bens e serviços ecossistêmicos (Xu *et al.*, 2022).

O desenvolvimento de técnicas de sensoriamento remoto para o uso de imagens de satélites tem proporcionado grandes e rápidas evoluções nos estudos do monitoramento das áreas florestais (Giotto; Filho, 2024). Nesse contexto, as geotecnologias que fazem uso do sensoriamento remoto têm se consolidado como ferramentas para obtenção e análises de dados ambientais e territoriais, os quais podem ser adquiridos por diversos meios, tais como satélites, drones e aeronaves (Chedid; Cortez; Arcovede, 2024). A partir dessas ferramentas, a obtenção de informações históricas espaciais georreferenciadas do ambiente torna-se possível, estas podem ser usadas e/ou aplicadas em múltiplas finalidades, tal como na montagem de bancos de dados georreferenciados para monitoramento florestal e ambiental (Fonseca; Martins, 2021; Moreto *et al.*, 2021). O mapeamento das florestas tropicais é essencial para compreender os impactos da supressão vegetal e da degradação, apoiar o monitoramento dos recursos naturais e formular políticas públicas (Csillik; Kumar; Asner, 2020; D'antona; Dagnino; Bueno, 2010).

A constelação *Planet Scope* oferece um meio de aumentar o conjunto de dados de observação da Terra e preencher as principais necessidades de observação espaço-temporal (Frazier; Hemingway, 2021). Atualmente composta por 120 satélites em órbita, a constelação *Planet Scope*, coleta imagens diárias de toda a superfície terrestre, com sensores capazes de capturar imagens com resolução de 3 a 5 metros, sendo útil para analisar e rastrear mudanças na cobertura da terra (Minallah *et al.*, 2020). Contudo, a utilização se torna restrita em decorrência dos custos associados à aquisição de imagens e licenças de uso, além de que o uso das imagens depende da finalidade a ser alcançada (Skakun *et al.*, 2021; Acharki, 2022; Amankulova *et al.*, 2023).

Para analisar alterações espaço-temporais ocorridas na cobertura da terra, são cada vez mais usadas geotecnologias que utilizam informações espectrais obtidas por sensoriamento remoto (Santos; Hacon; Neves, 2023). Assim, Kriegler (1969) apresentou a utilização do Índice de Vegetação de Diferença Normalizada (NDVI) para aperfeiçoar a análise de informações sobre vegetação. O NDVI passou a ser amplamente utilizado devido à sua capacidade de delimitação da vegetação e do estresse vegetativo, trazendo contribuições relevantes à estudos de uso da terra (Stamford *et al.*, 2023). No geral, encontra-se relacionado a parâmetros biofísicos da cobertura vegetal, permitindo a localização da distribuição geográfica dos

diferentes usos do solo, seleção de áreas prioritárias para recuperação e redução de passivos ambientais (Moreto *et al.*, 2021).

Esse índice tem se destacado de forma significativa, em virtude de ser um dos mais relevantes indicadores para a análise da cobertura de vegetação em diferentes períodos utilizando técnicas de sensoriamento remoto, além de ter se mostrado bastante utilizado na estimativa de parâmetros biofísicos da vegetação, com um ganho forte no conceito de razão que reduz várias formas de ruídos multiplicativos como diferenças de iluminação, sombra de nuvens, atenuação atmosférica, certas variações topográficas (Barros; Farias; Marinho, 2020; Soares *et al.*, 2020).

Desta forma, o presente trabalho teve por objetivo realizar um levantamento quantitativo da classe de floresta na Ilha de Cotijuba, utilizando a técnica de NDVI aplicado a uma imagem de alta resolução Planet.

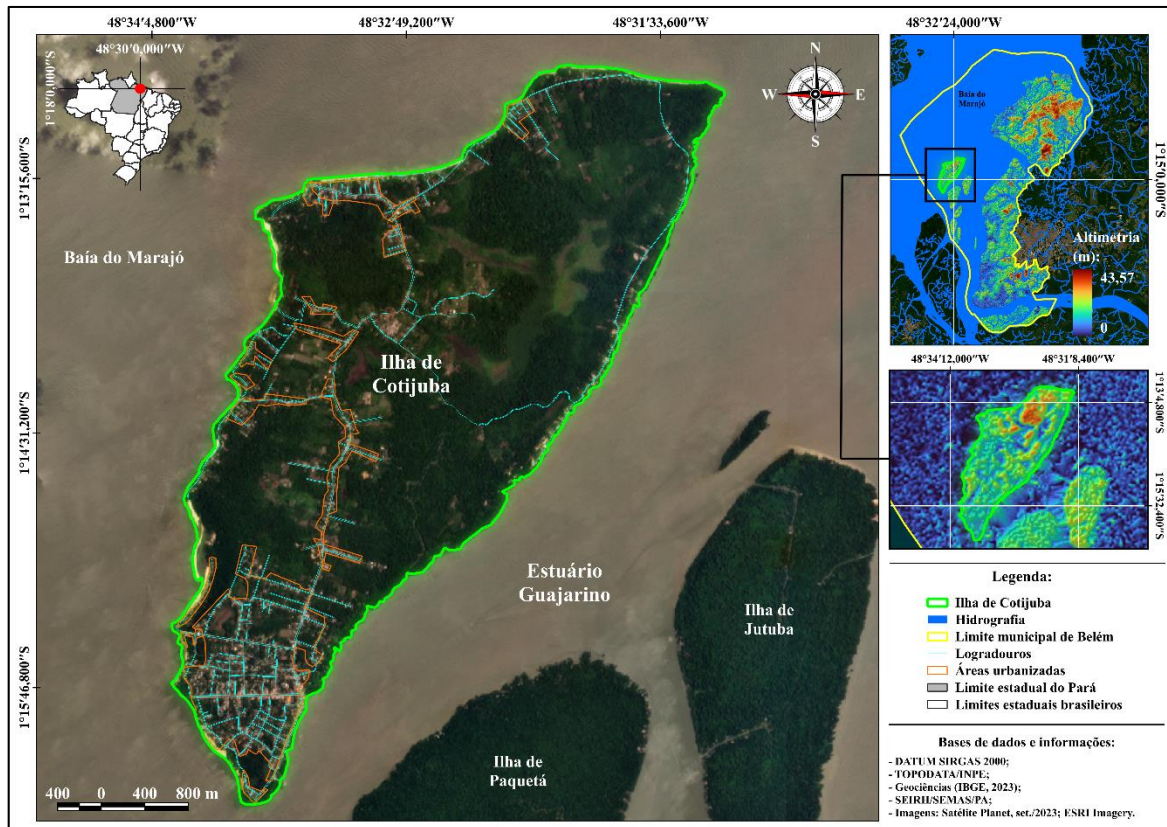
MATERIAIS E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

O estudo foi realizado na ilha de Cotijuba (Figura 1), pertencente ao limite administrativo municipal Belém, capital do estado do Pará/BR. Possui distância de aproximadamente 22 km da porção continental belenense, tendo como acesso principal o transporte fluvial sobre a Baía do Guajará, e ocupa uma área de 15.952,9 km², com uma costa abrangendo 15 km de praias de água doce (Belém, 2012). A Ilha de Cotijuba é a terceira maior ilha em dimensão territorial do arquipélago belenense, possuindo com aproximadamente dez mil habitantes (Silva; Almeida; Gama, 2021).

A Ilha de Cotijuba apresenta uma formação vegetal diversificada, existem fragmentos de floresta amazônica de terra firme. Em alguns pontos a floresta é alta, densa e possui alguns elementos importantes para a fitogeografia da Amazônia (Mascarenhas *et al.*, 2009). A vegetação predominante é de palmáceas, destacando-se o açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart), que cobre quase 96% da cobertura vegetal, entre outras espécies frutíferas como as mangueiras e taperabazeiros, que permitem a colheita durante o ano todo na forma extrativista. O solo típico é o gleissolo háplico eutrófico. Este solo é relativamente recente e pouco desenvolvido (Vale *et al.*, 2022).

Figura 1 - Localização da ilha de Cotijuba, Belém, Pará, Brasil



Fonte: Os autores (2024).

Base de dados

As imagens *Planet* foram obtidas de forma gratuita no site da *Planet* (www.planet.com), com um tamanho de pixel de 3-4 m de resolução espacial. As imagens do sensor Dove de 4 bandas, oferecem disponibilidade de dados em alta resolução espacial; e tempo de revisita diário, em órbita síncrona ao Sol (Wegmuller *et al.*, 2021).

A área de estudo se encontra em duas quadriculas (747-1017 e 747-1016), com datas de 14/02/2024 e 03/04/2024, respectivamente, estas foram mosaicadas para viabilizar as análises, com o uso das 4 bandas componentes no processo (Tabela 1).

O NDVI é um índice espectral aplicado à caracterização do estado de crescimento e cobertura da vegetação, adota a razão entre a refletância do infravermelho próximo (NIR) e do vermelho (RED), que demonstram responder a mais de 90% de informações sobre vegetação (Baret *et al.*, 2005). Esse índice é utilizado principalmente para estudos e avaliações ambientais, possibilitando avaliações da cobertura vegetal com diferentes objetivos (Albuquerque *et al.*, 2014).

Tabela 1 - Descrição do sensor DOVE: apresenta bandas espectrais similares as obtidas pelo sensor PS2.SD (Vermelho, Verde, Azul e NIR), quando o registro é codificado em 4 bandas. E quatro bandas adicionais (Red Edge, Green I, Yellow e Coastal Blue), na codificação em 8 bandas

<i>Ordem das bandas</i>	<i>Faixas espectrais do sensor PSB.SD</i>
4 - bandas	
Banda 1 = Blue	Blue: 465 - 515 nm
Banda 2 = Green	Green: 547 - 585 nm
Banda 3 = Red	Red: 650 - 680 nm
Banda 4 = Near-infrared	NIR: 845 - 885 nm
8 - bandas	
Banda 1 = Coastal Blue	Coastal Blue 431 - 452 nm
Banda 2 = Blue	Blue: 465 - 515 nm
Banda 3 = Green I	Green I: 513 - 549 nm
Banda 4 = Green	Green: 547 - 583 nm
Banda 5 = Yellow	Yellow: 600 - 620 nm
Banda 6 = Red	Red: 650 - 680 nm
Banda 7 = Red Edge	Red Edge: 697 - 713 nm
Banda 8 = Near-infrared	NIR: 845 - 885 nm

Fonte: Os autores, 2024. Adaptado de Planet Understanding PlanetScope Instruments (2024).

Procedimentos metodológicos

O NDVI é obtido por meio da relação (Huete *et al.*, 2002): $NDVI = (NIR - RED)/(NIR + RED)$. Onde NIR equivale a faixa do infravermelho próximo e RED a faixa do vermelho. As bandas processadas por meio de álgebra cartográfica, fornecem um resultado que grada de valores que variam de -1 a +1. Estes são avaliados segundo a resposta esperada dos alvos espectrais, quanto mais próximo de +1, mais sadia é a vegetação, enquanto valores abaixo de 0 indicam áreas sem vegetação, ou com cobertura de nuvens espessas (Silva; Beltão; Santos, 2023).

Na identificação das classes de cobertura da terra foi adotado o processo de classificação supervisionada aplicado ao produto gerado pelo NDVI. O objetivo foi promover uma classificação da cobertura vegetal mais detalhada, utilizando quando o conhecimento prévio da área de estudo, possibilitando a seleção confiável de amostras de treinamento através da interpretação manual de imagens (Lage, 2021).

A classificação supervisionada seguiu os valores gerados pelo NDVI, adaptando-se o desenvolvido por Avarenga e Moraes (2014). Os limites da chave inicial de interpretação foram: (-1,0) a (-0,8)/água; (-0,8) a (-0,4)/solo exposto; (-0,4) a (+0,6)/vegetação rasteira; e (+0,6) a (+1,0)/vegetação densa. Entendendo-se que o posterior ajuste para as categorias de “*não floresta*” para o limite de (-1,0) a (-0,6) e “*floresta*” para valores entre (+0,61) a (+1,0), foi melhor individualizado na área de estudo, separando-se bem os grandes grupos.

Neste método, os algoritmos de classificação recebem antecipadamente dados sobre as áreas para extrair características e, subsequentemente, é aplicado o método de classificação supervisionada utilizando o algoritmo de máxima verossimilhança (ferramenta *Maximum Likelihood Classification*) (Lillesand; Kiefer, 1994). Este classificador opera calculando o vetor médio, a variância e a correlação

para cada classe nos dados de treinamento, permitindo a obtenção de informações precisas sobre a distribuição de classes na região de interesse (Curran, 1985).

Validação da Acurácia

A acurácia é uma métrica utilizada para avaliar a performance de um modelo de classificação, representando a proporção de predições corretas (tanto positivas quanto negativas) em relação ao total de observações (Souza *et al.*, 2024). Para validar o mapeamento das áreas de florestas e não florestas, as imagens *Planet* foram cruzadas com o mapeamento semi-automático para realizar uma avaliação visual e manual através de uma matriz de confusão. Dessa forma, utilizou-se a Acurácia Global, juntamente com as acurácias do usuário e do produtor.

A Acurácia Global (A_g), conforme Story e Congalton (1986), é uma maneira mais comum para representar a precisão, tanto de imagens quanto de mapas, está na declaração da porcentagem da área da imagem que foi corretamente classificada quando comparada a dados de referência ou “*verdade de campo*”. Esta declaração normalmente é derivada de uma contraparte da classificação correta gerada por amostragem dos dados classificados, e expressada na forma de matriz de erro, algumas vezes denominada de matriz de confusão ou tabela de contingência (Bolfe *et al.*, 2004).

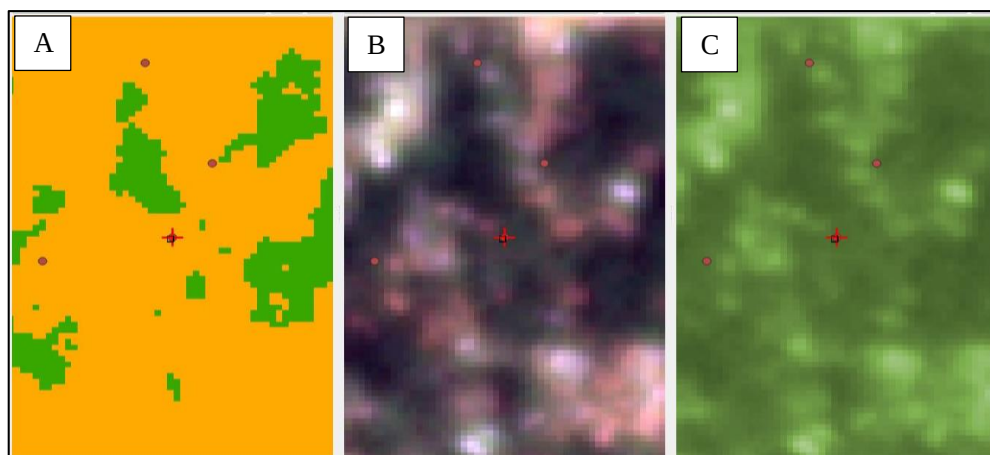
A Acurácia Global (A_g) expressa o total de acertos em relação ao total de amostras da imagem classificada (Vieira e Viana, 2021): $A_g = 100 * (a/n)$. Onde a representa os pontos amostrais com acerto e n indicando o número total de pontos amostrais.

O processamento da acurácia é realizado através do cálculo da matriz de confusão, sendo as classes de interesse selecionadas previamente pelo usuário. O procedimento começa com a escolha da imagem *Planet*, onde são analisados os padrões de acurácia. A análise se baseia em uma classificação supervisionada, que foi aplicada sobre o resultado do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI). Foram geradas 396 amostras, distribuídas proporcionalmente ao tamanho das categorias observadas gerando assim um mapa de pontos (ferramenta *Acatama*).

Por fim, foi efetuada a validação manual (Figura 2), com a interpretação visual dos padrões observados nas imagens. Isso permitiu obter dados detalhados sobre o nível de acurácia global do processo de classificação. Conforme descrito, com a adaptação da chave de interpretação proposta por Avarenga e Moraes (2014), as categorias definidas individualizaram as classes de “*Não Floresta*”, com as subcategorias como zona urbana, corpos d'água, solo exposto e vegetação rasteira; e a de “*Floresta*” reunindo a cobertura vegetal arbórea de grande

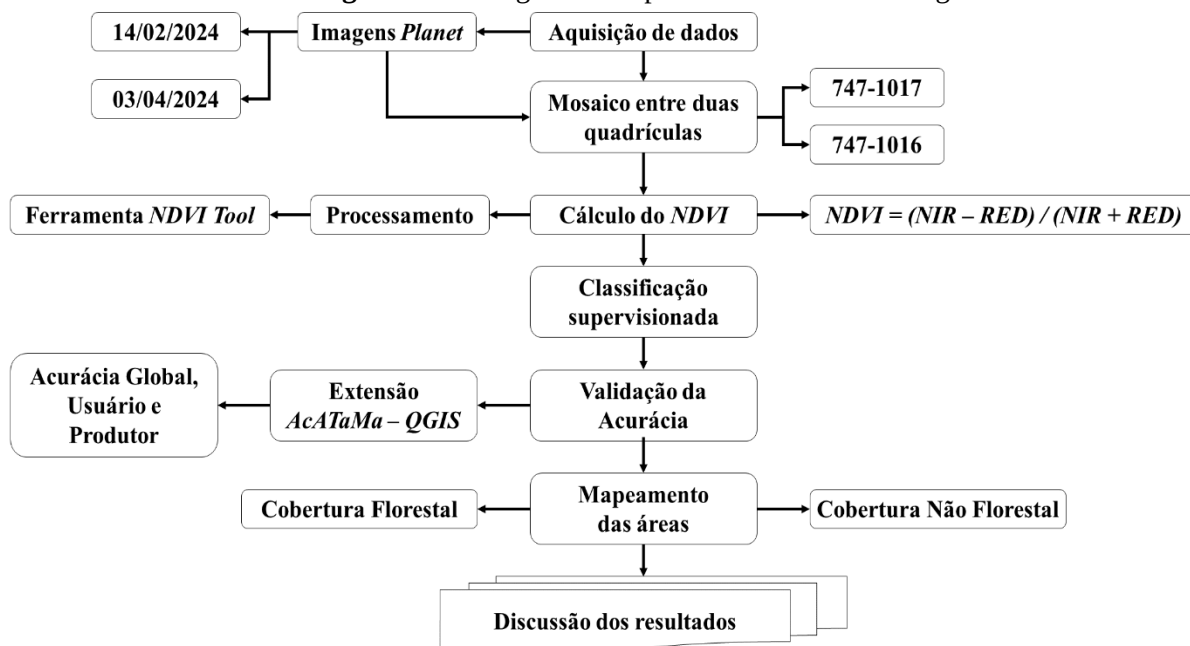
porte da porção central de terra firme e da várzea. Todos os procedimentos metodológicos apresentados estão sintetizados na Figura 3, que organiza o fluxo de trabalho, facilitando a replicação da metodologia por outros pesquisadores.

Figura 2 - Layout classificação dos pontos; (A) classificação supervisionada; (B) Imagem Planet e (C) NDVI.



Fonte: Os autores, 2023.

Figura 3 - Fluxograma dos procedimentos metodológicos.



Fonte: Os autores, 2023.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O resultado dos modelos submetidos à uma matriz de confusão, mostra um bom desempenho do algoritmo, pelo qual se obteve porcentagens de acurácia global de 97,47% em relação a classificação supervisionada (Tabela 2).

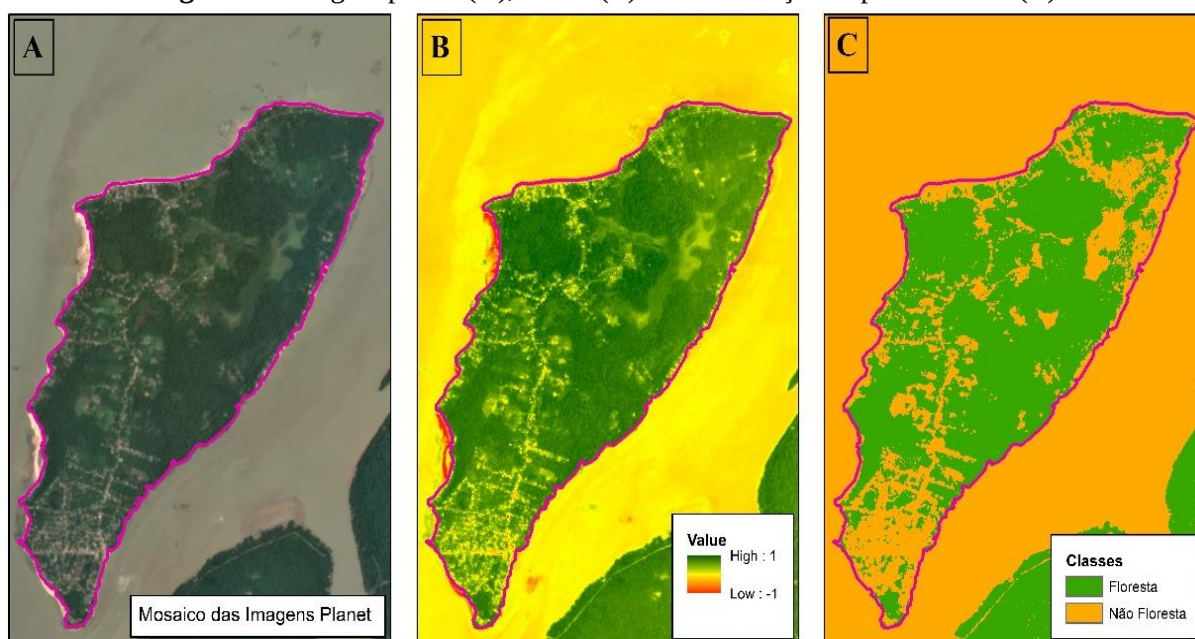
Tabela 2 - Resultados do desempenho de acurácia.

Classe	Floresta	Não Floresta	Total	Acurácia do Produtor (%)	Acurácia do Usuário (%)	Acurácia Global (%)
Floresta	326	9	335	99,69	97,31	97,47
Não Floresta	1	60	61	86,95	98,36	
Total	327	69	396			

Fonte: Os autores (2023).

O objetivo da classificação proposta está investigação da adoção do NDVI para o detalhamento das formas de cobertura da terra que representem as estruturas florestais. A eliminação das categorias consideradas como “*não floresta*” definiu melhor a separação das classes na área amostrada, que tem o benefício do caráter insular e uma nucleação dos limites da várzea em direção as áreas de terra firme (centrais), com um destaque forte da faixa urbanizada e alterada (solo exposto) (Figura 3).

Figura 3 - Imagem planet (A), NDVI (B) e Classificação Supervisionada (C).



Fonte: Os autores (2023).

A adoção do NDVI para exclusão das categorias de “*não floresta*” (limite de -1,0 a -0,6) segregou a zona urbana, corpos d’água, solo exposto, depósitos de areia, afloramento rochoso e vegetação rasteira. Desta forma, o método mostra-se aplicável para a quantificação da área verde em uma região, e traduz uma avaliação para os efeitos da retirada da cobertura vegetal. Assim como, possibilita uma análise ecossistêmica baseada na variação borda-núcleo florestal. Na ilha, em função do seu formato alongado e do processo de uso da terra, a região

central encontra-se com um eixo de alteração segmentando de norte a sul, tornando as faixas florestais mais consolidadas limítrofes as bordas noroeste e leste.

Com base nos valores encontrados para a classe floresta, mais da metade da Ilha de Cotijuba ainda se encontra preservada, com 62,60% de sua área (983,48 ha) coberta por floresta e distribuindo-se em sua maioria ao noroeste e a leste (Tabela 3). A classe de “*não floresta*” ocupa uma área de 587,46 hectares (37,34%) (Figura 4). Essa informação é relevante para entender a distribuição espacial das áreas florestais e não florestais, permitindo uma análise detalhada das dinâmicas de uso e ocupação da terra.

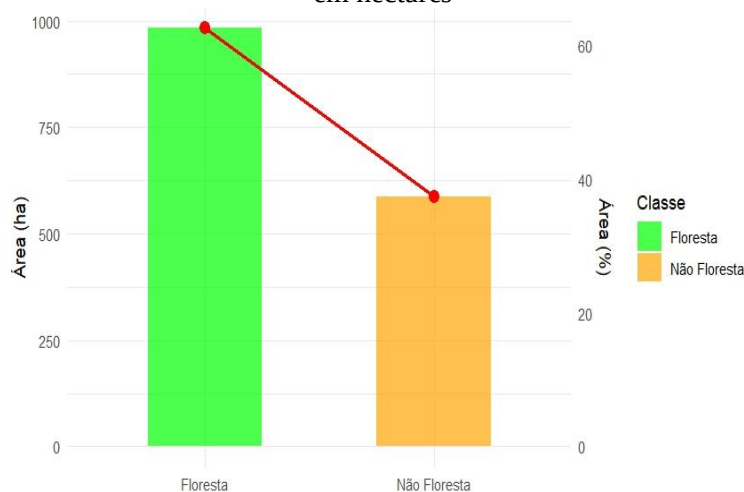
Tabela 3 - Quantificação das classes estudadas

Classes	Área (ha)	Área (%)
Floresta	983,48	62,60%
Não Floresta	587,46	37,34%

Fonte: Os autores (2024).

Apesar do resultado positivo para o total percentual e em área (Figura 4) a geometria da mancha principal de floresta está sendo modificada a partir da sua porção central. Como a classificação adotou o NDVI como base, as áreas úmidas, sem cobertura florestal também foram excluídas, representando assim que a mancha de floresta se encontra em processo de fragmentação, com a tendência (se o processo persistir) de individualização de manchas específicas com muito pouca ou sem conexão.

Figura 4 – Gráfico de distribuição das classes: Floresta e Não Floresta, considerando a variação % e em hectares



Fonte: Os autores (2023).

Silva, Almeida e Gama (2021), pesquisando sobre a cobertura vegetal da Ilha, constataram que a classe de floresta ocupava cerca de 42% da área em 2020, com prevalência

nas áreas a norte e leste de Cotijuba. Porém, os autores utilizaram uma imagem *Sentinel-2*, com 10 m de resolução espacial, havendo diferenças na chave de classificação adotada e na forma de interpretação da imagem, que não foi por meio de índices espectrais e sim pela relação direta com os alvos amostrais. Paranhos Filho *et al.* (2021) destacam a importância da resolução espectral e espacial na discussão da definição dos alvos terrestres, desta forma dependendo do tratamento amostrado, as técnicas de realce da imagem, como a empregada neste trabalho com o NDVI, podem destacar elementos específicos de discussão.

Gutierrez *et al.* (2021) empregaram o mesmo procedimento de realce da imagem para posterior classificação, utilizando imagens Landsat, para a Região Metropolitana de Belém (PA), com a adoção do NDBI (*Normalized Difference Vegetation Index*) para a definição das áreas urbanas (áreas edificadas, bancos de areias e solo exposto), do NDWI (*Normalized Difference Water Index*) para as áreas de cobertura de corpos d'água, do BSI (*Bare Soil Index*) para as coberturas superficiais com solos descobertos, e do NDVI na definição de áreas como cobertura de vegetação.

McCabe *et al.* (2017) estimaram a dinâmica da vegetação, com destaque para a vantagem espaço-temporal das imagens *Planet*. Neste estudo, a resposta fornecida apresentou um nível de detalhe alto, superior aos mapeamentos por imagens *Landsat*, conforme esperado dada as características de imageamento do sensor *Planet* (Frazier; Hemingway, 2021; Ramos *et al.*, 2023). Acharki (2022) avaliou o desempenho comparativo entre o Landsat-8, Sentinel-2 e *Planet Scope*, entre 2020 e 2021. O resultado também revelou que o conjunto de dados *Planet Scope* (5m) superou os conjuntos de dados Landsat-8 (30m) e Sentinel-2 (10m) em termos de precisão.

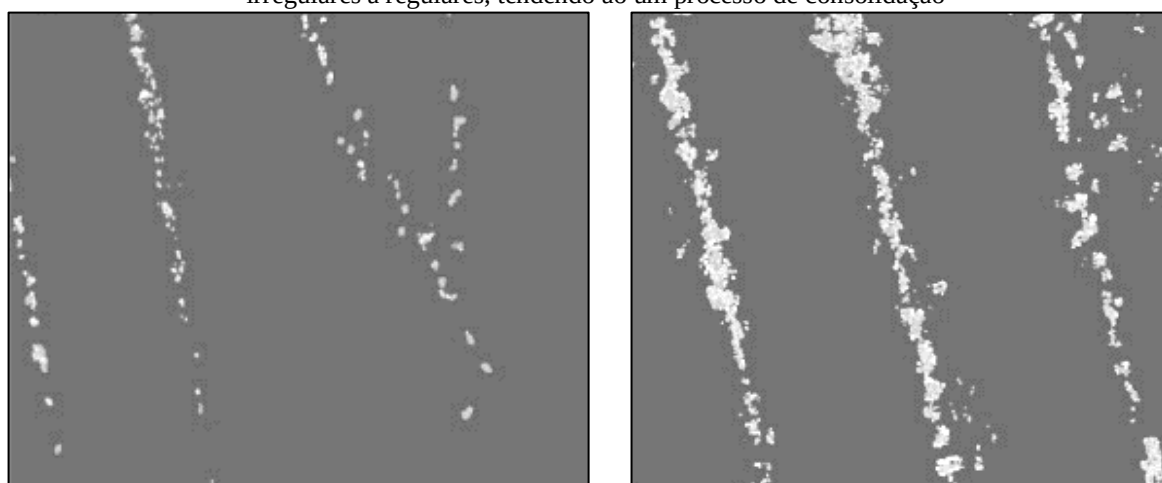
Castro e Silva (2020) também tiveram o foco da classificação na cobertura vegetal, porém como tinham uma espécie específica de mapeamento, os autores foram mais detalhistas na separação da categoria florestal, com a definição do “*não floresta*” pelo SAVI (*Soil Adjusted Vegetation Index*) e do EVI (*Enhanced Vegetation Index*) junto ao NDVI para realce da vegetação e da espécie em estudo, em imagens Landsat.

No relativo as perspectivas futuras para a Ilha de Cotijuba, entende-se um processo histórico marcado pelo aumento da expansão urbana, de áreas destinadas a subsistência local e ao comércio, com amplo desenvolvimento do turismo (Cardoso *et al.*, 2019). Segundo Silva, Almeida e Gama (2021), as atividades de produção agrícola de ciclo curto na ilha de Cotijuba, é encontrada principalmente nas comunidades Flecheira e Praia Funda. A Cartilha de Zoneamento Econômico e Ecológico das ilhas de Belém aponta que as ilhas de Mosqueiro e

Cotijuba tiveram 36% e 40%, respectivamente, de suas florestas substituídas por atividades agropecuárias e usos urbanos (Nahum *et al.*, 2015).

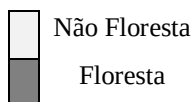
Adotando-se a interpretação de Venturieri *et al.* (2004) é observado um padrão de ocupação em parte difuso com manchas de “não floresta” isoladas (Figura 5a), porém tendendo a conexão como forma de ocupação estabelecida (Figura 5b), que acompanha os corredores de ligação estabelecidos na Ilha, com o objetivo de mobilidade entre os habitantes locais, principalmente na potencialização do comércio e do turismo.

Figura 5 – Modelos teóricos: (a) paisagem caracterizada por pequenas aberturas, com formatos irregulares, quase isoladas, classes de uso da terra heterogêneas; (b) paisagem com uma evolução na ocupação do espaço marcada pelo preenchimento das áreas próximas a estrada, com pequenas aberturas contíguas, de formatos irregulares a regulares, tendendo ao um processo de consolidação



(a)

(b)



Fonte: Adaptado de Venturieri *et al.* (2004).

Desta forma, o uso das técnicas de sensoriamento remoto permite a interpretação prospectiva dos cenários futuros da Ilha, e seu planejamento voltado a conservação dos recursos naturais e benefícios aos moradores locais, para manutenção das áreas necessárias para sua segurança (redução dos riscos ambientais) e de manutenção do potencial extrativista local, que é uma forma de potencializar a economia local, com os serviços ambientais que a floresta pode trazer.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação combinada de sistemas de informação geográfica, sensoriamento remoto e geoprocessamento permite a coleta e análise de dados relacionados a cobertura florestal, tornando mais fácil o seu monitoramento. A área de floresta presente da Ilha pode ser quantificada precisamente, quando se utilizam técnicas de geoprocessamento aplicadas a uma imagem de alta resolução. Os resultados permitiram confirmar a eficiência das imagens *Planet Scope* com resolução de 5m para o monitoramento quantitativo de áreas florestais, e com uma acurácia global de 97,47%.

A combinação do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) com imagens de satélite da constelação Planet oferece uma ferramenta poderosa para o monitoramento de áreas florestais. O NDVI é amplamente utilizado para avaliar a saúde da vegetação, identificando mudanças na cobertura verde.

A adoção de índices espectrais aplicados ao mapeamento florestal, permite a identificação de áreas críticas que requerem intervenção imediata. Além disso, apoia iniciativas de conservação e planejamento sustentável. A combinação dessas tecnologias não apenas melhora a precisão na detecção de mudanças, mas também permite uma resposta mais rápida e informada às ameaças ambientais.

REFERÊNCIAS

ACHARKI, S. PlanetScope contributions compared to Sentinel-2, and Landsat-8 for LULC mapping. **Remote Sensing Applications Society and Environment**, [S. l.], v. 27, n. 1, 2022.

ALBUQUERQUE, *et al.* Análise do comportamento do NDVI e NDWI sob diferentes intensidades pluviométricas no município de Sousa-PB. **Revista Estudos Geoambientais**, [S. l.], v. 1, n. 1, 2014.

AMANKULOVA, K.; FARMONOV, N.; AKRAMOVA, P.; TURSUNOV, I.; MUCSI, L. Comparison of PlanetScope, Sentinel-2, and Landsat 8 data in soybean yield estimation within-field variability with random forest regression. **Heliyon**, [S. l.], v. 9, n. 6, 2023.

AVARENGA, A. S.; MORAES, M. F. **Processamento digital de imagens LANDSAT – 8 para obtenção dos índices de vegetação NDVI e SAVI visando a caracterização da cobertura vegetal no município de Nova Lima – MG**. MundoGeo, 2014. Disponível em: <http://mundogeo.com/blog/2014/06/10/processamento-digital-de-imagens-landsat-8-paraobtencao-dos-indices-de-vegetacao-ndvi-e-savi-visando-a-caracterizacao-da-coberturavegetal-no-municipio-de-nova-lima-mg/>. Acesso em: 16 out. 2018.

BARET, F.; GUYOT, G.; MAJOR, D. J. TSAVI: A vegetation index which minimizes soil brightness effects on LAI and APAR estimation. 12th Canadian Symposium on Remote Sensing Geoscience and Remote Sensing Symposium. **Anais [...]**. IEEE, 2005.

BARROS, A. S.; FARIAS, L. M; MARINHO, J. Luiz A. Aplicação do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) na Caracterização da Cobertura Vegetativa de Juazeiro Do Norte–CE. **Revista Brasileira de Geografia Física**, [S. l.], v. 13, n. 6, p. 2885-2895, 2020.

Belém. Prefeitura Municipal. (2012). **Anuário estatístico de Belém**. Recuperado em 21 janeiro de 2020, de http://www.belem.pa.gov.br/transparencia/?page_id=1510. Acesso em: 10 out. 2024.

BOLFE, É. L. *et al.* Avaliação da classificação digital de povoamentos florestais em imagens de satélite através de índices de acurácia. **Revista Árvore**, [S. l.], v. 28, n. 1, p. 85–90, 2004.

CARDOSO, A. C. D.; VICENTE, L. R.; OLIVEIRA, R. C. B. D. Cartografia Social da Ilha de Cotijuba–Belém/PA. **Cadernos de Arquitetura e Urbanismo**, [S. l.], v. 26, n. 39, 2019.

Castro, B. L. G.; Silva, J. S. Análise de índices de vegetação para classificação de áreas potenciais de ocorrência de *attalea speciosa mart.* ex Spreng. **Revista Geoaraguaia**, [S. l.], v. 10, n. 2, p. 86–101, 2020.

CHEDID, V.; CORTEZ, J. W.; ARCOVERDE, S. N. S. Monitoring the vegetative state of coffee using vegetation indices. **Engenharia agrícola**, [S. l.], v. 44, 2024.

COPERTINO, M; PIEDADE, M. T. F.; VIEIRA, I. C. G.; BUSTAMANTE, M. Desmatamento, fogo e clima estão intimamente conectados na Amazônia. **Ciência e Cultura**, [S. l.], v. 71, n. 4, p. 04-05, 2019.

CSILLIK, O.; KUMAR, P.; ASNER, G. P. Challenges in estimating tropical forest canopy height from Planet Dove imagery. **Remote sensing**, [S. l.], v. 12, n. 7, p. 1160, 2020.

CURRAN, P. **Principles of remote sensing**. 1. ed. London: Longman, 1985.

D’ANTONA, Á.; DAGNINO, R.; BUENO, M. **Geotecnologias e gestão de políticas públicas: uso de dados demográficos**. In: População e Cidades: subsídios para o planejamento e para as políticas sociais. Rosana Baeninger (org.). Campinas: Núcleo de Estudos de População–Nepo/Unicamp; Brasília: UNFPA, 2010.

DO VALE, L. F. *et al.* Valoração ambiental e a disposição a pagar: um método aplicado na ilha de cotijuba–pa. **Agroamazon**, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 60-68, 2022.

FONSECA, S.; MARTINS, S. V. W. Monitoramento de fauna como indicador de restauração florestal de uma área em ambiente de mineração de bauxita na Zona da Mata Mineira. In: **Águas e Florestas: Desafios Para Conservacao e Utilizacao**. Editora Científica Digital, 2021. p. 340-357.

FRAZIER, A. E.; HEMINGWAY, B. L. A technical review of Planet smallsat data: Practical considerations for processing and using PlanetScope imagery. **Remote sensing**, [S. l.], v. 13, n. 19, 2021.

GIOTTO, E.; FILHO, J. A. M. Quantificação e monitoramento da cobertura florestal de um município, por fotointerpretação, com aplicação da distribuição beta. **floresta e ambiente**, [S. l.], v. 3, p. 42-48, 2024.

GUTIERREZ, C. B. B.; LIMA, A. M. M.; PALIDORI, L.; SOUZA, E. B. Dinâmica multitemporal da urbanização na região metropolitana de Belém: evidências de antropismo em um cenário Amazônico. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, [S. l.], v.12, n.10, p. 258-272, 2021. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.010.0022>

HUETE, A. *et al.* Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. *Remote sensing of environment*, v. 83, n. 1–2, p. 195–213, 2002.

KRIEGLER, F. J. Preprocessing transformations and their effects on multispectral recognition. *In: Proceedings of the Sixth International Symposium on Remote Sensing of Environment*. 1969. p. 97-131.

LAGE, M. DE O. **Identificação e classificação de áreas urbanas propícias à existência de criadouros do mosquito *Aedes aegypti* via sensoriamento remoto**. 2021. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2021.

LILLESAND, T. M.; KIEFER, R. W. **Remote sensing and image interpretation**. 2. ed. Chichester: John Wiley & Sons, 1994.

MASCARENHAS, B. M. *et al.* Estudo de anofelinos *antropofílicos peridomiciliares* da Praia da Saudade na Ilha de Cotijuba: uma área endêmica de malária em Belém, Pará. **Acta amazonica**, [S. l.], v. 39, n. 2, p. 453–458, 2009.

MCCABE, M. *et al.* Cubesats in Hydrology: Ultrahigh-resolution Insights into Vegetation Dynamics and Terrestrial Evaporation. **Agu Water Resources Research**, [S. l.], v. 53, p. 10-17, 2017.

MINALLAH, N *et al.* On the performance of fusion based planet-scope and Sentinel-2 data for crop classification using inception inspired deep convolutional neural network. **Plos One**, [S. l.], v. 15, n. 9, 2020.

MORETO, R. F. *et al.* Potencial das geotecnologias para monitoramento do impacto da colonização na floresta nativa na microbacia do rio Enganado, Amazônia Ocidental, Brasil. **RECIMA21-Revista Científica Multidisciplinar**, [S. l.], v. 2, n. 7, 2021.

NAHUM, V. J. I. *et al.* **Zoneamento econômico e ambiental das ilhas do entorno de Belém**. (Cartilha). 2015

PARANHOS, A. C. F. *et al.* **Geotecnologias para aplicações ambientais**. Maringá, PR: Uniedusul, 2021.

Planet - Understanding PlanetScope Instruments. **PlanetScope imagery products are derived from three cohorts of satellites, with instrument IDs of PS2, PS2.SD, and PSB.SD**. Disponível em: <https://developers.planet.com/docs/apis/data/sensors/#the-psbsd-instrument>. 10 out. 2024.

RAMOS, M. D. *et al.* Avaliação do Uso Integrado de Imagens de Nanossatélites e Classificadores baseados em Aprendizado de Máquina para Estudos da Dinâmica Hidrológica na Região da Nhecolândia (Pantanal). **Rev. Bras. Cartogr**, [S. l.], v. 75, n. 1, 2023.

RAQEED, A. *et al.* Assessment of land use cover changes, carbon sequestration and carbon stock in dry temperate forests of Chilas watershed, Gilgit-Baltistan. **Brazilian Journal of Biology**, [S. l.], v. 84, 2024.

SANTOS, J. B. G.; HACON, S. S.; NEVES, S. M. A. S. Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e seu uso no estudo da saúde humana: uma revisão de escopo. **Revista Brasileira de Geografia Física**, [S. l.], v. 16, n. 3, p. 1115-1144, 2023.

SILVA, A. B. N.; BELTRÃO, N. E. S.; SANTOS, L. B. Utilizando imagens Sentinel-2 e índices espectrais para análise de severidade em áreas queimadas de origem antrópica: um estudo no sudeste da Amazônia. **Revista Brasileira de Geografia Física**, [S. l.], v. 16, n. 1, p. 489–504, 2023.

SILVA, E. K. D.; DE ALMEIDA, A. S.; GAMA, L. H. O. M. Ilhas ameaçadas com o desflorestamento: análise da fragmentação florestal da ilha de Cotijuba, Belém, Pará, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi. Ciencias naturais**, [S. l.], v. 16, n. 2, p. 203–213, 2021.

SKAKUN, S. *et al.* Assessing within-field corn and soybean yield variability from WorldView-3, Planet, Sentinel-2, and Landsat 8 satellite imagery. **Remote Sensing**, [S. l.], v. 13, n. 5, p. 872, 2021.

SOARES, J. *et al.* Estudo da dinâmica espaço-temporal do NDVI no Município de Sorriso-MT. **Revista Brasileira de Geografia Física**, [S. l.], v. 13, n. 2, p. 834-841, 2020.

SOUZA, M. K. G. *et al.* Mapeamento de rios em imagens RGB com aprendizagem de máquina supervisionada. **Revista tamoios**, [S. l.], v. 20, n. 1, 2024.

STAMFORD, J. D. VIALET-CHABRAND, S.; CAMERON, I.; LAWSON, T. Development of an accurate low cost NDVI imaging system for assessing plant health. **Plant Methods**, [S. l.], v. 30, n. 19, 2023.

STORY, M.; CONGALTON, R. G. Accuracy assessment: a user's perspective. **Photogrametric Engineering and Remote Sensing**, [S. l.], v. 52, n. 3, p. 397-399, 1986.

VENTURIERI, A.; LOMBARDO, M. A.; LAQUES, A. E. Utilização de modelos de paisagem na caracterização da frente pioneira do município de Uruará, Amazônia Oriental, Pará. In: Lúcia GERARDI, H. O.; E LOMBARDO, M. A. (org.). **Sociedade e Natureza na visão da Geografia**. Rio Claro: AGETEO, 2004. p. 47-61.

VIEIRA, C. V.; VIANA, P. A. Avaliação da acurácia de algoritmos de classificação de imagens orbitais na baía da babitonga, nordeste de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Geografia Física**, [S. l.], v. 14, n. 6, p. 3577-3591, 2021.

WEGMUELLER, S. A.; LEACH, N. R.; TOWNSEND, P. A. LOESS radiometric correction for contiguous scenes (LORACCS): Improving the consistency of radiometry in high-resolution satellite image mosaics. **International journal of applied earth observation and geoinformation: ITC journal**, [S. l.], v. 97, n. 102290, p. 102290, 2021.

XU, Y. *et al.* Bibliometric analysis of global NDVI research trends from 1985 to 2021. **Remote Sensing**, [S. l.], v. 14, n. 16, 2022.

VARIABILIDADES TEMPORAIS DE CHUVA E TEMPERATURA COM A TÉCNICA DOS QUANTIS PARA O MUNICÍPIO DE BOM JESUS DO PIAUÍ, BRASIL

Mayra Gislayne Melo de **LIMA**

Doutora em Irrigação e drenagem de solos agrícolas pela Universidade
Federal de Campina Grande, Paraíba, Brasil

E-mail: mayramelo.ufcg@live.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0247-3827>

Raimundo Mainar de **MEDEIROS**

Pós-Doc e ex-Pesquisador da Universidade Federal Rural de Pernambuco; Doutor em Meteorologia
Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, Brasil

E-mail: mainarmedeiros@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7361-1281>

Luciano Marcelo Fallé **SABOYA**

Doutor em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: lsaboya@hotmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7586-6867>

*Recebido
Agosto de 2023*

*Aceito
Agosto de 2025*

*Publicado
Dezembro de 2025*

Resumo: A pesquisa teve por objetivo utilizar a técnica dos quantis para caracterizar uma série histórica de 62 anos de índices médios pluviométricos e térmicos registrados de 1960 a 2021 na cidade de Bom Jesus – Piauí, visando investigar a ocorrência de variabilidades seguidamente de suas oscilações climáticas. Foram analisados os quantis referentes aos percentis de 15, 30, 65 e 85%, classificados para a precipitação como Muito seco, Seco, Normal, Chuvoso e Muito chuvoso; e para temperatura como Muito quente, Quente, Normal, Frio e Muito frio. A média anual da precipitação foi 982,04 mm e da temperatura foi de 33,58 °C. Dos 62 anos estudados, 56,45% obtiveram valores acima e 43,55% abaixo da precipitação média anual. Para temperatura, houve uma pequena diferença, 51,62% dos anos se mantiveram acima e 48,39% abaixo da média anual. O período com precipitação mais intensa ficou concentrado em dois períodos do ano, inicialmente de janeiro a abril e, por conseguinte, entre outubro e dezembro, sendo março o mês mais chuvoso. O período de estiagem apresenta as maiores temperaturas e se concentra nos meses de maio a setembro, sendo agosto o mês com menor incidência de precipitações e setembro o mais quente. Para as classes quantílicas de precipitação e

temperatura 18 anos foram classificados como “Normais” (29,03%), 9 anos como “Muito secos” e “Muito quentes” (14,52%), 13 anos como “Secos” e “Quentes” (20,97%), 13 anos classificados como “Chuvosos” e “Frios”, (20,97%) e 9 anos classificados como “Muito chuvosos” e “Muito frios” (14,52%), respectivamente. Por fim, é possível inferir que no município de Bom Jesus – PI predominou a ocorrência de chuvas e temperaturas acima da média e, em geral, os anos da série histórica analisada foram classificados como “Normais”, sem ocorrência de eventos climáticos extremos.

Palavras-chave: Variabilidade climáticas pluvial e térmica; intervalos quantílicos; pluviometria; Sensação térmica.

TEMPORAL VARIABILITY OF RAINFALL AND TEMPERATURE WITH THE QUANTILE TECHNIQUE FOR THE MUNICIPALITY OF BOM JESUS DO PIAUÍ, BRAZIL

Abstract: The research aimed to use the quantile technique to characterize a historical series of 62 years of average rainfall and thermal indices recorded from 1960 to 2021 in the city of Bom Jesus - Piauí, aiming to investigate the occurrence of variability followed by its climatic oscillations. The quantiles referring to the percentiles of 15, 30, 65 and 85% were analyzed, classified for precipitation as Very dry, Dry, Normal, Rainy and Very rainy; and for temperature as Very hot, Hot, Normal, Cold and Very cold. The average annual rainfall was 982.04 mm and temperature was 33.58 °C. Of the 62 years studied, 56.45% obtained values above and 43.55% below the average annual rainfall. For temperature, there was a small difference, 51.62% of the years remained above and 48.39% below the annual average. The period with the most intense rainfall was concentrated in two periods of the year, initially from January to April and then between October and December, with March being the wettest month. The dry season has the highest temperatures and is concentrated in the months of May to September, with August being the month with the lowest incidence of precipitation and September the hottest. For the quantile classes of precipitation and temperature 18 years were classified as "Normal" (29.03%), 9 years as "Very dry" and "Very hot" (14.52%), 13 years as "Dry" and "Hot" (20.97%), 13 years classified as "Rainy" and "Cold", (20.97%) and 9 years classified as "Dry" and "Hot" (20.97%). Finally, it is possible to infer that in the municipality of Bom Jesus - PI the occurrence of rainfall and temperatures above average predominated and, in general, the years of the historical series analyzed were classified as "Normal", without the occurrence of extreme climatic events.

Key words: Pluvial and thermal climate variability; quantile ranges; pluviometry; climatology; thermal sensation. historical series.

VARIABILIDAD TEMPORAL DE LA PRECIPITACIÓN Y LA TEMPERATURA CON LA TÉCNICA DE CUANTILES PARA EL MUNICIPIO DE BOM JESUS DO PIAUÍ, BRASIL

Resumen: La investigación tuvo como objetivo utilizar la técnica de cuantiles para caracterizar una serie histórica de 62 años de precipitaciones medias e índices térmicos registrados de 1960 a 2021 en la ciudad de Bom Jesus - Piauí, con el fin de investigar la ocurrencia de variabilidad en sus oscilaciones climáticas. Fueron analizados los cuantiles referentes a los percentiles de 15, 30, 65 y 85%, clasificados para la precipitación como Muy seco, Seco, Normal, Lluvioso y Muy lluvioso; y para la temperatura como Muy caliente, Caliente, Normal, Frío y Muy frío. La precipitación media anual fue de 982,04 mm y la temperatura de 33,58 °C. De los 62 años estudiados, el 56,45% obtuvieron valores superiores y el 43,55% inferiores a la precipitación media anual. En cuanto a la temperatura, hubo una pequeña diferencia, el 51,62% de los años

se mantuvieron por encima y el 48,39% por debajo de la media anual. El periodo de mayores precipitaciones se concentró en dos épocas del año, inicialmente de enero a abril y después entre octubre y diciembre, siendo marzo el mes más lluvioso. La estación seca presenta las temperaturas más elevadas y se concentra en los meses de mayo a septiembre, siendo agosto el mes con menor incidencia de precipitaciones y septiembre el más caluroso. Para las clases cuantílicas de precipitación y temperatura, 18 años fueron clasificados como "Normal" (29,03%), 9 años como "Muy seco" y "Muy caluroso" (14,52%), 13 años como "Seco" y "Caluroso" (20,97%), 13 años clasificados como "Lluvioso" y "Frío", (20,97%) y 9 años clasificados como "Seco" y "Caluroso". Finalmente, es posible inferir que en el municipio de Bom Jesus - PI predominó la ocurrencia de lluvias y temperaturas por encima del promedio y, en general, los años de la serie histórica analizada fueron clasificados como "Normales", sin ocurrencia de eventos climáticos extremos.

Palavras claves: Variabilidad climática pluvial y térmica; rangos cuantílicos; pluviometria; climatología; sensación térmica; series históricas.

INTRODUÇÃO

Estudos diversos utilizando técnicas estatísticas têm possibilitado a ampliação da análise de eventos extremos e sua previsão, considerando os possíveis prejuízos gerados para a sociedade. Destacando nesse âmbito, um método bastante simples e eficiente conhecido como “Técnica dos Quantis”. Um dos trabalhos pioneiros foi desenvolvido por Pinkayan (1966) utilizando a Técnicas dos Quantis na avaliação da ocorrência de anos secos e chuvosos sobre extensas áreas continentais dos Estados Unidos da América. Além desse, Gibbs e Maher (1967), baseado em quantis (decis), realizaram a caracterização dos períodos secos e chuvosos, o que lhes permitiu instituir um sistema de “Alarme de Seca” cujos princípios são até hoje utilizados pela meteorologia australiana (Xavier, 2001).

A metodologia dos Quantis possibilita a compreensão dos regimes pluviais sendo indispensável para o planejamento das atividades agropecuárias, trazendo benefícios para a sociedade local. Medeiros (2020a) aplicou a técnica dos quantis para analisar os índices pluviais da série histórica entre 1981-2019 do município de Lagoa Seca – PB, investigando a afinidade do fenômeno *El Niño* Oscilação Sul (ENOS) e a hortifrutigranjeiro a partir da caracterização dos períodos Secos, Muito Secos, Normais, Chuvosos e Muito Chuvosos, utilizando similarmente às probabilidades de 0,15, 0,35, 0,65 e 0,85 utilizadas por Pinkayan (1966).

Ao analisar a aplicação de técnicas cuantílicas, Medeiros (2020b) observou que elas foram essenciais na demonstração de flutuações pluviométricas e suas irregularidades nos períodos Secos e Muito Secos no município de São Bento do Una – PE, encontrando extensa afinidade entre os fenômenos que integram os índices pluviométricos com os térmicos e com os processos ambientais, socioeconômicos e climáticos. Duarte *et al.* (2020) puderam

identificar a partir das técnicas quantílicas, que os excedentes hídricos que foram registrados ocorreram principalmente fora do período chuvoso regional e foram ocasionados por eventos extremos.

A análise dos índices pluviométricos, segundo Silva *et al.* (2022), é fundamental para a caracterização do clima de determinada região, intervindo diretamente nas alternâncias de rendimento das culturas. De modo que, longos períodos de estiagem, além de ocasionarem danos à produção agrícola regional e local, por afetarem o nível d'água dos mananciais e reservatórios das hidroelétricas, interferem no abastecimento urbano/rural e na agropecuária, e são influenciados diretamente por fenômenos atmosféricos e oceânicos de grande escala que se processam sobre os Oceanos Pacífico e Atlântico Tropicais.

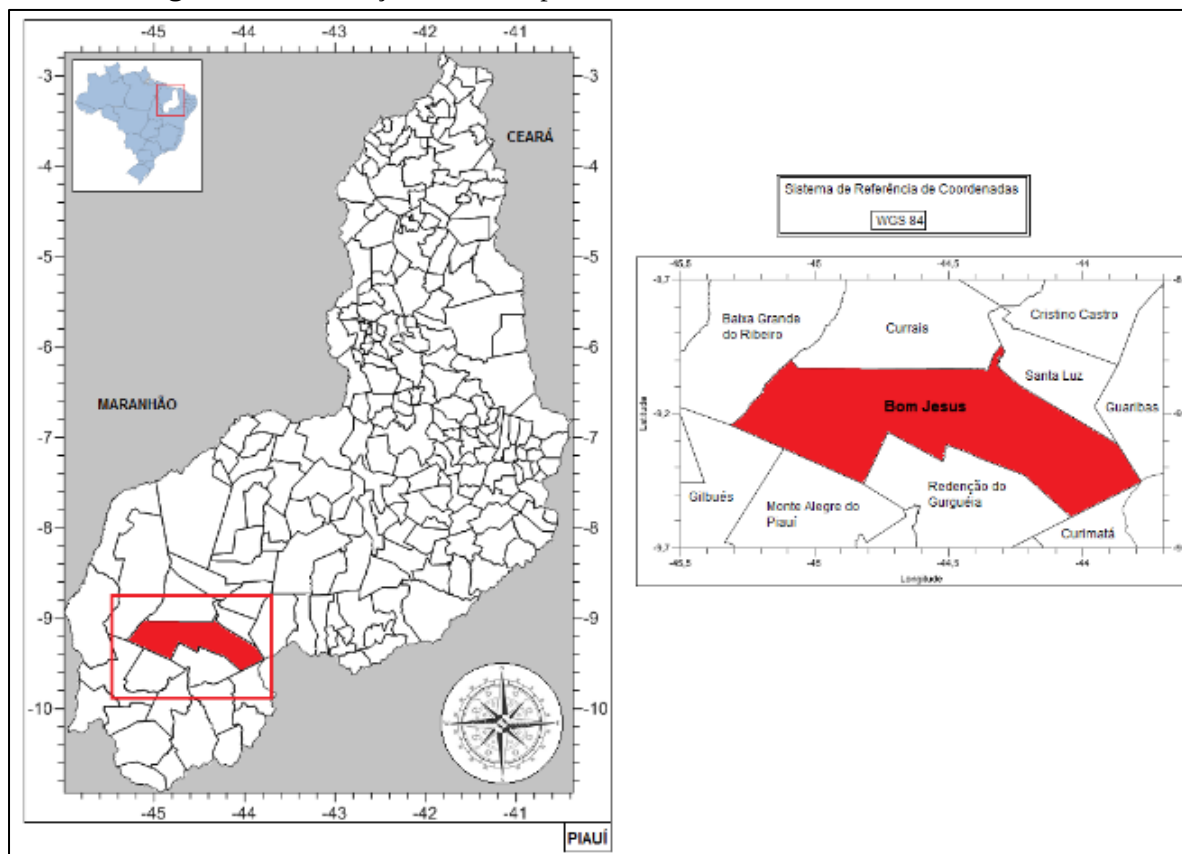
Os autores Sobral *et al.* (2018) afirmam que no Brasil há ocorrência constante de eventos climáticos extremos, destacando as enchentes e os deslizamentos de terra nas grandes cidades, seguido de períodos de seca em diversas regiões do país, ressaltando a importância da realização de pesquisas observacionais visando caracterizar o regime pluviométrico para compreensão da variabilidade das chuvas regionais. Sendo de grande valia a análise de séries temporais de precipitação e temperatura para compreensão da espacialização, levando em consideração sua aplicabilidade em pesquisas hidrológicas essenciais para o desenvolvimento social e econômico de uma região (Ichiyanagi *et al.*, 2018; Ballari *et al.*, 2018).

Diante do exposto, objetivou-se nessa pesquisa utilizar a Técnica dos Quantis para caracterizar uma série histórica de 62 anos de índices pluviométricos e térmicos registrados de 1960 a 2021 na cidade de Bom Jesus – Piauí, Brasil, visando investigar a ocorrência de variabilidades seguidamente de suas oscilações climáticas.

METODOLOGIA DA PESQUISA

O município de Bom Jesus fica situado na mesorregião do Sudoeste do Piauí, Brasil, (Figura 1) com população estimada de 25.584 habitantes e ocupando uma área territorial de 5.471,024 km² (IBGE, 2021). Localizado a uma latitude 09° 04' S e a uma longitude 44° 21' W, em uma altitude média de 277 m e distante 635 km em linha reta da capital piauiense, Teresina. Segundo a classificação proposta por Köppen (1928, 1931) o clima do município é classificado como do tipo Aw', caracterizado como tropical quente e úmido, com chuvas no verão e seca no inverno (Saboya *et al.*, 2022). De acordo com o Inmet (2017) apresenta precipitação média que varia de 900 a 1200 mm.ano⁻¹ e a temperatura média de 26,2 °C.

Figura 1 - Localização do município de Bom Jesus no Estado do Piauí, Brasil



Fonte: Medeiros (2021).

Para o desenvolvimento da pesquisa foram obtidos os dados pluviométricos e de temperatura mensais e anuais em uma série histórica de 62 anos (1960-2021) para o município de Bom Jesus – PI, fornecidos pela Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE, 1990) e pelo Instituto Nacional de Meteorologia (2023). Considerando que o período estudado foi adotado seguindo as orientações propostas pela Organização Meteorológica Mundial (OMM, 1989) de abranger uma série histórica com no mínimo 30 anos consecutivos para detecção dos padrões de climatologia (Silva *et al.*, 2022).

Por conseguinte, os dados foram organizados em planilhas eletrônicas possibilitando a aplicação da técnica estatística de separatriz em quantis, seguindo o mesmo intervalo quantílicos utilizado por Pinkayan (1966) *et al.*, Xavier (1987, 2001, 2002), Monteiro (2012), Silva *et al.* (2022) e Souza (2010), considerando os percentis P_{15} , P_{35} , P_{65} e P_{85} , em que os extremos não são evidenciados (Quadro 1).

Quadro 1 - Classes quantílicas para os índices pluviométricos e de temperatura

QUANTIS	TEMPERATURA (°C)	PRECIPITAÇÃO (MM)
$Q_{(0,15)}$	MF	MS
$Q_{(0,35)}$	F	S
Normal	N	N
$Q_{(0,65)}$	Q	C
$Q_{(0,85)}$	MQ	MC

Legenda: MF = Muito frio; F = Frio; N = Normal; Q = Quente; MQ = Muito quente; MS = Muito seco; S = Seco; C = Chuvoso; MC Muito chuvoso.

Fonte: Monteiro (2011).

Os dados de precipitação e temperatura média anual foram ordenados em modo crescente e calculados os valores de probabilidade (Y_n) (Ramos *et al.*, 2020), de acordo com a Equação 1.

$$Y_n = \frac{n}{(n+1)} \quad (1)$$

Em que:

Y = probabilidade de ocorrência do evento;

n = posição do ano na tabela, variando de 1 a 62.

A determinação de cada um dos Quartis foi realizada utilizando a metodologia proposta por Pinkayan (1966), calculado conforme a seguinte equação:

$$Q = Y_i + [(P - P_i)/(P_{i+1} - P_i)] * (Y_{i+1} + Y_i) \quad (2)$$

Em que:

Q = valor do Quantil para cada uma das probabilidades escolhidas (Ex: Q (0,15) é o quantil referente à ordem quantílica $P = 0,15$);

i = número de ordem para cada valor (ordenar de forma crescente);

y = valor correspondente a cada número de ordem i (no caso, seria o total pluviométrico em mm);

P_i = Ordem quantílica ($P_i = i/(N+1)$);

N = Número de elementos da série; o produto seria o resultado da divisão da ordem quantílica P_i .

Na Tabela 1 verifica-se as classes dos Quantis de acordo a precipitação média anual do município de Bom Jesus – PI para a série histórica de 1960 a 2021.

Tabela 1 - Classificação dos quantis para a precipitação média da série histórica dos anos de 1960 a 2021 no município de Bom Jesus – PI

CLASSES	QUANTIL	PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL(mm)
Muito Seco – MS	$X_i \leq Q(0,15)$	$P \leq 762,30$
Seco - S	$Q(0,15) < X_i \leq Q(0,35)$	$762,30 < P \leq 889,07$
Normal – N	$Q(0,35) < X_i \leq Q(0,65)$	$889,07 < P < 1056,00$
Chuvoso - C	$Q(0,65) < X_i \leq Q(0,85)$	$1056,00 \leq P < 1199,30$
Muito Chuvoso - MC	$X_i \geq Q(0,85)$	$P \geq 1199,30$

Fonte: Autores (2023).

As classes dos Quantis de acordo temperatura média anual do município de Bom Jesus – PI para a série histórica de 1960 a 2021 podem ser observadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Classificação dos quantis para a temperatura média da série histórica dos anos de 1960 a 2021 no município de Bom Jesus – PI.

CLASSES	QUANTIL	TEMPERATURA MÉDIA ANUAL(°C)
Muito Frio - MF	$X_i \leq Q(0,15)$	$P \leq 32,38$
Frio - F	$Q(0,15) < X_i \leq Q(0,35)$	$32,38 < P \leq 33,18$
Normal – N	$Q(0,35) < X_i \leq Q(0,65)$	$33,18 < P < 33,78$
Quente - Q	$Q(0,65) < X_i \leq Q(0,85)$	$33,78 \leq P < 34,49$
Muito Quente – MQ	$X_i \geq Q(0,85)$	$P \geq 34,49$

Fonte: Autores (2023).

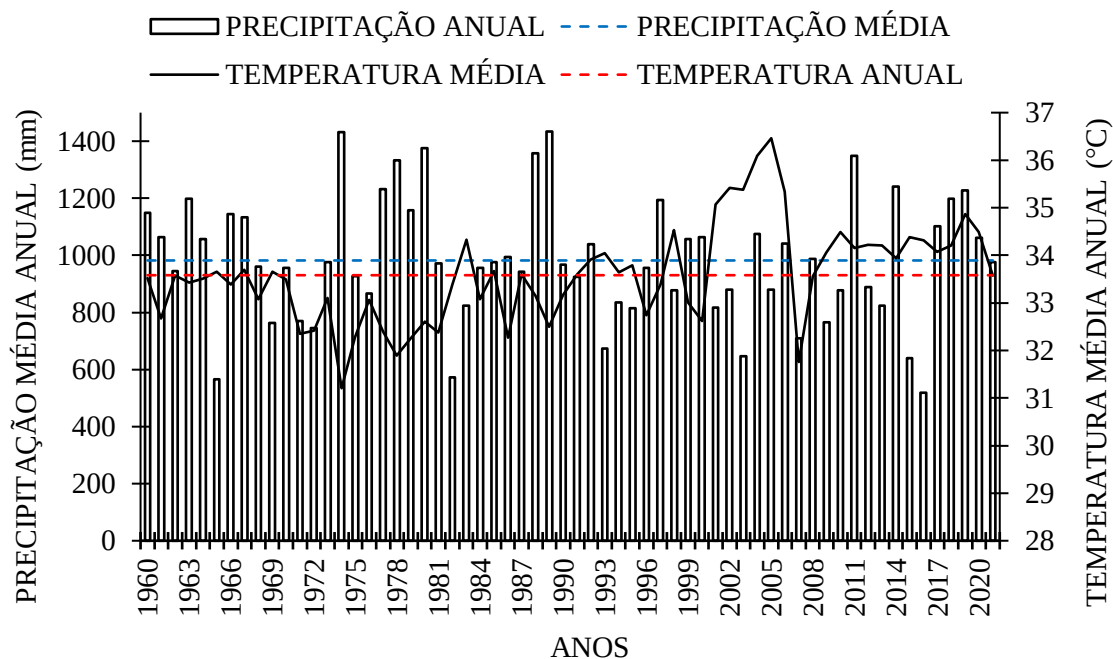
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2 observa-se que a precipitação média anual para os 62 anos foi de 982,04 mm, com maior média registrada em 1989 com 1434,65 mm e menor média em 2016 com 518,40 mm. Analisando a figura nota-se que há uma alta variabilidade nos índices pluviométricos, ausência de tendências de longo prazo e uma variação interdecenal, com décadas de baixa ocorrência chuva e incidência de secas, antepostas por décadas de chuvas intensa, corroborando com os resultados obtidos por Medeiros *et al.* (2016) que atribuiu a esse fato a atuação de fenômenos meteorológicos e oceânicos adversos, que influenciam na intensidade ou na ausência dos períodos chuvosos.

Para a série histórica de 1960 a 2021, destaca-se que houve 35 anos (56,45%) com valores médios de precipitação inferior à média histórica de 982,04 mm ano⁻¹ e 27 anos (43,55%) com precipitação média acima desse valor. De acordo com Saboya *et al.* (2022) as estimativas probabilísticas dos índices pluviais básicos devem ser considerados no planejamento e no desenvolvimento das áreas urbanizadas e agricultáveis, para que eventos

infrequentes e/ou extremos de alta relevância climatológica, hidrológica e socioeconômica sejam previstos.

Figura 2 - Precipitação e temperatura média anual (mm) para a série histórica de 1960 – 2021 no município de Bom Jesus – PI



Fonte: Autores (2023).

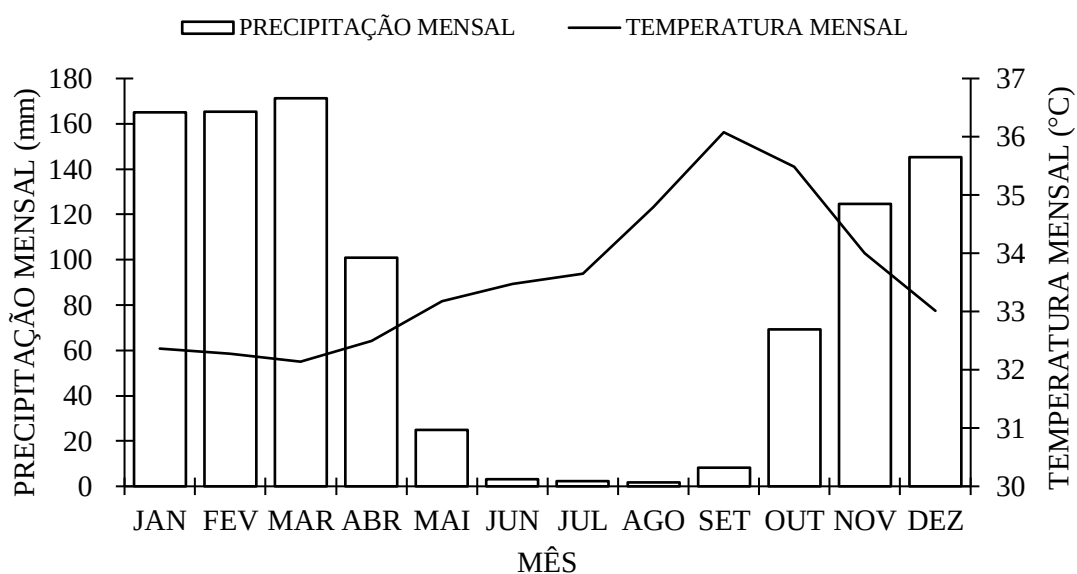
Referente à temperatura média anual (Figura 2), constata-se que para a série histórica estudada (1960-2021) o valor médio para o município de Bom Jesus – PI foi 33,58 °C, com máximo de 36,46 °C no ano de 2005 e mínimo de 31,20 °C em 1974. Observa-se que a maioria dos valores estão abaixo da média anual de 36,46 °C, correspondendo a 32 anos e uma frequência de ocorrência de 51,62%. Já os outros 30 anos mantiveram valores acima da temperatura média com frequência de ocorrência de 48,39%. Ademais, nota-se um aumento da temperatura do município de Bom Jesus – PI nas últimas décadas, sendo acentuadamente influenciada pelo aumento das temperaturas máximas caracterizando que a região está ficando mais quente ao decorrer dos anos.

Os autores Melo e Lima (2021) destacam que a ocorrência de eventos nas escalas temporais interanuais e decenais influenciam na variabilidade da chuva de uma determinada região, sendo de grande valia o monitoramento desses fenômenos para compreensão do comportamento climatológico regional. Nascimento *et al.* (2019) ressaltaram a importância de avaliar as características climatológicas de uma região ao estudarem sobre o tema no município de Parnaíba – PI e constatarem a ocorrência de tendências climáticas locais e até mesmo estaduais, observando que no período mais seco e nos anos com maior incidência de estiagem,

houve um aumento considerável de focos de queimadas e a redução hídrica, devido ao declínio da precipitação e ao aumento da temperatura no estado do Piauí.

Na Figura 3 observa-se o comportamento da precipitação mensal do município de Bom Jesus – PI, constatando uma sazonalidade com ocorrência de chuvas mais intensas concentrada em dois períodos do ano. Inicialmente, entre os meses de janeiro a abril e, por conseguinte, entre os meses de outubro a dezembro, sendo o mês de março o mais chuvoso do ano, com precipitação média de 171,2 mm. Já o período de estiagem do município está concentrado entre os meses de maio a setembro, ocorrendo no mês de agosto os menores índices de precipitação, com valor médio de 1,7 mm. Autores como Monteiro *et al.* (2012) atribuem a essa sazonalidade à ocorrência de sistemas atmosféricos e oceânicos, em especial, aqueles que agem em baixas latitudes, que garantem as estabilidades atmosféricas nos períodos de inverno e primavera e as instabilidades nos períodos de verão e outono.

Figura 3 – Variabilidade da precipitação e da temperatura média mensal do município de Bom Jesus – PI para a série histórica de 1960 a 2021



Fonte: Autores (2023).

Relacionando a variável temperatura com a precipitação mensal (Figura 3), observa-se que nos meses com maiores índices de precipitação (janeiro, fevereiro, março e abril) foram constatadas as menores temperatura de 32,4, 32,3, 32,1 e 32,5 °C, respectivamente. Todavia, o valor máximo de temperatura pôde ser observado no mês de setembro com 36,1 °C. Marengo *et al.* (2007) ao estudarem sobre a ocorrência de eventos extremos no Brasil e na América do Sul no século XXI, a partir de projeções de clima, utilizando três modelos regionais, constatou

que a variabilidade térmica influência nos níveis pluviais, corroborando com os resultados obtidos nessa pesquisa.

Ademais, resultados semelhantes foram obtidos por Holanda *et al.* (2021) que ao compreenderem sobre a variabilidade pluvial e suas oscilações espaço-temporal aplicando a técnica de quantis, gerando os balanços hídricos climatológicos para diferentes regimes pluviométricos em São Bento do Una – PE constataram que a medida que a temperatura aumenta há uma tendência de diminuição da precipitação no local, observando também uma correlação com eventos fluviais extremos, que podem ocasionar problemas como, por exemplo, incertezas na produção agrícola, em especial, quando se adota o tipo de cultivo de sequeiro, e a possibilidade de redução da água disponível para o uso doméstico e para a dessedentação animal.

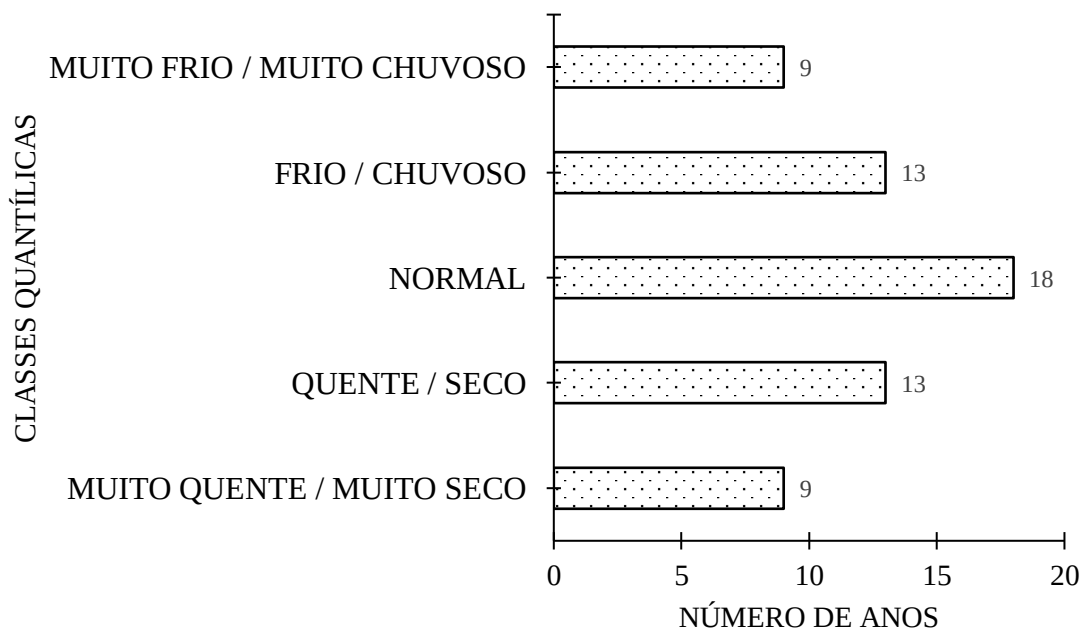
De acordo com a classificação dos Quantis para a precipitação média anual do município de Bom Jesus – PI para a série histórica de 1960 a 2021 disponível na Tabela 1, os anos com valores de precipitação abaixo de 762,30 mm são classificados como “Muito secos”, na faixa entre 762,30 mm e 889,07 mm classificados como “Secos”, na faixa entre 889,07 mm e 1056,00 mm classificados como “Normais”, na faixa entre 1056,00 mm e 1199,30 mm classificados como “Chuvosos” e acima de 1199,30 mm como “Muito chuvosos”. Sendo o ano de 2016 - com precipitação média de 518,40 mm - e o ano de 1989 - com precipitação média de 1434,65 mm – considerados extremos e classificados, respectivamente, como “Muito seco” e “Muito chuvoso”. Concordando com os resultados obtidos por Ramos *et al.* (2020) que destacaram que a técnica dos quantis propiciou o reconhecimento dos anos mais discrepantes em termos de precipitação anual.

Na Tabela 2 observa-se a classificação quantílica dos anos da série histórica de 1960 a 2021 para a temperatura média anual. Os anos com temperatura média abaixo de 33,38 °C foram classificados como “Muito frios”, àqueles situados entre 32,38 °C e 33,18 °C como “Frios”, variando entre 33,18 °C e 33,78 °C classificados como “Normais”, com valores entre 33,78 °C e 34,49 °C classificados como “Quentes” e os anos em que a temperatura média foi acima de 34,49 °C classificados como “Muito quentes”. Sendo observado que os meses com menores índices pluviométricos possuem os maiores valores de temperatura.

Na Figura 4 é possível observar a quantidade de anos da série histórica estudada que se enquadra em cada uma das classes quantílicas obtidas tanto para a precipitação quanto para a temperatura média anual. Assim, no período de 62 anos estudados, 9 anos foram classificados como “Muito secos” e “Muito quentes”, o que equivale a 14,52%; 13 anos classificados como “Secos” e “Quentes”, equivalente a 20,97%; 18 anos classificados como “Normais”,

equivalente a 29,03%; 13 anos classificados como “Chuvosos” e “Frios”, equivalente a 20,97% e 9 anos classificados como “Muito chuvosos” e “Muito frios”, equivalente a 14,52%. Os anos classificados como “Normais” foram mais frequentes no período de 1960 a 2021, corroborando com os resultados obtidos por Sena *et al.* (2019) ao estudarem sobre a variabilidade da precipitação e seus efeitos na agropecuária dos municípios de Sumé e São João do Cariri, na Paraíba.

Figura 4 – Distribuição dos anos nas classes quantílicas determinadas para precipitação e temperatura média anual, para a série histórica de 1961 a 2021 no município de Bom Jesus – PI



Fonte: Autores (2023).

Resultados semelhantes foram obtidos por Santos *et al.* (2021) ao analisarem a pluviometria do município de Pau dos Ferros – RN de 1964 a 2015 e observarem que a coincidência entre o percentual de anos classificados como “Muito secos” e aqueles classificados como “Muito chuvosos” implica que a problemática de água existente na região não está relacionada somente com a irregularidade de chuvas, mas também com a falta de planejamento adequado e de políticas para o gerenciamento dos recursos hídricos disponíveis associadas a estratégias de convivência com a seca.

Diante disso, vale ressaltar a importância da análise do comportamento das variáveis climatológicas precipitação e temperatura ao decorrer da série histórica de 1961 a 2021 para o município de Bom Jesus – PI, visto que esse estudo pode servir de instrumento para a gestão hídrica municipal e na previsão de ocorrência de eventos climáticos de grande valia.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, é possível inferir que os eventos de precipitação mais intensos no município de Bom Jesus – PI ocorrem em dois períodos do ano, inicialmente no período de janeiro a abril e, por conseguinte, entre os meses de outubro a dezembro, sendo março o mês mais chuvoso do ano. Ademais, o período de estiagem do município se concentra entre os meses de maio a setembro, sendo agosto o mês com menores índices de precipitação. Relacionando a precipitação com a temperatura, observou que no período de estiagem, são percebidos os maiores valores de temperatura.

Com a utilização da técnica dos Quantis foi possível estabelecer um perfil climatológico do município de Bom Jesus – PI na série histórica de 1961 a 2021 para as variáveis precipitação e temperatura. Classificando a maior parte dos anos como “Normais”, seguidos de anos “Secos” e “Quentes” ou “Chuvosos” e “Frios” e, posteriormente, de anos “Muito secos” e “Muito quentes” ou “Muito chuvosos” e “Muito frios”.

Por fim, constatou-se que a análise das classes Quantílicas pode ser utilizada como base de informações para outras pesquisas a serem desenvolvidas na região, bem como subsídio para o planejamento e desenvolvimento do município baseado nas características climáticas.

REFERÊNCIAS

BALLARI, D.; GIRALDO, R.; CAMPOZANO, L.; SAMANIEGO, E. *Spatial function al data analysis for regionalizing precipitation seasonality and intensity in a sparsely monitored region: Unveiling the spatio-temporal dependencies of precipitation in Ecuador*. **Int. J. Clim.**, Cuenca, v. 38, n. 1, p. 3337-3354, 2018.

DUARTE, J. F. de M.; MEDEIROS, R. M. de. Bom Jesus Piauí e a aplicação do balanço hídrico para diferentes regimes pluviais usando a técnica dos quantis. **Revista Equador**, Universidade Federal do Piauí, Teresina, v. 9, n. 2, p. 166 - 188, maio/2020.

GIBBS, W. J.; MAHER, J. V. *Rainfall Deciles as Drought Indicators*, *Bulletin n. 48*, **Bureau of Meteorology**, Melbourne-Australia, n. 48, 1967.

HOLANDA, R. M. de; MEDEIROS, R. M. de; FRANÇA, M. V. de. A técnica dos Quantis para diferentes regimes pluviais e a aplicação do balanço hídrico em São Bento do Una – PE, Brasil visando apoio a avicultura. **Revista de Geografia**, Recife, v. 38, n. 2, p. 108-124, fevereiro/2021.

ICHIYANAGI, K.; YAMANAKA, M.D.; MURAJI, Y.; VAIDYA, B.K. *Precipitation in Nepal between 1987 and 1996*. **Int. J. Clim.**, Cuenca, v. 27, n. 1, p. 1753-1762, abril/2018.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. **Normas climatológicas (1961 - 1990)**. Brasília: INMET, 2017.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. *Klimate der Erde*. **Gotha: Verlag Justus Perthes**, 1928.

KÖPPEN, W. *Grundriss der Klimakunde: Outline of climate science*. Berlin: **Walter de Gruyter**, [S.l; S.n.], 1931.

MARENGO, J. A. **Eventos extremos em cenários regionalizados de clima no Brasil e América do Sul para o século XXI**: Projeções de clima futuro usando três modelos regionais, Relatório 5, Ministério do Meio Ambiente – MMA, Secretaria de Biodiversidade e Florestas – SBF, Diretoria de Conservação da Biodiversidade – DCBio Mudanças Climáticas Globais e Efeitos sobre a Biodiversidade – Subprojeto: Caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do Século XXI. Brasília, 2007.

MEDEIROS, M. de M.; HOLANDA, R. M. de; FRANÇA, M. V. de; SABOYA, L. M. F.; CUNHA FILHO, M.; ARAÚJO, W. R. de. Bom Jesus do Piauí e suas flutuações na sensação térmica. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 15, p. 1-24, novembro/2021.

MEDEIROS, R. M. Aplicação da técnica dos quantis nos índices pluviais do município de lagoa seca, paraíba e sua relação com o ENSO e a hortifrutigranjeiro. **Revista Mirante**, Anápolis, v. 13, n. 2, p. 203-217, setembro/2020a.

MEDEIROS, R. M. *The quantile technique for different rainfall regimes and the application of water balance in São Bento do Una - PE, Brazil aiming at supporting poultry farming*. **Engineering and Technology Magazine**, Reino Unido, v. 12, n. 3, p. 1-18, 2020b.

MEDEIROS, R. M. de; BRITO, J. I. B. de; SILVA, V. M. de; MELO, V. da S.; COSTA NETO, F. de A. da. El Niño/La Niña e sua influência no número de dias com chuva em Bom Jesus – Piauí, Brasil. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 11, n. 2, p. 16-23, abril-junho/2016.

MELO, V. da S.; LIMA, L. M.; Caracterização da Chuva da Microrregião de Catolé do Rocha no Estado da Paraíba Baseada em Estatística Aplicada. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São Paulo, v. 36, n. 1, p. 97 – 106, janeiro-março/2021.

MONTEIRO, J. B.; ROCHA, A. B. da; ZANELLA, M. E. Técnica dos Quantis para caracterização de anos secos e chuvosos (1980-2009): Baixo curso do Apodi-Mossoró/RN. **Revista do Departamento de Geografia (USP)**, São Paulo, v. 23, p. 232-249, fevereiro/2012.

NASCIMENTO, M. G. P.; LIMA, G. de A.; ANDRADE, I. M. de; GALVINCIO, J. D. Tendências climatológicas para o município de Parnaíba Piauí/Brasil. **Journal of Hyperspectral Remote Sensing**, Recife, v.9, n.1, p. 10-20, abril/2019.

ORGANIZAÇÃO METEOROLÓGICA MUNDIAL - OMM. *Calculation of monthly and annual 30 – year standard normals*. Geneva (WMO). **Technical document**, v. 341, WCDP, n.10, 1989.

PINKAYAN, S. *Conditional probabilities of occurrence of Wet and Dry Years Over a Large Continental Area. Hidrology papers*, Colorado, n.12, p.1-53, abr. 1966.

RAMOS, M. F.; MONTEIRO, C. B.; ESPINDOLA, G. M. de; SILVA, C. E. da; BEZERRA, A. de A. Método dos Quantis para caracterização da precipitação anual da cidade de Teresina/PI. In: ENCONTRO NACIONAL DE ÁGUAS URBANAS, 13., 2020, Porto Alegre/RS. **Anais [...]**. Porto Alegre/RS, 2020.

SABOYA, L. M. F.; MEDEIROS, R. M. de; HOLANDA, R. M. de; FRANÇA, M. V. de; ARAÚJO, W. R. de; CUNHA FILHO, M. Probabilidade de chuvas em Bom Jesus - Piauí, Brasil. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 11, n. 3, p. 1 - 12, fev. 2022.

SANTOS, W. de O.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; SILVA JÚNIOR, M. J. da; OLIVEIRA, J. C. de. Precipitação pluviométrica no Município de Pau dos Ferros de 1964 a 2015. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 7, n. 1, p. 5672-5684, jan. 2021.

SENA, J. P. de O.; MORAES NETO, J. M.; LUCENA, D. B. Variabilidade da precipitação em Sumé e São João do Cariri e suas consequências na agropecuária. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 25, n. 15, p. 278-293, jul./dez. 2019.

SILVA, G. H. P. da; AMORIM, M. C. de C. T.; TEIXEIRA, D. C. F. Análise temporal da temperatura e das chuvas a partir da técnica dos quantis aplicada às cidades de Rancharia-SP e Presidente Prudente – SP. **Terra Livre**, São Paulo, v.1, n. 58, p. 223-250, 2022.

SOBRAL, B. S.; OLIVEIRA JÚNIOR, J. F.; GOIS, G.; TERASSI, P. M. de B. Variabilidade espaço-temporal e interanual da chuva no estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 22, n. 14, p. 281-308, 2018.

SOUZA, S. O.; CORREIA, W. S. C.; FILETI, R. B.; VALE, C. C. Balanço hídrico da bacia hidrográfica do Rio Caravelas (BA) como subsídio ao planejamento agrícola. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 7, n. 1, p. 83-92, janeiro/2010.

SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE - SUDENE. **Dados pluviométricos mensais do Nordeste – Série pluviometria** 5. Estado da Paraíba. Recife, 1990.

XAVIER, T. M. B. S.; XAVIER, A. F. S. Classificação e Monitoração de Períodos Secos e Chuvosos e Cálculo de Índices Pluviométricos para a Região Nordeste do Brasil, **Revista Brasileira de Engenharia / Cadernos de Recursos Hídricos**, [S.l.], v. 5, n. 2, p.7-31, 1987.

XAVIER, T. M. B. S. **Tempo de chuva: estudos climáticos e de Previsão para o Ceará e Nordeste Setentrional**. 1. ed. Fortaleza: ABC, 2001.

XAVIER, T. M. B. S.; SILVA, J. F.; REBELLO, E. R. G. **A Técnica dos Quantis e suas Aplicações em Meteorologia, Climatologia e Hidrologia em Regiões Brasileiras**. 1. ed. Brasília-DF: Thesaurus, 2002.

VOZES DA FAVELA: COTIDIANOS APRENDENTES, PRÁTICAS SOCIOCULTURAIS, CURRÍCULOS E EMANCIPAÇÃO

Silvia Letícia Costa Pereira **CORREIA**
Doutora em Educação e Contemporaneidade
Secretaria Municipal de Educação de Salvador/BA
E-mail: sil.lete@gmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9018-2340>

Marcelo de Jesus **AROUCA**
Mestre em Educação e Contemporaneidade
Secretaria Municipal de Educação de Salvador/BA
E-mail: maismarceleza@gmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3976-2120>

Natanael Reis **BOMFIM**
Doutor em Educação
Professor Pleno da Universidade do Estado da Bahia
E-mail: nabom_reis@hotmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5122-9820>

Recebido
Dezembro de 2024

Aceito
Agosto de 2025

Publicado
Dezembro de 2025

Resumo: Este artigo, resultado de reflexões tecidas a partir dos resultados de pesquisas de Mestrado e Doutorado, sobre a relação curricular com o espaço da favela¹, teve o objetivo de discutir sobre a importância do reconhecimento e da valorização da inserção das práticas socioculturais e dos saberes produzidos no cotidiano das favelas, para a construção de currículos, pensados enquanto redes de conhecimentos, comprometidos com a emancipação e consequente transformação social. Parte da seguinte questão: “de que maneira os cotidianos das

¹ O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2013), informa que o termo técnico ‘aglomerado subnormal’ é o utilizado para se referir à favela. Entretanto não adotamos tal nomenclatura por reconhecer nela, um sentido pejorativo. Além disto, identificamos em nossas pesquisas que a ideia de favela para seus habitantes, extrapola nomenclaturas oficiais, havendo o reconhecimento/identificação dos atores sociais, com o termo favela (Arouca, 2017; 2020).

favelas e suas práticas socioculturais contribuem para a construção de um currículo com vistas à emancipação?”. Muito embora este artigo seja teórico, foi originado de pesquisas com aporte *teóricometodológico* originalmente qualitativo, em que foram utilizados entrevista, entrevista com grupo focal, produção de mapas afetivos, técnica de associação livre de palavras, narrativas de alunos e docentes, além da sobreposição dos dados coletados nas diversas etapas dos estudos. A partir do diálogo com diversos interlocutores e interlocutoras como Alves (2002), Arouca (2017; 2020), Certeau (2014), Correia (2020), Freire (2001), Maricato (1982), entre outros e outras, recomenda-se que as escolas busquem construir junto às suas comunidades, perspectivas curriculares que se comprometam com a proposição de reflexões acerca do contexto social, no sentido de problematizar as contradições e limites presentes nos cotidianos das favelas, bem como as potencialidades manifestas nas práticas socioculturais dos praticantes, objetivando encontrar formas de contribuir para a construção de alternativas de superação das demandas que se apresentam, evidenciadas nas práticas socioculturais cotidianas.

Palavras-chave: Pedagogias de favela; Currículo; cotidiano; práticas socioculturais; emancipação.

INTRODUÇÃO

As favelas são territórios definidos num conjunto interdisciplinar por sociólogos, psicólogos, urbanistas, ecologistas e por muitos outros especialistas ligados às ciências humanas, à exemplo de Bomfim (2009), que ao considerar a essência do espaço favelar, conceitua território, não apenas como uma categoria própria da Geografia, mas também como movimento multidisciplinar que envolve a percepção espacial como origem e avança para as suas múltiplas dimensões do vivido e concebido pelos sujeitos. Isto implica, inicialmente, numa apropriação do espaço por um ou mais atores sociais, no exercício de práticas socioespaciais que se estabelecem nas diversas territorialidades além das múltiplas representações construídas.

Adotamos o termo ‘favela’ para abordar as comunidades urbanas de periferia. Isto se deve às nossas vivências e pesquisas realizadas, onde foi possível reconhecer que os atores sociais destes territórios assumem a nomenclatura favela de forma afirmativa, esvaziando seu sentido pejorativo. Segundo Arouca (2020), para estes os termos favela, periferia, comunidade e gueto são semelhantes. Assim, corroborando com este entendimento, reconhecemos politicamente o termo favela para o presente texto, extrapolando a dimensão geográfica e articulando diferentes dimensões: políticas, econômicas, urbanísticas e, sobretudo culturais e identitárias.

O conceito de favela situado como território, se acentua como lugar de pertencimento, de vida cotidiana, lugar de afetividade construído pelos atores sociais, a partir de experiências vividas (Tuan, 1983). Vale mencionar que estes territórios são, por um lado, fruto da exclusão das camadas sociais mais vulneráveis, e por outro, das lutas sociais e mobilizações das

populações desassistidas pelo Estado nos espaços urbanos, o que nos leva a analisar empiricamente esse espaço social (Lefebvre, 2006), a partir da sua origem, das relações díspares e desiguais nos processos de desenvolvimento urbano, especialmente nas grandes cidades.

Conforme assevera Correia (2020), trata-se de uma arena de interação social, que envolve a construção de identidades, constituindo-se igualmente num ambiente social e espacial, temporal e cultural, progressivamente estruturado com as relações e experiências de seus moradores e usuários. Nas favelas, diferentes pessoas, famílias e grupos compartilham o mesmo espaço social, *lócus* de grande diversidade sociocultural, com produções de práticas cotidianas e saberes que articulam os atores sociais em produções alternativas por meio das quais superam coletivamente as adversidades diárias, historicamente criadas nas relações de favorecimento entre as grandes elites e o poder público em detrimento das camadas populares menos favorecidas. É neste contexto que se delineiam e se constroem os cotidianos nos territórios favelares.

O entendimento de cotidiano retratado neste texto toma como referência as ideias cereteunianas de cotidiano como subversão que por assim ser, não admite repetição. Como afirma Pais (1993, p. 108), cotidiano é “o que no dia-a-dia se passa quando nada se parece passar [...] a vida que escorre, em efervescência invisível”. E ainda que constantemente se apresentem diversas problemáticas impostas continuamente e que entrecruzam o dia a dia dos atores sociais das favelas, nosso povo sobrepuja os estigmas que lhes são imputados, utilizando para isso, diferentes táticas (Certeau, 2014) que fazem das favelas fontes de saberes e práticas que, ao serem reconhecidas pela escola, podem contribuir para o fortalecimento do papel social da instituição escolar, na construção de sociedades mais equânimes e de efetiva emancipação.

Compartilhamos da ideia de que escolas que atuam nas comunidades de favela estão mais propensas às construções e ao desenvolvimento de trabalhos pautados nas múltiplas diversidades, sejam elas sociais, culturais, econômicas, entre outras. Tal indicativo é potencialmente eixo gerador de currículos voltados para a interculturalidade ao transpor uma abordagem horizontal e hierarquizada dos saberes, culturas, identidades e problemáticas vivenciadas nas favelas, reconhecendo seus atores sociais como protagonistas do fazer diário e da tessitura social que compõe o bairro e a cidade como um todo.

Neste sentido, Correia (2020) propõe que se pense o cotidiano de maneira articulada com a discussão curricular, aliando-se à ideia de pensar os atores sociais como seres legítimos e autorais, capazes de intervir na realidade social. Assim, o currículo é entendido, como redes de conhecimentos e fazeres produzidas e compartilhadas pelos atores sociais dos espaços da

favela, nos cotidianos escolares, que praticam de diferentes modos, os múltiplos *espaçotempos*² (Alves, 2002) nas escolas e fora delas. Para tanto, é necessário romper com as perspectivas pedagógicas que hierarquizam os saberes com base nas culturas e epistemologias hegemônicas e que trazem para dentro das escolas currículos homogêneos, pré-elaborados, pensados de fora das comunidades em que são “aplicados” sem a participação dos atores sociais a quem são destinados.

Partindo destas considerações o presente artigo aborda sobre a importância do reconhecimento e da valorização da inserção das práticas socioculturais e dos saberes produzidos no cotidiano das favelas na construção de currículos pensados enquanto redes de conhecimentos, comprometidos com a emancipação e consequente transformação social. Propomos a seguinte questão norteadora da discussão aqui realizada: “de que maneira o cotidiano das favelas e suas práticas socioculturais contribuem para a construção de um currículo com vistas à emancipação”?”.³

Ao longo da escrita produzida no artigo, foram tecidos diálogos a partir das análises realizadas em duas pesquisas. A primeira, um estudo em nível de Mestrado, intitulado ‘Pedagogias de Favelas: “castelando” as relações entre práticas socioculturais e currículos escolares’ que teve por objetivo investigar como as práticas socioculturais exercidas nos espaços educativos de favelas podem contribuir para a ressignificação dos currículos escolares. Os resultados deste estudo apontam a existência de entrecruzamentos do currículo escolar com as práticas socioculturais e elementos sócio-históricos das comunidades favelares, promovendo a aproximação entre os universos externos à escola e as salas de aula, reconhecendo e valorizando os elementos identitários da comunidade (Arouca, 2020).

O estudo utilizou a fenomenologia da experiência (Merleau-Ponty, 1999), perspectiva relevante para apreender o discurso manifesto de alunos e professores, pelos sentidos por eles atribuídos às práticas socioculturais, aos currículos escolares. Exigiu do pesquisador, imersão no *lôcus* da pesquisa - bairro e escola, auxiliando no desvelamento das compreensões que os sujeitos apresentaram, suas leituras de mundo, sendo apreendido o saber desnudo do sujeito da pesquisa. Neste sentido, o estudo reconhece e valoriza os elementos sociais, culturais e políticos

² Escrita inspirada nas ideias de pesquisadores do Grupo de Pesquisa Currículos, Redes Educativas e Imagens, do Programa de Pós-Graduação em Educação, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Estes pesquisadores propõem a superação da dicotomia que se tornou própria de alguns termos, herança da ciência moderna (Alves, 2003).

das culturas favelares. Para tanto foi tecido o diálogo entre o contexto específico da pesquisa com o campo global em que ela se insere.

Foi utilizado o recurso do grupo focal com roteiro semi-dirigido onde o *corpus* de análise foi o conteúdo manifesto do discurso das(os) participantes, disparados pelas fotografias registradas do bairro, pelos participantes do estudo. Estes dois recursos de coleta possibilitou a compreensão de como se forma o pensamento social sobre os elementos que constituem as práticas socioculturais exercidas nos espaços educativos de favela e seus elementos sócio-históricos, bem como das aproximações e/ou não distanciamentos desses elementos com os currículos da escola de favela. Ficou evidenciada a existência de profícuos entrecruzamentos do currículo escolar com as práticas socioculturais e elementos sóciohistóricos das comunidades favelares, promovendo a aproximação entre os universos externos à escola e as salas de aula, reconhecendo e valorizando os elementos identitários da comunidade. Neste sentido, propõe-se a construção de currículos com propostas pedagógicas representativas da diversidade sociocultural que emerge nas favelas, alinhados com diferentes agentes sociais da comunidade local, comprometidos com a transformação social por meio de ações desenvolvidas coletivamente.

O outro estudo intitulado ‘Representações Sociais e Cotidiano Escolar: metáforas no/do/com/o espaço vivido e sua tessitura com o currículo praticado’, a nível de Doutorado, teve o intuito de problematizar a produção dos currículos no cotidiano escolar, a partir do conteúdo das representações sociais do espaço vivido, construídas por alunos do 5º ano de escolarização do ensino fundamental I, e suas implicações no *fazerpensar* compartilhado nas práticas pedagógicas dos *praticantespensantes* da escola. Segundo Correia (2020), as informações produzidas com o estudo evidenciam a emersão dos conhecimentos do senso comum - tributários das Representações Sociais do Espaço Vivido, dentro da escola, reformulando, construindo e ampliando redes de conhecimentos, impactando nos currículos praticados por alunos e professoras.

Esta pesquisa baseou-se na percepção da experiência (Merleau-Ponty, 1999) tomada como elemento fundamental para a apreensão das Representações Sociais do espaço vivido dos alunos sobre o bairro da Engomadeira e dos significados atribuídos por eles, ao lugar. A estrutura metodológica da pesquisa foi composta por três percursos implicados, recorrendo a multimétodos: inicialmente, foram utilizadas as narrativas dos alunos, da associação livre de palavras, dos mapas afetivos. Da aplicação dos dispositivos circunscritos no primeiro percurso e sua posterior análise, emergiu um núcleo figurativo, cognitivo, conceitual e afetivo que serviu

de base para a realização da entrevista com grupo focal com as docentes, no segundo percurso metodológico. As informações recolhidas, a partir dos dois percursos da pesquisa, deram subsídio para realizar, por fim, a sobreposição das informações produzidas, procedendo a uma discussão a partir destas mesmas informações produzidas, compondo o terceiro percurso metodológico.

As narrativas dos alunos configuraram relatos de espaços caracterizando o bairro e a escola, a partir de suas próprias impressões sobre si mesmos e sobre os espaços vividos e por eles experienciados. Com a técnica projetiva de associação livre de palavras, foi possível proceder a uma associação das palavras evocadas pelos alunos, com o termo indutor de forma livre e rápida, desprovida de uma elaboração cognitiva, viabilizando o acesso aos elementos que constituem o universo semântico do termo ou do objeto social - bairro da Engomadeira, de maneira espontânea. A palavra codifica a experiência.

Os Mapas Afetivos envolvem imagens produzidas pelos alunos, cuja finalidade é ser um método de investigação dos afetos em relação ao ambiente. Por se tratar de algo imaterial, Bomfim (2010, p. 137) sugere encontrar meios para acessar os afetos, "refletidos na realidade da vida cotidiana, criados e recriados a cada dia pelos habitantes da cidade". Dentre os elementos presentes nas imagens, tem-se: a estrutura, que refere-se a como o desenho foi apresentado, por meio de uma metáfora ou de um mapa.; o significado faz referência à explicação dada sobre o desenho produzido; o sentimento, refere-se à expressão afetiva suscitada pelo desenho e verbalizada durante a explicação acerca da imagem construída; a metáfora tem por base uma comparação feita pelo sujeito respondente; o sentido é a interpretação dada pelo pesquisador à articulação de sentidos entre as metáforas e outras dimensões emergidas durante a construção dos mapas afetivos.

As narrativas das professoras foram baseadas em suas redes de conhecimentos, em suas experiências docentes e nos relatos a partir de suas vivências no espaço escolar. As professoras participaram de uma entrevista com grupo focal que teve por base os resultados na análise do percurso anterior. As narrativas derivadas do grupo focal, apresentaram forte imbricamento com o processo de formação das docentes. Daí podemos dizer que são também narrativas de formação que consideram suas experiências e vivências com o cotidiano da escola, a partir de uma reflexão acerca das relações evidenciadas nas práticas espaciais com o bairro. Assim foi possível inferir que a escola e ao bairro são *espaçostempos* de criação, invenção, relações e produção de conhecimento e às professoras e alunos *praticantespensantes* com a pesquisa, constroem os currículos através de suas práticas.

Em comum, as duas pesquisas apostam na escola como espaço de produção, na favela como espaço experiencial, de vivências e de práticas sociais que reverberam em produção de conhecimentos do senso comum que por sua vez, incidem nas práticas pedagógicas de docentes, dialogando e reinventando os currículos prescritos. Esta perspectiva corrobora com o conceito de "Pedagogias de Favelas" (Arouca, 2017), perspectiva educacional que, partindo dos contextos das comunidades favelares e tomando por base as suas potencialidades e demandas, propõe construções curriculares críticas e comprometidas com a transformação social local em diálogo com o contexto global. Assim, as pesquisas compartilham do entendimento do currículo como expressão da vida cotidiana, partilham a ideia de construção de propostas pedagógicas representativas da diversidade sociocultural, da emancipação, tomando como ponto de partida e de chegada, as vozes da favela.

REDES DE CONHECIMENTOS, COTIDIANOS APRENDENTES E A CONTRA HEGEMONIA DOS CURRÍCULOS EMERGIDOS NAS FAVELAS

As redes de conhecimentos tecidas ao longo da vida são formadas pelas experiências e vivências de atores sociais no espaço vivido dos bairros e, no caso deste artigo, referimos às comunidades favelares. Por sua vez, estas redes forjam e são forjadas pelo chamados cotidianos aprendentes (Oliveira, 2016), expressão que tem forte relação com a maneira como nos experimentamos enquanto seres culturais, históricos, políticos (Freire, 2001) em diferentes espaços. Estas experimentações resultam da condição humana de inacabamento através da qual nos (re)construímos continuamente como praticantes dos cotidianos. E é justamente neste movimento de busca que vamos nos produzindo (a nós e aos outros), produzindo os espaços e construindo diversas maneiras, perspectivas, criações, possibilidades, estilos e resistências.

Com estes elementos acima explicitados nos reportamos a uma inventividade artesanal, própria da ação dos atores sociais que também são praticantes dos cotidianos. E por assim serem, entendemos que só é possível apreender o que emerge dos cotidianos a partir da vivência, do conhecimento e de um mergulho no contexto (Correia, 2020). Neste sentido, dialogar sobre currículo pensado enquanto redes de conhecimentos requer compreendê-lo como uma materialização na dimensão do *tempoespaço* escolar, porém não limitado a ele, uma vez que envolve práticas e produções dos atores sociais em diferentes *espaçostempos* (Alves, 2002). Assim é que Correia (2020) apresenta a ideia de abordar o que é local ou está de certo modo,

"fora da escola", valorizando, por conseguinte, as experiências de mundo, as experiências com a favela, que produzem conhecimentos.

Compartilhamos da ideia cereteuniana de que o cerne está no uso que os praticantes dos cotidianos fazem com o que lhes é proposto. Ou seja, a relevância está no “como”, considerando que lançamos mão da nossa criatividade inventiva que nos remete a uma forma nova de ser e estar no mundo, o que nos aproxima da afirmação de Pais (1993) ao dizer que o cotidiano e sua “aparente” rotina de todos os dias revela uma rota de conhecimento. Estas ideias anunciam a existência de uma antidisciplina, uma vez que não aceitamos passivamente as imposições, havendo uma incredulidade no suposto alcance de uma ordem dogmática e uma aposta na maneira inusitada e imprevisível em como os atores sociais, se (re)apropriam dos produtos hegemônicos ofertados para consumo, num exercício constante de burlar a ordem, o sistema vigente (Certeau, 2014).

Seguindo esta linha de raciocínio, entendemos haver uma maneira peculiar de agir e de praticar que foge completamente ao que é convencionado e previsto. E isto está presente das mais variadas formas, é consoante a uma manipulação própria dos atores sociais e resultam, voltamos a dizer, da capacidade criativa e inventiva destes mesmos atores sociais auxiliando no processo de *aprenderensinar* com os cotidianos aprendentes nas/das favelas. Arouca (2020) evidencia que as comunidades de favela se utilizam de diversos elementos criativos para conquistar sua renda, como por exemplo, a arte, recitando poesias em transportes públicos como forma de trabalho. Estes são indícios de subversão. Estas ideias convergem para o reconhecimento de uma propensão à emancipação, à liberdade, autonomia, fecundidade e iniciativa, que compõem a rede de antidisciplina estruturadora dos cotidianos e que revelam suas formas próprias e singulares de caminhar traduzidas em micro ações de insubordinação. Como consequência são produzidos conhecimentos oriundos também das práticas socioculturais contra hegemônicas existentes na favela.

Crianças e jovens utilizam, convivem e experienciam diferentes espaços na favela onde se relacionam de maneira particular em cada um deles, produzindo conhecimentos a partir das suas vivências. Inevitavelmente, existe uma tessitura desses conhecimentos, que passam a integrar os atores sociais, considerando, sobretudo, que estas vivências cotidianas e as práticas exercidas nos diferentes espaços e contextos, criam dimensões de aprendizagens que não podem ser dissociadas da pessoa, dos grupos. Ou seja, como praticantes nos espaços e com os cotidianos, tudo o que é por eles e elas aprendido, vivenciado em tramas cotidianas diversas, entra na escola, neles encarnado. Alves (2007, p. 83), afirma que:

[...] existe uma escola sem muros que precisamos aprender a ver, sentir, compreender. Se os praticantes encarnam os múltiplos cotidianos em que estão, quando eles entram na escola isso os acompanha. O que aprenderam na televisão trazem para dentro da escola, e o que aprenderam na escola entra nas críticas que fazem à televisão. Este tipo de situação mostra como existem relações entre esses múltiplos contextos cotidianos em que os sujeitos vivem.

Com o território da favela, onde os cotidianos se processam, não é diferente. Assim, criar currículo no cotidiano significa a possibilidade de agregar e produzir distintas redes de relações que vão construindo e constituindo os conhecimentos que circulam e contribuem para a produção de subjetividades, através de múltiplos caminhos, existindo uma recusa à linearidade e à homogeneização, produzindo enredamento com visibilidade e admissão de uma pluralidade que integra vivências. Esta noção permite que se coloque, segundo Lopes e Macedo (2005, p. 33), em evidência, "[...] a centralidade da prática social e a existência de vários espaços de formação articuladas". E embora estas autoras refiram-se à formação de professores, a ideia de tecer conhecimentos em diversos espaços, pode ser extensiva aos alunos, às alunas e também, à sua formação, numa tentativa de superar a dicotomia existente entre "o mundo da escola" e o "mundo vivido", sendo necessário, portanto, perceber as múltiplas relações que os atores sociais estabelecem.

O estudo realizado por Correia (2020), por exemplo, indica a emersão de aprendizagens dos cotidianos dos alunos e alunas, vividos no espaço favelar. Então estes atores sociais aprendem em suas comunidades sobre solidariedade, sobre violência, relações comerciais e de vizinhança, ancestralidade, desigualdade social, construções e ocupação desordenada do espaço urbano, lugares de frequência, mudanças do bairro ao longo do tempo, topografia, histórias locais e da própria cidade, questões ambientais, saneamento básico, entre tantas outras, que embora estejam presentes na escola, não compõem o rol de conteúdos privilegiados como escolares.

De acordo à pesquisa de Correia (2020), os praticantes dos cotidianos estabelecem múltiplas relações mantidas com o exterior da escola que adentram o espaço escolar imbricando ao currículo que se torna dinâmico, processual, construído, produzido e que se transforma em contextualização, no sentido de que está para além do que está prescrito, das normas e diretrizes postas para consumo, constituindo-se por si só como uma prática contra hegemônica, subversiva. Outro exemplo de uma contra hegemonia que se articula ao currículo escolar são as relações estabelecidas na favela entre as pessoas e entre as pessoas e a própria favela, que se apresentam mais coesas e criam pertencimento, convergindo para as chamadas vizinhanças

vivas (Farias e Pinheiro, 2013) com intensa dinâmica social e cultural, diversidades de tipos sociais e de sociabilidades, suporte social diário.

Mencionamos ainda, questões em torno do mercado informal, a organização das habitações nas favelas, afirmação identitária e cultural, sociabilidades, como aponta o estudo de Arouca (2020). Se pensarmos na questão específica da habitação, o autor nos fala que a organização do espaço geográfico da favela revela uma super organização da própria população que em movimentos de autogestão constroem bairros inteiros a despeito das dificuldades que lhe são impostas. Assim sendo, a questão da moradia se revela como uma prática sociocultural contra hegemônica. Neste sentido vale lembrar Maricato (1982), para quem a autoconstrução se apresenta como prática de solidariedade entre diferentes famílias, vizinhos e profissionais que se organizam em mutirões com a finalidade de superar as adversidades cotidianas. Para a autora, estas práticas destoam “das relações capitalistas de compra e venda da força de trabalho” (Maricato, 1982, p. 71).

Outros elementos identificados nas pesquisas de Arouca (2017; 2020) foram: racismo, misoginia e outras violências presentes nos cotidianos dos jovens das favelas em periferias urbanas. Para o autor, estes elementos fazem parte da nossa sociedade e estruturam as relações sociais definindo padrões de poder, de saber e de ser (Quijano, 2005; Lander, 2005; Maldonado-Torres, 2016) e estas marcas e as consequências destas manifestações opressoras são identificadas pelos moradores e usuários de forma geral, nos bairros favelares, muito embora se reconheçam e se afirmem de forma positiva. Destarte, vale lembrar que nossa herança colonial nos legou problemas graves na estrutura da nossa sociedade e reconhecer que os encontros culturais são também atravessados por relações de poder que privilegiam a cultura branca, eurocêntrica, patriarcal em detrimento das outras demais (Bhabha 2005; Hall 2006)

Estas relações estão em todos os níveis sociais, entretanto, em comunidades que sofrem com a falta de investimento dos setores públicos e privados, as consequências são mais profundas e as escolas que atuam com estes públicos precisam atentar-se para tais demandas, trazendo para seus currículos o desenvolvimento de práticas antirracistas, antissexistas, antiLGBTfóbicas e afirmativas das potencialidades presentes no seus diferentes *espaçostempos* manifestas nos cotidianos dos seus praticantes. Somente investigando e reconhecendo estas complexidades as escolas poderão explorar os limites e potencialidades das comunidades locais.

Entendemos que as favelas são espaços de grande pluralidade, de sociabilidades que são atravessadas por diferentes encontros culturais, constituindo-se também em espaços de solidariedade e liberdade. Para Arouca (2020), as sociabilidades e as relações nas favelas

também podem ser consideradas práticas socioculturais contra hegemônicas, uma vez que os lugares públicos são ponto de encontro entre diferentes grupos que interagem entre si, exercendo trocas culturais e convivendo com as diferenças cotidianamente. Deste modo, as favelas são atravessadas por elementos sociais, históricos e culturais que também se constituem como lócus de solidariedade e resistência, marcado pela grande diversidade sociocultural, que se expressa na riqueza de experiências vivenciadas em suas ruas, becos e vielas. As favelas agenciam elementos culturais e identitários que são contra hegemônicos, nos seus fazeres diários, nas estratégias de sobrevivência, em suas articulações políticas para (re)existir nas cidades ao mesmo tempo em que fazem os grandes centros urbanos funcionarem e terem condições de existência. Tudo isso, converge para possíveis aprendizados que compõem os currículos pensados enquanto redes de conhecimentos.

A evidência de conteúdos e temáticas oriundas das vivências nas favelas, corrobora com a ideia de rede, com a qual Oliveira (2003) reforça o entendimento de que tecemos conhecimentos a partir de saberes compartilhados que revelam formas de estar no mundo, de nos inserir e nele nos diferenciar. Para Correia (2020), ao se trabalhar com o patrimônio cultural, articulando as experiências e vivências dos alunos e alunas, pode-se, ainda, transversalizar com a ideia de sustentabilidade do espaço favelar, a partir dos atores sociais que ali (com)vivem. Assim, relacionar os conteúdos formais com a vida cotidiana ou com conteúdos informais *aprendidoensinado* nas favelas, potencializa nos alunos e alunas, uma postura política participativa em seu próprio espaço de vivência, que por sua vez se configuram como dimensões abertas, plurais, permeáveis e pouco institucionalizadas, surgindo, assim, a necessidade de promover a articulação dos processos educativos formais e não formais. Este movimento desencadeia a emancipação (e consequente descolonização) na Educação das favelas.

AMARRANDO AS IDEIAS: NUANCES DAS FAVELAS, EMANCIPAÇÃO (E CONSEQUENTE DESCOLONIZAÇÃO) DA EDUCAÇÃO ESCOLAR

Durante a escrita deste artigo, fomos guiados pela seguinte questão: “de que maneira o cotidiano das favelas e suas práticas socioculturais contribuem para a construção de um currículo com vistas à emancipação?”. Um caminho apontado é o reconhecimento do contexto em que a escola está situada e os contextos dos educandos para que a escola possa colocar em pauta estas realidades, estas vivências geradoras de conhecimentos, dialogando com estes

contextos, pessoas e grupos, mediando, por sua vez, a reflexão sobre esta realidade. Assim é fundamental discutir as questões emergidas da/na favela, propondo diálogos emancipadores e descolonizadores – considerando que partem de outra perspectiva que não a oficial, visando ao reconhecimento dos alunos e alunas enquanto praticantes históricos e críticos. A escola vai assim, dando forma a seu compromisso social ao construir coletivamente alternativas aos limites colocados pelo sistema opressor que impõe duros fardos e invisibilidade aos moradores das comunidades de favela.

A ideia é unir o *dentrofora* da escola, construindo uma ponte entre comunidades e currículos escolares, com o entrelaçamento de conhecimentos produzidos em diferentes *espaçostempos*. Nesta perspectiva, o currículo formal vai sendo ressignificado com práticas docentes que culminam numa aproximação às práticas socioculturais de crianças e jovens de comunidades favelares tornando as práticas educacionais mais concretas, mais significativas e vivificando as salas de aula, os corredores e a própria escola, com elementos cotidianos produzidos fora dela, pelos praticantes, mas que dentro da escola assumem papel de destaque. Para Arouca (2020) e Correia (2020), isto propicia a todos os envolvidos o sentimento de pertencimento junto à escola e ao bairro, mudando, inclusive a relação dos estudantes junto ao próprio território em que residem.

As pesquisas de Arouca (2020) e Correia (2020) identificaram a riqueza de aspectos presentes nos diferentes *espaçostempos* vivenciados pelos atores sociais nas favelas. Compreendendo estes atores sociais como praticantes dos cotidianos e agentes de *aprenderensinar*, torna-se urgente realizarmos leituras mais críticas dos contextos favelares para identificarmos elementos sócio-históricos que subjazem as relações sociais, culturais, econômicas e políticas que atravessam os territórios e se entrelaçam com e na produção dos cotidianos nas/das favelas. Partindo destas ideias, reconhecer as demandas e potencialidades presentes nos contextos das comunidades favelares estabelecendo diálogo com o currículo escolar prescrito, é premissa fundamental.

Neste sentido, reiteramos que a discussão aqui apresentada nos leva a reflexões sobre a importância do reconhecimento de elementos sociais, culturais, históricos, políticos, entre outros, presentes no contexto do lugar em que a escola está inserida. Assim, ao pensarmos no potencial de contribuição das redes de conhecimentos dos atores sociais para os currículos escolares tendo em vista a transformação social e da Educação nas comunidades de favelas, não há como desconsiderar os processos que atravessam estes cotidianos.

Destarte, o olhar para as favelas demanda a compreensão de que os problemas enfrentados pelas suas populações no cotidiano entrelaçam as relações históricas de abandono por parte do Estado e das elites econômicas contra a população mais carente, com as relações de poder e hierarquização instituídas desde a história colonial e que se estendem até os dias de hoje. Todas estas questões precisam ser expostas e desmistificadas nas escolas, com a finalidade de contribuir para a formação de sociedades comprometidas com a luta pelo respeito e pela dignidade de toda forma de vida. Ou seja, com o processo emancipatório.

Assim, a discussão e compreensão das questões enfrentados pelas favelas, como por exemplo, a negação de direitos básicos, a falta de oferta serviços públicos essenciais e de qualidade, os problemas de infraestrutura urbana, a estrutura racial da sociedade bem como as violências relacionadas aos diferentes gêneros e sexualidades (como emergido nas pesquisas aqui apresentadas), nos leva a inferir a emergência de valorização destas questões dentro da escola, em seus currículos, mesmo porque estas demandas e questões sim ou sim, integram os currículos praticados nas escolas por todos e todas as envolvidas no processo educacional.

Neste sentido é fundamental que as escolas busquem construir junto às suas comunidades, perspectivas curriculares que se comprometam com a problematização das contradições e limites presentes nos cotidianos das favelas assim como as potencialidades manifestas nas práticas socioculturais dos praticantes, objetivando encontrar formas de contribuir para a construção de alternativas para a superação dos problemas cotidianos, tanto a nível micro, nos pequenos contextos sociais, quanto nos contextos macro, nas suas relações políticas como as outras partes da cidade. Tudo isto reverbera na construção de currículos escolares libertadores, considerando a emancipação e a descolonização de forma indissociável.

Considerando o caráter multicultural das favelas é fundamental também que os trabalhos pedagógicos desenvolvidos nas escolas tenham caráter intercultural, que reconheçam o diálogo horizontal entre as diferentes culturas, raças, gêneros, identidades sexuais, classes etc. Este reconhecimento perpassa também pela admissão do potencial dos conhecimentos tributários das comunidades favelares integrem o chão pedagógico, em que as diferentes culturas potencialidades e contextos de opressão e resistência são externados pelos próprios sujeitos e acolhidos de forma crítica nos currículos escolares. Por sua vez, este acolhimento dentro da perspectiva aqui esboçada, é proponente de ações transformadoras, multiplicadora de consciências-potências de transformação. Neste sentido, os diferentes conhecimentos produzidos no âmbito da comunidade, compõem a construção curricular, interrelacionando a escola e as favelas.

As implicações desta discussão refletem em elementos políticos, éticos, epistemológicos e pedagógicos. Na dimensão política, sinalizamos a discussão no campo curricular, entendendo o currículo como uma prática social e concreta, que vai sendo configurado a partir de táticas silenciosas, sutis e plurais, esboçadas nos cotidianos escolares em contraposição à uniformização. Ao propor a escola como espaço de produção voltamos nossos olhares para a dimensão ética a qual não julga, não hierarquiza, não polariza e parte do entendimento da existência de uma potência nas diferenças, que ao serem reconhecidas reafirma o dinamismo característico do currículo pensado como redes de conhecimentos.

Com a dimensão, epistemológica corroboramos com o entendimento da relação existente entre as práticas sociais e os cotidianos, que fornecem elementos para composição de um currículo não previsto, sobretudo quando consideramos as relações estabelecidas pelos usuários a partir de elementos simbólicos, espaciais, históricos e culturais do lugar, revelando a estruturação do espaço, a construção de uma identidade e do conhecimento que se dá por diferentes vias. Para além temos ainda, o fomento à discussão entre as relações possíveis entre os diferentes tipos de conhecimento no processo de *aprendizagem ensino* buscando o estabelecimento de uma relação entre os saberes do senso comum e o conhecimento escolar e reiterando uma discussão em torno de um referencial *teórico metodológico* no campo do currículo.

Quanto aos aspectos pedagógicos, sinalizamos a escolha de determinados conteúdos e temáticas em detrimento de outras consideradas mais relevantes que podem estar de acordo a diferentes critérios oficiais de escolhas, o que sugere um engessamento - não compatível com a ideia de currículos em rede, não hegemônicos e de natureza subversiva, que aposta na vida cotidiana, na construção de significações, sentidos e produções. Deste modo, apostamos nos processos inventivos, de (re)invenção dos currículos das escolas considerando também o conhecimento genuíno e não menos importante, que é aquele emergido do espaço favelar. Propostas e Projetos que retratem a identidade da favela; as problemáticas partindo das questões da comunidade e que mobilize elementos históricos, políticos, econômicos, culturais, sociais e ambientais locais.

O debate em torno de uma prática curricular escolar que pressupõe uma articulação entre o ensino formal e o contexto onde o aluno está inserido abre a possibilidade de se pensar com as práticas cotidianas no espaço favelar, com as produções do território e na escola, o que implica em repensar o papel dos atores sociais na trama social que a constitui, enquanto

instituição. E, neste 'movimento', a escola destaca-se como local privilegiado do discurso plural, de produção de agentes, projetos e conhecimentos alternativos e subjetividades de resistência.

REFERÊNCIAS

ALVES, Nilda. No cotidiano da escola se escreve uma história diferente da que conhecemos até agora. In: COSTA, Marisa Vorraber (org.). **A escola tem futuro?** 2 ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2007. p. 77-96.

ALVES, Nilda. Decifrando o pergaminho: o cotidiano das escolas nas lógicas das redes cotidianas. In: ALVES, N.; OLIVEIRA, I. B. de. (org.). **Pesquisa no/do cotidiano escolar:** sobre redes de saberes. Rio de Janeiro: DP&A Editora, 2002. p. 13-38.

ALVES, Nilda. Cultura e Cotidiano Escolar. **Revista Brasileira de Educação**, [S.l.], n. 23, p. 62-74, maio-ago. 2003.

AROUCA, Marcelo de Jesus. **Favelas Pedagógicas:** Distanciamentos e aproximações entre a cultura escolar e a cultura da (o) educanda (o) de favela. 2017. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Pedagogia), Universidade do Estado da Bahia, Bahia. 2017.

AROUCA, Marcelo de Jesus **Pedagogias de Favelas:** “Castelando” as relações entre práticas socioculturais e currículos escolares. 2020. Dissertação (Mestrado em Educação e Contemporaneidade), Universidade do Estado da Bahia, Bahia, 2020.

BOMFIM, Natanael Reis. **Noção social de território:** em busca de um conceito didático em geografia: a territorialidade. Ilhéus: Editus, 2009.

BOMFIM, Zulmira Áurea Cruz. **Cidade e afetividade:** estima e construção dos mapas afetivos de Barcelona e de São Paulo. Ceará. Editora da Universidade Federal do Ceará, 2010.

BHABHA, Homi K. **O Local da Cultura.** Belo Horizonte: UFMG. 2005.

CERTEAU, Michel de. **A invenção do cotidiano:** artes de fazer. 15. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2014.

CORREIA, Silvia Letícia Costa Pereira. **Representações Sociais e Cotidiano Escolar:** Metáforas no/do/com/o Espaço Vivido e sua tessitura com o Currículo Praticado. 2020. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação Educação e Contemporaneidade. Universidade do Estado da Bahia, Salvador, 2020.

FARIAS, Tadeu Mattos; PINHEIRO, José Q. Vivendo a vizinhança: interfaces pessoa-ambiente na produção de vizinhanças "Vivas". **Psicologia em Estudo**, Maringá, v. 18, n. 1, p. 27-36, jan./mar. 2013. Disponível em <https://www.scielo.br/j/pe/a/tcv8y5WHx8xq5sKLQ8TJMhF/#>. Acesso em 29 de janeiro de 2024.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia:** saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 2001.

HALL, Stuart. **Da diáspora: Identidades e mediações culturais**. Belo Horizonte: Editora da UFMG, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo demográfico 2010: aglomerados subnormais**: informações territoriais. Rio de Janeiro: IBGE, 2013. Disponível em: http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/552/cd_2010_agrn_if.pdf. Acesso em: 16 Jul. 2018.

LANDER, Edgar. Ciências Sociais: saberes coloniais e eurocêtricos. In: LANDER, Edgar. (org.). **A colonialidade do saber: eurocentrismo e ciências sociais. Perspectivas latino-americanas**. Buenos Aires: CLACSO, 2005, p. 7-24. Disponível em: http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/clacso/sur-sur/20100624092356/4_Lander.pdf. Acesso em 29 de janeiro de 2024.

LEFEBVRE, Henri. **A produção do espaço**. Tradução: Doralice Barros Pereira e Sérgio Martins. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2006.

LOPES, Alice Casimiro; MACEDO, Elizabeth. O pensamento curricular no Brasil. In: LOPES, Alice Casimiro; MACEDO, Elizabeth (org.). **Currículo: debates contemporâneos**. 2 ed. São Paulo: Cortez, 2005. p. 13-54.

MALDONADO-TORRES, N. Transdisciplinaridade e Decolonialidade. **Revista Sociedade e Estado**, v. 31, n. 1, p. 75-97, jan./abr. 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/se/a/CxNvQSnhxqSTf4GkQvzck9G/>. Acesso em: 29 jan. 2024.

MARICATO, Ermínia. Autoconstrução, a arquitetura possível. In: MARICATO, Ermínia (org.) **A produção capitalista da casa (e da cidade) no Brasil industrial**. São Paulo: AlfaOmega, 1982, p. 71-93.

MERLEAU-PONTY, Maurice (1908-1961). **A Fenomenologia da Percepção**. Tradução: Carlos Alberto Ribeiro de Moura. 2 ed. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

OLIVEIRA, Inês Barbosa de. **Currículos Praticados: entre a regulação e a emancipação**. Rio de Janeiro: DP&A, 2003.

OLIVEIRA, Inês Barbosa de. Cotidianos aprendentes: Nilda Alves, Regina Leite Garcia e as lições nos/dos/com os cotidianos. **Momento: Revista Diálogos em Educação**. v. 25, n. 1, p. 33-49, jan./jun. 2016.

PAIS, José Machado. Nas Rotas do Quotidiano. **Revista Crítica de Ciências Sociais**, n. 37, p. 105-115. jun. 1993, Disponível em: https://www.academia.edu/16893529/_Nas_rotas_do_quotidiano_Revista_Cr%C3%ADtica_d_e_Ci%C3%A2ncias_Sociais_37_Junho_de_1993_pp_105_115. Acesso em 23 de junho de 2017.

QUIJANO, Aníbal. Colonialidade do poder, Eurocentrismo e América Latina. In: QUIJANO, Aníbal. **A colonialidade do saber: eurocentrismo e ciências sociais**. Perspectivas latino-americanas. Buenos Aires: CLACSO, 2005.

TUAN, Yi-Fu. **Espaço e Lugar: a perspectiva da Experiência**. Tradução: Livia de Oliveira. São Paulo: DIFEL, 1983.

PRODUÇÃO DO ESPAÇO E A DINÂMICA DE COMÉRCIO E SERVIÇOS EM TIMON (MA): O CASO DA AVENIDA PRESIDENTE MÉDICI NO BAIRRO PARQUE PIAUÍ I

Ravel Viana **COSTA**

Mestrando em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da
Universidade Federal do Piauí
E-mail: ravelviana@ufpi.edu.br
Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1613-2502>

Evando Francisco de **SOUSA**

Graduado em Geografia pela Universidade Federal do Piauí
E-mail: evandofco.05@gmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0009-0002-1289-6441>

Antonio Cardoso **FAÇANHA**

Doutor em Geografia pela Universidade Federal de Pernambuco. Docente-
Permanente do Programa de Pós-Graduação em Geografia [PPGGEO/UFPI]
E-mail: facanha@ufpi.edu.br
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1658-1407>

*Recebido
Dezembro de 2024*

*Aceito
Agosto de 2025*

*Publicado
Dezembro de 2025*

Resumo: A cidade, como produto das ações humanas, revela no seu espaço processos e formas espaciais distintas concretizadas ao longo dos anos mediante a ação dos agentes produtores do espaço urbano. Nesse sentido, a problemática do processo de centralização surge da confluência das atividades urbanas realizadas pelos agentes sociais. É nesse contexto que esta pesquisa tem como objetivo geral analisar a produção do espaço urbano da Av. Presidente Médici, bairro Parque Piauí I em Timon, em relação às atividades terciárias. Quanto aos objetivos específicos, a pesquisa pretende: a) observar o papel dos agentes e processos formadores do espaço urbano da Av. Presidente Médici em Timon; b) investigar os fatores que influenciam o processo de centralização das atividades terciárias na cidade de Timon; c) caracterizar as atividades comerciais e de serviços no espaço urbano da Av. Presidente Médici. Diante disso, foi possível

constatar os fatores históricos de ocupação das áreas centrais como causa do processo de centralização das atividades urbanas. Observou-se também que os principais agentes produtores da área são essencialmente os proprietários dos meios de produção e o Estado. Também foi analisada a distribuição quali-quantitativa do setor terciário, com predomínio das atividades comerciais nos segmentos I, II e III, respectivamente.

Palavras-chave: Timon-MA; espaço urbano; centralização; comércio e serviços.

SPACE PRODUCTION AND THE DYNAMICS OF COMMERCE AND SERVICES IN TIMON (MA): THE CASE OF AVENIDA PRESIDENTE MÉDICI IN THE PARQUE PIAUÍ I NEIGHBORHOOD

Abstract: The city, as a product of human actions, reveals in its space distinct spatial processes and forms that have been concretized over the years through the action of the agents that produce the urban space. In this sense, the problem of the centralization process arises from the confluence of urban activities carried out by social agents. It is in this context that this research has as its general objective to analyze the production of the urban space of Presidente Médici Avenue, Parque Piauí I neighborhood in Timon, in relation to tertiary activities. As for the specific objectives, the research intends to: a) observe the role of the agents and processes that form the urban space of Presidente Médici Avenue in Timon; b) investigate the factors that cause the process of centralization of economic activities in the city of Timon; c) characterize the commercial and service activities in the urban space of Presidente Médici Avenue, Parque Piauí I. In view of this, it was possible to verify the historical factors of occupation of the central areas as the cause of the process of centralization of urban activities. It was also observed that the main agents that produce the area are essentially the owners of the means of production and the State. The qualitative and quantitative distribution of the tertiary sector was also analyzed, with a predominance of commercial activities in segments I, II and III, respectively.

Keywords: Timon-MA; urban space; centralization; commerce and services.

PRODUCCIÓN DEL ESPACIO Y DINÁMICA DEL COMERCIO Y SERVICIOS EN TIMON (MA): EL CASO DE LA AVENIDA PRESIDENTE MÉDICI EN EL BARRIO PARQUE PIAUÍ I

Resumen: La ciudad, como producto de las acciones humanas, revela en su espacio procesos y formas espaciales distintas que se han implementado a lo largo de los años a través de la acción de agentes que producen el espacio urbano. En este sentido, el problema del proceso de centralización surge de la confluencia de actividades urbanas realizadas por los agentes sociales. Es en este contexto que esta investigación tiene como objetivo general analizar la producción del espacio urbano de la Av. Presidente Médici, barrio Parque Piauí I de Timón, en relación a las actividades terciarias. En cuanto a los objetivos específicos, la investigación apunta a: a) observar el papel de los agentes y procesos que configuran el espacio urbano de la Av. Presidente Médici en Timón; b) investigar los factores causales del proceso de centralización de las actividades económicas en la ciudad de Timón; c) caracterizar las actividades comerciales y de servicios en el espacio urbano de la Av. Presidente Médici, Parque Piauí I. Frente a esto, fue posible verificar los factores históricos de ocupación de las áreas centrales como causantes del proceso de centralización de las actividades urbanas. También se observó que los principales agentes productores de la zona son esencialmente los propietarios de los medios de producción y el Estado. También se analizó la distribución cualitativa y cuantitativa del sector terciario, con predominio de las actividades comerciales en los segmentos I, II y III, respectivamente.

Palabras clave: Timon-MA. espacio urbano; centralización; comercio y servicios.

INTRODUÇÃO

A reflexão sobre as nuances advindas da produção do espaço urbano, como seus processos e formas espaciais, contribui para a compreensão dos desafios urbanos, especialmente no que se refere aos aspectos sociais. Nesse contexto, as modificações espaciais perpetradas pela lógica econômica nem sempre acontecem de modo a transpor as barreiras sociodemográficas, configurando processos no espaço urbano que contribuem para a disparidade social no contexto intraurbano.

Nesse viés, destaca-se que a cidade de Timon, localizada no Estado do Maranhão, vem sendo povoada por uma dinâmica de ocupação das áreas distantes do centro, agravando tal problemática. Esta conjuntura de dispersão é responsável por catalisar os transtornos da população timonense em dissonância com a centralização. Nesse sentido, este trabalho pretende abordar o espaço urbano da Av. Presidente Médici, em Timon, em consonância com as atividades de comércio e serviços, levando em consideração os problemas inerentes ao processo de centralização das atividades terciárias.

Diante disso, é relevante a análise acerca dos agentes e processos que são responsáveis por dar formas ao espaço urbano na área demarcada para estudo. A necessidade de analisar os aspectos espaciais, econômicos e sociais justifica a escolha da área de estudo, sendo um trabalho importante não só para a comunidade científica, mas também para a local, no entendimento da dinâmica urbana de comércio e serviços de Timon.

Mediante o exposto, a pesquisa será desenvolvida a partir do seguinte questionamento: quais são as causas e consequências do processo de centralização das atividades econômicas de comércio e serviços na Av. Presidente Médici no Parque Piauí em Timon? O objeto de estudo da pesquisa são os agentes e processos formadores da dinâmica urbana de comércio e serviços na Av. Presidente Médici. Os agentes sociais e o setor terciário, constituem o fio condutor desta pesquisa.

O presente estudo tem como objetivo geral analisar a produção do espaço urbano da Av. Presidente Médici, bairro Parque Piauí I em Timon, em relação às atividades terciárias. Em relação aos objetivos específicos: a) observar o papel dos agentes e processos formadores do espaço urbano da Av. Presidente Médici em Timon; b) investigar os fatores que influenciam o processo de centralização das atividades terciárias na cidade de Timon; c) caracterizar as atividades comerciais e de serviços no espaço urbano da Av. Presidente Médici.

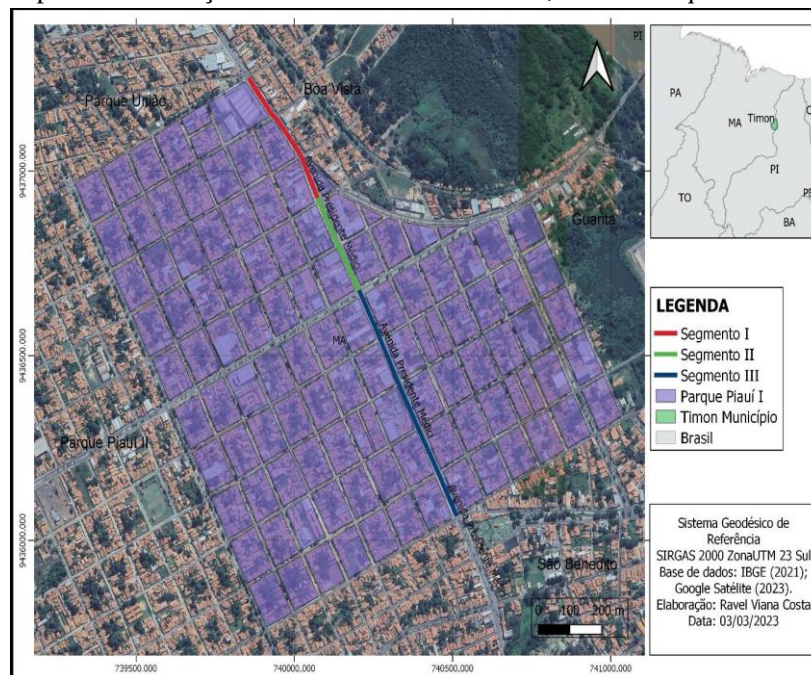
Após essa parte introdutória, o trabalho encontra-se estruturado em cinco seções: “Materiais e métodos”, “Cidade e comércio: agentes e processos da produção do espaço urbano”, “A dinâmica regional e urbana de Timon”, “A atual dinâmica da Rede de comércio e serviços da Avenida Presidente Médici” e “Considerações finais”.

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia do trabalho adota uma abordagem quali-quantitativa, que consiste na combinação dos métodos de análise qualitativos e quantitativos. A pesquisa foi desenvolvida em três etapas. Na primeira, foi realizada pesquisa bibliográfica em livros, periódicos, dissertações e teses, que tratam sobre os temas que envolvem a produção do espaço urbano. Assim, recorreu-se a autores como Carlos (2020), Andrade (1979), Brito (2021), Corrêa (1989), Spósito (2022) e outros.

Nesse contexto, a pesquisa também incluiu uma busca documental na qual foram realizados levantamentos em documentos técnicos expedidos pela Prefeitura Municipal de Timon, para a obtenção de dados referentes à distribuição espacial dos estabelecimentos ativos na cidade no ano de 2022, informações disponibilizadas pela SEMPLAN (2022). A área de estudo foi dividida em três partes para melhor sistematização dos dados. Observe o mapa abaixo com a delimitação da área de estudo (Figura 1):

Figura 1 – Mapa de delimitação da Av. Presidente Médici, bairro Parque Piauí I – Timon (MA).



Fonte: IBGE (2021); Google Satélite (2023). Organização: Autores (2023).

Na segunda etapa foram realizados trabalhos em campo na Av. Presidente Médici, localizada no bairro Parque Piauí I, para a observação, coleta e análise dos dados terciários referentes à distribuição de comércio e serviços, bem como para averiguar o papel dos agentes sociais e os processos formadores do espaço urbano.

Desse modo, as atividades em campo foram realizadas em três fases distintas, com base no levantamento quantitativo das atividades terciárias, visando à quantificação e à análise dos dados. Para Lencioni e Trindade Júnior (2024, p.99) na pesquisa socioespacial: “[...] o que se busca, em última análise é a aproximação direta dos ambientes e dos sujeitos, em suas formas e conteúdos, focos da observação”. Na primeira etapa, realizaram-se as observações com foco na caracterização dos componentes terciários, assim como na espacialização das atividades e nos padrões de estabelecimentos comerciais e de serviços. Na segunda e terceira fase dos trabalhos em campo, efetuou-se a quantificação dos dados por meio de tabelas, nas quais foram inseridos os dados dos estabelecimentos e a classificação destes conforme os segmentos dos grupos de comércio e serviços.

Sendo assim, tornou-se evidente a correlação entre os dados comerciais e de serviços e as transformações espaciais da cidade, considerando a função de centralidade que o centro de Timon exerce na dinâmica socioespacial, por meio da concentração das atividades econômicas. Isso impacta na acessibilidade e mobilidade urbanas, além de influenciar na (re)produção do espaço urbano.

A sistematização dos dados de forma quantitativa foi fundamental para a análise dos dados, bem como para a apresentação dos gráficos, tabelas e mapas. Nessa terceira e última etapa da pesquisa, foi realizada a catalogação dos dados por meio de tabelas produzidas no Excel, onde foi possível classificar os estabelecimentos nos segmentos I, II e III conforme a Figura 1. Após a catalogação dos dados quantitativos nas tabelas, foram produzidos os mapas que ilustram a distribuição dos estabelecimentos, utilizando o QGIS 3.10.4 e Google Earth Pro, além da criação dos mosaicos de fotos. Sendo assim, inicia-se a discussão sobre os fundamentos teóricos e conceituais da produção do espaço nos estudos urbanos.

CIDADE E COMÉRCIO: AGENTES E PROCESSOS DA PRODUÇÃO DO ESPAÇO URBANO

A produção espacial das cidades ao longo dos séculos sempre esteve atrelada às atividades econômicas – de industrialização e de comercialização. Nesse contexto, Sposito

(2022, p. 17) assinala que “[...] sua origem não está explicada essencialmente pelo econômico, mas sim pelo social e pelo político”, ou seja, faz-se necessário entender que as atividades políticas e sociais superpõem as atividades econômicas, haja vista que a cidade não é por excelência o lugar das produções, mas o da dominação (Sposito, 2022).

No entanto, as atividades econômicas fazem-se necessárias para a produção do espaço e, ao longo da história, sempre estiveram atreladas ao desenvolvimento urbano. O espaço, nesse sentido, “[...] é um misto, um híbrido, um composto de formas-conteúdo” (Santos, 2020, p.42.). Os agentes produtores, nesse sentido, são os responsáveis por modificar o espaço urbano, pois atuam no espaço da cidade de modo a transformá-la em consonância aos seus próprios interesses. Segue abaixo a classificação dos agentes produtores por Roberto Lobato Corrêa com suas principais características:

Quadro 1 - Agentes produtores do espaço urbano e suas características

AGENTES PRODUTORES	PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS
Proprietários dos meios de produção	São essencialmente os grandes proprietários industriais e das grandes empresas comerciais. Em razão das suas atividades, caracterizam-se como grandes consumidores de espaço e necessitam de terrenos amplos e baratos que satisfaçam requisitos locacionais pertinentes às atividades de suas empresas.
Proprietários fundiários	Atuam no sentido de obterem a maior renda fundiária de suas propriedades, interessando-se em que estas tenham o uso que seja o mais remunerado possível, especialmente no uso comercial e residencial de status. Estão fundamentalmente interessados no valor de troca da terra e não no seu valor de uso.
Promotores imobiliários	São o conjunto de agentes que realizam, parcial ou totalmente a incorporação de imóveis, transformando o capital-dinheiro em mercadoria, em imóvel; a localização, o tamanho das unidades do prédio são definidos na incorporação. Além disso, atuam no financiamento visando à compra, no estudo técnico, construção do imóvel, comercialização do capital-mercadoria em capital-dinheiro, acrescido de lucros.
Estado	O estado é o grande detentor do controle administrativo do espaço urbano. Atua na organização espacial da cidade. Sua atuação caracteriza-se como complexa e variável ao longo do tempo. O estado na verdade é o grande responsável por regular o espaço urbano através das políticas públicas.
Grupos sociais excluídos	São as pessoas menos favorecidas economicamente, geralmente ocupam as áreas periféricas e segregadas. É na produção da favela que os grupos sociais excluídos se tornam, efetivamente, agentes modeladores.

Fonte: Corrêa (1989); Santos (2018). Organização: Autores (2023).

Os agentes produtores do espaço urbano, nesse sentido, são os grandes promotores das transformações que permeiam a cidade¹. O espaço da cidade apresenta fragmentações que, segundo Corrêa (1989, p.7): “[...] cada uma de suas partes mantém relações espaciais com as demais, ainda que de intensidade muito variável”.

Nesse sentido, Carlos (2020, p.61) destaca que a sociedade “[...] produz o espaço e, ao fazê-lo, revela uma profunda contradição, como já assinalada acima, entre um processo de produção, que é socializado, e a apropriação do espaço, que é privada”. O solo urbano fragmentado passa a ser o foco de investimentos habitacionais privados e consequentemente sua apropriação torna-se também privada, desembocando em diferenças e desigualdades socioespaciais.

Nesse viés, a centralização é um dos processos que, inegavelmente, “exclui” parte da população do acesso aos serviços presentes no espaço urbano, essencialmente, a população de classe mais baixa, vulnerável. Segundo Corrêa (1989), este processo acontece mediante a concentração das atividades comerciais, de serviço, gestão pública e privada em um dado espaço, geralmente nas áreas centrais.

Por isso, a população das áreas mais periféricas, quase sempre, precisa fazer, por via de regra, um maior deslocamento para conseguir o acesso aos serviços ofertados no espaço urbano, enquanto as que residem no entorno das atividades centralizadas, além de possuir uma localização privilegiada, geralmente logram maior poder de compra.

Verifica-se, portanto, descontinuidades no plano de locomoção da população residente nas periferias da cidade, sendo estas dependentes dos transportes públicos, ratificando assim, incongruências do espaço urbano. Em contraponto, ao mesmo tempo, o centro da cidade em si mostra-se como um local de maior circulação, haja vista a disposição de maiores fluxos no entorno das centralidades.

Nesse viés, a valorização espacial também é uma marca desse processo, pois os centros passam a oferecer tudo que é necessário ao desenvolvimento pleno da vida, como os equipamentos de saúde, educacionais, econômicos e habitacionais (Alves, 2020). Outrossim, a história revela a relação intrínseca entre cidade e comércio, sendo que desde o surgimento das primeiras civilizações na idade antiga até ao mundo contemporâneo, as práticas de produção e de comercialização sempre se fizeram presentes na vida humana, como forma de garantir a perpetuação da espécie e difundir o desenvolvimento urbano.

As atividades comerciais no espaço das cidades estão intimamente alinhadas ao processo de urbanização (Andrade, 1979). Nesse sentido, o comércio “[...] entendido como uma função urbana na qual as mercadorias são trocadas, tem sua origem ligada à própria história da humanidade” (Cleps, 2004, p.120).

Para Gomes (2017, p.92) não faz parte somente “[...] do mundo globalizado a relação entre a cidade e o comércio. Desde o seu nascedouro, que a cidade mantém uma relação intrínseca com o comércio, apresentando-se como uma atividade tipicamente urbana”.

As áreas terciárias de comércio e serviços são caracterizadas por uma infinidade de instituições que são responsáveis por realizar neste espaço “[...] trocas de produtos e de ideias onde se processam os contatos entre pessoas e instituições, onde estão os locais de diversão, de assistência médico-hospitalar, de ensino, entre outros” (Cleps, 2004, p.130).

Por isso, normalmente estas áreas constituem-se como as áreas com maior fluxo de pessoas, geralmente as pessoas residentes nas demais partes fragmentadas deslocam-se para as áreas comerciais centralizadas.

As atividades comerciais são responsáveis não só pela configuração espacial das cidades modernas, mas também pelas mudanças sociais e culturais, pois carregam no seu bojo significações que perpassam o espaço físico, trazendo para a cidade novas atribuições culturais, como gostos, hábitos e preferências.

Nesse sentido, o comportamento do indivíduo no que se refere às práticas de consumo revelam-se como um processo global intersubjetivo, pois ter-se-á a conjugação de racionalidade com emotividade, sentimentos e valores (Pessoa, 2015). O consumo passa a ser fundamentalmente um processo psicossocial e simbólico.

Preconiza-se, entretanto, estas atividades econômicas terciárias para o bem-estar social e também para o desenvolvimento das cidades. Destaca-se que desde o Império Romano o comércio sempre esteve alinhado às necessidades da vida social, comercial, religiosa e política, fato este ratificado pela criação dos fóruns na Roma Imperial (Pessoa, 2015).

É dentro desse contexto que na transição da era medieval para a idade moderna o comércio é intensificado e assume proeminência para o desenvolvimento urbano. Pessoa (2015, p.42) assinala que a partir do capitalismo iniciado “[...]com o fim do período feudal, as feiras começaram a ganhar importância, constituindo-se em verdadeiros embriões das futuras cidades comerciais”.

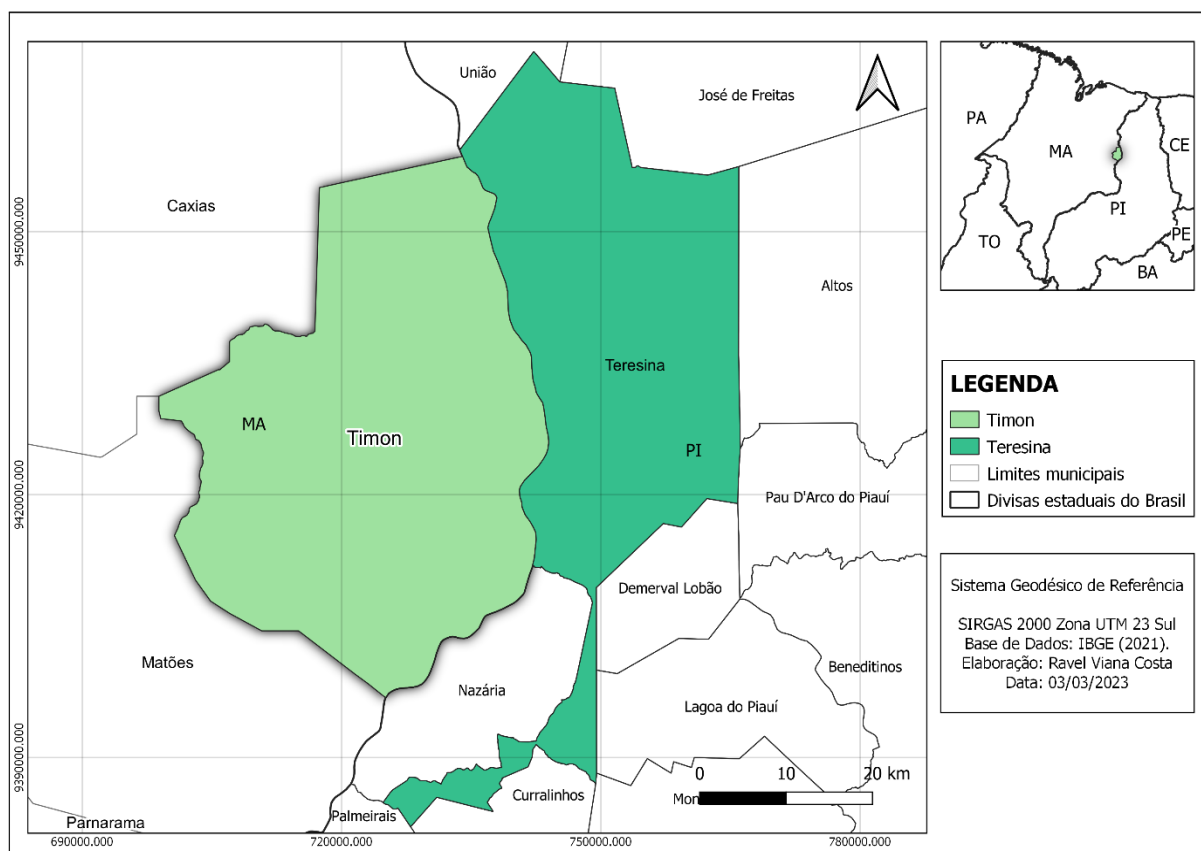
Elas foram responsáveis por ampliar o comércio e dinamizar a economia em transição da época, dos moldes medievais para os modernos. Independente da era histórica, o comércio assinala significações para vida social urbana, seja idade antiga, média ou contemporânea. Com isso, destaca-se também que já no século XX com o advento da segunda guerra mundial as aglomerações urbanas passaram por crescimentos intensos que favoreceram um aumento das atividades de consumo e comercialização.

Entender a correlação existente entre comércio, serviços e modificações espaciais torna-se necessário para o entendimento das transformações passadas e atuais. Por conseguinte, faz-se necessário olharmos para o contexto regional e urbano da cidade de Timon e traçarmos uma visão panorâmica das características do intra e interurbano.

A DINÂMICA REGIONAL E URBANA DE TIMON

O município de Timon é um dos principais no estado do Maranhão, faz parte da Microrregião de Caxias, localizada na Mesorregião Leste Maranhense (Figura 2). A cidade assumiu em 2019 a sexta posição de arrecadação do Produto Interno Bruto (PIB) do Estado, um montante de 1,9 bilhões segundo o site oficial da prefeitura, sendo também a quarta cidade mais populosa do estado do Maranhão e está inserida na Região Integrada de Desenvolvimento Econômico da Grande Teresina (RIDE).

Figura 2 – Mapa de localização do município de Timon (MA).



Fonte: IBGE (2021). Organização: Autores (2023).

Nos anos de 1920, a população de Timon correspondia a um total de 12.877 habitantes, incluindo as zonas urbanas e rurais (Sousa, 2015). Este número é considerado pequeno em relação às demais cidades do Estado. Nessa época, as principais atividades econômicas de produção tinham essencialmente como base o cultivo da lavoura de arroz e também o extrativismo vegetal do coco babaçu (Sousa, 2015).

Deste modo, observa-se que o “boom” populacional aconteceria apenas três décadas depois, alterando não só a morfologia urbana da sede do município, mas trazendo novos arranjos de comercialização e de serviços urbanos. Sendo assim, mediante esse intenso processo de ocupação do território datado na segunda metade do século XX, Timon destacou-se entre as três cidades mais populosas do Estado.

Ainda dentro desse contexto, Brito (2021, p. 82) destaca que o bairro Parque Piauí é um dos “[...] mais antigos de Timon, o terreno para construção do bairro ocorreu através de doação realizada pelo Padre Delfino em 1956, à Prefeitura Municipal de Timon que tinha como gestor municipal Joaquim Martins Ferreira” (Brito, 2021, p. 82).

Observa-se, portanto, o fator ocupacional, pois o bairro supramencionado (Parque Piauí) considerado como o mais antigo, ratifica mais uma vez que o processo de povoamento da atual Timon aconteceu mediante a área central.

Deste modo, Oliveira (2016, p. 27) destaca que com relação à pavimentação até os anos de 1980 “[...]as ruas com pavimentação poliédricas eram apenas as do centro da cidade, compreendendo desde a chamada “Rua do trânsito” (Rua José Simões Pedreira) e parte do Parque Piauí até o bairro Guarita”.

A ação do poder público em prol da ocupação do bairro favoreceu o bairro Parque Piauí e demais bairros da área central da cidade, através da implementação de infraestruturas públicas, como a pavimentação, serviços hospitalares, de educação e afins.

A formação territorial de Timon, portanto, estabeleceu-se mediante este panorama, incluindo uma heterogeneidade de fatores responsáveis pelo desenvolvimento econômico e social. Nesse sentido, pode-se notar já na segunda metade do século XX novos arranjos produtivos surgindo na cidade, a exemplo das indústrias artesanais.

De acordo com a SEMPLAN (2022), a participação setorial do PIB de Timon apresenta a seguinte situação: Setor de serviços (49%), Administração pública (29%), Setor Industrial (11%), Agropecuária (11%). É perceptível nesse contexto a predominância do setor de serviços compondo quase a metade das arrecadações internas do município. O setor terciário, nesse sentido, é o grande “carro chefe” das atividades empresariais da cidade. Torna-se notório o grande número de empresas presentes, números que estão em constante alteração. Observe a Tabela 1 datada do ano de 2020.

Tabela 1 – Timon: número de empresas por setor econômico – maio /2020

Setor Econômico	Total	%
Comércio	3335	50,1%
Serviços	2129	31,8%
Indústria	710	10,6
Construção Civil	482	7,2%
Agropecuária	15	0,2%

Fonte: SEMPLAN (2022).

Nesse sentido, na primeira metade de 2020 observou-se no cenário mundial a chegada do SARS-CoV-2, denominado de COVID-19, que foi responsável por assolar grande parte da população mundial, fazendo-se necessário uma maior efetivação de medidas sanitárias por parte dos países visando combater o novo vírus que emergiu.

Observou-se no Brasil os impactos econômicos sofridos pela chegada da COVID-19, em virtude de medidas sanitárias que desfavoreceram o plano econômico, haja vista a iminência do vírus altamente contagioso, onde a circulação de pessoas nesse período reduziu, e, consequentemente, a economia sofreu o declínio. No caso de Timon, houve uma redução do número de empresas ativas nestes últimos anos em comparação com os dados de 2020 e 2021 conforme a tabela abaixo:

Tabela 2 – Distribuição de estabelecimentos ativos em Timon – anos 2021 e 2022.

Tipo de estabelecimento	Empresas ativas em 2021	Empresas ativas em 2022
Comércio Varejista	513	482
Alimentação	153	143
Serviços pessoais	88	84
Reparação de veículo e motocicletas	72	81
Construção	115	71

Fonte: DATA MPE BRASIL (2022).

Torna-se evidente, portanto, a dinamicidade econômica que a cidade vivencia nos últimos anos, levando-nos a refletir sobre o potencial de desenvolvimento econômico que a cidade possui, apesar dos decréscimos no número de estabelecimentos nos últimos anos. Deste modo, convém analisarmos o caso da concentração das atividades terciárias no espaço da Av. Presidente Médici, localizada no Bairro Parque Piauí I.

A ATUAL DINÂMICA DA REDE DE COMÉRCIO E SERVIÇOS DA AVENIDA PRESIDENTE MÉDICI

Em Timon, em especial na Av. Presidente Médici, pode-se observar uma dinâmica intensa das atividades terciárias, presentes em diferentes modalidades nos ramos de comércio e serviços, atraindo assim, grande parte dos fluxos populacionais para esta centralidade e espaços subjacentes. Deste modo, destaca-se que a Av. Presidente Médici está presente em outros bairros além do Parque Piauí I, no entanto, optou-se pela delimitação deste bairro haja vista sua importância histórica para a formação territorial de Timon, também, pela sua abrangência expressiva das atividades terciárias em comparação aos demais.

Durante a circulação no espaço da avenida, pode-se observar uma presença expressiva dos proprietários dos meios de produção que acompanham toda a avenida. Observa-se nesse sentido, que estas empresas possuem qualificações diversas, ou seja, é notório uma heterogeneidade, verifica-se, assim, não somente a presença de empresas nacionais como Pintos, Americanas e Magazine Luíza, mas também das pequenas e regionais como Liliani, Casas Sampaio e Amazônia, responsáveis pela dinâmica comercial e, principalmente, pelas transformações espaciais (Figura 3).

Figura 3 – mapa de localização dos proprietários dos meios de produção - Av. Presidente Médici, Timon (MA)



Fonte: IBGE (2021); Google Satélite (2023); Organização: Autores (2023).

Torna-se evidente, portanto, o papel dos proprietários dos meios de produção em diversos segmentos da área analisada, transformando não apenas o espaço da Presidente Médici, mas afetando também na dinâmica dos demais espaços da cidade, haja vista que a cidade não é apenas fragmentada, mas também articulada (Corrêa, 1989).

Assim também, a ação do Estado como agente produtor do espaço urbano, por meio da Prefeitura Municipal e do Governo do Estado. Nesse viés, ressalta-se que o Estado se caracteriza como o detentor do controle administrativo da cidade conforme a discussão feita no capítulo um, ele age através da regulamentação urbana por meio das políticas públicas. A atuação do poder público, nesse sentido, acontece precipuamente através da normatização das atividades urbanas, como: fiscalização e regulamentação da circulação de veículos automobilísticos, criação e preservação das infraestruturas urbanas (Figura 4).

Figura 4 – Fotografias de cruzamento das avenidas: Presidente Medici e Av. Teresina – Timon (MA)



Fonte: Autores (2023).

Ademais, destaca-se também a criação do espaço CEASA, entregue pelo governo do Estado no dia 1 de outubro de 2021. De acordo com a SEMPLAN (2022), foram investidos 10,3 milhões, com R\$ 9,9 milhões investidos pelo Governo do Estado e 370 mil pela prefeitura de Timon. Sendo assim, toda a disposição de infraestrutura pública na área estudada, tem como agente principal o Estado.

Verificou-se, portanto, que os principais produtores do espaço são os proprietários dos meios de produção e essencialmente o Estado, por meio da ação das esferas municipal, estadual e federal (Figura 5).

Figura 5 – Mosaico de fotografias mostrando os Proprietários dos meios de produção, Av. Presidente Médici – Timon (MA)



A: Loja Casas Bahia. B: Posto Ipiranga. C: Loja Liliani. D: Loja Magazine Luiza.
Fonte: Autores (2023).

Os agentes (Figura 5A), (Figura 5B) e (Figura 5D) localizam-se no segmento de número 3; o agente (Figura 5C) no segmento de número I. Todas são empresas de vendas de móveis e eletrodomésticos, com exceção ao posto Ipiranga (Figura 5B). Conforme as Figura 5 A e Figura 5C, é possível observar alguns colchões e outros equipamentos em frente aos prédios das lojas como forma de atração da população aos produtos promocionais, nesse sentido, todos os empreendimentos do mosaico classificam-se como proprietários dos meios de produção.

O comércio de Timon, em específico da área estudada é diverso e pode ser classificado essencialmente em comércio varejista de acordo com os seus segmentos: os supermercados e hipermercados, lojas de móveis e eletrodomésticos, lojas de vestuário, lojas de agropecuária, lojas de materiais de construção e demais lojas do ramo varejista.

Levando-se em consideração a área delimitada por segmentos, destaca-se que as atividades comerciais predominam em todo o espaço, observadas do início ao fim do percurso realizado durante a pesquisa empírica. Deste modo, observou-se que os setores com maior destaque foram: vestuário, alimentação, saúde e o de móveis e eletrodomésticos. A área dividida

por segmentos que mais se destacou foi a de número I com um total de 63 empreendimentos comerciais. Em seguida, o segmento III contabilizou 54 empreendimentos, enquanto o segmento II totalizou 33 empresas. Observe na tabela abaixo a distribuição dos estabelecimentos comerciais, bem como a classificação das atividades por área dos segmentos espaciais:

Tabela 3 – Estabelecimentos por tipos de atividades comerciais, Av. P. Médici, Timon (MA)

TIPO	SEGMENTO I	SEGMENTO II	SEGMENTO III	QUANTIDADE
Vestuário	22	10	6	38
Móveis e eletrodomésticos	1	4	9	14
Supermercados e Hiper.	2	1	3	6
Lojas de Agropecuária	1	0	4	5
Papelarias e utilidades	11	1	1	13
Alimentação	20	2	10	32
Saúde	2	10	7	19
Construção	2	2	9	13
Outros	2	3	5	10
TOTAL	63	33	54	150

Fonte: Pesquisa em campo (2023). Organização: Autores (2023).

Nesse sentido, no item “outros” foram contabilizados empreendimentos como bares, distribuidoras, lojas de revendas e outros grupos informais não enquadrados nas outras categorias. Apesar de a primeira área (segmento I), ser menor que a área do segmento III, nota-se a discrepância entre os números de estabelecimentos, pois os números do primeiro superam de forma significativa os demais. Com relação ao setor de serviços, optou-se por classificar os serviços em quatro tipos após a identificação nos segmentos espaciais, sendo eles: a) serviços produtivos; b) serviços distributivos; c) serviços sociais; d) serviços pessoais.

A classificação das atividades comerciais seguiu a proposta de Browning e Singleman (1978) apud Façanha (2009), considerando os critérios relacionados ao perfil das funções desempenhadas, ao tipo de usuário e à orientação de mercado:

- **Serviços produtivos ou serviços às empresas:** serviços direta ou indiretamente relacionados ao processo produtivo, como serviços financeiros, serviços de design, consultoria jurídica e administrativa;
- **Serviços distributivos:** serviços relacionados ao processo de troca e circulação em geral, como transportes, armazenamentos, vendas e comunicação;

- **Serviços sociais:** envolvem todos os serviços coletivos de utilidades públicas, como educação, saúde, defesa, etc;

Serviços pessoais: serviços domésticos, serviços de lazer e entretenimento, turismo, alimentação, etc.

Sendo assim, é relevante destacar que o perfil das atividades de serviços é diversificado, congregando serviços de saúde, serviços automobilísticos, registrais, turísticos e afins. Observe na Figura 6 o primeiro mosaico concernente ao perfil de empresas do setor de serviços nos segmentos um e três.

A empresa da imagem A constitui-se como serviços de hotelaria no quadro dos serviços pessoais, a empresa B (Odonto Company) corresponde aos serviços odontológicos (pessoais). Em relação a empresa C, configura-se como serviços distributivos pois corresponde ao setor de transportes e circulação, está localizada no espaço do Terminal Rodoviário Nunes Freire.

Figura 6 – Mosaico de fotografias mostrando empresas do setor de serviços na avenida Presidente Médici, Parque Piauí I – Timon (MA)



A: Hotel Caroline, segmento I; B: Odontocompany, segmento III. C: Empresa Itapemirim, segmento I; D: Oficina Renovar, segmento III.

Fonte: Autores (2023).

Ainda dentro desse contexto, tem-se também os serviços registrais através dos órgãos judiciais (cartórios) que detêm a custódia de documentos garantindo a publicidade, autenticidade e segurança dos mesmos. Observe o mosaico fotográfico abaixo do cartório de 2º ofício (Figura 7A) e o cartório do 3º ofício (Figura 7B) localizados no segmento II e III, respectivamente.

Desse modo, o quadro geral das atividades de serviço na área delimitada é o seguinte: serviços produtivos (9), serviços distributivos (16), serviços sociais (3), serviços pessoais (15). Nesse contexto, observa-se que a área da avenida se configura como uma centralidade que abriga diversas atividades comerciais e de serviços, totalizando 193 empresas distribuídas nos segmentos demarcados para análise. Nesse sentido, as centralidades são caracterizadas pela sua identidade de concentração dos dispositivos necessários à reprodução socioeconômica, contribuindo para a perpetuação do sistema capitalista (Alves, 2020).

Figura 7 – Fotografias mostrando serviços registral de cartórios, Av. Presidente Médici – Timon (MA



A: Cartório 2º ofício localizado no segmento II. B: Cartório do 3º ofício localizado no segmento III.
Fonte: Autores (2023).

O espaço em questão trata-se da área com maior movimentação de pessoas, talvez pelo fato de que a área expressa as maiores quantidades dos serviços pessoais e de comércio, conforme os dados apresentados. Ademais, levando em consideração a presença de empresas nacionais como Drogasil, Americanas, Casas Bahia, Magazine Luíza, pode-se concluir que a área é atrativa tanto para o capital regional quanto nacional. Esse fato reforça a influência dessa centralidade não só para a população urbana de Timon, mas também para a rural e de cidades adjacentes.

Acredita-se que esta dinâmica possa se intensificar ao longo dos anos, considerando a importância histórica do Parque Piauí e da Avenida Presidente Médici para o município de

Timon, além de sua infraestrutura de fluxos rodoviários de nível nacional. Durante as pesquisas em campo, observou-se a presença expressiva de caminhões provenientes de diferentes partes do Brasil, tratando-se então, de uma rodovia importante para o estado e município.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Portanto, observou-se que a dinâmica de comércio e serviços na área da Avenida Presidente Médici potencializou as transformações espaciais da cidade mediante a centralização, onde a expansão urbana acompanhou a lógica centro-periferia. Além disso, a classificação das atividades terciárias demonstrou que o setor comercial supera o de serviços, totalizando 150 estabelecimentos, enquanto o de serviços conta com 43. O processo de centralização, nesse sentido, tem raízes históricas que estão alinhadas à ocupação das áreas centrais da cidade

Deste modo, foi possível visualizar nas pesquisas em campo que os principais agentes produtores do espaço são os proprietários dos meios de produção e o Estado. Sendo assim, os dois juntos são os grandes responsáveis pela estruturação do espaço urbano da Av. Presidente Médici.

Notou-se também a presença mais expressiva das atividades terciárias na área do segmento I, que, apesar de ser menor em relação aos segmentos II e III, destaca-se pelo número de empreendimentos, especialmente pelas instituições financeiras localizadas nesse segmento, que fomentam as práticas de comerciais.

Portanto, mediante as considerações realizadas, convém destacar as questões relacionadas às tendências espaciais da área analisada. Nesse sentido, espera-se que demais pesquisas contemplem os potenciais de transformações a curto, médio e longo prazo, a relação entre a população das áreas periféricas com a centralidade, bem como os principais desafios enfrentados. Espera-se que essas pesquisas congreguem os aspectos demarcados e colaborem para a compreensão do espaço urbano de Timon.

REFERÊNCIAS

ALVES, Glória da Anunciação. A mobilidade/Imobilidade na produção do espaço metropolitano. In: CARLOS, Ana Fani Alessandri; SOUZA, Marcelo Lopes de; SPOSITO, Maria Encarnação Beltrão (org.). **A produção do espaço urbano: agentes e processos, escalas e desafios**. São Paulo: Contexto, 2020.

ANDRADE, Manuel Correia de. **Geografia econômica**. São Paulo: Atlas, 1979.

BRITO, Amanda Maria Pires de. **Rede Urbana e a produção do espaço intraurbano de Timon - Ma.** 2021. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós Graduação em Geografia, Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2021.

CARLOS, Ana Fani Alessandri. Da "organização" à "produção" do espaço no movimento do pensamento geográfico. In: CARLOS, Ana Fani Alessandri; SOUZA, Marcelo Lopes de; SPOSITO, Maria Encarnação Beltrão (org.). **A produção do espaço urbano: agentes e processos, escalas e desafios.** São Paulo: Contexto, 2020.

CLEPS, Geisa Daise Gumiero. O comércio e a cidade: novas territorialidades urbanas. **Sociedade e Natureza**, Uberlândia, 2004. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/sociedadennatureza/article/view/9183>. Acesso em: 6 jan. 2023

CORRÊA, Roberto Lobato. **O espaço urbano.** São Paulo: Ática, 1989.

DATA MPE BRASIL. Distribuição de estabelecimentos ativos em Timon – anos 2021 e 2022. In: **Timon.** [S.l.], 2022. Disponível em: <https://datampe.sebrae.com.br/profile/geo/timon>. Acesso em: 3 jan. 2023

FAÇANHA, Antonio Cardoso. Serviços: contextos, conceitos e tipos. **Informe econômico**, Teresina, 22 nov. 2009. Disponível em: <https://periodicos.ufpi.br/index.php/ie/article/view/2247>. Acesso em: 20 fev. 2023

GOMES, Rita de Cássia da Conceição. Comércio e serviços no espaço urbano regional. **Revista Casa da Geografia**, Sobral, 2017. Disponível em: <https://rcgs.uvanet.br/index.php/RCGS/article/view/394/0>. Acesso em: 5 jan. 2023.

LENCIONI, Sandra; TRINDADE JÚNIOR, Saint-Clair Cordeiro da. **Pesquisa socioespacial: Reflexões sobre métodos e técnicas de investigação científica.** Rio de Janeiro: Consequência, 2024.

OLIVEIRA, Lucélia Mendes de. **Os processos e formas espaciais indutoras da expansão urbana na cidade de Timon.** 2016. Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura em Geografia) - Coordenação de Geografia, Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2016.

PESSOA, Jomara Dantas. **Dinâmicas de reprodução do comércio e os novos papéis urbanos de pequenas cidades Norte-Rio-Grandenses: um olhar a partir das redes associativistas de supermercados.** 2015. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós Graduação e pesquisa em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal - RN, 2015.

SANTOS, João Paulo Pereira dos. **A produção do espaço urbano no “bairro cidade dos Colibris” do início aos dias atuais em João Pessoa – Paraíba.** 2018. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Geografia) - Departamento de Geociências, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa - PB, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/14905/1/JPPS28062019.pdf>. Acesso em: 25 dez. 2022.

SANTOS, Milton. **A Urbanização Brasileira.** São Paulo: Edusp, 2020.

SEMPPLAN. **Relatório de leitura técnica.** Timon: [S.n.], 2022. Disponível em: <http://timon.ma.gov.br/site/wp-content/uploads/2022/11/Timon-Relatorio-Leitura-Tecnica.pdf>. Acesso em: 31 jan. 2023.

SOUSA, Teresinha de Jesus dos Santos. Agricultura e organização espacial do Maranhão. **Revista de Geografia**, Recife, 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistageografia/article/view/229171>. Acesso em: 3 jan. 2023.

SPOSITO, Maria Encarnação Beltrão. **Capitalismo e urbanização**. São Paulo: Contexto, 2022.

VASCONCELOS, Pedro de Almeida. A utilização dos agentes sociais nos estudos de Geografia urbana: avanço ou recuo?. In: CARLOS, Ana Fani Alessandri; SOUZA, Marcelo Lopes de; SPÓSITO, Maria Encarnação Beltrão (org.). **A produção do espaço urbano**: agentes e processos, escalas e desafios. São Paulo: Contexto, 2020.